



**NF EN 1090-2**  
**STRUCTURES EN ACIER DE CLASSE EXC1**  
**FASCICULE 1**  
**B.A. BA DE LA GESTION DOCUMENTAIRE**

## Table des matières du fascicule 1

AVANT-PROPOS .....	4
<b>1 GENERALITES .....</b>	<b>5</b>
1.1 Présentation de la norme NF EN 1090-2 et de son contexte .....	5
1.2 Présentation des 3 fascicules .....	5
1.3 Domaine d'application .....	6
<b>2 OBJECTIF DU 1<sup>ER</sup> FASCICULE .....</b>	<b>6</b>
<b>3 DOCUMENTS « ENTREPRISE » .....</b>	<b>7</b>
3.1 Dossier d'organisation interne .....	7
3.2 Gestion des attributions de tâches au personnel de l'entreprise .....	7
3.3 Spécifications d'achat des produits de base approvisionnés .....	7
3.3.1 Généralités .....	7
3.3.2 Aciers de construction .....	8
3.3.3 Produits consommables pour le soudage.....	10
3.3.4 Éléments de fixation mécaniques .....	12
3.4 Documentation relative aux opérations de fabrication - Instructions de travail .....	19
3.5 Opérations de coupage et de perçage .....	19
3.5.1 Qualification des procédés de coupage thermique et de perçage .....	19
3.5.2 Contrôles de routine .....	23
3.6 Documentation relative aux opérations de formage .....	24
3.6.1 Formage à chaud.....	24
3.6.2 Formage à froid .....	25
3.7 Organisation du soudage .....	25
3.7.1 Critères de choix des procédés de soudage.....	25
3.7.2 Qualification des soudeurs et des opérateurs soudeurs.....	27
3.7.3 Coordination en soudage .....	33
3.7.4 Instructions de soudage.....	33
3.7.5 Contrôles du soudage .....	36
3.8 Protection contre la corrosion .....	41
3.8.1 Préconisations générales.....	41
3.8.2 Spécifications relatives à la préparation de surface .....	41
3.8.3 Spécifications relatives à l'application .....	43
3.8.4 Contrôle de la protection.....	44
3.9 Instructions de montage.....	44
3.10 Gestion des fournisseurs et sous-traitants.....	44
<b>4 DOCUMENTS « PROJETS » .....</b>	<b>45</b>
4.1 Analyse des documents techniques du marché.....	45
4.1.1 Conception liminaire.....	45
4.1.2 Conception de détail .....	45
4.2 Plan qualité .....	46
4.3 Etudes d'exécution .....	46
4.4 Documents d'interface études / atelier .....	47
4.4.1 Plans de débit et d'assemblage .....	47
4.4.2 Instructions de soudage.....	47
4.4.3 Fiches de contrôles.....	48
4.5 Documents d'interface études / chantier.....	51
4.5.1 Plans et instructions de montage.....	51
4.5.2 Montage des boulons non précontraints.....	52
4.5.3 Serrage des boulons précontraints.....	52
4.6 Conservation des enregistrements relatifs à un projet.....	53
<b>Annexe A Répartition des tâches / organisation interne .....</b>	<b>54</b>
<b>Annexe B Contenu d'un document de contrôle type 2.2 ou 3.1 .....</b>	<b>58</b>
B.1 Contenu d'un document de contrôle.....	58
B.2 Exemple de document de contrôle.....	60
<b>Annexe C Exemple de bon de commande.....</b>	<b>61</b>

<b>Annexe D Tolérances de fabrication .....</b>	<b>64</b>
<b>D.1 Profilés soudés et laminés .....</b>	<b>64</b>
<b>D.2 Assemblages .....</b>	<b>66</b>
<b>D.3 Eléments formés à froid.....</b>	<b>68</b>
<b>Annexe E Documentation relative au soudage .....</b>	<b>70</b>

## AVANT-PROPOS

Le présent guide a été réalisé dans le cadre d'un projet cofinancé par la Fédération Française du Bâtiment (FFB), la Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB) et le Centre Technique Industriel de la Construction Métallique (CTICM).

Les prescriptions du guide constituent une réponse aux exigences de la norme de référence pour la classe d'exécution EXC1.

Le présent guide est constitué de trois volumes traitant des principales étapes de la fabrication :

❖ **Fascicule 1 : B.A. BA DE LA GESTION DOCUMENTAIRE**

- prioritairement destiné à l'encadrement, aux ingénieurs et techniciens;

❖ **Fascicule 2 : FABRICATION EN ATELIER**

- prioritairement destiné aux personnels d'atelier;

❖ **Fascicule 3 : B.A. BA DES EXIGENCES « CHANTIER »**

- prioritairement destiné aux chefs d'équipe.

Ce guide a été rédigé par un groupe de travail constitué de:

M	BONHOMME Christophe	BONHOMME BATIMENTS INDUSTRIELS
M	DENYS Geoffrey	CIAN
M	GAULIARD Jean-Louis	SCMF
M	LAMY Hervé	UNION DES METALLIERS – FFB
M	LE CHAFFOTEC Patrick	CTICM
MME	LEMAIRE Valérie	CTICM
M	MARMORET Gilles	CAPEB
M	MONTEL Jacques	SARL IDEAL
M	POTRON Guy-Noël	CAPEB
M	QUIJADA Pablo	NORMACADRE
M	REINE Benoit	NORMACADRE
M	SAUGIER Dominique	WALTEFAUGLE
M	TROUART Jérémy	UNION DES METALLIERS – FFB

Crédits-photos

©CAPEB

©CIAN

©CTICM

©FOTOLIA

©HARSCO

©MENARA

©NORMACADRE

©UNION DES METALLIERS

## 1 GENERALITES

### 1.1 Présentation de la norme NF EN 1090-2 et de son contexte

Depuis 2009/2010, la norme d'exécution NF EN 1090-2 et les codes de calcul Eurocodes ont remplacé les normes et NF DTU français pour la conception, le calcul et la fabrication des éléments de structure en acier dans le domaine du bâtiment et du génie civil.

L'application de la NF EN 1090-2 entraîne pour les constructeurs la mise en œuvre de dispositions particulières en termes d'organisation du travail, de spécification des produits constitutifs (approvisionnements), de traçabilité et de contrôles de fabrication.

Pour les ossatures en acier, le niveau d'exigences qui s'impose au constructeur dépend principalement d'un critère déterminé en fonction de la destination de l'ouvrage et du niveau de fiabilité exigé pour des éléments de la structure. Ce critère appelé classe d'exécution doit être normalement choisi par le prescripteur (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, architecte,...) et précisé dans les documents du marché.

A défaut, les documents d'application français proposent une classification préétablie des éléments de structure selon leur fonction dans différents ouvrages courants.

Quatre classes d'exécution sont prévues par la NF EN 1090-2, allant de la classe 1, la moins sévère, jusqu'à la classe 4, la plus exigeante en matière de contrôle et de traçabilité.

*NOTE Les Recommandations de la CNC2M (Commission de Normalisation de la Construction Métallique et Mixte) pour le choix des classes d'exécution proposent une liste d'éléments structuraux relevant de la classe d'exécution EXC1, en fonction de la classe de conséquences ouvrage (CCO) et de la famille d'éléments structuraux.*

Le présent guide est destiné à faciliter l'application de la NF EN 1090-2 pour l'exécution d'éléments relevant de la classe d'exécution EXC1. Il apporte des commentaires et des compléments d'information et propose en annexes des documents modèles pouvant être adaptés par les constructeurs en fonction de leurs besoins.

Ce document ne se substitue pas à la NF EN 1090-2. Seules les exigences de cette norme s'appliquant aux éléments EXC1 sont rappelées et commentées dans ce document. Il s'applique aux éléments de structure fabriqués à partir de profilés, tubes et tôles en acier de construction, jusqu'à la nuance S355 incluse.

Les autres classes d'exécution ne sont pas traitées. Néanmoins, lorsque que nécessaire, des notes attirent l'attention sur les écarts avec la classe EXC2.

### 1.2 Présentation des 3 fascicules

Le présent guide a été réalisé dans le cadre d'un projet cofinancé par la Fédération Française du Bâtiment (FFB), la Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB) et le Centre Technique Industriel de la Construction Métallique (CTICM).

Les prescriptions du guide constituent une réponse aux exigences de la norme de référence pour la classe d'exécution EXC1. Les prescriptions additionnelles pour « passer » en EXC2 sont identifiées *en police bleue et en italique* au fil du texte, sans être développées en détail ; dans ces cas, il convient de se reporter au texte de référence.

Le présent guide est constitué de trois volumes traitant des principales étapes de la fabrication :

❖ **Fascicule 1 : B.A. BA DE LA GESTION DOCUMENTAIRE**

- prioritairement destiné à l'encadrement, aux ingénieurs et techniciens;

❖ **Fascicule 2 : FABRICATION EN ATELIER**

- prioritairement destiné aux personnels d'atelier;

❖ **Fascicule 3 : B.A. BA DES EXIGENCES « CHANTIER »**

- prioritairement destiné aux chefs d'équipe.

### 1.3 Domaine d'application

Le domaine d'application visé par les fascicules de ce guide est la réalisation d'éléments de structures de classes d'exécution EXC1 à partir de produits en acier listés au Tableau 1 du paragraphe 3.3.2, assemblés par boulonnage (produits listés au Tableau 2 du paragraphe 3.3.4) ou par soudage par fusion (procédés 111, 114, 121, 122, 131, 132, 135, 136, 138, 141, 783).

## 2 OBJECTIF DU 1<sup>ER</sup> FASCICULE

Le premier fascicule de ce guide, relatif à l'organisation et la gestion documentaire, propose une synthèse des documents et justificatifs spécifiés par la NF EN 1090-2, pour la classe d'exécution EXC1, à la charge du constructeur.

Il est également rappelé les documents et informations nécessaires au constructeur et relevant normalement du maître d'ouvrage ou du prescripteur (maître d'œuvre, architecte).

Ce fascicule répertorie les documents généralement nécessaires et suffisants pour justifier de la bonne exécution des structures en acier de classe EXC1 ; certains d'entre eux, les documents « entreprise » sont utilisables pour tous les projets et constituent le patrimoine technique de l'entreprise ; les autres, les documents « projet » sont spécifiquement recueillis ou établis dans le cadre d'un projet déterminé.

Les uns et les autres peuvent être des documents papier ou des fichiers électroniques, en fonction du système de gestion documentaire mis en place par l'entreprise.

Afin de proposer des solutions concrètes d'organisation interne, le Fascicule 1 de ce guide est organisé en deux chapitres principaux :

- ❖ Chapitre 3: Documents d'organisation générale de l'entreprise ;
- ❖ Chapitre 4: Documents projet dont le cahier des charges d'exécution.

### 3 DOCUMENTS « ENTREPRISE »

#### 3.1 Dossier d'organisation interne

Un dossier qualité détaillé n'est pas exigé en classe EXC1 par la norme NF EN 1090-2.

Néanmoins, afin d'assurer la maîtrise et la pérennité des opérations de production et de contrôle, il est recommandé de formaliser, dans un dossier d'organisation interne, les tâches et responsabilités des différents intervenants, ainsi que la gestion des documents justificatifs, correspondant aux exigences de la norme NF EN 1090-2 pour les structures de classe EXC1.

*NOTE* En classe EXC1, la composition du dossier d'organisation interne à l'entreprise n'est pas définie par la norme NF EN 1090-2. A partir de la classe EXC2, un dossier qualité complet et détaillé est exigé par la norme, comportant notamment :

- l'organigramme et le personnel d'encadrement responsable de chaque aspect de l'exécution ;
- les procédures, méthodes et instructions de travail devant être appliquées ;
- un plan de contrôle spécifique à l'ouvrage ;
- une procédure de traitement des changements et modifications ;
- une procédure de traitement des non-conformités, demandes de dérogation et litiges concernant la qualité ;
- tous les points d'arrêt spécifiés ou exigences concernant les contrôles ou essais par tierce personne, et toutes les exigences d'accès correspondantes.

#### 3.2 Gestion des attributions de tâches au personnel de l'entreprise

En l'absence de précision relative à l'organisation des tâches dans la norme NF EN 1090-2 (la norme précise ce qui doit être fait mais pas « qui » le fait), il est recommandé de disposer d'un document récapitulatif des missions et fonctions au sein de l'entreprise, afin d'assurer la maîtrise du contrôle de production en usine, tel qu'exigé dans la norme et rappelé dans les chapitres ci-après.

Ce document peut, par exemple, être présenté sous forme d'un tableau, d'un organigramme ou d'un répertoire des missions, rappelant les principales opérations de production interne, les responsables et les intervenants chargés de la réalisation et des contrôles.

L'Annexe A donne quelques exemples de tâches courantes et des personnes généralement chargées de leur réalisation ou de leur validation. Il doit être adapté à la taille de l'entreprise et à son domaine d'activité.

#### 3.3 Spécifications d'achat des produits de base approvisionnés

##### 3.3.1 Généralités

Le présent chapitre rappelle les critères de désignation des produits constitutifs et les spécifications minimales à préciser lors de la commande, précisions nécessaires pour permettre d'assurer la traçabilité des produits, exigée par la NF EN 1090-2, lors du suivi de la fabrication et de l'exécution.

*NOTE* Dans le cadre de ce guide, il est admis que, pour des structures de classe EXC1, seuls sont utilisés des produits choisis dans les Tableaux ci-après. Dans le cas où d'autres produits seraient utilisés pour un élément de classe EXC1, il convient d'appliquer les prescriptions de la classe supérieure EXC2.

### 3.3.2 Aciers de construction

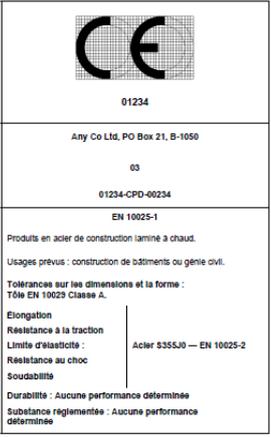
Lors de la commande des profilés ou tôles en acier, en complément des quantités, caractéristiques géométriques, nuances et qualités souhaitées, il est recommandé de préciser:

- les normes de référence des produits;
- l'état de surface à la livraison;
- l'aptitude à la galvanisation par immersion à chaud si nécessaire;
- les documents de contrôle à fournir à la livraison, tels que rappelés dans le Tableau 1.

Le contenu d'un document de contrôle est rappelé en Annexe B, accompagné d'un exemple.

Un exemple de bon de commande et les options prévues par la norme NF EN 10025-2 sont fournis en Annexe C.

**Tableau 1 — Normes de produit pour les aciers de construction**

Produits	Caractéristiques des aciers	Dimensions et tolérances de fabrication	Finition et état de surface	Document de contrôle à obtenir du fournisseur
Profilés I et H	EN 10025-1 + EN 10025-2	NF A 45-205 (IPE) NF A 45-201 (H) + EN 10034	Classe C1 selon EN 10163-3	<p><b>Certificat *</b></p> <p><b>Type 2.2 jusqu'à S275</b></p> <p><b>Type 3.1 à partir de S355</b></p> <p>selon EN 10204 et EN 10168</p> <p>+ <b>Marquage d'identification **</b></p> <p>+ <b>Etiquetage CE</b></p> <p>(Exemple)</p> 
Profilés en I à ailes inclinées laminés à chaud		NF A 45-209 (IPN) + EN 10024		
Profilés en U		NF A 45-255 (UAP) + EN 10279		
Cornières à ailes égales et inégales		EN 10056-2		
Fers T		EN 10055		
Tôles, plats, larges plats		Classe A selon EN 10029	Classe A2 selon EN 10163-2	
Barres et profils		EN 10017 EN 10058 EN 10059 EN 10060 EN 10061	Classe C1 selon EN 10163-3	
Profilés creux finis à chaud	EN 10210-1	EN 10210-2	Voir EN 10210-1 ch 6.8	
Profilés creux formés à froid	EN 10219-1	EN 10219-2	Voir EN 10219-1 ch 6.9	

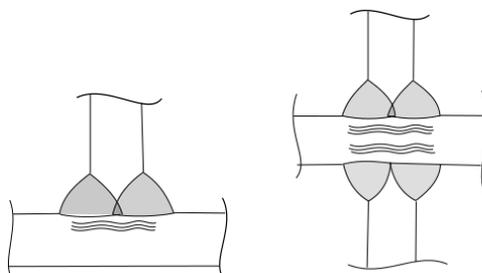
Produits	Caractéristiques des aciers	Dimensions et tolérances de fabrication	Finition et état de surface	Document de contrôle à obtenir du fournisseur
Aciers revêtus en continu par immersion à chaud	EN 10346	EN 10143	Voir EN 10346 - Fleurage - Finition A, B ou C - Traitement de surface	<p align="center"><b>Certificat Type 2.2 *</b> selon EN 10204 + EN 10168 + <b>Marquage d'identification **</b></p>
Feuillards	EN 10139	EN 10048 EN 10140	Voir EN 10139 - Aspect M, MB ou MC - Finition de surface RR ou RM	
<p>* <b>Contenu d'un certificat type 2.2 et type 3.1 selon l'EN 10168</b> : voir Annexe B</p> <p>** <b>Marquage du produit</b>: Les produits livrés doivent être marqués de façon lisible par l'application d'une peinture, d'un poinçonnage, d'un marquage au laser, d'un code à barres, d'une étiquette adhésive durable ou d'étiquettes attachées indiquant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— la nuance, la qualité et l'état de livraison au moyen de sa désignation abrégée;</li> <li>— un numéro permettant d'identifier la coulée (en cas de contrôle par coulée) et, s'il y a lieu, l'échantillon ;</li> <li>— le nom du producteur ou la marque commerciale du fabricant ;</li> <li>— la marque de l'organisme de contrôle externe (dépend du type de document de contrôle).</li> </ul> <p>Le type de marquage peut être spécifié au moment de la commande.</p>				

### Caractéristiques de déformation améliorées

Lors de la commande, il est également recommandé de préciser plus particulièrement si des caractéristiques de déformation améliorées dans le sens perpendiculaire à la surface (aciers de classe de qualité Z15, Z25 ou Z35) sont exigées, par référence à la NF EN 10164.

La NF EN 1993-1-10 donne des indications sur le choix des nuances d'acier dont, en particulier, les propriétés dans le sens de l'épaisseur. Les aspects suivants sont à prendre en considération :

- La valeur des contraintes de traction appliquées perpendiculairement à l'épaisseur;
- La déformation dans le sens de l'épaisseur de l'élément, provenant du retrait du métal de la soudure lors de son refroidissement;
- La nature du détail d'assemblage, en particulier les assemblages soudés en croix, en T ou en L, voir Figure ci-dessous :



- Les propriétés chimiques du métal, telles que, en particulier, une teneur élevée en soufre.

Le Tableau 3.2 de la NF EN 1993-1-10 permet de calculer une valeur Z sur la base de différents critères de formes d'assemblages et de type de sollicitations et d'en déduire la valeur Z15, Z25 ou Z35 nécessaire.

### 3.3.3 Produits consommables pour le soudage

Le type de produits consommables pour le soudage est choisi en fonction du procédé de soudage, du matériau à souder et du mode opératoire de soudage (voir chapitre 3.7).

Lors de la commande des produits consommables pour le soudage, il convient de rappeler la norme de référence qui précise les caractéristiques physiques et chimiques du produit, la désignation correspondante, ainsi que le document de contrôle exigé.

Pour information, le Tableau 2 ci-après, issu de la norme NF EN ISO 544, rappelle les types de produits consommables pour le soudage, les plus courants, et les procédés de soudage dans lesquels ils sont utilisés.

