



**MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE  
DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT**

**Commissariat général  
au développement durable**



**OBSERVATOIRE ÉCONOMIQUE DE  
L'ACHAT PUBLIC**

**Groupe d'Étude des Marchés  
« ouvrages, travaux et  
maîtrise d'œuvre »**



**MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,  
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE**

**Direction des Affaires  
Juridiques**

## **CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GÉNÉRALES APPLICABLES AUX MARCHES PUBLICS DE TRAVAUX**

### **FASCICULE 66**

### **EXÉCUTION DES OUVRAGES DE GÉNIE CIVIL A OSSATURE EN ACIER**

**Document annexé à l'arrêté du 30 mai 2012**



## **SOMMAIRE**

**Rapport de présentation**

**Pages I à IV**

**Texte du Fascicule**

**Pages 1 à 18**



# RAPPORT DE PRÉSENTATION

## PRÉAMBULE

Le fascicule 66 du C.C.T.G. "Exécution des Ouvrages de Génie Civil à ossature en acier", objet du présent rapport est le résultat des travaux d'un groupe constitué suite la demande de M. Christian BINET, président du GEM «Ouvrages, travaux, maîtrise d'œuvre» en date du 17 mars 2009.

La composition de ce groupe était la suivante :

M	GOURMELON. Jean-Paul	Ingénieur général des ponts et chaussées honoraire, président
M.	RAOUL Joël	Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, SETRA /CTOA, secrétaire
M.	BANOS Christophe	CETE Lyon
Melle	BICILLI Véronique	LRPC Aix
M.	BITAR Daniel	C.T.I.C.M.
M.	CAILLET Nicolas	Arcelor - Mittal
M.	CANU Patrick	S.N.C.F.
M.	DUBOIS Robert	Baudin Chateauneuf
M.	HOUEL Adrien	LRPC Lyon
Melle	MANUELLI Cécile	GTS- Dillinger
M.	MARNEFFE Hervé	LRPC Nancy
M.	MOREL Jean-Michel	CETE Est
M.	TESSIER Christian	L.C.P.C.

La mise en révision du fascicule 66 du C.C.T.G., approuvé par le décret n° 93-1164 du 11 octobre 1993, a été rendu nécessaire du fait de l'évolution de l'environnement européen et international où les normes constituent les documents techniques des marchés.

Ces mêmes raisons avaient conduit les membres du groupe de travail chargé de la rédaction de la version précédente d'une part, à accorder la priorité à l'établissement d'un corpus normatif français sur le sujet, travail effectué de 1974 à 1986, et d'autre part, à la rédaction d'un texte ne comportant, essentiellement, que la désignation des normes de référence, les choix effectués, les conditions particulières d'emploi ou de mise en œuvre des matériaux, ainsi que des compléments pour des opérations non couvertes par les normes (opérations de montage, par exemple).

Au niveau européen, la rédaction d'une norme relative à l'exécution des constructions en acier avait été entreprise au sein du CEN/TC 135 en 1988, en parallèle avec les travaux menés sur les Eurocodes. Ce travail avait abouti à la publication entre 1995 et 2000 des six parties de l'ENV 1090 "Exécution des structures en acier" dont le découpage était calqué sur celui de l'Eurocode 3.

Au terme de l'enquête relative à la conversion de l'ENV 1090 en EN, il est apparu que la formule adoptée était peu commode. Il a donc été décidé de fusionner ces six parties en une seule "Spécifications techniques pour l'exécution des structures en acier". En parallèle, un travail de normalisation a été entrepris en vue d'établir sur le même schéma une norme d'exécution des structures en aluminium. L'animation du groupe de travail traitant des structures en acier, CEN TC/ 135/WG 2, a été confiée en mars 2001 au rédacteur du présent rapport.

Les travaux du groupe de travail ont abouti en février 2009 à la publication de la norme NF EN 1090-2, "Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier".

Deux autres parties ont été également publiées : NF EN 1090-1 "Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 1 : Exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux" (novembre 2009), destinée à l'application de la Directive Produits de la Construction et NF EN 1090-3 "Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 3 : Exigences techniques pour les structures en aluminium" (février 2009).

## PRINCIPES D'ÉTABLISSEMENT DU TEXTE

La norme NF EN 1090-2, "Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier" constitue un document complet et homogène, traitant de tous les aspects de l'exécution des structures en acier comme en témoigne son sommaire : Cahiers des charges et dossiers (incluant les dispositions relatives à la qualité), Produits constitutifs, Préparation et assemblage, Soudage, Fixations mécaniques, Montage, Traitement des surfaces, Tolérances géométriques, Contrôles, essais et réparations.

Rédigée de façon à faciliter la tâche de l'utilisateur, la norme NF EN 1090-2, "Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier"

- attribue au donneur d'ordre la responsabilité du choix des classes d'exécution et des tolérances fonctionnelles en fonction de ses exigences en matière de sécurité et d'économie ;
- est conçue, de la commande des produits à la réception des ouvrages, suivant le schéma d'un plan qualité ;
- s'appuie sur de nombreuses normes supports dont il convient de connaître celles qui sont pertinentes pour l'objet du marché et qui doivent être considérées comme des "boîtes à outils" pour la réalisation de l'ouvrage.

Après examen du sommaire et du contenu de fascicule 66 existant, et toujours dans l'objectif de faciliter la tâche de l'utilisateur, l'option a été prise de suivre au plus près le sommaire de la norme en allégeant au maximum le texte du fascicule et en reportant en annexe les développements nécessaires qui en alourdiraient la lecture.