**Tableau 2 - Types de produits et procédés de soudage**

Procédés de soudage courants visés par la norme EN 1090-2		Produits consommables pour le soudage			Documents de contrôle
Procédé	Numéro de référence	Type de produits	Norme de produit	Exemples <sup>a)</sup> de désignation normalisée	
Soudage manuel à l'arc avec électrode enrobée	111	Électrode enrobée	EN ISO 2560	Type B E423 B32H5	<b>Type 2.2</b> selon EN 10204 + EN ISO 14344 + Marquage CE selon EN 13479
Soudage à l'arc avec fil fourré auto-protecteur (sans protection de gaz)	114	Fil-électrode fourré	EN ISO 17632		
Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec un seul fil; soudage à l'arc submergé avec un seul fil-électrode	121	Fil-électrode plein	EN ISO 14171	Type S SA2	
		Flux	EN ISO 14174	SA AR 1 87AC	
Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec une seule électrode en feuillard; soudage à l'arc submergé avec électrode en bande	122	Feuillard	EN ISO 14343		
		Flux	EN ISO 14174		
Soudage MIG avec fil-électrode fusible (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fusible)	131	Fil-électrode plein Gaz de protection	EN ISO 14341 EN ISO 14175		
Soudage MIG avec fil fourré de flux (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fourré)	132	Fil-électrode fourré	EN ISO 17632		
		Gaz de protection	EN ISO 14175		
Soudage MAG avec fil-électrode fusible (soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fusible)	135	Fil-électrode plein	EN ISO 14341	G3 Si1	
		Gaz de protection	EN ISO 14175	Gaz M21	

Procédés de soudage courants visés par la norme EN 1090-2		Produits consommables pour le soudage			Documents de contrôle
Procédé	Numéro de référence	Type de produits	Norme de produit	Exemples <sup>a)</sup> de désignation normalisée	
Soudage MAG avec fil fourré de flux (soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil fourré de flux)	136	Fil-électrode fourré Gaz de protection	EN ISO 17632 EN ISO 14175		
Soudage MAG avec fil fourré de poudre métallique (soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fourré de poudre métallique)	138	Fil-électrode fourré Gaz de protection	EN ISO 17632 EN ISO 14175	Type M T46 2MM1H5  Gaz M21	
Soudage TIG avec fil d'apport (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec électrode de tungstène et fil d'apport)	141	Baguette pleine Fil d'apport Gaz de protection	EN ISO 14343 EN ISO 14343 EN ISO 14175	Type S W42 5W2 Si  Gaz Argon I1	
Soudage à l'arc des goujons par fusion et forgeage avec bague en céramique ou gaz de protection	783	<b>Goujon</b>  <b>Bague</b>	EN ISO 13918	SD1 13 100A  UF 13	

<sup>a)</sup> Les produits consommables sont accompagnés d'une désignation normalisée définie par la norme de produit correspondante. Par exemple, pour une électrode enrobée pour soudage manuel à l'arc, la norme NF EN ISO 2560 donne l'exemple ci-dessous:

**ISO 2560-B-E5518-N2 A U H5**

ISO 2560 = norme du produit;

B = classification d'après la résistance à la traction et l'énergie de rupture de 27 J;

(A = classification d'après la limite d'élasticité et l'énergie de rupture de 47 J);

E = électrode enrobée pour soudage manuel à l'arc;

55 = résistance à la traction = 550 MPa;

18 = enrobage basique avec poudre de fer, convenant au soudage en toutes positions sauf en verticale descendante;

N2 = 1 % (fraction massique) de Ni (fraction massique) comme principal élément d'alliage;

U = exigence supplémentaire de 47 J à la température de base d'essai pour 27 J;

H5 = teneur en hydrogène diffusible.

Le marquage des produits consommables pour le soudage se présente selon deux dispositions :

▪ **Marquage sur le produit :**

- désignation normalisée (ou marquage couleur) et désignation du fournisseur
  - Électrode enrobée: marquage sur l'électrode;
  - Fils et feillard: marquage sur la bobine ou sur la couronne;
  - Baguette: marquage sur la baguette.

▪ **Marquage sur l'emballage :**

- le nom du fabricant ou du fournisseur;
- la désignation commerciale du produit;
- la désignation conformément à la norme internationale correspondante;
- les dimensions (pour les flux, la fourchette de granulométrie);
- le numéro de coulée ou de lot;
- le type de courant et la polarité, le cas échéant;
- le nombre de pièces ou le poids net nominal;
- les instructions de re-séchage ou une référence à la source d'information, le cas échéant;
- les agréments, le cas échéant;
- les avertissements sur l'hygiène et la sécurité.

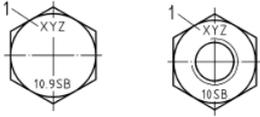
**3.3.4 Éléments de fixation mécaniques**

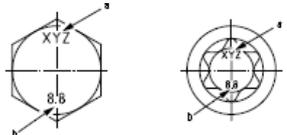
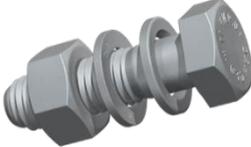
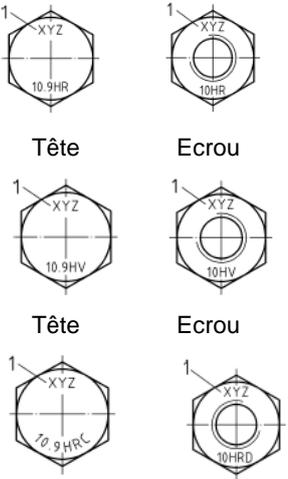
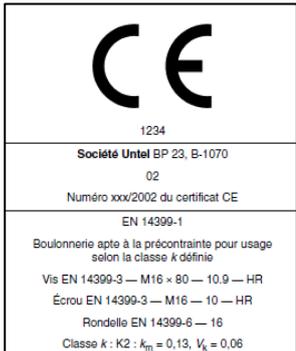
Lors de la commande des éléments de fixation mécaniques, il est recommandé de préciser les éléments d'information figurant au Tableau 3 ci-dessous.

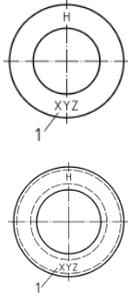
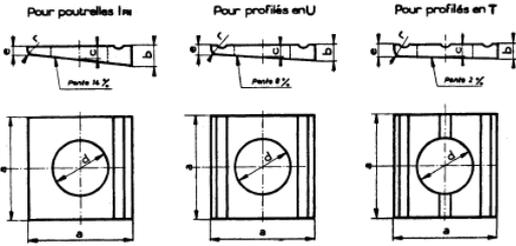
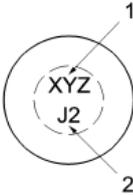
La résistance à la corrosion doit être comparable à celle spécifiée pour les éléments fixés.

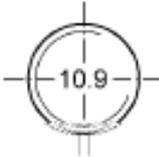
*NOTE Dans la NF EN 1090-2, qu'il soit utilisé pour des applications non précontraintes ou précontraintes, le terme « boulon » désigne un ensemble constitué de « une vis avec un écrou, associés (éventuellement) à une ou plusieurs rondelle(s) ».*

**Tableau 3 — Informations à fournir à la commande**

Produit	Normes de référence	Caractéristiques	Document de contrôle et Marquage
<p><b>Boulons SB pour application non précontrainte</b></p> <p>Boulons de diamètre supérieur ou égal à 12 mm et inférieur ou égal à 36 mm</p> 	<p><b>NF EN 15048-1</b></p> <p>+</p> <p>NF EN ISO 4014 ou NF EN ISO 4017 pour les vis</p> <p>+</p> <p>NF EN ISO 4032 pour les écrous</p> <p><i>Note:</i> <i>Les boulons conformes à la NF EN 14399-1 (HR et HV) peuvent être utilisés pour des applications non précontraintes</i></p>	<p><b>Dimensions</b></p> <p>Longueur totale et longueur filetée</p> <p><b>Classe de qualité</b></p> <p><b>Revêtement de protection:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- acier brut</li> <li>- électrozingué (voir EN ISO 4042 et EN ISO 2081)</li> <li>- galvanisé à chaud (voir EN ISO 10684)</li> </ul>	<p><b>Certificat :</b></p> <p><b>Type 2.1</b> selon NF EN 10204</p> <p><b>Marquage :</b></p>  <p>Tête                  Ecrou</p> <p>1 - Marque d'identification du fabricant de l'ensemble</p> <p><b>Etiquetage CE</b></p> 

Produit	Normes de référence	Caractéristiques	Document de contrôle et Marquage
<p><b>Boulons pour application non précontrainte</b></p> <p>Boulons de diamètre inférieur à 12 mm</p> <p><b>Exigences particulières:</b> <u>Voir 3.3.4.1</u></p>	<p>EN ISO 898-1 EN ISO 4014 pour les vis</p> <p>EN ISO 898-2 EN ISO 4032 pour les écrous</p>	<p><b>Dimensions</b> Longueur totale et longueur filetée</p> <p><b>Classe de qualité</b></p> <p><b>Revêtement de protection</b> (voir EN ISO 10684)</p>	<p><b>Marquage :</b></p>  <p>a Marque d'identification du fabricant. b Classe de qualité.</p> <p>Note : pas de marquage CE sur ces produits</p>
<p><b>Boulons pour précontrainte</b></p> <p><b>Système HR</b></p>  <p><b>Système HV</b></p>  <p><b>Système HRC</b></p> 	<p>EN 14399-3</p> <p>EN 14399-4</p> <p>EN 14399-10</p>	<p><b>Dimensions</b> Longueur totale et longueur filetée</p> <p><b>Classe de qualité</b></p> <p><b>Classe K exigée</b> (en fonction de la méthode de serrage): ⇒ <u>Voir 3.3.4.2</u></p> <p><b>Revêtement de protection:</b> - acier brut - galvanisé à chaud: (voir EN 14399-1)</p>	<p><b>Certificat</b> <b>Type 2.1</b> selon EN 10204</p> <p><b>Marquage</b></p>  <p>1 - Marque d'identification du fabricant de l'ensemble</p> <p><b>Etiquetage CE</b></p> 

Produit	Normes de référence	Caractéristiques	Document de contrôle et Marquage
<p><b>Rondelles pour boulons aptes à la précontrainte:</b></p> <p>rondelles plates</p> <p>rondelles plates chanfreinées</p>	<p>EN 14399-5</p> <p>EN 14399-6</p>	<p><b>Diamètre</b> (de la vis)</p> <p><b>Classe de dureté</b></p> <p><b>Revêtement de protection</b></p>	 <p>1 - Marque d'identification du fabricant de l'ensemble</p>
<p><b>Rondelles plates</b></p> <p>Série normale - Grade A</p> <p>Chanfreinées - Série normale - Grade A</p> <p>Série normale - Grade C</p> <p>Série étroite - Grade A</p> <p>Série large - Grade A</p> <p>Série très large - Grade C</p>	<p>EN ISO 7089</p> <p>EN ISO 7090</p> <p>EN ISO 7091</p> <p>EN ISO 7092</p> <p>EN ISO 7093</p> <p>EN ISO 7094</p>	<p><b>Dureté</b></p> <p><b>entre 300 et 370 HV</b> pour une utilisation avec des vis de qualité 8.8 ou 10.9,</p> <p><b>100 HV minimum</b> pour les autres qualités.</p> <p>⇒ <b>Voir 3.3.4.3</b></p>	<p>Exemples de désignation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rondelle ISO 7089-8-200 HV</li> <li>➤ Rondelle ISO 7090-8-200 HV</li> <li>➤ Rondelle ISO 7091-8-100 HV</li> </ul> <p>pour une rondelle de diamètre nominal 8 mm.</p>
<p><b>Rondelles biaisées</b></p> 	<p>NF E 27-681</p>		
<p><b>Rivets à chaud</b></p> 	<p>NF E 25-726</p>	<p><b>Diamètre nominal</b></p> <p>10 mm à 27 mm</p> <p><b>Classes de qualité</b></p> <p>JR et J2</p>	<p><b>Marquage (exemple)</b></p>  <p><b>Légende</b></p> <p>1 Marque d'identification du fabricant</p> <p>2 Classe de qualité</p>

Produit	Normes de référence	Caractéristiques	Document de contrôle et Marquage
<p><b>Tiges filetées en acier</b> Grade A ou B</p> <p><b>Écrous pour tiges filetées</b> - écrous normaux - écrous hauts</p>	<p>NF E 25-136</p> <p>EN ISO 4032 EN ISO 4033</p>	<p><b>Dimensions</b> M5 à M39 Longueur totale et longueur filetée</p> <p><b>Classe de qualité</b> 4.8, 5.6, 8.8, 10.9</p> <p><b>Caractéristiques mécaniques</b> selon EN ISO 898-1</p> <p><b>Revêtement de protection</b></p> <p><b>Si une ou deux extrémités chanfreinées</b> (à préciser à la commande)</p>	<p><b>Marquage</b> Repérage par couleur (voir Tableau 9 de la NF E 25-136) + marquage en bout pour la classe 10.9</p> 
<p><b>Vis autoperceuses avec filetage de vis à tôle</b> - à tête hexagonale à embase plate  - à tête cylindrique bombée large à empreinte cruciforme  - à tête fraisée à empreinte cruciforme  - à tête fraisée bombée à empreinte cruciforme</p>	<p>EN ISO 15480</p> <p>EN ISO 15481</p> <p>EN ISO 15482</p> <p>EN ISO 15483</p>	<p><b>Caractéristiques mécaniques:</b> selon ISO 10666</p> <p><b>Revêtement électrolytique</b> selon ISO 4042.</p>	<p><b>Exemple de désignation:</b> Vis autoperceuse ISO 15480-ST3,5 x 16</p>

### 3.3.4.1 Boulons pour application non précontrainte

La norme NF EN 1090-2 stipule que pour les boulons ordinaires non conformes à la norme NF EN 15048, les exigences de qualité doivent être spécifiées.

Pour les boulons M8 et M10, actuellement absents de la norme NF EN 15048, dans l'attente de la révision de cette norme, il est recommandé de s'assurer de la qualité de ces boulons vis-à-vis d'une utilisation structurelle :

- Les vis et écrous sont issus du même fabricant;
- Ils sont fournis par le fabricant avec un certificat de conformité aux normes NF EN ISO 898-1 et NF EN ISO 898-2;
- Pour les boulons soumis à la traction, la compatibilité vis/écrous a été testée par des essais équivalents à ceux de la norme NF EN 15048.

**Cas particulier des boulons galvanisés à chaud**

Dans le cas des boulons galvanisés à chaud de diamètre 8 et 10 mm, il convient d'obtenir du fournisseur la garantie de résistance au cisaillement et à la traction.

En effet, la NF EN ISO 10684 prévoit une limitation de l'ordre de 10% de leur capacité résistante au cisaillement et à la traction. Cette limitation doit être prise en compte lors de la détermination des résistances de calcul individuelles au cisaillement et à la traction, calculées à partir du Tableau 3.4 de la NF EN 1993-1-8.

**3.3.4.2 Boulons aptes à la précontrainte**

La norme NF EN 1090-2 propose plusieurs méthodes de serrage adaptées à différents types de boulons aptes à la précontrainte.

La méthode de serrage doit être compatible avec la classe K du boulon: voir Tableau 4, issu du complément national à la NF EN 1090-2 (NF P 22-101-2-CN).

**Tableau 4 — Boulons aptes à la précontrainte  
Classes K et méthodes de serrage associées**

	Classe K des boulons		
	K2	K1	K0
Exigences selon la NF EN 14399-1: Coefficient de rendement du couple $k$ : Valeur individuelle : $k_i$ Valeur moyenne : $k_m$ Coefficient de variation de $k$ : $V_k$	non oui oui	plage non non	non non non
Serrage selon NF EN1090-2 : méthode du couple méthode combinée méthode pour HRC avec indicateurs directs de précontrainte	oui oui oui oui	non oui non oui	non non oui (si écrou HRD) oui

La méthode du couple, actuellement la plus utilisée en France, est recommandée pour les boulons HR de classe K2.

Les clés dynamométriques doivent faire l'objet d'un réétalonnage annuel, selon la procédure de la NF EN ISO 6789, et les résultats doivent être enregistrés.

La méthode combinée est adaptée aux classes K2 et K1.

La méthode HRC est adaptée aux boulons de type HRC de forme spécifique.

La méthode avec rondelles indicatrices de précontrainte est adaptée aux trois classes K0, K1 et K2.

**3.3.4.3 Rondelles**

Pour les boulons non précontraints, les rondelles sont demandées dans les cas suivants :

- Trous oblongs ou surdimensionnés;
- Assemblages à recouvrement comportant une seule rangée de boulons;
- Finition par revêtement épais.

Il convient également de rappeler que la NF EN 1090-2 préconise:

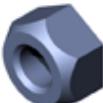
- pour les rondelles en plat, une épaisseur d'au moins 4 mm;
- l'utilisation de rondelles biaisées lorsque l'inclinaison entre la surface de la tôle et le plan perpendiculaire à l'axe de la vis dépasse :
  - 1/20 (3°) pour les vis de diamètre  $d \leq 20$  mm;
  - 1/30 (2°) pour les vis de diamètre  $d > 20$  mm.

### 3.3.4.4 Dispositifs de blocage

Si nécessaire, le cahier des charges peut spécifier des dispositifs de blocage, tels que les écrous auto freinés ou autres types de boulons qui empêchent efficacement tout desserrage de l'assemblage en cas d'impact ou de vibration importante.

Sauf indication contraire des Documents Particuliers du Marché, la norme NF EN 1090-2 recommande d'utiliser des produits conformes aux normes rappelées dans le Tableau 5 ci-après.

**Tableau 5 — Ecrous auto-freinés**

Type d'écrous auto-freinés	Norme de référence	Type d'écrous auto-freinés	Norme de référence
Ecrous auto-freinés en acier 	EN ISO 2320	Écrous hexagonaux bas auto-freinés (à anneau non métallique) 	EN ISO 10511
Écrous hexagonaux normaux auto-freinés (à anneau non métallique) Classes de qualité 5, 8 et 10 	EN ISO 7040	Écrous hexagonaux normaux auto-freinés (à anneau non métallique) à filetage métrique à pas fin Classes de qualité 6, 8 et 10 	EN ISO 10512
Écrous hexagonaux hauts auto-freinés tout métal Classes de qualité 5, 8, 10 	EN ISO 7042	Écrous hexagonaux auto-freinés tout métal à filetage métrique à pas fin Classes de qualité 8, 10 et 12 	EN ISO 10513
Écrous hexagonaux auto-freinés tout métal Classes de qualité 5, 8 et 10 	EN ISO 7719		

Type d'écrous auto-freinés	Norme de référence	Type d'écrous auto-freinés	Norme de référence
Ecrous à créneau (« PAL ») 	DIN 7967 (hors EN 1090-2)		

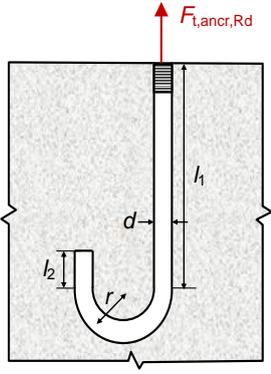
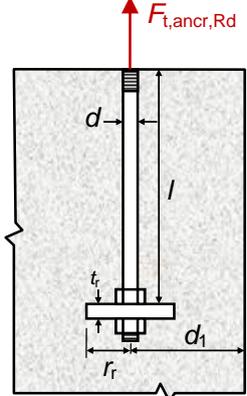
### 3.3.4.5 Boulons et tiges d'ancrage

Les boulons et tiges d'ancrage peuvent être constitués :

- de tiges conformes aux normes d'aciers de construction soudables (NF EN 10025 parties 1 à 6);
- de tiges de qualité boulonnerie (NF EN 15048 ou NF EN 14399);
- de tiges filetées conformes à la norme NF E 25-136 (pour les tiges droites avec plaques).

Le Tableau 6 ci-dessous, extrait des recommandations de la CNC2M, rappelle deux exemples de tiges d'ancrage utilisées en pied de poteau, ainsi que les dispositions constructives de pliage et d'épaisseur de plaque.

**Tableau 6: Dimensions des tiges d'ancrage**

Tige	Crochet	Avec plaque d'ancrage
Géométrie		
Dispositions constructives	$r \geq 3d$ $1,5d \leq l_2 \leq 2d$	$t_r \geq 0,3r$

Pour une utilisation en ancrage, la limite d'élasticité nominale,  $f_{yb}$ , des tiges ne doit pas excéder:

- 640 N/mm<sup>2</sup> lorsque les tiges d'ancrages doivent travailler en cisaillement;
- 900 N/mm<sup>2</sup> dans les autres cas.

*Note 1* Pour la conception et le dimensionnement des pieds de poteaux et des tiges d'ancrage, voir les Recommandations de la CNC2M pour le calcul des assemblages selon la NF EN 1993-1-8.

*Note 2* Il est rappelé que la NF EN 1993-1-8 restreint à 300 N/mm<sup>2</sup> la limite d'élasticité nominale dans le cas de crochets à angle droit.

### 3.4 Documentation relative aux opérations de fabrication - Instructions de travail

La documentation relative aux opérations de fabrication est constituée :

- des fiches types de contrôle de fabrication (pouvant servir de support d'enregistrement au contrôle interne);
- des instructions de travail rappelant :
  - les tolérances géométriques (voir Annexe B);
  - les contrôles internes et leur périodicité (à définir par l'entreprise);
  - les précautions particulières telles que :
    - élimination des bavures;
    - meulage après opérations de coupage;
- des documents d'enregistrement et de maintenance du matériel (mode d'emploi, épreuves de qualification du procédé, consignes de maintenance).