Par ailleurs, la norme NF EN 1090-2 traitant également des produits constitutifs, il a été jugé nécessaire d'inclure dans la nouvelle version du fascicule 66 les dispositions pertinentes figurant dans deux autres fascicules du C.C.T.G., le fascicule 4 Titre III "Fournitures d'acier et autres métaux - Titre III - Aciers laminés pour construction métallique" et le fascicule 4 Titre IV "Aciers. - Titre IV - Rivets en acier, Boulonnerie à serrage contrôlé destinée à l'exécution des constructions métalliques".

Toujours par référence à la norme NF EN 1090-2, celle-ci comporte dans son annexe A deux tableaux récapitulatifs traitant respectivement :

- des informations supplémentaires que le texte de la norme requiert pour définir complètement les exigences nécessaires pour que l'exécution des travaux soit conforme à la norme ;
- des points qui peuvent être spécifiés dans le cahier des charges d'exécution pour définir les exigences applicables à l'exécution des travaux là où des options à prendre sont données dans la norme.

Parmi ces informations supplémentaires et ces points, seuls ont été retenus les plus généraux, les autres relevant des C.C.T.P. propres à chaque opération de construction.

Des exigences particulières viennent compléter ce cadre de rédaction, l'ensemble constituant un document d'application de la norme européenne.

## ANALYSE DU TEXTE

### Domaine d'application

Lors d'une réunion préliminaire du GPEM/TMO, tenue le 19 octobre 2006 la question avait été posée de l'intégration ou non du domaine du bâtiment dans le domaine d'application du fascicule.

Il avait été souligné que si celui-ci était intégré, on couvrirait tout le champ de la NF EN 1090-2, avec une très grande variabilité. Il serait donc probablement difficile de préciser les options à prendre. La réponse serait à la fois plus simple et plus facile en ce qui concerne le génie civil. La meilleure efficacité serait donc obtenue en s'en tenant au domaine du génie civil.

C'est donc cette option qui a été retenue. Les membres du groupe de travail ont cependant estimé que certaines structures ne relevant pas directement du domaine des ouvrages d'art pouvaient relever de présent fascicule : portiques et potences (signalisation) soumis à des sollicitations de fatigue, structures importantes telles que les stades (tribunes et couverture) ou grandes salles de spectacles (Zénith). Une ouverture en ce sens a donc été proposée dans le domaine d'application.

## **Documents de référence – Termes et définitions**

Sans commentaires : ce sont des articles classiques du domaine normatif.

## **Cahier des charges et dossiers**

Cet article traite d'un certain nombre de points fondamentaux concernant la qualité des ouvrages : classes d'exécution, dossier du constructeur incluant notamment le plan qualité et les points d'arrêt.

On y retrouve, dans l'ensemble, des dispositions qui figurent dans le fascicule actuel sous les titres "1.2 - Assurance de la qualité", "III.1 - Documents fournis par l'entrepreneur", "Annexe A1 – Plan d'assurance de la qualité" et qui sont complétées par le choix des classes d'exécution à satisfaire, point fondamental pour l'application de la norme NF EN 1090-2.

## **Produits constitutifs**

La règle générale est la référence au marquage CE pour les produits définis par une norme harmonisée.

Elle est complétée, pour les aciers de construction et la boulonnerie pour construction métallique, par l'exigence d'une certification de type marque NF ou offrant des garanties équivalentes.

L'éventualité du recours à des produits non certifiés, dans les mêmes conditions que celle figurant dans l'actuel fascicule 4 - titre III, a été reprise. Cependant, celui-ci faisait référence au "comité technique consultatif des marchés de génie civil (secteur construction métallique)" qui n'a jamais vu le jour ; des conditions particulières d'application ont été prévues en annexe A. Dans cette même annexe, des dispositions ont été également prévues pour tenter de résoudre le problème récurrent de la fourniture de produits longs qui fait rarement l'objet de commandes directes auprès d'usines sidérurgiques et dont les modalités de contrôle auprès des réseaux de distribution ne sont pas clairement définies.

Sur un plan général, des exigences techniques spécifiques sont précisées sur certains points avec une mention particulière pour les aciers moulés, pour lesquels les normes européennes sont trop généralistes et qui ont nécessité la rédaction d'une annexe B spéciale.

## **Préparation et assemblage – Soudage – Fixations mécaniques**

Ces articles ne justifient pas de commentaires. Seules des précisions ou des restrictions dans l'application des dispositions de la norme NF EN 1090-2.

## **Montage et ouvrages provisoires**

La norme NF EN 1090-2 comporte une clause "Montage" très complète qui a permis d'alléger considérablement l'article III.8 du fascicule actuel. Seules ont été détaillées la définition et les responsabilités du "responsable des opérations de montage" tirées du fascicule 66 actuel, ainsi quelques exigences relatives aux ouvrages provisoires.

## **Préparation des surfaces**

Pour éviter toute ambiguïté, il est bon de préciser que la terminologie "Préparation des surfaces" ne recouvre pas d'opérations de type "sablage" préalable à l'application d'un revêtement de protection contre la corrosion. Elle désigne les opérations relevant de la compétence du constructeur métallique et destinées à rendre une structure apte à recevoir un éventuel revêtement. Celles-ci se traduisent par la définition d'un "degré de préparation", défini à l'article 10 de la norme NF EN 1090-2 et qui fait intervenir la durée de vie escomptée pour la structure. Seul ce point est donc à préciser dans le fascicule.

## **Tolérances géométriques**

Sur ce point également; la norme NF EN 1090-2 est très complète et comporte 43 tableaux de définition de tolérances géométriques. Seules sont donc précisées les options retenues.

### **Contrôles, essais et réparations**

Reprise de certaines dispositions de l'ancienne norme française NF P 22-471 "Construction métallique – Exécution des assemblages soudés" relatives aux droits et devoirs de l'inspecteur.

Précisions apportées sur certaines conditions d'exécution de contrôles non destructifs, telles que demandées dans les normes CND concernées.

### **Parties d'ouvrage en béton armé ou précontraint**

Sans commentaires. Référence au fascicule 65 du C.C.T.G. et spécifications particulières complémentaires.

### **Exécution de la protection contre la corrosion**

Sans commentaires. Référence à l'annexe F de la norme NF EN 1090-2 et au fascicule 56 du C.C.T.G.

## **CONCLUSION**

La présente version du fascicule 66 du C.C.T.G. s'inscrit dans le droit fil des principes qui avaient régi la rédaction de son prédécesseur.

Il bénéficie de l'existence d'une norme européenne très complète dont il constitue un document d'application.

Jean-Paul Gourmelon  
Ingénieur général des Ponts et Chaussées honoraire  
président du groupe de travail



**MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE  
DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT**

---

**Commissariat général  
au développement durable**

**OBSERVATOIRE ÉCONOMIQUE DE  
L'ACHAT PUBLIC**

---

**Groupe d'Étude des Marchés  
« ouvrages, travaux et  
maîtrise d'œuvre »**

**MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,  
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE**

---

**Direction des Affaires  
Juridiques**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GÉNÉRALES  
APPLICABLES AUX MARCHES PUBLICS DE TRAVAUX**

**FASCICULE 66**

**EXÉCUTION DES OUVRAGES  
DE GÉNIE CIVIL  
A OSSATURE EN ACIER**

**Décembre 2011**



## TABLE DES MATIÈRES

1.	Domaine d'application.....	3
2.	Documents de référence .....	3
3.	Termes et définitions.....	3
4.	Cahier de charges et dossiers .....	4
4.1.	Cahier des charges d'exécution.....	4
4.1.1.	Généralités.....	4
4.1.2.	Classes d'exécution .....	4
4.2.	Dossier du constructeur.....	4
4.2.1.	Plan Qualité.....	4
4.2.2.	Points d'arrêt .....	5
4.2.3.	Dossier d'exécution.....	5
5.	Produits constitutifs.....	5
5.1.	Généralités.....	5
5.2.	Identification, documents de contrôle et traçabilité .....	5
5.3.	Aciers de construction.....	6
5.3.1.	Généralités.....	6
5.3.2.	Certification des produits.....	6
5.3.3.	Caractéristiques techniques .....	6
5.4.	Aciers moulés.....	7
5.5.	Produits consommables pour soudage .....	7
5.6.	Éléments de fixation mécanique.....	7
5.6.1.	Boulons de construction destinés à des applications non précontraintes .....	7
5.6.2.	Boulons de construction aptes à la précontrainte.....	7
5.6.3.	Rivets à chaud .....	7
5.6.4.	Connecteurs de cisaillement.....	7
5.7.	Matériaux pour les parties d'ouvrage en béton armé ou précontraint .....	8
5.8.	Matériaux et produits destinés à la protection contre la corrosion .....	8
6.	Préparation et assemblage.....	8
6.1.	Coupage.....	8
6.2.	Perçage .....	8
6.3.	Essai de présentation.....	8
7.	Soudage .....	8
7.1.	Traçabilité .....	8
7.2.	Qualification des modes opératoires de soudage .....	8
7.3.	Assemblage en vue du soudage.....	9
7.4.	Fixations provisoires.....	9
7.5.	Soudures d'angle.....	9
7.6.	Essais de production.....	9
8.	Fixations mécaniques .....	9
8.1.	Surfaces de contact.....	9
8.2.	Serrage des boulons précontraints .....	9
9.	Montage et ouvrages provisoires .....	10
9.1.	Montage .....	10
9.2.	Ouvrages provisoires .....	10
10.	Traitement des surfaces.....	10
11.	Tolérances géométriques.....	11
12.	Contrôles, essais et réparations .....	11
12.1.	Contrôle extérieur.....	11
12.2.	Contrôle après soudage .....	11
12.2.1.	Méthodes de contrôle.....	11
12.2.2.	Étendue des contrôles .....	12
12.3.	Traitement des non conformités.....	12
12.3.1.	Généralités.....	12
12.3.2.	Non conformités relatives aux tolérances géométriques .....	12

13.	Parties d'ouvrage en béton armé ou précontraint.....	12
13.1.	Généralités.....	12
13.2.	Programme de bétonnage.....	12
13.3.	Coffrages.....	12
13.4.	Joints transversaux.....	12
13.5.	Dalles préfabriquées.....	13
14.	Exécution de la protection contre la corrosion.....	13
15.	Nettoyage final.....	13
<b>Annexe A (contractuelle) Utilisation de produits non certifiés Dispositions particulières.....</b>		<b>14</b>
A.1	Produits plats.....	14
A.1.1	Conditions générales .....	14
A.1.2	Contrôle du système qualité .....	14
A.1.3	Réception en usine.....	14
A.2	Produits longs .....	15
A.2.1	Généralités.....	15
A.2.2	Traçabilité .....	15
A.2.3	Réception.....	15
<b>Annexe B (contractuelle) Spécifications relatives aux pièces en acier moulé.....</b>		<b>16</b>
B.1	Objet.....	16
B.2	Références normatives.....	16
B.3	Définition des pièces .....	16
B.4	Pièce type.....	16
B.5	Désignation.....	16
B.6	Fabrication.....	16
B.6.1	Opérations de soudage .....	17
B.6.2	Parachèvement .....	17
B.7	Exigences.....	17
B.7.1	Matériau - Caractéristiques mécaniques .....	17
B.7.2	Pièce moulée.....	17
B.8	Essais et documents sur les essais des matériaux .....	17
B.8.1	Généralités.....	17
B.8.2	Contrôle et essais.....	18
B.8.3	Échantillonnage des lots d'essais .....	18
B.9	Marquage .....	18

## 1. Domaine d'application

Le présent fascicule s'applique à la construction de l'ossature en acier d'ouvrages de génie civil tels que ponts (y compris ossatures de ponts mixtes), passerelles, portes d'écluses, vannes et structures de barrages.