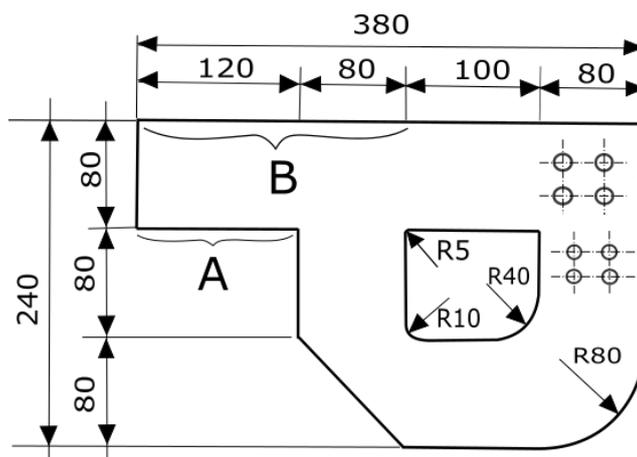
### 3.5 Opérations de coupage et de perçage

#### 3.5.1 Qualification des procédés de coupage thermique et de perçage

Les procédés de coupage thermique (coupage à la flamme, coupage plasma et coupage laser) et de perçage doivent faire l'objet d'un contrôle régulier du matériel afin de vérifier la maîtrise du procédé, comprenant :

- La maintenance du matériel selon les préconisations du fournisseur;
- La vérification périodique (minimum annuelle recommandée) des procédés, basée sur :
  - Quatre échantillons représentatifs des épaisseurs minimales et maximales et des nuances minimales et maximales des tôles;
  - Quatre perçages par échantillon dans les dimensions minimales et maximales de perçage le plus souvent utilisées.

Les échantillons peuvent être préparés selon le modèle de la Figure 2 extraite du projet de révision de la NF EN 1090-2.



**Figure 2: Exemple d'échantillon représentatif (dimensions en mm)**

Dans le cas où l'entreprise n'utilise pas de procédé de coupage thermique, la vérification de la précision des procédés de coupage est réalisée par des contrôles "de routine", au cours des opérations de fabrication. La qualification des procédés de perçage peut se faire sur des échantillons de forme plus simples.

Les résultats des contrôles visuels et des mesures sur les échantillons utilisés pour la qualification des procédés de coupage et de perçage doivent faire l'objet d'un enregistrement.

Il est rappelé que le perçage par poinçonnage peut être réalisé lorsque l'épaisseur de la pièce à percer est inférieure au diamètre de perçage.

*NOTE Il est à signaler qu'à partir de la classe EXC3, pour des épaisseurs supérieures à 3 mm, le poinçonnage doit être réalisé à un diamètre inférieur de 2 mm et complété par un alésage.*

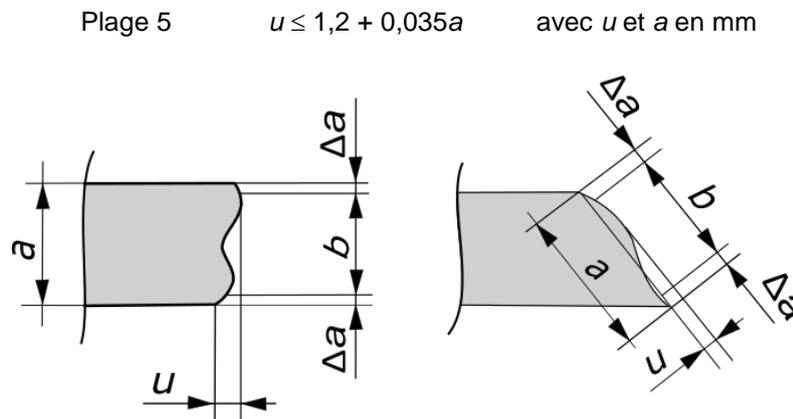
**3.5.1.1 Qualification des procédés de coupage**

Chaque échantillon est contrôlé visuellement sur l'ensemble des coupes droites, des angles et des arrondis :

- pas d'irrégularité importante ni de scorie.

La tolérance de perpendicularité et d'angularité  $u$  (voir Figure 3) est contrôlée par trois mesures à une distance de 20 mm chacune, réalisées sur chacune des longueurs notées A et B de la Figure 2.

- tolérance  $u$  selon la plage 5 de la NF EN ISO 9013 :



**Figure 3: Tolérances de coupe**

Cette tolérance est mesurée sur une épaisseur réduite  $b$ , égale à  $(a - 2\Delta a)$ .

Le Tableau 7 rappelle quelques exemples de valeurs (pour d'autres épaisseurs voir la NF EN ISO 9013).

**Tableau 7**

Epaisseur de coupe $a$ mm	$\Delta a$ mm
$3 < a \leq 6$	0,3
$6 < a \leq 10$	0,6
$10 < a \leq 20$	1
$20 < a \leq 40$	1,5
$40 < a \leq 100$	2
$100 < a \leq 150$	3
$150 < a \leq 200$	5

Les mesures doivent être effectuées sur des faces de coupe brossées, débarrassées d'oxydes, en dehors des zones comportant des défauts.

*Note* A partir de la classe EXC2, un mesurage de la rugosité du profil Rz5 est également exigé. En classe EXC2, l'exigence  $u$  correspond à la plage 4 et le profil Rz5 doit être vérifié à l'aide d'un rugosimètre vis-à-vis de la plage 4. La méthode de coupage au plasma donne des qualités de coupe correspondant généralement à une plage 5 pour l'exigence  $u$  et à une plage 4 pour Rz5.

### **Instruments de mesure de la tolérance:**

Pour les épaisseurs fines jusqu'à 8 mm d'épaisseur, la norme NF EN ISO 9013 recommande d'utiliser un palpeur avec dispositif de guidage dans le sens de l'épaisseur de coupe et de l'angle nominal avec comparateur (précision 0,02 mm) :

- Angle de l'aiguille du palpeur  $\leq 90^\circ$
- Rayon de l'aiguille du palpeur  $\leq 0,1$  mm

A défaut de palpeur, la mesure de  $u$  peut être faite à l'aide d'une équerre et de cales fines permettant une précision de 0,1 mm.

Pour les épaisseurs supérieures à 8 mm, la tolérance peut également être contrôlée avec une équerre associée à un pied à coulisse (précision 0,1 mm).

### **Paramètres de fabrication (coupage thermique):**

Durant la préparation des échantillons, les paramètres de pression et de vitesse doivent être enregistrés, afin de vérifier la permanence de leurs valeurs.

En cours de production, ces paramètres doivent être maintenus dans les limites suivantes :

- Pression d'oxygène de chauffage : + 0% / - 20%;
- Pression de gaz de carburant : +/- 5%;
- Pression d'oxygène de coupe : + 0% / - 15%;
- Vitesse de coupe : + 10% / - 0%;
- Hauteur de coupe : +/- 10%;
- Température de préchauffage : +/- 10%.

La vérification périodique du mode opératoire de coupage thermique par échantillonnage ne dispense pas d'un contrôle régulier de la qualité de découpe des pièces, plus particulièrement vis-à-vis de la précision d'accostage nécessaire aux conditions de soudage et aux tolérances de fabrication.

Pour la préparation des joints avant soudage: voir le Fascicule 2.

#### **3.5.1.2 Vérification de la dureté des chants**

Lorsque demandé par les documents particuliers du marché, le procédé de coupage est également vérifié vis-à-vis du risque de dureté des chants de coupe.

*Note* Cette vérification n'est généralement pas demandée en classe d'exécution EXC 1.

Le mode opératoire est qualifié par des essais de dureté Vickers sur quatre échantillons représentatifs.

Cette vérification complémentaire peut être réalisée à partir des échantillons préparés pour la vérification du procédé de coupage.

Tableau 8: Valeur maximale de dureté Vickers

Type de produit	Dureté Vickers	
produit laminé à chaud (EN 10025-2) profil creux (EN 10210-1 et EN 10219-1)	HV 10	valeur de dureté $\leq 380$
produit plat laminé à chaud en acier pour formage à froid (EN 10149-2 et 3)	HV 10	valeur de dureté $\leq 450$

Quatre essais de dureté Vickers sont réalisés sur chaque échantillon selon la méthode d'essai décrite dans la NF EN ISO 6507:

- Pour les épaisseurs inférieures ou égales à 5 mm, la dureté est mesurée au milieu de l'épaisseur.
- Pour les épaisseurs supérieures à 5 mm, la dureté est mesurée au milieu et près des bords de l'épaisseur.

Le rapport d'essai (ou PV de contrôle) doit être enregistré.

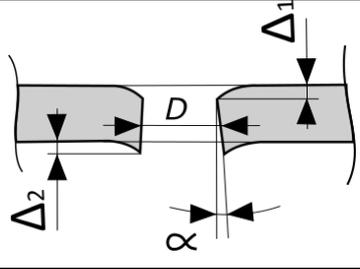
### 3.5.1.3 Qualification des procédés de perçage

Les procédés visés par la norme NF EN 1090-2 concernent le perçage par forage, poinçonnage, coupage laser, ou jet de plasma.



La vérification du procédé utilisé, dont la périodicité dépend des paramètres et des conditions d'utilisation, est à prévoir après un certain nombre d'utilisation, comme par exemple lors des changements de forets ou de poinçons.

Tableau 9: Vérification des tolérances de perçage

Caractéristiques dimensionnelles à vérifier		
	Critères	Tolérances
Diamètre moyen du trou	$D = (d_{\max} + d_{\min})/2$	$D = D_{\text{nominal}} \pm 0,5 \text{ mm}$
Angle de dépouille	$\alpha$	$\alpha \leq 4^\circ (7\%)$
Bavures	$\Delta_1$ et $\Delta_2$	$\max(\Delta_1 \text{ ou } \Delta_2) \leq D / 10$
Diamètre à l'entrée du trou: $d_{\min}$ Diamètre à la sortie du trou: $d_{\max}$		

Cette vérification périodique ne dispense pas des vérifications et contrôles visuels en cours de fabrication.

Les échantillons et les résultats du contrôle doivent être conservés jusqu'à la vérification périodique suivante.

### 3.5.2 Contrôles de routine

Les opérations de coupage et de perçage doivent être contrôlées en continu par l'opérateur afin de s'assurer du respect des tolérances de précision et de rectitude, spécifiées par la norme NF EN 1090-2. L'Annexe D du présent guide rappelle quelques tolérances de coupe et de perçage applicables aux éléments de classe EXC1.

Les résultats des contrôles visuels et des mesures de routine des opérations de coupage et de perçage doivent faire l'objet d'un enregistrement.

#### 3.5.2.1 Opérations de coupage

Pour les coupages mécanisés ou automatiques, bien qu'un rayon minimum ne soit pas imposé, il est recommandé d'éviter les angles rentrants vifs.

Pour les coupages manuels, une surcoupe dans un angle rentrant n'étant pas autorisée, il est recommandé de procéder à un percement préalable (détails 2 et 3 de la figure 4 ci-dessous) dans l'angle de la coupe.

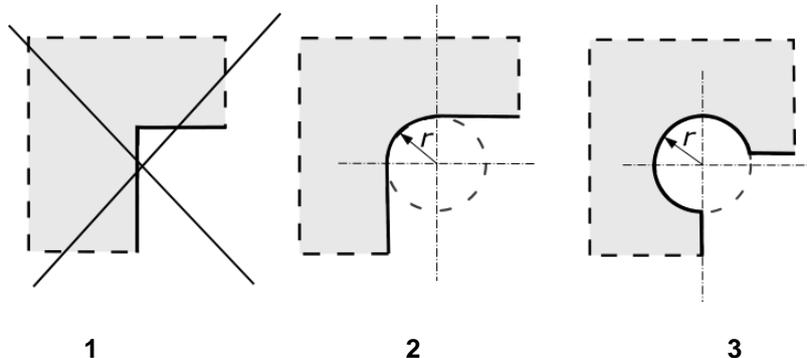


Figure 4 – Exemples de découpe

*NOTE Il est à noter que pour la classe EXC2, un rayon r minimum de 5 mm est demandé.*

### 3.5.2.2 Opérations de perçage

Les positions et dimensions des perçages doivent être indiquées sur les plans de fabrication.

La précision des percements doit être contrôlée en continu par l'opérateur afin de s'assurer du respect des tolérances spécifiées par la norme (voir Annexe D).

Les dimensions des perçages en fonction du diamètre des boulons sont rappelées au Tableau 10 ci-après, issu de la NF EN 1090-2.

**Tableau 10 – Jeu nominal de perçage**

Diamètre nominal d du boulon ou de l'axe d'articulation (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27 et plus
Trous ronds normaux	1		2				3	
Trous ronds surdimensionnés	3		4			6		8
Trous oblongs courts (sur la longueur)	4		6			8		10
Trous oblongs longs (sur la longueur)	1,5 d							

Pour les trous normaux des boulons de diamètre 12 ou 14 mm, un perçage à  $\Phi + 2$  mm est possible sous réserve de tenir compte des conditions de vérification de la NF EN 1993-1-8:

- vérification supplémentaire vis-à-vis de la pression diamétrale;
- application d'un facteur de réduction sur la résistance de l'assemblage.

Les tolérances de perçage sur le diamètre du trou sont rappelées dans le Tableau 11 ci-après.

**Tableau 11 – Tolérances de perçage**

Diamètre des trous $d_0$	Tolérance de perçage
Trous ronds normaux ou oblongs	$\pm 0,5$ mm
Pour les boulons ajustés (classe H11 de la NF EN ISO 286-2): voir NF EN 1090-2	

Pour les rivets, le complément national NF P 22-101-2/CN fournit des informations complémentaires pour le choix des rivets et le diamètre de perçage.

## 3.6 Documentation relative aux opérations de formage

Les prescriptions de la NF EN 1090-2 concernent les pièces formées par pliage, pressage ou formage réalisé à chaud ou à froid.

### 3.6.1 Formage à chaud

Le formage à chaud n'est pas recommandé en classe EXC1, car il relève de la catégorie de production PC2 (voir Recommandations de la CNC2M pour la détermination des classes d'exécution).

### 3.6.2 Formage à froid

Le formage est réalisé par profilage, pressage ou pliage. Les aciers doivent être choisis dans les nuances aptes au formage à froid (Voir Tableau 3 de la NF EN 1090-2).

*Note* Il convient de signaler la révision en cours de la norme NF EN 10346 qui intègre 3 nouvelles nuances couramment utilisées pour le formage à froid (S390GD / S420GD / S450GD).

Les rayons et tolérances de pliage de sections courantes sont rappelés à l'Annexe D du présent document.

Les résultats des contrôles visuels et des mesures de vérification des tolérances de pliage doivent faire l'objet d'un enregistrement.

Ces contrôles peuvent être formalisés sur les plans d'exécution des éléments formés à froid.

### 3.7 Organisation du soudage

#### 3.7.1 Critères de choix des procédés de soudage

Les différents procédés de soudage sont classés en deux grands groupes selon la source d'énergie utilisée:

- **Le soudage utilisant une source d'énergie interne aux pièces:**
  - soudage électrique par résistance;
  - soudage par friction;
  - soudage par diffusion;
  - soudage par explosion;
  - soudage par ultrasons.
- **Le soudage utilisant une source d'énergie extérieure à la pièce:**
  - flamme;
  - arc électrique;
  - faisceau d'électrons;
  - faisceau laser;
  - jet de plasma.

Les procédés de soudage utilisés en construction métallique font partie des **procédés avec source d'énergie extérieure**.

Le choix du procédé le plus adapté dépend de très nombreux paramètres, à la fois techniques et économiques.

Les principaux facteurs à prendre en considération sont:

- L'épaisseur du matériau à souder;
- La composition de l'acier;
- Les caractéristiques à garantir (résilience, dureté, compacité...);
- Le lieu où la soudure doit être faite (température ambiante, absence de courant d'air);
- L'accès au joint : la position de l'équipement de soudage, la torche ou la tête de soudage;
- La position de soudage: à plat, verticale, au plafond... (les procédés avec flux en poudre ne conviennent pas pour du soudage vertical ou en position plafond, contrairement à d'autres procédés);

- Le rendement du procédé: quantité de métal déposée en une heure de travail;
- Les risques éventuels d'arrachement lamellaire (par exemple soudage sur pièces de fortes épaisseurs);
- Les tolérances géométriques à garantir sur la pièce finie (retraits engendrés par le soudage, soudage symétrique, préchauffage...);
- La répétitivité des opérations.

En construction métallique, le soudage de pièces relativement épaisses nécessite l'utilisation d'un métal d'apport. Le métal d'apport doit avoir des caractéristiques minimales supérieures ou égales à celles du métal de base.

Le métal d'apport provient généralement d'une électrode enrobée, d'un fil-électrode ou d'une baguette.

La classification des métaux d'apport permet de connaître leur résistance à la traction, leur composition chimique, la résilience du métal déposé et les positions de soudage possibles.

Le tableau 12 présente quelques avantages et inconvénients des principaux procédés utilisés en construction métallique.

**Tableau 12 - Comparatif Procédés de soudage Manuel / Semi-automatique**

Manuel	Semi-automatique à fils fusibles
<p><b>Soudage à l'arc électrique:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ avec électrode enrobée</li> <li>➤ procédé fil fourré sans gaz</li> <li>➤ procédé TIG (Tungsten Inert Gas)</li> </ul>	<p><b>Soudage semi-automatique ou robotisé avec ou sans protection gazeuse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Avec fils pleins: soudage MIG (131 ou 132/133), et MAG (135 ou 136/138);</li> <li>➤ Avec fils fourrés;</li> <li>➤ Avec fils sous flux en poudre (soudage à l'arc électrique sous flux pulvérulent).</li> </ul>
<p><b>Avantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Joints de haute qualité grâce à l'utilisation d'enrobage de type basique;</li> <li>- Plus polyvalents, s'exécutent dans tous les milieux;</li> <li>- Équipement moins complexe et moins onéreux;</li> <li>- Équipement moins encombrant, utilisable sur chantier.</li> </ul>	<p><b>Avantages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taux de dépôt élevé;</li> <li>- Meilleures propriétés mécaniques et chimiques de la soudure;</li> <li>- Fatigue moindre du soudeur;</li> <li>- Temps de formation du soudeur réduit;</li> <li>- Soudage de joints longs possible;</li> <li>- Soudage dans toutes les positions (sauf sous flux en poudre);</li> <li>- Économie de temps.</li> </ul>
<p><b>Inconvénients</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plus faible productivité</li> </ul>	<p><b>Inconvénients</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investissement plus couteux</li> <li>- Limité aux environnements protégés, en atelier</li> </ul>

**Quelques particularités des procédés avec fils pleins ou fils fourrés:**

Les procédés MIG/MAG à fils pleins s'utilisent avec de fortes intensités de courant. Ils permettent des taux de dépôt élevés. Ils offrent une grande rapidité d'exécution. Ils n'exigent pas de changement d'électrode, ce qui permet de souder de plus longues distances d'un seul coup.

Les avantages dépendent plus particulièrement du mode de transfert:

**Tableau 13 - Procédés fils fourrés**

Mode de transfert	Avantages
Avec fil auto protégé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moins sensible aux effets du vent ou des courants d'air;</li> <li>- Nécessite moins d'équipements.</li> </ul>
Sous protection gazeuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleure qualité de soudure;</li> <li>- Pénétration plus profonde;</li> <li>- Temps de nettoyage moindre;</li> <li>- Valeur de résilience plus élevée;</li> <li>- Rendement légèrement supérieur.</li> </ul>

**Tableau 14 - Procédés MIG/MAG**

Mode de transfert	Apparence de la soudure	Avantages
Court-circuit	Surface lisse à rugueuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métal mince</li> <li>- Toutes positions</li> </ul>
Globulaire	Surface relativement lisse avec des éclaboussures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pénétration profonde</li> <li>- Vitesse d'exécution</li> <li>- Prix modique</li> </ul>
Pulvérisation axiale	Surface lisse sans éclaboussure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vitesse d'exécution</li> <li>- Sans éclaboussures</li> <li>- Pénétration profonde</li> </ul>
Pulsé	Surface lisse sans éclaboussure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métal mince</li> <li>- Toutes positions</li> <li>- Faible apport de chaleur</li> </ul>

### 3.7.2 Qualification des soudeurs et des opérateurs soudeurs

Pour l'ensemble des opérations d'assemblage et de soudage des pièces, la norme NF EN 1090-2 impose une qualification des soudeurs et des opérateurs soudeurs.

L'épreuve de qualification des soudeurs est définie par la norme NF EN ISO 9606-1, qui a remplacé la NF EN 287-1 avec une période de recouvrement.

L'épreuve de qualification des opérateurs soudeurs et des régleurs en soudage pour le soudage mécanisé et le soudage automatique est définie par la norme NF EN ISO 14732 qui a remplacé, depuis Octobre 2013, la NF EN 1418.

En particulier le domaine de qualification doit préciser le groupe de matériaux de base, le groupe de matériaux d'apport, le type de soudure, le nombre de passe, et les domaines de validité associés (voir NF EN ISO 9606-1).

Les tableaux et figures ci-après rappellent quelques exemples de groupes et de domaine de validité, ainsi que des exemples de certificat de qualification de soudeur.

Le domaine de qualification d'un soudeur ou d'un opérateur doit correspondre à la gamme d'utilisation du DMOS utilisé et préparé conformément à la NF EN ISO 15609.