Son application à d'autres types d'ouvrages tels que portiques, potences et hauts mâts (PPHM), structures de grandes dimensions (stades, salles de spectacle...) ou à la réparation ou au confortement des ouvrages peut nécessiter certaines adaptations, notamment en ce qui concerne la définition des classes d'exécution.

Il ne s'applique pas à la construction de bâtiments qui fait l'objet de textes spécifiques.

Sans préjudice de l'application des spécifications particulières figurant au présent fascicule, il ne s'applique pas aux parties d'ouvrage en béton armé ou précontraint.

Il ne traite pas de la mise en œuvre des câbles de ponts suspendus ou des haubans de ponts à haubans.

## 2. Documents de référence

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent fascicule. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

Règlement (UE) N° 305/2011 Fascicule 65 du C.C.T.G. Fascicule 56 du C.C.T.G. NF EN 462-2	<i>du 3 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive 89/106/CEE</i> <i>Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou précontraint</i>  <i>Protection des ouvrages métalliques contre la corrosion</i>  <i>Essais non destructifs – Qualité d'image des radiogrammes - Partie 2 : Indicateurs de qualité d'image à gradins et à trous, détermination de l'indice de qualité d'image</i>
NF EN 10025-5,	<i>Produits laminés à chaud en aciers de construction — Partie 5 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique.</i>
NF EN 10160,	<i>Contrôle ultrasonore des produits plats en acier d'épaisseur égale ou supérieure à 6 mm (méthode par réflexion).</i>
NF EN 10306,	<i>Produits sidérurgiques - Contrôle par ultrasons des poutrelles à larges ailes à faces parallèles et des poutrelles IPE</i>
NF EN 1090-2,	<i>Exécution des structures en acier et des structures en aluminium -</i> <i>Partie 2 : exigences techniques pour les structures en acier</i>
NF EN 1993-2	<i>Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 2 : ponts métalliques.</i>
NF EN ISO 3834-2	<i>Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques -</i> <i>Partie 2 : exigences de qualité complète.</i>
NF EN ISO 15614-1,	<i>Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage — Partie 1 : Soudage à l'arc et aux gaz des aciers et soudage à l'arc des nickels et alliages de nickel (ISO 15614-1:2004).</i>
NF EN ISO 17640	<i>Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par ultrasons - Techniques, niveaux d'essai et évaluation</i>
NF EN ISO 23279	<i>Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par ultrasons -</i> <i>Caractérisation des indications dans les assemblages soudés</i>
NF P 22-101-2/CN,	<i>Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2 : exigences techniques pour les structures en acier - Complément national à la NF EN 1090-2:2009</i>

## 3. Termes et définitions

Pour les besoins du présent fascicule, les termes et définitions de la norme NF EN 1090-2 s'appliquent, complétés comme suit :

- Contrôle extérieur : contrôle effectué par ou pour le compte du donneur d'ordre et consistant à s'assurer que les dispositions du plan qualité sont respectées par vérification des documents d'exécution, des documents de contrôle et à l'aide de contrôles par sondage.

Note : Le contrôle intérieur, les points d'arrêt et les points critiques sont définis dans le CCAG Travaux.

## **4. Cahier de charges et dossiers**

### **4.1. Cahier des charges d'exécution**

#### **4.1.1. Généralités**

Les travaux objet du présent fascicule doivent être exécutés conformément aux spécifications des normes NF EN 1090-2 et NF P22-101-2/CN, complétées par les prescriptions du présent fascicule et par celles des Cahiers des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P.) relatifs aux ouvrages à réaliser.

#### **4.1.2. Classes d'exécution**

La classe d'exécution 3 (EXC3) est requise de façon générale pour tous les éléments de l'ossature (y compris pour les assemblages soudés fixant à l'ossature des éléments accessoires) autres que ceux relevant de la classe d'exécution 4 (EXC4).

La classe d'exécution 4 (EXC4) est requise pour les joints transversaux tendus en situation d'exploitation, sous charges d'état limite de service, des membrures de poutres principales des tabliers de ponts, les assemblages d'angle pleine pénétration et les assemblages pleine pénétration des semelles d'éléments transversaux sur les poutres principales.

La classe d'exécution 2 (EXC2) peut être admise pour les assemblages soudés d'éléments accessoires ne participant pas à la résistance ni à la stabilité de l'ossature en service ou en cours de montage.

## **4.2. Dossier du constructeur**

### **4.2.1. Plan Qualité**

Sauf indication contraire du C.C.T.P., un Plan Qualité spécifique à l'opération et conforme à l'Annexe C de la norme NF EN 1090-2 doit être établi par le constructeur et soumis au visa du maître d'œuvre. Il comprend le Plan Qualité propre à l'entreprise et ceux des sous-traitants éventuels.

Note 1 : Le plan qualité est également appelé "plan d'assurance qualité" dans le CCAG Travaux.

Note 2 : Le terme constructeur est entendu au sens de la norme NF EN 1090-2.

La liste des documents à fournir avant exécution est complétée comme suit :

- programme des études d'exécution;
- bases des études d'exécution comprenant notamment les méthodes et moyens de calcul et les bases numériques des calculs (actions prises en compte...);
- notes de calcul d'exécution.

Les documents constituant le Plan Qualité tel que défini dans la norme NF EN 1090-2 sont établis en plusieurs phases:

- pendant la période de préparation des travaux :
  - mise au point des documents d'organisation générale de l'entreprise et des sous-traitants désignés au C.C.T.P. ;
  - établissement des documents préalables à l'exécution, correspondant aux premières phases de travaux ;
- en cours de travaux, mais avant toute phase correspondante d'exécution :
  - poursuite de l'établissement des documents préalables à l'exécution et préparation des cadres des documents de suivi d'exécution ;
  - établissement des documents relatifs aux sous-traitants désignés après la signature du marché ;
- au fur et à mesure de l'exécution : renseignement des documents de suivi d'exécution.

#### **4.2.2. Points d'arrêt**

Sauf dispositions contraires ou complémentaires du C.C.T.P. :

1. Les quatre points suivants sont considérés comme points d'arrêt, donnant lieu à la production des plans qualité des opérations concernées et des documents listés ci-après :
  - Avant mise en œuvre du soudage en atelier :
    - certificats de réception des produits mis en œuvre,
    - procès verbaux de qualification des modes opératoires de soudage,
    - certificats de qualification des soudeurs,
    - descriptifs des modes opératoires de soudage (consignes particulières de soudage).
  - Avant expédition des éléments de l'atelier sur le site:
    - procès verbaux de réception des soudures,
    - fiches de contrôle des tolérances géométriques.
  - Avant exécution du soudage sur chantier:
    - certificats de réception des produits mis en œuvre,
    - procès verbaux de qualification des modes opératoires de soudage,
    - certificats de qualification des soudeurs,
    - descriptifs des modes opératoires de soudage (consignes particulières de soudage).
  - Avant exécution du montage sur chantier :
    - attestations de vérification relatives aux matériels spéciaux de montage,
    - procès verbaux des contrôles préliminaires prévus au plan qualité,
    - s'il y a lieu, procès verbaux de réception des soudures exécutées avant lancement.
2. Les autres opérations de vérification et de contrôle figurant dans le Plan Qualité peuvent être considérées comme des points critiques, le non respect de ces derniers entraînant cependant un point d'arrêt supplémentaire. Il en est ainsi, par exemple, en cas d'absence de fiches de traitement des non conformités ou en cas de non conformité grave ne comportant pas de modalités de traitement satisfaisantes.

#### **4.2.3. Dossier d'exécution**

Les documents constituant le dossier d'exécution doivent être rendus strictement conformes à l'exécution, de façon à pouvoir être versés dans leur état final au dossier de l'ouvrage.

Les dessins et notes de calculs doivent être complétés ou refaits de façon à être rendus conformes à l'exécution définitive.

### **5. Produits constitutifs**

#### **5.1. Généralités**

Les produits constitutifs utilisés pour la construction des ouvrages de génie civil à ossature en acier, définis par une norme harmonisée conformément aux dispositions du Règlement Européen N° 305/2011 relatif aux produits de construction doivent être revêtus du marquage CE correspondant.

#### **5.2. Identification, documents de contrôle et traçabilité**

Les caractéristiques mécaniques font l'objet d'un contrôle spécifique dont les résultats sont reportés sur le document de contrôle.

Si un certificat de type 3.2. est requis pour les aciers de construction, il doit être précisé à la commande.

Une traçabilité individuelle est exigée.

## **5.3. Aciers de construction**

### **5.3.1. Généralités**

Sauf exception dûment justifiée, l'utilisation d'aciers à l'état de livraison AR est interdite.

### **5.3.2. Certification des produits**

#### **5.3.2.1. Produits certifiés**

Les produits en acier de construction doivent bénéficier du droit d'usage de la marque NF-Acier, secteur d'application "Bâtiment-Travaux Publics - Construction métallique d'ouvrages d'art et de bâtiments non courants", ou être couverts par une certification présentant des garanties équivalentes.

#### **5.3.2.2. Produits non certifiés**

Exceptionnellement, pour une construction (ou série de constructions) donnée, les C.C.T.P peuvent prévoir l'utilisation d'aciers non couverts par une telle certification dans les cas suivants :

- a) aciers dont les nuance et qualité sont certifiées, mais fournis dans une épaisseur supérieure à celle définie dans la norme de référence,
- b) aciers définis par une norme ne relevant pas du champ d'application du règlement relatif aux produits de construction,
- c) produits innovants et/ou non définis par une norme française.

La fourniture et l'utilisation de tels produits peuvent être soumises à des conditions particulières qui doivent être précisées par le C.C.T.P.

Par ailleurs, ces produits sont soumis, à un contrôle de conformité avec intervention d'une tierce partie agréée par le maître d'œuvre et donnent lieu à l'établissement d'un certificat de réception de type 3.2.

Note : Les dispositions à mettre en œuvre dans le cas de l'utilisation de produits non certifiés sont indiquées en Annexe A.

### **5.3.3. Caractéristiques techniques**

L'utilisation d'aciers de nuance S 355 WP relevant de la norme NF EN 10025-5 est interdite.

Les qualités d'acier et les exigences relatives aux garanties de striction dans le sens de l'épaisseur doivent être choisies conformément aux dispositions de la norme NF EN 1993-2.