**Confirmation tous les six mois:**

Le certificat de qualification du soudeur est valable pour une durée de deux ans sous réserve que l'employeur puisse démontrer que le soudeur a soudé régulièrement sur cette période dans le domaine de validité de sa qualification d'origine. Pour ce suivi, il est recommandé de prévoir un tableau d'enregistrement des soudages réalisés par chaque soudeur.

**Prolongation tous les deux ans:**

Les justificatifs nécessaires pour la prolongation sont de nature volumique (contrôle par radiographie ou par ultrasons) ou de nature destructive (texture ou pliages), sur deux soudures réalisées au cours des six derniers mois. Il est nécessaire de conserver les preuves relatives à la prolongation pendant au moins deux ans.

**Tableau 15 - Exemples de Groupes de matériaux**

Groupes de matériaux de base			Groupes de matériaux d'apport	
Groupe	Sous-groupe	Type d'acier	Groupe	Domaine de validité
1	1.1	Aciers avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$	<b>FM1:</b> pour le soudage des aciers non alliés et des aciers à grains fins  <b>FM2:</b> pour le soudage des aciers à haute résistance : limite d'élasticité minimale supérieure à $500 \text{ N/mm}^2$ ou résistance à la traction minimale supérieure à $570 \text{ N/mm}^2$	FM1 FM2
	1.2	Aciers avec une limite d'élasticité minimale $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$		
	1.3	Aciers à grains fins normalisés avec une limite d'élasticité minimale $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$		
	1.4	Aciers à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique		
2	2.1	Aciers à grains fins à traitement thermomécanique et aciers moulés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$	FM1 FM2	
	2.2	Aciers à grains fins à traitement thermomécanique et aciers moulés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$		
3	3.1	Aciers à grains fins trempés et revenus avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$		
	3.2	Aciers à grains fins trempés et revenus avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$		
	3.3	Aciers à grains fins à durcissement structural sauf les aciers inoxydables		

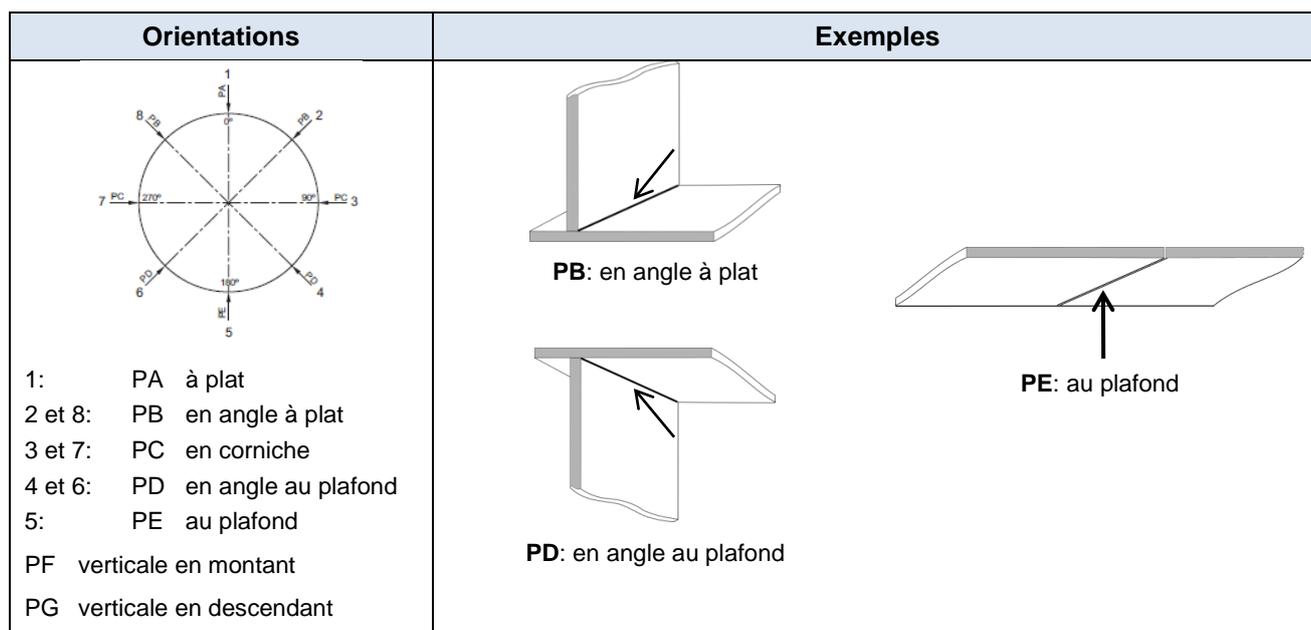


Figure 5 : Désignation des positions principales de soudage (voir NF EN ISO 6947)

Tableau 16 - Domaine de validité pour les soudures bout à bout

Position lors de l'essai	Domaine de validité				
	PA	PC	PE	PF	PG
PA	X	-	-	-	-
PC	X	X	-	-	-
PE (plaque)	X	X	X	-	-
PF (plaque)	X	-	-	X	-
PG (plaque)	-	-	-	-	X

X indique les positions de soudage pour lesquelles le soudeur est qualifié.

Tableau 17 - Domaine de validité pour les soudures d'angle

Position lors de l'essai	Domaine de validité						
	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG
PA	X	-	-	-	-	-	-
PB	X	X	-	-	-	-	-
PC	X	X	X	-	-	-	-
PD	X	X	X	X	X	-	-
PE (plaque)	X	X	X	X	X	-	-
PF (plaque)	X	X	-	-	-	X	-
PG (plaque)	-	-	-	-	-	-	X

X indique les positions de soudage pour lesquelles le soudeur est qualifié.

Pour plus d'information sur les domaines de validité, voir la norme NF EN ISO 9606-1.

## Certificat de qualification de soudeur

Désignation(s): .....

Référence DMOS: ..... Examineur ou organisme d'examen – No. de référence: .....

Nom du soudeur: .....

Identification: .....

Méthode d'identification: .....

Date et lieu de naissance: .....

Employeur: .....

Code/norme d'essai: .....

Connaissances professionnelles: Acceptées/Non vérifiées (rayer la mention inutile)



	Assemblage de qualification	Domaine de validité
Procédé(s) de soudage Mode de transfert Type de produit (plaque ou tube) Type de soudure Groupe(s)/sous-groupes de matériaux de base Groupe(s) de matériaux d'apport Matériau d'apport (désignation) Gaz de protection Produits consommables auxiliaires Type de courant et polarité Épaisseur de matériau (mm) Épaisseur déposée (mm) Diamètre extérieur du tube (mm) Position de soudage Détails concernant le soudage Multicouche/monocouche		----- -----

Assemblage supplémentaire de qualification sur soudure d'angle (réalisé conjointement avec la qualification de la soudure bout à bout: acceptable/non acceptable)

Type de contrôle ou d'essai	Effectué et accepté	Non vérifié
Contrôle visuel		
Contrôle par radiographie		
Essai de texture		
Essai de pliage		
Essai de traction avec entaille		
Examen macroscopique		

Nom de l'examineur ou de l'organisme d'examen:  
 Lieu, date et signature de l'examineur ou de l'organisme d'examen:  
 Date d'émission: 2007/01/20

Prolongation 9.3 a)	Valable jusqu'au 2010/01/20	Prolongation 9.3 b)	Valable jusqu'au 2009/01/20	Prolongation 9.3 c)	Valable jusqu'au 2007/07/20
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

Prolongation de la qualification par l'examineur ou l'organisme d'examen pour les 2 années suivantes [voir 9.3 b)]

Date	Signature	Fonction ou titre

Confirmation de la validité par l'employeur/coordonateur en soudage/examineur ou l'organisme d'examen pour les six mois suivants [voir 9.2]

Date	Signature	Fonction ou titre

Certificat n°
Identification particulière

**CERTIFICAT DE QUALIFICATION DE SOUDEUR**

**Désignation(s)** EN ISO 9606-1 135 P FW FM1/ S t30 PB ml

Code/Norme de qualification : NF EN ISO 9606-1:2013 complément éventuel :  
 n° de référence DMOS :  
 Nom et prénom du soudeur :  
 Repère du soudeur :  
 Identification :  
 Méthode d'identification : N° de Sécurité Sociale  
 Date et lieu de naissance :  
 Employeur :  
 Repère(s) assemblage(s) :  
 Assemblage de qualification supplémentaire sur soudure d'angle : Non  
 Connaissances professionnelles : Non vérifiées

Variables	Détails de l'épreuve pratique		Domaine de validité de la qualification			
	Assemblage 1	Assemblage 2				
Procédé(s) de soudage (§ 4.3 à 4.7) Mode de travail (Courant/Polarité)	Publication existante A (1) B	135	135 136 Pulvérisation axiale / Circulaire / Vaine tournante			
Tôle (P), ou Tube (T), (§ 5.3)	P		P-T			
Type de soudure BW, FW, Piquage (angle) (§ 5.4)	FW		FW			
Détails soudage BW, piquage (§ 5.8)	A B		/			
Détails soudage FW (§ 5.8)	mono, multitouches	sa	ml, sa			
Groupe métallurgique de base (§ 5.5)	n° 1	1.2	Grp 1 à 11			
Etab./ groupe (FD CR ISO/TR 15606)	n° 2	1.2				
Type(s) de produits consommables de soudage (§ 5.6)	A B	S FM1	(1) S,M Grp FM1, FM2 (1)/			
Gaz de protection	A B	M21	/			
Produits consommables soudés			/			
Épaisseur (e) de l'assemblage mm (§ 5.2 & 5.7)	t soudés A soudés B	30	supérieure ou égale à 3 mm			
...mètre extérieur (mm) (§ 5.7)	D		D<=75 (rotation) en PA, PB, D>=80 (fixe) en PB			
Position de soudage (§ 5.8) NF EN ISO 6947	PB		P.BW : / P.FW : PA, PB T.BW : / T.FW : PA, PE D<=75 (rotation) - PB D>=80 (fixe)			
Les renseignements complémentaires sont indiqués dans le DMOS référencé ci-dessus.						
(1) Aucun changement de type d'enroulage ou type de fil fourré de flux pour le passe de fondeurs support envers (sauf). (2) Sous réserve que le certifié soit agréé tous les 6 mois par le responsable de l'activité soudage ou l'examinateur/organisme d'examen (page 2/2) conformément aux dispositions de la norme. (3) Le domaine de validité est donné à titre informatif, seule la norme fait loi.						
Contrôles, examens et essais	Effectués et acceptés			Non vérifiés		
	Ass. 1	Ass. 2	FW	Ass. 1	Ass. 2	FW
Visuel	OUI	/	/			
Ultrasons	/	/	/	X	/	/
Ressuage	/	/	/	X	/	/
Tecture	/	/	/	X	/	/
Microscopie	OUI	/	/	/	/	/
Pilage	/	/	/	X	/	/
Traction avec entaille	/	/	/	X	/	/
Autre	/	/	/	X	/	/

CERTIFICAT DE QUALIFICATION DE SOUDEUR

Certificat n°	Page
	2/2

Confirmation de la qualification par le responsable de l'activité soudage ou l'examineur/organisme d'examen tous les 6 mois		Prolongation de la qualification par l'examineur de l'organisme d'examen tous les 2 ans		
Date	Nom, fonction ou titre, signature	Date, nom et signature de l'examineur	Organisme d'examen	Date de fin de validité
12/2019	RESPONSABLE-ATELIER			
05/2020	RESPONSABLE-ATELIER			

Traduction des rubriques imprimées		Translation of printed text		Übersetzung des vorgedruckten Formblatts	
1 Certificat n°	Certificate N°	Certifikat-Nr.	Bezeichnung Nr.		
2 Identification particulière	Particular reference	Partikuläre Referenz	Besondere Bezeichnung		
3 Certificat de qualification de soudeur	Welder qualification test certificate	Schweißer Qualifikationszeugnis	Schweißer Prüfungsbescheinigung		
4 Désignation	Designation	Bezeichnung	Bezeichnung		
5 Code / Norme de qualification - Complément éventuel	Code / Testing standard - Possible supplement	Code / Prüfungsstandard - Mögliche Ergänzung	Vorschrift/Prüfnorm - Mögliche Ergänzung		
6 N° référence DMOS	Manufacturer's welding procedure specification (WPS)	Hersteller-Schweißanweisung Beleg-Nr.	Hersteller-Schweißanweisung Beleg-Nr.		
7 Nom et prénom du soudeur	Full name of welder	Vollständiger Name des Schweißers	Vollständiger Name des Schweißers		
8 Repère du soudeur	Welder's mark	Zeichen des Schweißers	Zeichen des Schweißers		
9 Identification	Welder's identification	Legitimation	Legitimation		
10 Méthode d'identification	Identification method	Art der Legitimation	Art der Legitimation		
11 Date et lieu de naissance	Date and place of birth	Geburtsdatum und -ort	Geburtsdatum und -ort		
12 Employeur	Employer	Arbeitgeber	Arbeitgeber		
13 Repère(s) assemblage(s)	Marking on test piece(s)	Prüfstück-Nr.	Prüfstück-Nr.		
14 Assemblage de qualification supplémentaire sur soudeur d'angle / cordon	Supplementary fillet weld test: yes / no	Ergänzende Kehlnahtprüfung: ja / nein	Ergänzende Kehlnahtprüfung: ja / nein		
15 Connaissances professionnelles: acceptables / non vérifiées	Job knowledge: acceptable / not verified	Fachkunde: bestanden / nicht geprüft	Fachkunde: bestanden / nicht geprüft		
16 Variables - Détails de l'épreuve pratique - Domaine de validité (3) de la qualification	Variables - Weld test details - Range of approval (3)	Kenntnisse - Prüfprotok. - Geltungsbereich (3)	Kenntnisse - Prüfprotok. - Geltungsbereich (3)		
17 Procédé(s) de soudage	Welding process(es)	Schweißprozess(e)	Schweißprozess(e)		
18 Tôle (P) ou Tube (T)	Plate (P) or Tube (T)	Blech (P) oder Rohr (T)	Blech (P) oder Rohr (T)		
19 Type de soudure	Joint type	Nahtart	Nahtart		
20 Détails soudage	Weld details	Nachschweißung	Nachschweißung		
21 Groupe métallurgique de base	Parent metal group	Werkstoffgruppe	Werkstoffgruppe		
22 Type(s) de produits consommables	Welding consumables	Schweißzusätze	Schweißzusätze		
23 Gaz de protection	Shielding gases	Schutzgas	Schutzgas		
24 Produits consommables auxiliaires	Accessories consumables	Hilfsstoffe	Hilfsstoffe		
25 Epaisseur (mm)	Thickness (mm)	Werkstoffdicke (mm)	Werkstoffdicke (mm)		
26 Diamètre extérieur (mm)	Outside diameter (mm)	Rohr außen Durchmesser (mm)	Rohr außen Durchmesser (mm)		
27 Position de soudage	Welding position	Schweißposition	Schweißposition		
28 Les renseignements complémentaires sont indiqués dans le DMOS référencé ci-dessus	Additional information is available on WPS above mentioned	Zusätzliche Hinweise siehe Schweißanweisung wie oben erwähnt (WPS)	Zusätzliche Hinweise siehe Schweißanweisung wie oben erwähnt (WPS)		
29 (1) : Aucun changement de type d'embrasement ou type de fil fourni de flux pour le passé de fond sans support évident (voir 2)	(1) : Without any type of coving or type of flux cored equivalence for the root run welding without backing (see 2)	(1) : Kein Umklüppeländerung oder Füllrohrleitertyp für Wurzelfüge ohne Schweißabdeckung (siehe 2)	(1) : Kein Umklüppeländerung oder Füllrohrleitertyp für Wurzelfüge ohne Schweißabdeckung (siehe 2)		
(2) : Sous réserve que le certificat soit signé tous les 6 mois par le responsable de l'activité soudage ou l'examineur/organisme (page 2/2) conformément aux dispositions de la norme	(2) : Provided that the certificate is signed every 6 months by head welding activity or examiner/examining body (page 2/2) in accordance with the standard	(2) : Sofern das Zeugnis signed wird alle 6 Monate durch Kopf-Schweißbetriebl. oder durch den Prüfer oder den Prüfstelle (Seite 2/2) in Übereinstimmung mit	(2) : Sofern das Zeugnis signed wird alle 6 Monate durch Kopf-Schweißbetriebl. oder durch den Prüfer oder den Prüfstelle (Seite 2/2) in Übereinstimmung mit		
(3) : Le domaine de validité est donné à titre informatif, seule la norme fait foi	(3) : The qualification range is provided for guidance. The standard is the only reference	(3) : Der Geltungsbereich ist nur für Information, nur der Geltungsbereich der Norm ist gültig	(3) : Der Geltungsbereich ist nur für Information, nur der Geltungsbereich der Norm ist gültig		
30 Contrôles, examens et essais - Effectués et acceptés - Non vérifiés	Type of examination - Performed and acceptable - Not verified	Art der Prüfung - Ausgeführt und bestanden - Nicht geprüft	Art der Prüfung - Ausgeführt und bestanden - Nicht geprüft		
31 Visuel - Inspecteur habilité	Visual examination - Authorized inspector	Sichtprüfung - Prüfer	Sichtprüfung - Prüfer		
32 Radiographie / Ultrasons - N° d'identifiant	Radiography / Ultrasonics - Stamp No.	Durchstrahlungsprüfung / Ultraschallprüfung - Stempel-Nr.	Durchstrahlungsprüfung / Ultraschallprüfung - Stempel-Nr.		
33 Ressuage / Magnétoscope - Lieu de soudage	Dye penetrant / Magnetic particle - Welding place	Farbblutprüfung/Magnetpulverprüfung - Schweißort	Farbblutprüfung/Magnetpulverprüfung - Schweißort		
34 Texture - Date de soudage (légal validité)	Fracture - Date of welding (validity of approval from)	Bruchprüfung - Datum des Schweißens (Gültigkeit der Prüfung ab)	Bruchprüfung - Datum des Schweißens (Gültigkeit der Prüfung ab)		
35 Microscopie - Prolongation	Microscopy - Prolongation	Mikroskopische Untersuchungen - Verlängerung	Mikroskopische Untersuchungen - Verlängerung		
36 Plage - Certificat valable jusqu'à	Serial test - Validity of qualification until	Bezugsprüfung - Gültigkeit bis	Bezugsprüfung - Gültigkeit bis		
37 Tracés avec entaille - Date d'émission du certificat	Notched tensile test - Date of issue	Kennsprüfung - Datum	Kennsprüfung - Datum		
38 Autre - Signature de l'inspecteur habilité	Other - Signature of the authorized inspector	Andere - Unterschrift der Prüfer	Andere - Unterschrift der Prüfer		
39 Coordonnées de l'agence	Details of the agency	Adresse - Details der Agentur	Adresse - Details der Agentur		
(*) Contrôle, examen ou essai complémentaire	(*) Additional tests	(*) Zusätzliche Prüfungen	(*) Zusätzliche Prüfungen		
(**) Annexer les fiches de résultats, et copies	(**) Append separate sheet if required	(**) Falls notwendig, Angaben auf zusetzbl. Unterschrift der Geschäftsführer	(**) Falls notwendig, Angaben auf zusetzbl. Unterschrift der Geschäftsführer		
40 Confirmation de la qualification par le responsable de l'activité soudage ou l'examineur/organisme d'examen tous les 6 mois	Confirmation of validity by head welding activity or examiner/examining body for the following 6 months	Bestätigung der Gültigkeit durch Kopf-Schweißbetriebl. oder durch den Prüfer oder den Prüfstelle für die folgenden 6 Monate	Bestätigung der Gültigkeit durch Kopf-Schweißbetriebl. oder durch den Prüfer oder den Prüfstelle für die folgenden 6 Monate		
41 Prolongation de la qualification par l'examineur/organisme d'examen tous les 2 ans	Prolongation for qualification by examiner/examining body for the following 2 years	Verlängerung der Qualifikation durch den Prüfer/Prüfstelle für die nächsten 2 Jahre	Verlängerung der Qualifikation durch den Prüfer/Prüfstelle für die nächsten 2 Jahre		
42 Date - Nom, fonction ou titre, signature	Date - Name, position or title, signature	Datum - Name, Dienststellung oder Titel, Unterschrift	Datum - Name und Unterschrift der Prüfer		
43 Date, nom et signature de l'examineur	Date, name and signature of the examiner	Datum, Name und Unterschrift der Prüfer	Datum, Name und Unterschrift der Prüfer		
44 Organisme d'examen - Date de fin de validité	Examining body - Validity of approval until	Prüfstelle - Gültigkeit der Prüfung bis	Prüfstelle - Gültigkeit der Prüfung bis		

### 3.7.3 Coordination en soudage

Pour les ouvrages de classe EXC1, une coordination en soudage formalisée par une procédure particulière n'est pas obligatoire. Il est néanmoins recommandé de noter dans l'organigramme de la société, le rôle de chaque intervenant et si une supervision globale des opérations de soudage est confiée au chef d'atelier ou au responsable de la fabrication (voir tableaux des tâches en Annexe A)).

*Note A partir de la classe EXC2, une coordination en soudage doit être organisée au sein de l'entreprise. La norme NF EN 14731 et les tableaux 14 et 15 de la NF EN 1090-2 donnent des indications sur les niveaux de connaissances techniques des coordinateurs en soudage en fonction de la classe d'exécution.*

### 3.7.4 Instructions de soudage

L'établissement de descriptifs de modes opératoires de soudage (DMOS) et leur qualification (QMOS) ne sont pas exigés en EXC1 par la norme NF EN 1090-2.

Néanmoins, en classe EXC1, il est recommandé de disposer d'instructions de soudage correspondant aux techniques de soudage utilisées pour la fabrication et aux qualifications des soudeurs.

Les informations à préciser dans une instruction de soudage n'étant pas définies précisément dans la norme NF EN ISO 3834-4, il est proposé de les établir sur la base du contenu d'un descriptif de mode opératoire. Celui-ci pourra ainsi être préparé par l'entreprise ou par un organisme tiers par référence à la norme applicable à la technique utilisée.

Ces instructions de soudage doivent être mises à disposition des soudeurs et opérateurs en soudage.

*NOTE Il convient de rappeler qu'à partir de la classe EXC2, les DMOS doivent avoir été validés par une qualification. La norme de qualification du mode opératoire dépend du procédé utilisé.*

#### 3.7.4.1 Contenu d'un DMOS

##### Informations communes à tous les procédés

- Identification du fabricant;
- Identification du DMOS;
- Procédé de soudage utilisé;
- Désignation du matériau;
- Epaisseurs des tôles assemblées;
- Type d'assemblages;
- Schéma et dimension de l'assemblage;
- Disposition des passes de soudage;
- Position de soudage : la désignation des positions et des plages d'inclinaison et de rotation sont désignées dans la norme NF EN ISO 6947;
- Méthode de préparation des joints, nettoyage, dégraissage, gabarits, montage et pointage;
- En soudage manuel, largeur maximale de la passe;
- En soudage mécanisé et automatique, balayage maximum ou amplitude maximale; fréquence et temps d'arrêt de l'oscillation;
- Angle d'inclinaison de la torche, de l'électrode et/ou du fil;
- Gougeage envers, Support envers;
- Produit consommable de soudage: Désignation, marque (nom du fabricant et appellation commerciale), dimensions, précaution de manipulation;

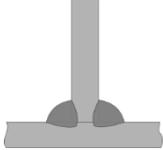
- Gaz de protection: Désignation, composition, nom du fabricant, et appellation commerciale;
- Paramètres électriques: Type de courant [courant alternatif (CA) ou courant continu (CC)] et polarité, détails du soudage pulsé (réglages de la machine, choix de programme, etc.), plage d'intensité;
- Soudage mécanisé et automatique: Plage de vitesses d'avance, plage de vitesses de dévidage du fil ou du feillard;
- Température minimale de la pièce à souder ou préchauffage, Température entre passes;
- Post-chauffage pour éliminer l'hydrogène: Gamme de températures, temps de maintien minimum.

**3.7.4.2 Exemples de types d'assemblages et de positions de soudage**

Le type d'assemblage est déterminé par le nombre, les dimensions et les orientations relatives des pièces à assembler.

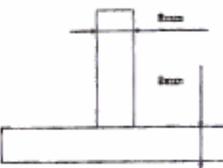
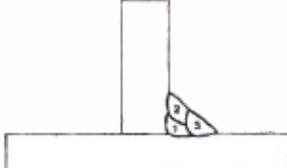
*NOTE Des informations sur la représentation symbolique des joints soudés peuvent être trouvées dans la norme NF EN ISO 2553.*

Des exemples sont donnés dans la norme NF EN ISO 17659. Les désignations viennent des termes anglais.

Désignation	Exemples
<p><b>FW = Fillet weld</b> = soudure d'angle (sans chanfrein) avec pénétration partielle</p>	
<p><b>BW = Butt weld</b> = soudure en bout (dans un assemblage bout à bout ou en angle avec chanfrein partiel ou total)</p>	

**Figure 6 : Exemple de désignation de types de soudure**

Exemple de Descriptif de Mode Opérateur de Soudage (procédé 111)

DESCRIPTIF DE MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE (WPS)		N° D'AFFAIRE:	
		DMOS(WPS) N°:	111-FW-057
		QMOS(PQR) N°:	
Métal de base 1 (Base metal 1): Nuance (Metal): S355JR Norme / Spécification: EN10028-2 Groupe / Sous groupe: 1.2 Epaisseur (Thickness): 10mm Diamètre (Diameter): /	Métal de base 2 (Base metal 2): Nuance (Metal): / Norme / Spécification: / Groupe / Sous groupe: / Epaisseur (Thickness): / mm Diamètre (Diameter): / mm	Support (Backing strip) permanent (permanent): <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Nature:.....	Procédé(s) (Process(es)) 111 Epaisseur(s) de métal déposé (weld deposit metal) 10 mm mm mm
Type d'assemblage (Joint design): BW		Soudure repère (Weld number):	
Préparation de l'assemblage 		Répartition des passes 	
Préparation des bords (Prepared by): <input checked="" type="checkbox"/> Meulage (grinding), <input type="checkbox"/> Usinage (machining), <input type="checkbox"/> Autre (other).....			
N° des passes (Pass n°):	143		
Position de soudage (Welding position):	PF		
Procédé et degré mécanisation (process and % of mechaniz.):	111		
Mode de transfert (Transfer mode)	/		
Métal d'apport (Filler metal) groupe:	/		
Désignation normalisée (Standardized designation):	E 42 4 B 42 H5		
Désignation commerciale (Commercial Designation):	OK 48 00		
Marque (Trade name):	ESAB		
Type d'enrobage ou de fourrage (Flux cored type):	B		
Ø (mm)	3.15		
Protection gazeuse ou flux (Gas shielding or flux)	/		
Désignation normalisée (Standardized designation):	/		
Désignation commerciale (Commercial designation):	/		
Débit endroit (Face flow): (l/min) ± 10 %	/		
Nature et débit envers (Root flow): (l/min) ± 10 %	/		
Type de courant & polarité (Current type & polarity):	CC+		
Electrode réfractaire (Tungsten): type & Ø	/		
Intensité (Intensity): I (amp.) ± 10 %	/		
Tension (Voltage): U (volts) ± 10 %	/		
Vitesse de fil (Wire speed): (m/min) ± 10 %	/		
Vitesse d'avance (Travel speed): V (mm/s) ± 10 %	/		
Apport de chaleur Q (heat input) k*.U.I.10 <sup>-3</sup> / V (kJ/mm) *r: pour procédé, / 12=1 /, / 111, 114, 131, 135, 136, 137= 0,8 /, / 141, 15= 0,6 /	/		
Temp. préchauffage (Preheat temp): (° C) mini	/		
Temp. entre passes (Interpass temp): (° C) mini / maxi	250°C maxi		
Nettoyage entre passes (Interpass cleaning):	Brossage		
Gougeage (Gouging):	/		
Post chauffage (Postheat): Durée & temp. (Time & temp)	/		
T.T.A.S. (P.W.H.T) Oui (Yes) <input type="checkbox"/> Non (No) X	OBSERVATIONS :		
Vitesse de montée (Heating rate): / ° C/h			
Vitesse de descente (Cooling rate): / ° C/h			
Temp. de palier (Holding temp.): / ° C/h			
Durée du palier (Holding time): / h			
FABRICANT	NOM, DATE ET SIGNATURE :		
	23/10/15		

### 3.7.4.3 Utilisation d'un DMOS

Les DMOS et instructions de soudage doivent être mis à disposition du soudeur, en complément des plans d'exécution des pièces à assembler, pour lui permettre de vérifier régulièrement les paramètres qui ont une influence sur la qualité et la solidité de l'assemblage soudé.

Sans remplacer sa propre expertise du soudage, il peut ainsi s'assurer que les conditions d'exécution du soudage, les consommables et le matériel utilisés restent adaptés au type d'assemblage à réaliser.

*Note* Il est recommandé de prévoir un tableau résumant les paramètres de contrôle avant et après soudage au voisinage du poste de travail.

Les DMOS sont mis à disposition des différents postes de soudage, ainsi que du service chargé des approvisionnements et vérifiés périodiquement lors des opérations de maintenance du matériel utilisé.

### 3.7.5 Contrôles du soudage

Des recommandations sur la préparation des joints soudés (accostage écartement entre les pièces, angles des coupes,...) sont données dans la norme NF EN ISO 9692 en fonction du procédé de soudage utilisé.

Les contrôles avant, pendant et après soudage sont à planifier en fonction de l'organisation de l'entreprise et du partage des tâches.

En classe EXC1, les contrôles à formaliser et à enregistrer sont les suivants:

- Les contrôles par CND sur les 5 premiers assemblages réalisés avec un nouveau DMOS;
- Les contrôles visuels sur 100 % des soudures;
- Les contrôles par CND supplémentaires en production, en cas de détection de défauts lors des contrôles visuels.

#### 3.7.5.1 Contrôle initial

Pour chaque nouveau DMOS, un pourcentage minimum de contrôles non destructifs (CND) est à réaliser sur les cinq premiers assemblages :

Les résultats doivent correspondre au niveau de qualité B selon la norme NF EN ISO 5817:

- La longueur minimale à inspecter est de 900 mm;
- Le % de soudures à contrôler est rappelé dans le Tableau 18 ci-après.

Tableau 18 – Contrôles non destructifs (CND) en classe EXC1

Type de soudure	Contrôle des 5 premiers assemblages	CND Recommandés
Soudures transversales en traction, dans les assemblages en croix à pénétration totale à pénétration partielle	10% 10%	UT ** PT ou MT
Soudures transversales en traction, dans les assemblages en T à pénétration totale à pénétration partielle	5% 5%	UT ** PT ou MT
Soudures d'angle transversales en traction ou en cisaillement	5%	PT ou MT
Soudures longitudinales en traction	5%	PT ou MT
Soudures des raidisseurs		
Soudures soumises à la compression		
Soudures transversales en traction, à pénétration totale dans les assemblages bout à bout	soudures à classer en EXC2 (hors domaine EXC1) *	
* voir Recommandations pour la détermination des classes d'exécution ** UT = ultrason (RT (radiographie) si $t \leq 8$ mm) MT = magnétoscopie PT = ressuage		

### 3.7.5.2 Contrôle de routine

Quelque que soit la classe d'exécution, toutes les soudures doivent faire l'objet d'un contrôle visuel.

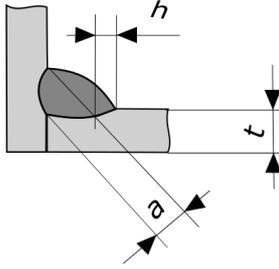
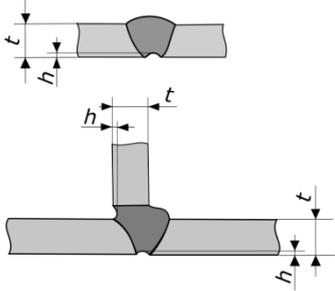
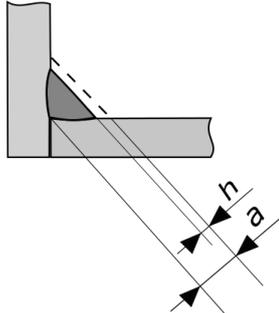
Les types de défauts à contrôler sont décrits dans la norme NF EN ISO 5817.

En classe EXC1, les limites d'acceptation des défauts correspondent au niveau de qualité D.

Tableau 19 - Limites d'acceptation des défauts

Contrôles visuels		
Exemples de défauts (NF EN ISO 5817)		Critères limites
100	Fissures	Non autorisé
104	Fissures de cratère	Non autorisé
2017	Piqûres	Pour $t > 3$ mm*: $d \leq 0,3$ (s ou a) et $d \leq 3$ mm
401	Collage	Non autorisé
510	Trous	Non autorisé

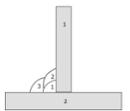
Contrôles visuels		
Exemples de défauts (NF EN ISO 5817)		Critères limites
601	Coup d'arc ou amorçage accidentel	Non autorisé Autorisé si les propriétés du métal de base ne sont pas affectées
5011	Caniveau continu	<i>Pour <math>t &gt; 3 \text{ mm}^*</math>:</i>  $h \leq 0,2 t$ et $h \leq 1 \text{ mm}$  Transition douce exigée
5012	Morsure; caniveau discontinu	
5013	Caniveau à la racine	<i>Pour <math>t &gt; 3 \text{ mm}^*</math>:</i>  $h \leq 0,2 t$ et $h \leq 2 \text{ mm}$  Transition douce exigée
502	Surépaisseur excessive (soudure bout à bout)	$h \leq (1 + 0,25 b) \text{ mm}$ et $h \leq 10 \text{ mm}$  Transition douce exigée
503	Convexité excessive	$h \leq (1 + 0,25 b) \text{ mm}$ et $h \leq 5 \text{ mm}$
506	Débordement	$h \leq 2 b$
509	Effondrement	<i>Pour <math>t &gt; 3 \text{ mm}^*</math>:</i>  $h \leq 0,25 t$ et $h \leq 2 \text{ mm}$  Transition douce exigée
511	Manque de matière	

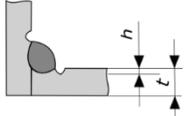
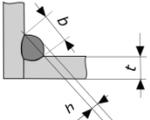
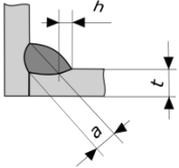
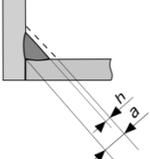
Contrôles visuels			
Exemples de défauts (NF EN ISO 5817)			Critères limites
512	Défaut de symétrie		$h \leq (2 + 0,2 a) \text{ mm}$
515	Retassure à la racine		<p>Pour <math>t &gt; 3 \text{ mm}^*</math>:</p> <p><math>h \leq 0,2 t</math></p> <p>et</p> <p><math>h \leq 2 \text{ mm}</math></p> <p>Transition douce exigée</p>
516	Rochage	Voir EN ISO 5817	Autorisé localement
517	Mauvaise reprise	Voir EN ISO 5817	Autorisé
5213	Gorge insuffisante		<p><math>h \leq (0,3 + 0,1 a) \text{ mm}</math></p> <p>et</p> <p><math>h \leq 2 \text{ mm}</math></p>
602	Projection	Voir EN ISO 5817	Voir exigences liées à la protection anticorrosion
610	Coloration	Voir EN ISO 5817	

\* Pour les épaisseurs inférieures ou égales à 3 mm, voir NF EN ISO 5817

En cas de défaut détecté lors de ce contrôle visuel, des contrôles non destructifs complémentaires sont à réaliser sur les soudures présentant des défauts visibles.

*Note* Pour les DMOS qualifiés, les contrôles sont réalisés sur le DMOS de base. Pour les DMOS non qualifiés, les contrôles sont réalisés sur chaque nouveau DMOS.

Entreprise:		<b>Descriptif du mode opératoire de soudage</b>			Référence:		
<b>Métal de base 1</b>		<b>Métal de base 2</b>		<b>N° du procédé:</b>			
Nuance:		Nuance:		Épaisseur de métal déposé:			
Norme:		Norme:		Support			
Groupe/sous-groupe:		Groupe/sous-groupe:		Oui / non			
Épaisseur:		Épaisseur:		Repère de la soudure:			
Type d'assemblage:							
<b>Schéma de l'assemblage</b>							
Etape préparation			Etape répartition des passes				
							
<b>N° des passes:</b>		1	2	3			
<b>Position de soudage:</b>							
<b>Métal d'apport</b>	Groupe:						
	Désignation Normalisée / Désignation commerciale:						
	Type:						
	Marque:						
<b>Protection gazeuse ou flux</b>	Désignation normalisée:						
	Désignation commerciale:						
	Type de matériel:						
	Nombre de fil:						
<b>Réglages du poste de soudure</b>	Type de courant + polarité:						
	Intensité I (ampères):						
	Tension U (volts):						
	Vitesse de fil (cm/min) ±10%:						
	Vitesse d'avance V (cm/min) ±10%:						
	Apport de chaleur Q (kJ/mm):						
Température de préchauffage (°C) mini							
Température entre passe(°C) mini / maxi							
Nettoyage entre passe							
Gougeage							
Post chauffage: durée et température							
<b>Rédigé par:</b>		<b>le:</b>		<b>Vérifié par:</b>		<b>le:</b>	
<b>Signature:</b>				<b>Signature:</b>			

Entreprise		<b>Contrôles</b>		Référence	
<b>Contrôles visuels</b>					
<b>Défauts (NF EN ISO 5817)</b>				<b>Critères limites</b>	
100	Fissures			Non autorisé	
104	Fissures de cratère			Non autorisé	
2017	Piqures / trous			Non autorisé	
401	Collage			Non autorisé	
601	Coup d'arc ou amorçage accidentel			Non autorisé	
5011	Caniveau continu			$h \leq 0,2 t$ et $h \leq 1 \text{ mm}$	
5012	Morsure; caniveau discontinu				
503	Convexité excessive			$h \leq (1 + 0,25 b) \text{ mm}$ et $h \leq 5 \text{ mm}$	
512	Défaut de symétrie			$h \leq (2 + 0,2 a) \text{ mm}$	
5213	Gorge insuffisante			$h \leq (0,3 + 0,1 a) \text{ mm}$ et $h \leq 2 \text{ mm}$	
<b>Contrôles non destructifs (CND)</b>					
<b>Moyen</b>		<b>% contrôlé</b>		<b>localisation</b>	
Ressuage					
Radio					
Ultrasons					
Magneto					

### 3.8 Protection contre la corrosion

#### 3.8.1 Préconisations générales

Les informations nécessaires à la préparation et à l'application des protections contre la corrosion doivent être communiquées à l'applicateur ou à l'entreprise qui en a la charge.

Les structures ayant une durée de vie prévue de la protection contre la corrosion supérieure à cinq ans et soumises à une catégorie de corrosivité C3 ou plus, doivent avoir des arêtes arrondies ou chanfreinées: voir Fascicule 2.

Pour permettre les opérations de peinture après assemblage, la norme NF EN ISO 12944-3 donne des indications sur les distances minimales d'accès entre les pièces: voir Fascicule 2. Les zones et surfaces difficilement accessibles après assemblage sont à traiter avant assemblage.

Dans le cas des structures soumises à des risques de rétention d'eau, la norme recommande d'éviter certaines dispositions constructives: voir Fascicule 2.

#### 3.8.2 Spécifications relatives à la préparation de surface

##### 3.8.2.1 Préparation pour systèmes de peinture à la charge du charpentier

Dans le cas où la durée de vie de la protection et la corrosivité de l'atmosphère ne sont pas spécifiées dans les documents du marché, le niveau de préparation avant peinture correspond au degré P1 selon NF EN ISO 8501-3, quelle que soit la classe d'exécution.

Dans le cas contraire, le Tableau 20 propose des degrés de préparation, conformément à la NF EN 1090-2.

**Tableau 20 : Degré de préparation**

Durée de vie	Catégorie de corrosivité	Degré de préparation
> 15 ans	C1	P1
	C2 à C3	P2
	C4 ou C5	P3
5 à 15 ans	C1 à C3	P1
	C4 ou C5	P2
< 5 ans	C1 à C4	P1
	C5	P2
Pour la durée de vie et la catégorie de corrosivité, voir NF EN ISO 12944 ou NF EN ISO 14713		

Il convient de ne pas confondre le niveau de préparation "P" relatif à la préparation de surface des tôles par le charpentier avec les niveaux de préparation propres au peintre avant application de la peinture (traces d'huile, de graisse et de saleté, ainsi que de matériaux peu adhérents; tels que calamine, rouille, peinture et particule étrangère, etc. (voir NF EN ISO 8501-1)). Le niveau de préparation avant peinture dépend du système de peinture et de sa durée de vie attendue.

Les critères correspondant aux niveaux P1, P2 et P3 sont décrits dans la NF EN ISO 8501-3.

- P1: Préparation légère: aucune préparation ou une préparation minimale requise avant application de la peinture;
- P2: Préparation soignée: la plupart des imperfections sont corrigées;
- P3: Préparation très soignée: le subjectile est net de toute imperfection visible importante.

Ils concernent plus particulièrement (voir Fascicule 2):

- les états de surface des tôles: piqûres, cratères, aspérités;
- les défauts de surfaces des soudures: projection, scories, caniveau, retassures, cratères;
- la finition des arêtes: bavures, aspérités, présence de calamine.

**Cas particulier des assemblages précontraints**

Dans les assemblages résistant au glissement, les surfaces de contact doivent être traitées de manière à respecter les hypothèses de frottement utilisées pour le dimensionnement. Le Tableau 21 rappelle quelques exemples des coefficients de frottement admissibles en fonction des traitements de surface.