#### **5.3.3.1. Composition chimique**

Pour les produits plats laminés à chaud, la teneur en soufre ne doit pas dépasser 0,015 % (analyse sur coulée).

#### **5.3.3.2. Caractéristiques mécaniques**

Pour les produits plats laminés à chaud, un essai de flexion par choc et un essai de traction doivent être effectués sur chaque tôle mère ou bobine mère.

#### **5.3.3.3. Tolérances d'épaisseur**

La classe de tolérance d'épaisseur B est requise pour la classe d'exécution EXC3.

#### **5.3.3.4. État de surface**

Pour les profilés, la classe C2 d'état de surface est exigée pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4.



### **5.3.3.5. Santé interne**

Pour les produits plats la classe de qualité S1 de discontinuités interne selon NF EN 10160 est exigée en corps de tôle ; la classe de qualité E1 est exigée en rive.

Pour les produits longs la classe de qualité 2.3 de discontinuités interne selon NF EN 10306 est exigée. La garantie de santé interne peut être apportée sans contrôle par ultrasons, sous réserve que le producteur ait mis en œuvre les procédures internes de suivi et de contrôle des processus de fabrication permettant la même garantie du niveau de compacité, en évitant les défauts internes susceptibles de provoquer des dédoublements lors des opérations de mise en forme, de découpe ou de soudage.

## **5.4. Aciers moulés**

En complément des dispositions des normes NF EN 1090-2 et NF P 22-101-2/CN, les pièces en acier moulé doivent satisfaire aux spécifications particulières figurant à l'Annexe B du présent fascicule.

## **5.5. Produits consommables pour soudage**

Aucune exigence complémentaire à celles spécifiées dans la norme NF EN 1090-2 n'est requise.

Sauf exception dûment justifiée, les caractéristiques mécaniques garanties par la désignation normalisée ne doivent pas être inférieures aux caractéristiques des matériaux à souder.

## **5.6. Éléments de fixation mécanique**

### **5.6.1. Boulons de construction destinés à des applications non précontraintes**

Les boulons de construction destinés à des applications non précontraintes doivent bénéficier du droit d'usage de la marque NF-Boulonnerie de construction métallique ou être couverts par une certification présentant des garanties équivalentes.

Ils ne peuvent être utilisés que pour assembler entre eux des éléments accessoires ne participant pas à la résistance ni à la stabilité de l'ossature ou pour assembler des éléments provisoires d'ossature démontés avant la mise en exploitation de l'ouvrage. Dans le cas d'éléments provisoires d'ossature, ces boulons doivent être au minimum de classe 8.8.

### **5.6.2. Boulons de construction aptes à la précontrainte**

Les boulons de construction aptes à la précontrainte doivent bénéficier du droit d'usage de la marque NF-Boulonnerie de construction métallique ou couverts par une certification présentant des garanties équivalentes.

Ces boulons doivent être de classe 10.9 et la classe k de serrage, relative au coefficient de rendement k, doit être la classe K2.

Un document de contrôle de type 3.1 minimum est exigé.

### **5.6.3. Rivets à chaud**

Les rivets utilisés doivent être de classe de qualité J2.

### **5.6.4. Connecteurs de cisaillement**

Les goujons pour soudage à l'arc doivent être de symbole SD1.

Les connecteurs de cisaillement autres que les goujons pour soudage à l'arc doivent satisfaire :

- aux prescriptions de l'article 5.3 pour les connecteurs en acier laminé
- aux prescriptions du fascicule 65 pour les connecteurs constitués d'armatures pour béton armé

## **5.7. Matériaux pour les parties d'ouvrage en béton armé ou précontraint**

Les matériaux pour les parties d'ouvrage en béton armé ou précontraint intégrées à l'ossature doivent satisfaire aux stipulations du fascicule 65 du C.C.T.G.

## **5.8. Matériaux et produits destinés à la protection contre la corrosion**

Les matériaux et produits destinés à la protection contre la corrosion doivent satisfaire aux stipulations du fascicule 56 du C.C.T.G.

Les procédés et les systèmes de peinture retenus doivent être spécifiés.

## **6. Préparation et assemblage**

### **6.1. Coupage**

Le coupage par cisailage est interdit.

Dans le cas où l'oxycoupage fait apparaître un défaut interne à la tôle ou au profilé, cet élément est refusé. L'utilisation de ces matériaux peut néanmoins être autorisée, moyennant l'acceptation d'une méthodologie de contrôle étendue à l'ensemble de la coulée, visant à assurer la qualité nécessaire à l'exécution de la charpente.

### **6.2. Perçage**

La validité des procédés de perçage doit être vérifiée au moins une fois par chantier.

### **6.3. Essai de présentation**

Un montage provisoire en atelier de tout ou partie de l'ossature peut être prescrit par le C.C.T.P.

Si ce n'est pas le cas, le constructeur doit indiquer s'il prévoit un tel montage, ou préciser les dispositions prévues pour respecter les tolérances géométriques requises.

## **7. Soudage**

### **7.1. Traçabilité**

L'identification et la traçabilité doivent être maintenues tout au long du processus de fabrication et les systèmes documentés relatifs doivent comporter les éléments listés dans la norme NF EN ISO 3834-2.