**Tableau 21 : Classification des surfaces de frottement**

Traitement de surface*	Classe	Coefficient de frottement $\mu$
Grenaillage ou sablage	A	0,50
Grenaillage ou sablage et métallisation (produit à base d'aluminium ou de zinc)	B	0,40
Grenaillage ou sablage et peinture (peinture au zinc silicate inorganique ép. 50 à 80 $\mu$ m)	B	0,40
Nettoyage à la brosse métallique ou au chalumeau	C	0,30
Acier brut de laminage	D	0,20
* Les surfaces en contact doivent être exemptes de toute souillure, rouille non adhérente, huile, saleté, bavures.		

Pour d'autres traitements de surface, il convient de déterminer le coefficient de traitement par essai: voir Annexe G de la NF EN 1090-2.

**3.8.2.2 Préparation pour systèmes de peinture à la charge du peintre**

L'opération de peinture peut être interne à l'entreprise ou externalisée.

La NF EN ISO 12944-4 décrit différents types de surfaces en acier non allié ou faiblement allié à protéger et fournit des informations sur les méthodes de préparation de surface :

- le nettoyage chimique;
- le nettoyage mécanique (à la main ou à la machine);
- le nettoyage par projection (sablage à sec ou humide);
- le nettoyage à la flamme.

Elle traite du degré de préparation, de la rugosité, de l'évaluation et de la protection temporaire des surfaces préparées, de la préparation des surfaces temporairement protégées en vue de l'application

d'autres revêtements, de la préparation des revêtements métalliques existants et des aspects environnementaux.

Il existe deux types de préparation de surface :

### ❖ La préparation primaire (totale)

Ce type de préparation consiste à éliminer la calamine, la rouille, les revêtements existants et les contaminants.

Après la préparation primaire, l'ensemble de la surface est de l'acier nu.

La NF EN ISO 8501-1 indique les degrés de préparation :

- Sa 1, Sa 2, Sa 2½, Sa 3 = décapage par projection;
- St 2, St 3 = décapage manuel et mécanique;
- Fl = nettoyage à la flamme;
- Be = décapage à l'acide.

### ❖ La préparation secondaire (partielle)

Ce type de préparation consiste à éliminer la rouille et les contaminants, tout en conservant intactes les parties saines des revêtements peints ou métalliques adhérents.

Les degrés de préparation sont notés (voir NF EN ISO 8501-2) :

- P Sa = décapage localisé par projection des surfaces préalablement revêtues;
- P St = nettoyage localisé à la main ou à la machine des surfaces préalablement revêtues;
- P Ma = meulage localisé mécanique abrasif.

La NF EN ISO 12944-8 donne des recommandations concernant l'élaboration de spécifications relatives à la protection contre la corrosion au moyen de peintures.

*Note* Des informations sur l'organisation de l'atelier et les techniques de préparation des surfaces peuvent être trouvées dans le guide de l'atelier de peinture pour la construction métallique édité par la FFB et le CTICM.

### 3.8.3 Spécifications relatives à l'application

Les précautions particulières de mise en œuvre et les exigences spécifiques au contrôle des revêtements par systèmes de peinture ou par galvanisation doivent être précisées à l'applicateur au moment de la consultation.

#### 3.8.3.1 Peintures

Les catalogues de l'ACQPA (Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion) proposent des solutions de système de peinture en fonction de la catégorie de corrosivité et du sujet.

Il est recommandé de limiter le nombre de couches sur les surfaces de contact et les surfaces sous les rondelles (une couche primaire et une sous-couche).

#### 3.8.3.2 Galvanisation

Des recommandations sur le choix et la mise en œuvre de la protection par galvanisation sont fournies par les guides et fiches techniques Galvazinc.

### **3.8.4 Contrôle de la protection**

Les vérifications de la protection contre la corrosion incluent :

- Des mesures d'épaisseur :
  - du revêtement de peinture conformément à l'EN ISO 19840;
  - conformément à l'EN ISO 2808 lorsque le revêtement de peinture est rapporté sur une galvanisation;
  - de la projection thermique conformément à l'EN ISO 2063;
  - de la galvanisation conformément à l'EN ISO 1461.
- Un contrôle visuel pour s'assurer que le traitement par peinture est conforme aux dispositions de l'EN ISO 12944-7.
- Un contrôle par CND supplémentaires des zones pouvant présenter un risque de fissuration après galvanisation, en raison du risque de fragilisation induite par le métal en fusion

L'entrepreneur, chargé de l'application du revêtement, doit pouvoir fournir sur demande, un certificat de conformité.

### **3.9 Instructions de montage**

Afin de disposer d'un ensemble préétabli d'instructions de montage, des documents généraux de montage peuvent être formalisés par l'entreprise, tels que:

- La procédure de réception des supports;
- Les méthodes de mise en œuvre et de serrage des assemblages boulonnés;
- Les méthodes de contrôle sur site des assemblages boulonnés et des tolérances de montage;
- Les méthodologies de soudage sur chantier avec le mode opératoire à utiliser et les précautions de sécurité particulières;
- Les consignes de sécurité liées à l'organisation du chantier, au stockage, au levage et aux interactions avec les autres intervenants (généralement demandées dans le cadre du PPSPS - plan particulier de sécurité et de protection de la santé).

### **3.10 Gestion des fournisseurs et sous-traitants**

Indépendamment des dispositions administratives et financières qui dépendent du type de contrat et du type de marché passés avec les fournisseurs et les sous-traitants, et compte tenu des exigences de contrôle et de traçabilité de la norme NF EN 1090-2, il est recommandé d'obtenir de la part des fournisseurs et des sous-traitants un certain nombre de justifications techniques.

Concernant les opérations sous-traitées, il convient au préalable de vérifier que le fournisseur utilise des procédés conformes aux exigences de la NF EN 1090-2 et sera en mesure de fournir les certificats et les résultats des contrôles de fabrication exigés par la NF EN 1090-2.

Concernant les opérations de soudage sous-traitées, il est recommandé d'obtenir les certificats de qualification et la formalisation sur les plans d'exécution des contrôles réalisés par les opérateurs et les soudeurs.

Il est recommandé de disposer de documents rappelant :

- Les procédures d'évaluation et de sélection des fournisseurs et sous-traitants;
- Les procédures de commande des travaux sous-traités (étude / fabrication / montage);
- Les procédures de réception des travaux sous-traités.

## 4 DOCUMENTS « PROJETS »

### 4.1 Analyse des documents techniques du marché

En complément des dispositions et prescriptions habituelles relatives à l'ouvrage de construction, la NF EN 1090-2 impose au cahier des charges d'exécution de définir un certain nombre d'informations supplémentaires et d'options préalablement à l'exécution (chapitre 4.1.1 et Tableaux A1 et A2 de l'Annexe A de la NF EN 1090-2).

La NF EN 1090-2 ne fait pas de différenciation entre les documents relevant du maître d'ouvrage et ceux de la responsabilité du constructeur.

#### 4.1.1 Conception liminaire

Cette étape est du ressort et de la responsabilité de la maîtrise d'ouvrage et de son maître d'œuvre.

Elle est généralement formalisée dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières du projet (CCTP) et ses documents annexes qui constituent le cadre des offres des entreprises, puis de la réalisation de leurs prestations.

Ces documents définissent les critères sur lesquelles l'entreprise établira son offre de prestation:

- le rappel du référentiel normatif;
- les hypothèses de conception dont la classe de conséquence de l'ouvrage;
- les plans de conception (plan de situation, plan d'implantation, plan de masse, plan d'ensemble décrivant la conception des ouvrages);
- les conditions de charges spécifiques à la destination et à l'usage de l'ouvrage;
- les dispositions générales et description des équipements en fonction des besoins de l'exploitation, y compris les dispositifs d'entretien;
- les données d'ordres climatique, hydrologique, géologique, géotechnique, encombrement des terrains par les voies et réseaux divers;
- les exigences particulières d'état limite de service;
- les modalités générales sur la nature et la qualité des matériaux et des produits, exigées à la mise en œuvre;
- la catégorie d'importance vis-à-vis du séisme et les informations relatives au sol et aux structures supports;
- le classement au feu et les dispositifs de protection vis-à-vis de l'incendie;
- les interfaces avec les autres corps d'état et les exigences particulières de déformation liées aux revêtements et équipements supportés;
- les conditions d'appuis;
- le rôle stabilisateur ou non des éléments d'enveloppe vis-à-vis de la structure en acier.

#### 4.1.2 Conception de détail

Les informations et options, non précisées par les documents d'appel d'offres, devront être traitées par l'entreprise qui évaluera la nécessité éventuelle de les retenir pour respecter les objectifs fixés pour l'ouvrage.

Il est rappelé ci-dessous quelques exemples des informations et options prévues par la norme NF EN 1090-2 liées à la fabrication, qui doivent faire l'objet d'une décision préalable à l'exécution :

- Classes d'exécution des éléments structuraux;
- Classes de tolérances (fabrication et montage);
- Nuances et qualités des produits en acier;
- Types de boulons et dispositifs de blocage éventuels;
- Exigences relatives au meulage et à l'arasage de la surface des soudures finies;
- Degré de préparation en fonction du choix des revêtements de protection et de finition;
- Traitement des tiges d'ancrages, des appuis et des surfaces en béton avant scellement;
- Zones dans lesquelles les marques d'identification ne sont pas autorisées;
- Contrôles complémentaires par CND des soudures d'assemblages particuliers;
- Température de référence pour l'implantation et les mesures de la construction en acier;
- Enregistrement du relevé de la position géométrique des nœuds d'assemblage;
- Exigences particulières concernant la sécurité des travaux.

### 4.2 Plan qualité

Un plan qualité peut être demandé dans un cadre contractuel pour un ouvrage particulier, et en conséquence, s'appliquer également aux éléments structuraux classés EXC1.

L'exigence d'un plan qualité pour une affaire entraîne la nécessité d'un dossier qualité spécifique, préalable à l'exécution.

### 4.3 Etudes d'exécution

Sauf dispositions particulières des documents particuliers du marché (DPM), le constructeur est généralement chargé d'établir les plans et notes de calculs des ouvrages et/ou parties d'ouvrage.

Ces études viennent en complément des documents de conception préparés par la maîtrise d'ouvrage ou son maître d'œuvre.

#### Documents particuliers du marché (DPM):

- Dossier contractuel généralement constitué des documents suivants :
  - Le CCAP, ou Cahier des Clauses Administratives Particulières;
  - Le CCTP, ou Cahier des Clauses Techniques Particulières;
  - Divers documents comme des plans, des schémas, le bordereau de prix unitaires (BPU), la Décomposition du Prix Global et Forfaitaire (DPGF), le Devis Quantitatif Estimatif (DQE);
  - Le Mémoire technique de l'entreprise, les fiches techniques ou fiches produits.
- Après la notification du marché :
  - Les bons de commande;
  - Les ordres de service;
  - Les avenants.

Ce dossier administratif et financier est complété par les documents suivants, avec des précisions plus ou moins détaillées selon la complexité de la structure ou les demandes du client :

- Les notes de calcul comprenant :
  - Les hypothèses de charges appliquées à l'ouvrage;
  - Les vérifications de la résistance des éléments (avec les hypothèses de flambement et de déversement), des principaux assemblages, et des critères de déplacement.
- Les descentes de charges sur les fondations et les plans d'implantation;
- Les plans d'ensemble et de détails des éléments structuraux, de leurs assemblages et ancrages;
- Les plans des pans de fers et des ossatures secondaires pour bardage et couverture;
- Les plans des ossatures des planchers;
- Les plans des trémies et ouvertures diverses.

Sur ces documents, il convient de préciser plus particulièrement :

- Les aciers par leur désignation normalisée : nuance et qualité;
- Les boulons non précontraints : SB – classe – diamètre – longueur;
- Les boulons précontraints HR/HV/HRC – classe – diamètre – longueur – effort de précontrainte;
- Les soudures : préparation – gorges des cordons;
- Les classes d'exécution.

### 4.4 Documents d'interface études / atelier

#### 4.4.1 Plans de débit et d'assemblage

Le dossier d'interface études/atelier est généralement constitué de tous les plans de fabrication et de détails des éléments sur lesquels doivent être indiquées les précisions nécessaires concernant :

- le rappel de la classe d'exécution et les sujétions relatives à la préparation particulière des pièces en atelier (ébavurage, préparation des états de surface);
- la dimension des perçages et des découpes;
- la position des événements (galvanisation);
- la position des points d'accrochage;
- les plans d'assemblage précisant la dimension et la géométrie des cordons de soudure, les tolérances de fabrication à contrôler lors des opérations de découpe, de perçage et de soudage.

#### 4.4.2 Instructions de soudage

En classe d'exécution EXC1, les exigences de la NF EN 1090-2 correspondent à la classe d'exécution élémentaire selon la NF EN 3834-4 (voir Annexe E). A ce titre, un programme de soudage détaillé et des cahiers de soudage spécifiques ne sont pas exigés.

Si nécessaire, un cahier de soudage pour une affaire particulière peut être établi, afin d'assurer la liaison entre les plans d'exécution, les DMOS et les soudeurs qualifiés. La constitution du cahier de soudage doit alors être réalisée par un technicien spécialiste du soudage.

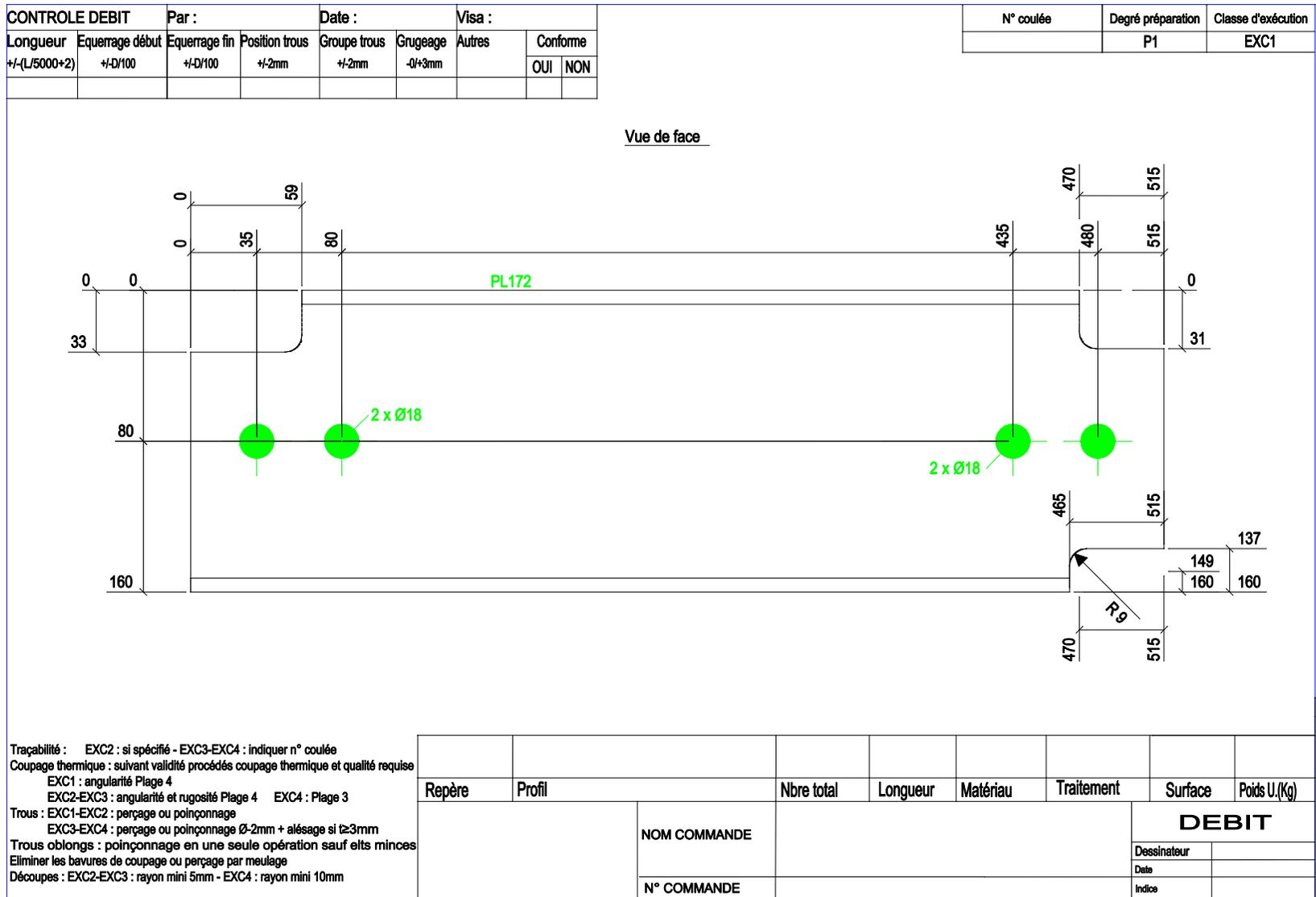
*NOTE La NF EN 1090-2 fait également référence à la NF EN 1011 qui traite de la production et de la maîtrise du soudage à l'arc des matériaux métalliques. Ce document fournit des recommandations en termes*

*d'équipement, de poste de travail, de qualification du personnel, de stockage des produits, de qualité des dessins, de la préparation des joints, et de réalisation des soudures.*

#### **4.4.3 Fiches de contrôles**

Afin de faciliter les opérations de contrôles et d'assurer leur traçabilité, il est recommandé de préparer au préalable des fiches de contrôles rappelant les tolérances à vérifier (voir Figures ci-après et Annexe D).

Ces tolérances peuvent, par exemple, être intégrées aux plans de traçage et d'assemblage, sous forme d'un encadré situé au niveau du cartouche, sur lequel l'opérateur apposera son visa.



# CAPEB / CTICM / FFB-UNION DES METALLIERS

CONTROLE ASSEMBLAGE Par :		Date :	Visa :		POINTAGE Par :	Métal d'apport :	Visuel : Conforme <input type="checkbox"/> Non conforme <input type="checkbox"/>	Degré préparation	Classe d'exécution					
Longueur +/- (L5000+2)	Equerrage début +D100	Equerrage fin +D100	Position trous +2mm	Groupe trous +2mm	Grillage -0+3mm	Raldisseurs +3mm	Rectitude Contrefléche	Autres	Conforme OUI   NON	SOUDELURE Par :	Métal d'apport :	Visuel : Conforme <input type="checkbox"/> Non conforme <input type="checkbox"/>	P1	EXC1
										Par :	Type-qté :	Conforme <input type="checkbox"/> Non conforme <input type="checkbox"/>		

FACE

5450

DESSUS

A - A

B - B

Soudure : S235 : amin = 0,46 t - S275 : amin = 0,46 t, S355 : amin = 0,56 t  
pour 2 cordons d'angle, sauf indications contraires  
EXC2 : suivant mode opératoire standard - EXC3-EXC4 : suivant CMOCS

Bout-à-bout : EXC2 : appendices et épaulements, EXC3-EXC4 : appendices obligatoires

Critères d'acceptation : EXC1 : Qualité D - EXC2 : Qualité C, sauf D pour contrainte, débordement, amorçage, reprises - EXC3 : Qualité B - EXC4 : Qualité B+

LISTE PIECES POUR 1 ASSEMBLAGE				Nbre total : 1		Rep : AR20	
Rapèze	Profil	Traitement	Matériau	Nbre	Long	Surf	Poids
M26	IPE500	Antirouille	S275JR	1	5410	8,4	492,6
M34	IPE500	Antirouille	S275JR	2	968	1,7	88,1
M36	PLAT20*200	Antirouille	S235JR	1	875	0,4	27,5
M48	PLAT20*200	Antirouille	S235JR	1	875	0,4	27,5
Total:						13,6	723,8

ASSEMBLAGE	
NOM COMMANDE	Designer
N° COMMANDE	Date
	Indice

## 4.5 Documents d'interface études / chantier

### 4.5.1 Plans et instructions de montage

Les informations indispensables au montage et à l'assemblage des pièces sur le chantier doivent être rappelées sur les plans et instructions de montage.

Les listes ci-dessous sont un rappel des informations généralement nécessaires mais ne doivent pas être considérées comme exhaustives. Elles doivent être adaptées au projet et aux conditions particulières d'intervention.

#### **Organisation du chantier:**

- ❖ Organisation du chantier et précautions vis-à-vis des autres intervenants;
- ❖ Plan d'installation du chantier, des aires de stockages, de manutention et de montage;
- ❖ Rappel du rayon d'action des grues et appareils de levage en fonction du poids des éléments à lever.

#### **Stockage:**

- ❖ Dispositions d'empilement des éléments, en les isolant du sol;
- ❖ Dispositions contre les accumulations d'eau pendant la phase de stockage;
- ❖ Précautions pour éviter la pénétration d'humidité dans les fardeaux de profilés ayant un revêtement primaire métallique;
- ❖ Indications sur les reprises en cas d'endommagement de la protection anticorrosion;
- ❖ Indications sur les supports nécessaires pour éviter les déformations permanentes;
- ❖ Dispositions de stockage propres aux tôles nervurées et autres produits fournis avec des surfaces décoratives.

#### **Implantation et réception des appuis:**

- ❖ Consignes de réception des appuis et infrastructures supports (dont le respect des tolérances de pose pour les préscléments ou les réservations);
- ❖ Indication du système d'implantation, des points de repère et la température de référence;
- ❖ Rappel des dispositions relatives aux scellements et aux ancrages et aux calages éventuels;
- ❖ Positions des trous d'évents pour le bon remplissage des scellements.

#### **Levage:**

- ❖ Protection des éléments contre les dommages aux points de levage;
- ❖ Points de fixation et dispositifs de manutention à prévoir pour le levage d'éléments longs;
- ❖ Dispositifs de manutention pour les éléments légers sensibles aux dommages sur les rives, à la torsion et à la déformation.

#### **Montage:**

- ❖ Vues en plan et en élévation avec repérage des éléments et rappel des niveaux et des tolérances de pose;
- ❖ Repérage, types et diamètres des boulons;
- ❖ Rappel de la compatibilité vis/écrous;
- ❖ Rappel des couples de serrage;

- ❖ Certificat d'étalonnage en cours de validité (réétalonnage annuel);
- ❖ Consignes de montage à blanc éventuel;
- ❖ Précautions particulières de levage dont marquage des centres de gravité des éléments de grande dimension;
- ❖ Sens et planification des séquences de montage;
- ❖ Montage et démontage des dispositifs de stabilisation provisoire;
- ❖ Consignes de mise en tension ou en charge de la structure;
- ❖ Rappel de la présence de contreflèches de fabrication;
- ❖ Fiches de contrôles des assemblages et leur enregistrement (serrage, soudage sur site);
- ❖ Fiches de contrôles des tolérances de montage et leur enregistrement.

#### 4.5.2 Montage des boulons non précontraints

Il est recommandé de rappeler sur les instructions de montage, les précautions relatives à l'utilisation sur le chantier de lots vis / écrous compatibles, dont plus particulièrement l'utilisation de boulons SB pour les boulons de diamètre supérieur ou égal à 12 mm.

Il convient également de rappeler sur les instructions de montage, la méthode de serrage (application d'un couple ou serrage au refus), les précautions nécessaires pour éviter un sur-serrage et les rondelles d'anti-desserrage éventuelles.

La longueur des boulons à utiliser doit être précisée sur les plans d'exécution ou sur les instructions de montage afin d'obtenir une longueur minimale de dépassement d'au moins un pas de filetage.

Dans le cas où le cisaillement doit se faire sur tige lisse, les dimensions doivent tenir compte d'une part des tolérances sur la longueur réelle de la partie lisse et d'autre part, d'une longueur libre entre l'emprise de l'écrou et la partie lisse de la tige (1 filet complet pour les boulons non précontraints et 4 filets pour les boulons précontraints), tout en ne dépassant pas 1/3 de l'épaisseur de la tôle.

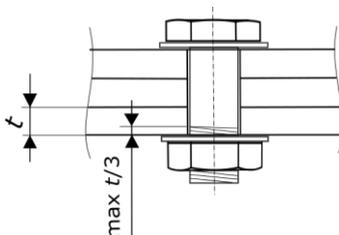


Figure 8 – Longueur de filetage

#### 4.5.3 Serrage des boulons précontraints

Il est recommandé de rappeler sur le dossier de montage :

- la méthode de serrage;
- l'ordre de serrage des rangées de boulons et les différentes phases de serrage;
- les précautions à prendre pour la préparation avant montage des surfaces de contact des assemblages précontraints (décapage ou nettoyage des traces de peintures, des bavures, de la rouille, de l'huile ou de la saleté);
- si un resserrage ultérieur (après 48h) est à prévoir, par exemple dans le cas de pose sur revêtement épais.

Pour les boulons précontraints, il convient d'utiliser les rondelles associées au lot de boulons.

Pour les boulons précontraints mis en œuvre par la méthode du couple (avec une clé dynamométrique), afin d'éviter les sous ou sur-serrages des boulons, les couples de serrages doivent être rappelés sur les plans de montage, en fonction de la qualité, du diamètre et de la valeur du coefficient  $k$  indiqué pour le lot de boulons.

Dans le cas d'utilisation de la méthode combinée, il convient de préciser la valeur du couple pour la première phase de serrage et la valeur de la rotation à appliquer à l'écrou pour la deuxième phase.

Dans le cas des boulons HRC, il est recommandé de rappeler sur les plans de montage l'ordre de mise en œuvre des deux phases de serrage.

### 4.6 Conservation des enregistrements relatifs à un projet

Les documents justificatifs des autocontrôles, réalisés pendant les différentes phases de la fabrication et du montage, doivent être conservés dans le dossier d'exécution du projet, en complément des plans, notes de calcul et autres documents contractuels relatifs à l'opération.

Le constructeur tient ce dossier à disposition du maître d'œuvre en vue de la constitution du DOE (Dossier des ouvrages exécutés).

Dans le cadre d'une structure de classe EXC1, ces justificatifs sont principalement :

- Documents de contrôle des produits constitutifs (si gestion par affaire);
- Fiches de contrôle des approvisionnements (si approvisionnement par affaire);
- Fiches de contrôle des tolérances géométriques (coupage, perçage, assemblage);
- Enregistrement des contrôles visuels de soudage (par exemple par un visa sur les plans de détails);
- Relevés des épaisseurs de peinture et de galvanisation (à rappeler lors de la commande en cas de sous-traitance);
- Dossiers des plans de détails avec repérage des pièces, contrôlés et visés aux différents étapes de fabrication :
  - au coupage;
  - à l'usinage;
  - au perçage.
- Vérification sur site des tolérances de montage (par exemple par un visa sur les plans de montage).

Il est recommandé de prévoir l'archivage de ces documents pendant une période au moins égale à la période de responsabilité réglementaire (par exemple responsabilité décennale pour la plupart des opérations de construction).

## Annexe A

### Répartition des tâches / organisation interne

Cette Annexe propose deux exemples de suivi des tâches et attributions du personnel d'exécution.

Le premier exemple est un tableau d'organisation interne basé sur les étapes courantes d'étude, de fabrication et de montage, habituelles dans une opération de construction.

Le second exemple est un tableau de gestion du personnel rappelant, pour chaque intervenant, les fonctions principales et complémentaires pouvant lui être attribuées, établi par le responsable du personnel, sur la base des compétences et qualifications de chacun.

Dans ces exemples, pour des questions de lisibilité, toutes les tâches et fonctions n'ont pas été détaillées. Ces tableaux doivent être adaptés en fonction de la taille de l'entreprise et de son domaine d'intervention.

#### Répartition des tâches / organisation interne (1/3)

Etapes	Opérations	Responsable	Intervenants	Vérificateur / contrôleur interne	Planification / date des contrôles
<b>Etudes</b>	Recueil des données de base	Responsable BE / chargé d'affaire M/Mme ...	M ... Mme ...	Chargé d'affaire	
	Calculs et justification	Calculateur / Projeteur	...		
	Dessins d'exécution	Dessinateur	...		
	Relevés sur site	Chef de chantier	...		
	Validation externe (client, bureau de contrôle, architecte)	Responsable BE	...		
	Nomenclature d'achat	Projeteur / dessinateur			
	Croquis de traçage	Préparateur ou dessinateur			
	Plans et instructions de montage	Projeteur / dessinateur	...		
<b>Approvisionnement</b>	Achats	Responsable achat	...	Responsable achat	
	Réception des certificats matière	Responsable achats	...		
	Contrôle des approvisionnements	Chef d'atelier	...		
	Gestion des stocks	Chef d'atelier	...		
	Choix des fournisseurs	Responsable achats	...		
	Choix des sous-traitants	Responsable BE	...		

Répartition des tâches / organisation interne (2/3)

Etapes	Opérations	Responsable	Intervenants	Vérificateur / contrôleur interne	Planification / date des contrôles
<b>Fabrication</b>	Définition des modes opératoires	Responsable fabrication	...	Chef d'atelier	
	Validation des modes opératoires	Chef d'atelier	...		
	Gestion des qualifications des soudeurs	Chef d'atelier	...		
	Entretien / maintenance du matériel	Chef d'atelier	...		
	Ordre de fabrication	Chargé d'affaire	...		
	Croquis de traçage	Projeteur / dessinateur	...		
	Lancement de la fabrication	Chef d'atelier	...		
	Coupage	Opérateur	...		
	Perçage	Opérateur	...		
	Assemblage	Soudeur	...		
	Soudage	Soudeur	...		
	Contrôles dimensionnels	Opérateur ou chef d'atelier			
	Contrôles soudage	Soudeur et/ou contrôleur COFREND			
	Traitement de surface préparation dont position des événements	Chef d'atelier	...		
Traitement de surface réalisation					
<b>Expédition</b>	Colisage	Opérateur	...	Chargé d'affaire	
	Stockage	Chef d'atelier	...		
	Chargement	Chef d'atelier	...		
	Livraison	Transporteur	...		

Répartition des tâches / organisation interne (3/3)

Etapes	Opérations	Responsable	Intervenants	Vérificateur / contrôleur interne	Planification / date des contrôles
<b>Montage</b>	Réception des pièces sur chantier / contrôle de la livraison	Chef de chantier	...	Conducteur de travaux	
	Stockage sur site	Chef de chantier	...		
	Réception des plans de montage	Chef de chantier	...		
	Montage	Monteurs	...		
	Gestion des équipements de sécurité	Chef de chantier / chef d'équipes	...		
	Entretien du matériel	Chef de chantier	...		
	Contrôles de montage / vérification des tolérances de pose	Chef de chantier	...		
<b>Réception des ouvrages</b>	DOE	Responsable BE	...	Chargé d'affaire	
	Certificat de réception	Conducteur de travaux	...		

Exemple de matrice de polyvalence

Intervenant	Fonction / poste de travail (P = fonction principale / S = fonction en suppléance ou remplacement)																								
	Etudes					Achats			Fabrication / atelier							Expédition			Montage / chantier						
	Calculs	Dessins	Relevés	Validation du dossier	....	Gestion des achats	Gestion des stocks	....	Gestion des MOS	Coupage	Perçage	Assemblage	Soudage *	Encadrement soudage **	Contrôles	...	Collisage	Contrôle avant expédition	...	Réception sur site	Stockage	Montage	Soudage sur site	Contrôle sur site	...
A	P	S	P	P																					
B		P	S																						
C	S	P	S	S																					
D						P	S																		
E						S	P																		
F								P			S	S	P	P											
G									P	S	S														
H									S	P															
I											P	S													
J											S	P		S											
K											S	P													
L																P	P								
M																			P	P				P	
N																			S	S	P				
O																					P	S			
P																					S	P			

\* Les attributions des postes en soudage doivent être cohérentes avec la qualification des soudeurs.

\*\* Le responsable de l'encadrement en soudage (responsable de la coordination en soudage à partir de la classe EXC2) peut également gérer les tâches confiées aux soudeurs en fonction de leur niveau de qualification, par le biais d'une matrice de polyvalence spécifique aux activités de soudage.

## Annexe B

### Contenu d'un document de contrôle type 2.2 ou 3.1

#### B.1 Contenu d'un document de contrôle

Le contenu d'un document de contrôle est défini dans la norme EN 10168.

Ce contenu est similaire qu'il s'agisse d'un document type 2.2 ou type 3.1. La différenciation vient du type de contrôle spécifique ou non spécifique au produit livré et du niveau de validation.

**Type 2.2** Document de contrôle, dans lequel le producteur déclare que les produits livrés sont conformes aux prescriptions de la commande et dans lequel il fournit des résultats d'essais basés sur un contrôle non spécifique.

**Type 3.1** Document de contrôle, dans lequel le producteur déclare que les produits livrés sont conformes aux prescriptions de la commande et dans lequel il fournit des résultats d'essais basés sur un contrôle spécifique. Le document est validé par le représentant autorisé du contrôle du producteur, indépendant des services de fabrication.

**Contrôle non spécifique:** Contrôle réalisé par le producteur conformément à ses propres procédures pour évaluer si les produits définis par la même spécification de produit et élaborés suivant le même procédé de fabrication satisfont aux prescriptions de la commande ou non. Les produits contrôlés ne sont pas nécessairement les produits effectivement livrés.

Transactions commerciales et parties concernées		Description des produits	
A 01	Usine productrice	B 01	Produit
A 02	Type de document de contrôle	B 02	Désignation de l'acier
A 03	Numéro de document	B 03	Prescriptions supplémentaires
A 04	Marque du producteur	B 04	État de livraison du produit
A 05	Auteur du document	B 05	Traitement (thermique) de référence des échantillons
A 06	Acheteur/destinataire	B 06	Marquage du produit
A 07	Numéro de la commande de l'acheteur	B 07	Identification du produit
A 08	Numéro de la commande de l'usine productrice	B 08	Nombre de pièces
A 09	Numéro d'article de l'acheteur	B 09 à B 11	Dimensions du produit
A 10 à A 99	Informations complémentaires	B 12	Masse théorique
		B 13	Masse effective
		B 14 à B 99	Informations complémentaires

Contrôles	
<b>Informations générales</b>	
C 00	Identification de l'échantillon
C 01	Emplacement de l'échantillon
C 02	Orientation des éprouvettes
C 03	Température d'essai
C 04 à C 09	Informations complémentaires

<b>Contrôles</b>	
<b>Essai de traction</b>	
C 10	Forme de l'éprouvette
C 11	Limite apparente ou limite conventionnelle d'élasticité
C 12	Résistance à la traction
C 13	Allongement après rupture
C 14 à C 29	Informations complémentaires
<b>Essai de dureté</b>	
C 30	Méthode d'essai
C 31	Valeurs individuelles
C 32	Valeur moyenne
C 33 à C 39	Informations complémentaires
<b>Essai de flexion par choc sur éprouvette entaillée</b>	
C 40	Type de l'éprouvette
C 41	Largeur de l'éprouvette
C 42	Valeurs individuelles
C 43	Valeur moyenne
C 44 à C 49	Informations complémentaires
<b>Autres essais mécaniques</b>	
C 50 à C 69	Informations complémentaires
<b>Composition chimique et mode d'élaboration de l'acier</b>	
C 70	Mode d'élaboration de l'acier
C 71 à C 92	Composition chimique
C 93 à C 99	Informations complémentaires
<b>Autres essais</b>	
D 01	Marquage et identification, aspect de surface, forme et caractéristiques dimensionnelles
D 02 à D 50	Essais non destructifs
D 51 à D 99	Autres essais sur le produit

<b>Validation et Marquage CE</b>	
Z 01	Déclaration de conformité
Z 02	Date d'émission et de validation
Z 03	Timbre du contrôleur
Z 04	Marquage CE
Z 05 à Z 99	Informations complémentaires

B.2 Exemple de document de contrôle

A10) <b>Notes Annex:</b>		A04	
A01) <b>Mat:</b>		A05	
A06) Our reference : 1100330137		A03	
A07) Your reference : 4500004205		A04	
A08) \$275JR+ M ACCORDING TO EN 10025-2 SUITABLE FOR GALVANIZING		A05	
A09) Test report according to EN 10204:2004 / 2.2		A06	
A10)		A07	
A11)		A08	
A12)		A09	
A13)		A10	
A14)		A11	
A15)		A12	
A16)		A13	
A17)		A14	
A18)		A15	
A19)		A16	
A20)		A17	
A21)		A18	
A22)		A19	
A23)		A20	
A24)		A21	
A25)		A22	
A26)		A23	
A27)		A24	
A28)		A25	
A29)		A26	
A30)		A27	
A31)		A28	
A32)		A29	
A33)		A30	
A34)		A31	
A35)		A32	
A36)		A33	
A37)		A34	
A38)		A35	
A39)		A36	
A40)		A37	
A41)		A38	
A42)		A39	
A43)		A40	
A44)		A41	
A45)		A42	
A46)		A43	
A47)		A44	
A48)		A45	
A49)		A46	
A50)		A47	
A51)		A48	
A52)		A49	
A53)		A50	
A54)		A51	
A55)		A52	
A56)		A53	
A57)		A54	
A58)		A55	
A59)		A56	
A60)		A57	
A61)		A58	
A62)		A59	
A63)		A60	
A64)		A61	
A65)		A62	
A66)		A63	
A67)		A64	
A68)		A65	
A69)		A66	
A70)		A67	
A71)		A68	
A72)		A69	
A73)		A70	
A74)		A71	
A75)		A72	
A76)		A73	
A77)		A74	
A78)		A75	
A79)		A76	
A80)		A77	
A81)		A78	
A82)		A79	
A83)		A80	
A84)		A81	
A85)		A82	
A86)		A83	
A87)		A84	
A88)		A85	
A89)		A86	
A90)		A87	
A91)		A88	
A92)		A89	
A93)		A90	
A94)		A91	
A95)		A92	
A96)		A93	
A97)		A94	
A98)		A95	
A99)		A96	
A100)		A97	
A101)		A98	
A102)		A99	
A103)		A100	
A104)		A101	
A105)		A102	
A106)		A103	
A107)		A104	
A108)		A105	
A109)		A106	
A110)		A107	
A111)		A108	
A112)		A109	
A113)		A110	
A114)		A111	
A115)		A112	
A116)		A113	
A117)		A114	
A118)		A115	
A119)		A116	
A120)		A117	
A121)		A118	
A122)		A119	
A123)		A120	
A124)		A121	
A125)		A122	
A126)		A123	
A127)		A124	
A128)		A125	
A129)		A126	
A130)		A127	
A131)		A128	
A132)		A129	
A133)		A130	
A134)		A131	
A135)		A132	
A136)		A133	
A137)		A134	
A138)		A135	
A139)		A136	
A140)		A137	
A141)		A138	
A142)		A139	
A143)		A140	
A144)		A141	
A145)		A142	
A146)		A143	
A147)		A144	
A148)		A145	
A149)		A146	
A150)		A147	
A151)		A148	
A152)		A149	
A153)		A150	
A154)		A151	
A155)		A152	
A156)		A153	
A157)		A154	
A158)		A155	
A159)		A156	
A160)		A157	
A161)		A158	
A162)		A159	
A163)		A160	
A164)		A161	
A165)		A162	
A166)		A163	
A167)		A164	
A168)		A165	
A169)		A166	
A170)		A167	
A171)		A168	
A172)		A169	
A173)		A170	
A174)		A171	
A175)		A172	
A176)		A173	
A177)		A174	
A178)		A175	
A179)		A176	
A180)		A177	
A181)		A178	
A182)		A179	
A183)		A180	
A184)		A181	
A185)		A182	
A186)		A183	
A187)		A184	
A188)		A185	
A189)		A186	
A190)		A187	
A191)		A188	
A192)		A189	
A193)		A190	
A194)		A191	
A195)		A192	
A196)		A193	
A197)		A194	
A198)		A195	
A199)		A196	
A200)		A197	
A201)		A198	
A202)		A199	
A203)		A200	
A204)		A201	
A205)		A202	
A206)		A203	
A207)		A204	
A208)		A205	
A209)		A206	
A210)		A207	
A211)		A208	
A212)		A209	
A213)		A210	
A214)		A211	
A215)		A212	
A216)		A213	
A217)		A214	
A218)		A215	
A219)		A216	
A220)		A217	
A221)		A218	
A222)		A219	
A223)		A220	
A224)		A221	
A225)		A222	
A226)		A223	
A227)		A224	
A228)		A225	
A229)		A226	
A230)		A227	
A231)		A228	
A232)		A229	
A233)		A230	
A234)		A231	
A235)		A232	
A236)		A233	
A237)		A234	
A238)		A235	
A239)		A236	
A240)		A237	
A241)		A238	
A242)		A239	
A243)		A240	
A244)		A241	
A245)		A242	
A246)		A243	
A247)		A244	
A248)		A245	
A249)		A246	
A250)		A247	
A251)		A248	
A252)		A249	
A253)		A250	
A254)		A251	
A255)		A252	
A256)		A253	
A257)		A254	
A258)		A255	
A259)		A256	
A260)		A257	
A261)		A258	
A262)		A259	
A263)		A260	
A264)		A261	
A265)		A262	
A266)		A263	
A267)		A264	
A268)		A265	
A269)		A266	
A270)		A267	
A271)		A268	
A272)		A269	
A273)		A270	
A274)		A271	
A275)		A272	
A276)		A273	
A277)		A274	
A278)		A275	
A279)		A276	
A280)		A277	
A281)		A278	
A282)		A279	
A283)		A280	
A284)		A281	
A285)		A282	
A286)		A283	
A287)		A284	
A288)		A285	
A289)		A286	
A290)		A287	
A291)		A288	
A292)		A289	
A293)		A290	
A294)		A291	
A295)		A292	
A296)		A293	
A297)		A294	
A298)		A295	
A299)		A296	
A300)		A297	
A301)		A298	
A302)		A299	
A303)		A300	
A304)		A301	
A305)		A302	
A306)		A303	
A307)		A304	
A308)		A305	
A309)		A306	
A310)		A307	
A311)		A308	
A312)		A309	
A313)		A310	
A314)		A311	
A315)		A312	
A316)		A313	
A317)		A314	
A318)		A315	
A319)		A316	
A320)		A317	
A321)		A318	
A322)		A319	
A323)		A320	
A324)		A321	
A325)		A322	
A326)		A323	
A327)		A324	
A328)		A325	
A329)		A326	
A330)		A327	
A331)		A328	
A332)		A329	
A333)		A330	
A334)		A331	
A335)		A332	
A336)		A333	
A337)		A334	
A338)		A335	
A339)		A336	
A340)		A337	
A341)		A338	
A342)		A339	
A343)		A340	
A344)		A341	
A345)		A342	
A346)		A343	
A347)		A344	
A348)		A345	
A349)		A346	
A350)		A347	
A351)		A348	
A352)		A349	
A353)		A350	
A354)		A351	
A355)		A352	
A356)		A353	
A357)		A354	
A358)		A355	
A359)		A356	
A360)		A357	
A361)		A358	
A362)		A359	
A363)		A360	
A364)		A361	
A365)		A362	
A366)		A363	
A367)		A364	
A368)		A365	
A369)		A366	
A370)		A367	
A371)		A368	
A372)		A369	
A373)		A370	
A374)		A371	
A375)		A372	
A376)		A373	
A377)		A374	