### **7.2. Qualification des modes opératoires de soudage**

Par dérogation aux dispositions de la norme NF EN ISO 15614-1 concernant le domaine de validité d'une qualification de mode opératoire de soudage :

- par rapport au matériau de base, le domaine de qualification est limité aux aciers de même type d'élaboration et présentant des états de livraison équivalents et pour lesquels en outre :
  - le carbone équivalent nominal est inférieur ou égal à celui de l'acier de l'assemblage de qualification.
  - la limite d'élasticité nominale se situe dans une plage de 80 MPa en dessous de celle de l'acier de l'assemblage de qualification
  - la valeur de l'énergie minimale de rupture requise pour les essais de flexion par choc est inférieure ou égale à celle de l'acier de l'assemblage de qualification,
  - la température de réalisation des essais de flexion par choc est supérieure ou égale à celle de l'acier de l'assemblage de qualification.
- par rapport à l'épaisseur du matériau de base, le domaine de validité d'une qualification de mode opératoire d'une soudure d'angle réalisée pour une épaisseur  $t \geq 30$  mm est limité à  $0,5 t$  à  $2 t$ .

### **7.3. Assemblage en vue du soudage**

La tolérance sur l'écartement des pièces assemblées bout à bout est :

- +2 mm ou -1 mm si l'assemblage est réalisé sans latte et sans reprise envers,
- +2 mm ou -3 mm si l'assemblage est réalisé sans latte et avec reprise envers,
- +3 mm ou -1 mm si l'assemblage est réalisé avec latte,
- +/-3 mm si l'assemblage est réalisé sur un chanfrein en X.

Si ces tolérances ne sont pas respectées, le rechargement du bord des pièces est autorisé sous réserve que l'écartement des pièces ne dépasse pas 20mm.

### **7.4. Fixations provisoires**

Tous les éléments de montage fixés par soudage doivent être déposés avant la mise en service, sauf justification de leur absence de nocivité, notamment vis-à-vis de la fatigue et de la corrosion.

La dépose des fixations provisoires soudées doit être suivie d'un contrôle à 100% par magnétoscopie

Les dispositifs d'obturation des trous de montage doivent présenter des conditions de durabilité suffisantes et des composants compatibles avec le dispositif de protection anticorrosion.

L'entrepreneur doit effectuer les essais de production prévus par l'article 12.4.4 de la norme NF EN 1090-2

### **7.5. Soudures d'angle**

La valeur minimale de la gorge apparente des soudures d'angle est de 5 mm. Les soudures d'angle doivent être continues et contournées.

### **7.6. Essais de production**

Les essais de production prévus dans la norme NF EN 1090-2 pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4 doivent être réalisés.

L'essai de production prévu lorsqu'un procédé de soudage à forte pénétration est utilisé pour des soudures d'angle doit être réalisé avec une périodicité n'excédant pas trois ans.

En cas de réparation d'un assemblage soudé, si deux réparations successives donnent des résultats non acceptables, le soudage doit être arrêté et le constructeur doit proposer de nouvelles dispositions ; celles-ci sont soumises à accord préalable avant exécution. Une réparation d'ordre 3, exécutée sans accord préalable, peut occasionner le rebut de l'ensemble de l'assemblage.

## **8. Fixations mécaniques**

### **8.1. Surfaces de contact**

Le coefficient de frottement des surfaces de contact des assemblages résistant au glissement doit être validé par un essai de traction.

### **8.2. Serrage des boulons précontraints**

Le serrage des boulons précontraints doit être effectué par la méthode du couple.

## **9. Montage et ouvrages provisoires**

### **9.1. Montage**

Conformément aux dispositions de la norme NF EN 1090-2, une méthode de montage de base doit être fournie dans le dossier de consultation lorsque les conditions de montage ont une incidence sur la stabilité de la structure en cours de montage ou sur son dimensionnement.

Le montage sur chantier doit être placé sous la responsabilité d'un responsable des opérations de montage dont l'identification et les références professionnelles doivent être précisées dans le Plan Qualité.

Le responsable des opérations de montage assure la coordination nécessaire au bon déroulement des opérations de montage :

- conception et exécution des ouvrages provisoires;
- choix des matériels de montage;
- utilisation correcte des ouvrages provisoires et des matériels de montage vis à vis de la sécurité des tiers, du personnel et de l'ouvrage lui-même.

Le responsable des opérations de montage doit s'assurer :

- de la conformité du déroulement des opérations de montage au programme de montage en sa possession,
- des vérifications périodiques réglementaires.
- de la concordance entre la réalisation et l'étude de montage pendant les différentes phases de montage,
- que tous les contrôles prévus, notamment ceux des assemblages de chantier, sont exécutés au moment voulu.

### **9.2. Ouvrages provisoires**

Lorsque la méthode de montage requiert l'exécution d'ouvrages provisoires tels que :

- étaielements destinés à supporter ou à soutenir la structure en cours de construction,
- dispositifs de sécurité collective vis à vis des chutes d'éléments ou de personnes,
- éléments provisoires d'ossature.

Ceux-ci doivent être conçus et dimensionnés de manière à présenter un degré de sécurité adapté à celui des ouvrages définitifs

La réalisation et l'utilisation de ceux-ci doivent faire l'objet de plans d'exécution, de notices techniques et de consignes de chantier, accompagnées des justifications correspondantes. Ces documents font partie du descriptif de la méthode de montage, et doivent être tenus à disposition du maître d'œuvre sur le chantier.

Pour les dispositifs de protection complexe, ou dont dépend la sécurité des personnes ou la qualité de l'ouvrage, les documents du descriptif de la méthode de montage les concernant doivent faire l'objet d'un visa de la part du maître d'œuvre.

Pour les autres dispositifs de protection, seules les hypothèses qualitatives et numériques de base de leur dimensionnement et un schéma définissant le principe de leur constitution doivent être soumis au visa du maître d'œuvre.