## Annexe C

### Exemple de bon de commande

SOCIETE	BON DE COMMANDE
Adresse	
CP VILLE	
Tel - Fax	
E-mail	
SIRET	
Lieu, le .....	
Resp.	
N° bon de commande	
N° Affaire	
Imputation comptable	
<p>Madame, Monsieur,</p> <p>Nous avons l'avantage de vous passer la commande pour la liste des profils ci-dessous concernant l'affaire citée en référence.</p> <p>Salutations distinguées.</p>	
<b>Caractéristiques techniques :</b>	
Profils IPE et HE S275JRG2 suivant EN 10025-1 à 6 / EN 10034 / NF A 45-205 (IPE 80- à 600) / NF A 45-201 (HE 100-1000)	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503
Profils IPN S275JRG2 suivant EN 10025-1 à 6 / EN 10024 / NF A 45-209 (IPN 80 à 500)	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503
Profils U S275JRG2 suivant EN 10025-1 à 6 / EN 10279 / NF A 45-202 (UPN 80 à 300) / NF A 45-255 (UAP 80 à 300)	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503
Cornières S235JRG2 suivant EN 10025-1 à 6 / EN 10056-1 et 2	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503
Tôles, plats, larges plats S235 JRG2 suivant EN 10025-1 à 6 / EN 10029 / EN 10051	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503 Classe 2
Barres profils suivant EN 10017 / EN 10058 / EN 10059 / EN 10060 / EN 10061	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503
Profils creux formés à froid S235 JRH suivant EN 10219-1 et 2	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503
Profils creux formés à chaud S235 JRH suivant EN 10210-1 et 2	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503
Tôles à chaud > 3mm S235 JRG2 suivant EN 10025-2 / EN 10051	Acier apte à la galva suivant NF A 35-503
Tôles galvanisées S235 JRG2 suivant EN 10346 / EN 10143	Acier galvanisé

## CAPEB / CTICM / FFB-UNION DES METALLIERS

Tôles électrozinguées S235 JRG2 suivant EN 10169					Acier électrozingué	
Tolérances d'épaisseur : classe A suivant EN 10029, sauf classe B pour tôles en EXC4						
Etats de surface : Profilés classe C1 suivant EN 10163-3. Plaques et large-plats classe A2 suivant EN 10163-2						
Caractéristiques particulières : Classe de qualité S1 de discontinuités : si précisé						
Caractéristiques particulières : Plats ou large-plats : caractéristique de déformation améliorée dans le sens perpendiculaire suivant EN 10164 classe Z15 / Z25 / Z35 : si précisé						
<b>Aciers conformes au Règlement des Produits de la Construction avec marquage CE obligatoire et certificat de conformité CE à nous transmettre</b>						
Les aciers seront livrés exempts de piqûres de corrosion						
Délai de livraison :						
Lieu de livraison :						
Conditions de règlement :						
Désignation	Quantité	Longueur	Poids unit	Poids	Prix unitaire	Prix total
					€/tonne	€
<b>TOTAL</b>						

Un certain nombre d'options peuvent être spécifiées lors de la commande, lorsqu'elles doivent être précisées ou garanties par le fournisseur, telles que par exemple, pour les aciers conformes à la NF EN 10025-2 :

- le procédé d'élaboration de la qualité d'acier;
- une analyse particulière sur produit;
- les caractéristiques de rupture en flexion par choc;
- les caractéristiques améliorées perpendiculaires à la surface;
- l'aptitude à la galvanisation;
- l'absence de défauts internes;
- le contrôle de l'état de surface et des dimensions;
- le type de marquage;
- l'aptitude au bordage sans fissuration;
- l'aptitude au profilage à froid sur galets;
- les caractéristiques de flexion par choc et/ou de traction, de chaque tôle mère ou bobine mère;
- d'autres tolérances que celles de la classe A pour les tôles laminées à chaud;
- l'état de livraison +N ou +AR.

## Annexe D

### Tolérances de fabrication

La présente annexe est issue des Tableaux de la NF EN 1090-2. Elle n'est pas exhaustive et ne reprend que quelques exemples des tolérances les plus courantes, applicables aux structures et éléments structuraux de classe EXC1.

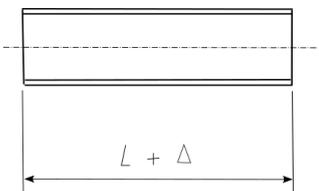
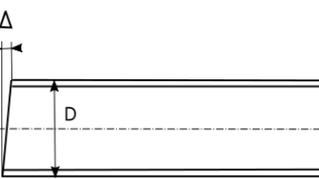
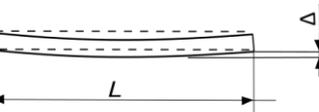
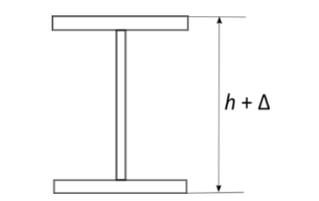
Par simplification de lecture, les tableaux ci-après regroupent les tolérances essentielles et les tolérances fonctionnelles en classe de tolérance 1 de la NF EN 1090-2, nécessaires en classe EXC1.

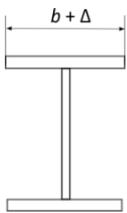
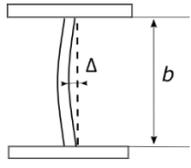
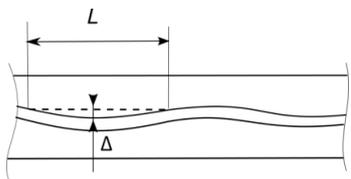
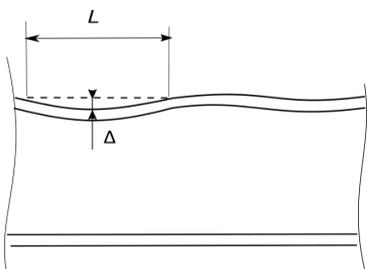
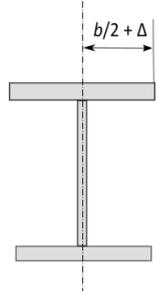
Il convient de se reporter à la NF EN 1090-2 pour une analyse exhaustive.

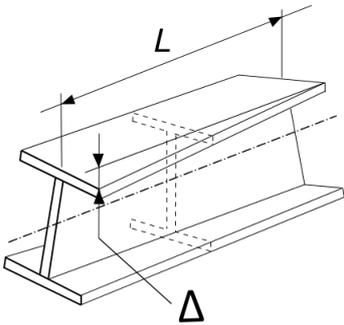
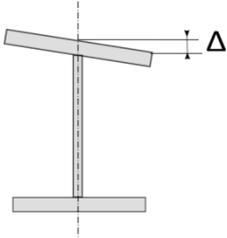
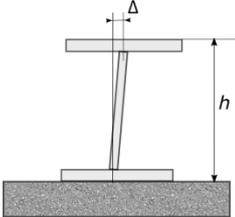
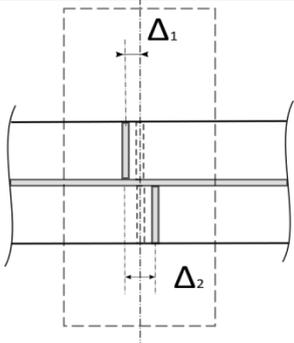
*Note 1 La classe de tolérance 2 peut être demandée par les documents particuliers du marché (par exemple pour les structures recevant des revêtements ou des façades vitrées nécessitant des réglages particuliers ou des équipements particulièrement sensibles).*

*Note 2 Pour les tolérances de montage: voir Fascicule 3*

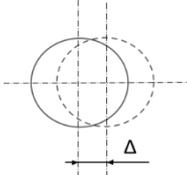
#### D.1 Profilés soudés et laminés

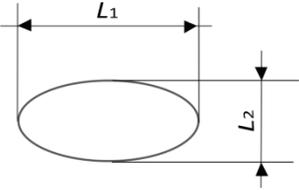
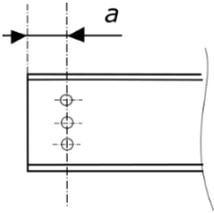
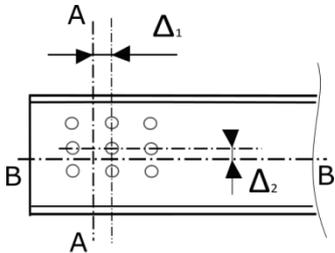
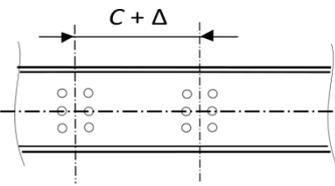
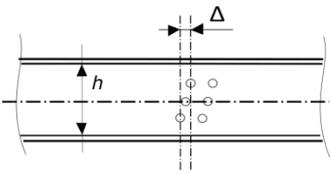
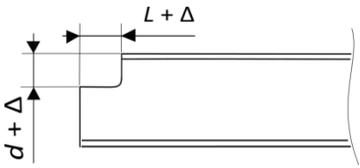
N°	Dimension	Critère	Valeurs limites de l'écart autorisé $\Delta$
1	Longueur		Cas général $\Delta = \pm (L / 5\,000 + 2)$ mm Sur appui $\Delta = \pm 1$ mm
2	Équerrage des extrémités		$\Delta = D / 100$  Si appui par contact direct: $\Delta = D / 1\,000$
3	Rectitude de la semelle ou de l'élément		$\Delta = L / 750$ $L =$ longueur de l'élément
4	Hauteur	 $h =$ hauteur totale du profilé	$\Delta = - h / 50$ et si $h \leq 900$ mm : $\Delta = \pm 3$ mm si $h > 900$ mm : voir EN 1090-2

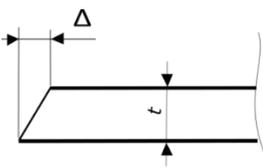
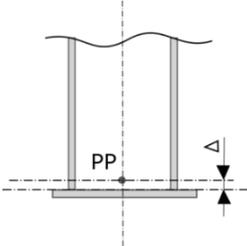
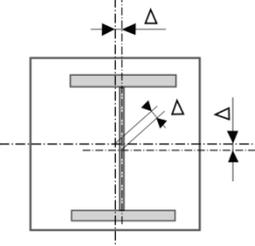
N°	Dimension	Critère	Valeurs limites de l'écart autorisé $\Delta$
5	Largeur de semelle		$\Delta = \pm \max (b/100; 3 \text{ mm})$
6	Courbure de l'âme	 <p><math>t =</math> épaisseur de l'âme <math>b =</math> hauteur de l'âme</p>	si $b / t \leq 80$ $\Delta = \max (b/200; t; 5 \text{ mm})$  si $b / t > 80$ Voir NF EN 1090-2
7	Déformation ou ondulation de l'âme (mesurée sur une longueur $L$ égale à la hauteur de l'âme $b$ )		$\Delta = \max (b / 100; t; 5 \text{ mm})$  $t =$ épaisseur de la tôle $b =$ hauteur de l'âme
8	Déformation de la semelle de la section en I (mesurée sur une longueur $L$ égale à la largeur de la semelle $b$ )		Si $b / t \leq 20$ $\Delta = b/150$  Si $b / t > 20$ $\Delta = b^2 / (3\ 000\ t)$ $t =$ épaisseur de semelle $b =$ largeur de la semelle
9	Excentricité de l'âme (position de l'âme par rapport à l'axe du profilé)		Cas général $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$  Sur appui $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$  $b =$ largeur de la semelle

N°	Dimension	Critère	Valeurs limites de l'écart autorisé $\Delta$
10	Vrillage de l'élément		$\Delta = L / 700$ mais $4 \text{ mm} \leq \Delta \leq 20 \text{ mm}$ $L =$ longueur de l'élément
11	Équerrage des semelles		Cas général $\Delta = \max (b / 100; 5\text{mm})$ Sur appui $\Delta = b / 400$ $b =$ largeur de la semelle
12	Équerrage au niveau des appuis		$\Delta = h / 300$ et $\Delta \geq \min (t_w \text{ et } 3 \text{ mm})$ $h =$ hauteur totale du profilé $t_w =$ épaisseur de l'âme
13	Position et excentricité des raidisseurs d'âmes à l'appui:  $\Delta_1 =$ écart de position par rapport à l'axe théorique  $\Delta_2 =$ excentricité entre raidisseurs sur appui		$\Delta_1 = 3 \text{ mm}$ et $\Delta_2 = t_w / 3$

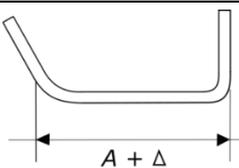
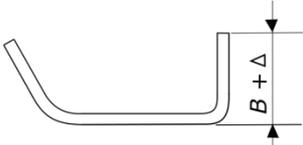
## D.2 Assemblages

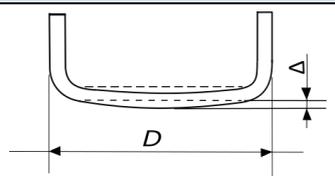
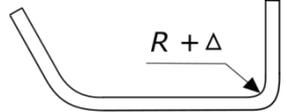
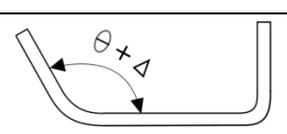
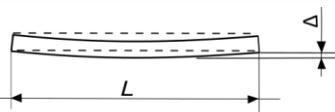
N°	Dimension	Critère	Écart autorisé $\Delta$
1	Position des trous pour fixations		$\Delta = 2 \text{ mm}$

N°	Dimension	Critère	Écart autorisé $\Delta$
2	Ovalisation des trous		$\Delta = L_1 - L_2$ $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
3	Position des trous en extrémité d'élément (écart sur la distance au bord)		$-\Delta = 0$ $+\Delta = 3 \text{ mm}$
4	Position du groupe de trous	 <p>AA et BB axes théoriques</p>	$\Delta = 2 \text{ mm}$
5	Espacement des groupes de trous		$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
6	Vrillage du groupe de trou		si $h \leq 1\,000 \text{ mm}$ $\Delta = 2 \text{ mm}$ si $h > 1\,000 \text{ mm}$ $\Delta = 4 \text{ mm}$
7	Grugeages		$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta = 3 \text{ mm}$

N°	Dimension	Critère	Écart autorisé $\Delta$
8	Équerrage des chants de coupe		Écart $\Delta$ d'un chant de coupe par rapport à 90° $\Delta = 0,1t$
9	Pied de poteau		$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ PP = position théorique
10	Plaque d'assise		$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$

### D.3 Éléments formés à froid

N°	Dimension	Critère	Écart autorisé $\Delta$
1	Largeur de la paroi interne	 $A =$ largeur entre plis (mesuré en sortie de rayon) $L =$ longueur de l'élément $t =$ épaisseur de l'élément	$-\Delta = A / 50$ et <i>si</i> $t \geq 3 \text{ mm}$ et $L < 7 \text{ m}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ <i>si</i> $t \geq 3 \text{ mm}$ et $L \geq 7 \text{ m}$ $\Delta = - 5 \text{ mm} / + 9 \text{ mm}$ <i>si</i> $t < 3 \text{ mm}$ Voir NF EN 1090-2
2	Largeur d'élément en saillie	 $B =$ Largeur entre un pli (mesuré en sortie de rayon) et un bord libre	$-\Delta = B / 80$ et <u>Bord brut</u> : $t \geq 3 \text{ mm}$ $\Delta = - 5 \text{ mm} / + 7 \text{ mm}$ <u>Bord cisailé</u> : $t \geq 3 \text{ mm}$ $\Delta = - 3 \text{ mm} / + 6 \text{ mm}$ <i>si</i> $t < 3 \text{ mm}$ Voir NF EN 1090-2

N°	Dimension	Critère	Écart autorisé $\Delta$
3	Planéité		$\Delta = \pm D / 50$
4	Rayon de courbure		$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
5	Forme		$\Delta = \pm 3^\circ$
6	Rectitude pour l'élément soumis à une compression (non maintenu)		$\Delta = \pm L / 750$

## Annexe E

### Documentation relative au soudage

Exemples de documents pour la maîtrise des activités liées au soudage  
(extraits de l'ISO 3834-4)

Chapitres de l'ISO 3834-4	Documents requis	Enregistrements / Rapports types
<b>Revue de contrat et revue technique:</b> — revue de contrat; — revue technique.	Document montrant comment le constructeur effectue la revue de contrat et la revue technique.	Check-list ou compte-rendu de revue de contrat. Check-list ou compte-rendu de revue technique.
<b>Sous-traitance:</b> par exemple: — soudage; — traitements thermiques; — inspection et essais; — maintenance et étalonnage.	Document expliquant comment les opérations de soudage sous-traitées satisfont aux exigences du contrat, y compris comment le sous-traitant est évalué et contrôlé.	Rapport d'évaluation des sous-traitants. Check-lists de contrôle du sous-traitant. Rapports d'inspection.
<b>Personnel en soudage:</b> — qualification des soudeurs et des opérateurs soudeurs.	Documentation pour la formation, l'évaluation et l'affectation du personnel.	Certificats de qualification: des soudeurs; des opérateurs soudeurs.
<b>Personnel chargé des contrôles et des essais:</b> — qualification des inspecteurs CND.	Documentation pour la formation, l'évaluation et l'affectation du personnel (si interne).	Certificats de qualification du personnel CND. Rapport de qualification pour l'inspection visuelle et rapport d'aptitude pour l'acuité visuelle de près et la vision des couleurs.
<b>Équipement:</b> — appropriation de l'équipement; — qualification d'un nouvel équipement; — maintenance des équipements de soudage, d'inspection et d'essai.	Document pour l'identification, le contrôle, la maintenance et l'étalonnage (si pertinent) de tous les équipements de production et d'inspection. Calendrier de maintenance des équipements.	Liste des équipements essentiels. Rapports d'essai d'un nouvel équipement.  Enregistrement de maintenance des équipements.
<b>Soudage et activités associées:</b> — instructions de travail; — maîtrise des documents.	Document pour l'organisation de la fabrication et la maîtrise des opérations de fabrication. Plans de fabrication. Procédures pour la préparation et la maîtrise des documents qualité pertinents.	Dessins et schémas. Instructions de travail. Instructions pour les procédés, (par exemple CND, revêtement). Enregistrement pour les procédés, (par exemple rapports CND, rapports pour revêtements et rapports d'essai).

Chapitres de l'ISO 3834-4	Documents requis	Enregistrements / Rapports types
<b>Produits consommables pour le soudage:</b> — stockage et manipulation des produits consommables.	Documents pour le stockage, la manipulation, l'identification et l'utilisation des produits consommables pour le soudage.	Documents de contrôle des produits consommables. Instruction pour le stockage des consommables.
<b>Stockage des métaux de base:</b> — stockage des métaux de base.	Documents pour le stockage des métaux de base, y compris le travail en cours et les produits finis en attente d'expédition.	Certificats d'essai des métaux de base. Instructions pour le stockage. Plans de stockage.
<b>Traitement thermique après soudage:</b> — planification et maîtrise du traitement thermique après soudage.	Procédures de traitement thermique.	Enregistrements des traitements thermiques.
<b>Inspection et essais:</b> — préparation des plans d'inspection; — inspection et essais avant soudage; — inspection et essais pendant le soudage; — inspection et essais après soudage.	Plans de contrôle. Procédures de contrôle.	Rapports dimensionnels. Rapports de contrôle internes ou externes. Enregistrement des réparations.