## **10. Traitement des surfaces**

Sauf exception dûment justifiée, la durée de vie prévue pour la protection contre la corrosion, telle que référencée dans la norme NF EN 1090-2 et définie dans la norme EN ISO 12844, en vue de déterminer le degré de préparation des surfaces, est supérieure à 15 ans.

## **11. Tolérances géométriques**

Sauf indication contraire du C.C.T.P., les valeurs tabulées précisées dans la norme NF EN 1090-2 s'appliquent.

Pour les tolérances fonctionnelles relevant des tableaux D.2.3, D.2.5, D.2.6, D.2.7 et D.2.8 (1 à 6) la classe de tolérance 2 est requise.

Un relevé final de la géométrie de la structure métallique en place doit être effectué et enregistré. Un enregistrement des vérifications des dimensions, comprenant les valeurs relevées et leur comparaison aux valeurs théoriques, est exigé à la réception de la structure.

## **12. Contrôles, essais et réparations**

### **12.1. Contrôle extérieur**

Les opérations de contrôle extérieur ne doivent pas perturber la marche normale de la fabrication et du montage. À cette fin, le constructeur doit informer le contrôleur des plannings de fabrication et de montage qui doivent tenir compte de la durée des opérations de contrôle. Toute modification apportée au programme de fabrication doit être notifiée au contrôleur.

Le contrôleur prend toutes les dispositions nécessaires pour assumer sa mission dans les délais prévus et indique au constructeur les dates de ses interventions.

Le contrôleur doit avoir libre accès aux lieux où sont fabriqués, entreposés et montés les produits à contrôler. Il a la faculté de suivre les opérations de fabrication ainsi que les opérations de prélèvement des échantillons, de préparation et d'exécution des essais.

Le constructeur doit mettre à sa disposition le personnel et les matériels, y compris les moyens d'accès, d'échafaudages et plates-formes, nécessaires à sa mission.

Le constructeur doit informer le contrôleur se déplaçant dans les ateliers et sur les chantiers des règles de sécurité en vigueur et prendre toutes dispositions pour veiller à leur respect.

### **12.2. Contrôle après soudage**

#### **12.2.1. Méthodes de contrôle**

##### **12.2.1.1. Contrôles par ultrasons**

La référence pour le réglage de sensibilité doit être déterminée selon la technique 1. Par dérogation à la norme NF EN ISO 17640, la courbe amplitude-distance (CAD) doit être établie pour des trous de 1,5 mm de diamètre.

Le niveau de contrôle prescrit est le niveau B pour les assemblages relevant de la classe d'exécution EXC3 et le niveau C pour les assemblages relevant de la classe d'exécution EXC4.

Les défauts doivent être caractérisés conformément à la norme NF EN ISO 23379 (classification en indications planes ou volumiques).

##### **12.2.1.2. Contrôles par radiographie**

Les contrôles par radiographie sont limités à des épaisseurs nominales  $t \leq 30$  mm et doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- classe de technique : A.
- distance source-objet : conforme à la classe B (détection de défauts plans).
- indicateurs de qualité d'image (IQI) : conformes à la norme NF EN 462-2.
- Identification des radiogrammes : par bande chiffrée.

### **12.2.2. Étendue des contrôles**

Par dérogation aux dispositions de la norme NF EN 1090-2, les soudures sur chantier relevant de la classe d'exécution EXC4 doivent être contrôlées à 100%.

En complément des dispositions de la norme NF EN 1090-2, les soudures bout à bout des semelles qui sont en compression sous les combinaisons aux états limites de service sont contrôlées sur 10% de leur longueur.

En complément des dispositions de la norme NF EN 1090-2, les soudures d'angle des platines d'appui et de vérinage sont systématiquement contrôlées à 100% par magnétoscopie ou ressuage.

### **12.3. Traitement des non conformités**

#### **12.3.1. Généralités**

Le traitement des non-conformités, à tous les stades d'exécution de l'ossature métallique, doit faire l'objet de modalités permettant de dégager les solutions les plus appropriées sur le plan de l'exigence de la qualité ; celles-ci doivent être formalisées.

#### **12.3.2. Non conformités relatives aux tolérances géométriques**

Les corrections relatives au non-respect des tolérances géométriques de l'ossature métallique en place ne doivent pas mettre en cause la sécurité, la capacité portante de l'ouvrage, le confort des usagers.

### **13. Parties d'ouvrage en béton armé ou précontraint**

#### **13.1. Généralités**

L'exécution des parties d'ouvrage en béton armé ou précontraint intégrées à l'ossature doit être réalisée conformément aux stipulations du fascicule 65 du C.C.T.G.

#### **13.2. Programme de bétonnage**

L'entrepreneur doit fournir un programme de bétonnage correspondant aux hypothèses adoptées dans les notes de calcul. Sa présentation sera conforme aux stipulations du fascicule 65 du C.C.T.G. applicable aux ouvrages en béton armé ou précontraint.

#### **13.3. Coffrages**

La fixation de coffrages ou de supports de coffrage par soudage ou par "spittage" sur l'ossature est interdite. Cette interdiction ne vise pas la fixation par vis dites autoforeuses. Pour la fixation par boulonnage, il est rappelé que les perçages d'éléments d'ossature doivent satisfaire aux spécifications pertinentes de la norme NF EN 1090-2.

Les coffrages métalliques perdus en tôle mince doivent comporter, sur les parties non en contact avec le béton, une protection contre la corrosion (galvanisation, laque, ...) mise en œuvre par le fabricant ; elle doit être soumise à l'agrément du maître d'œuvre.

#### **13.4. Joints transversaux**

Sauf exception dûment justifiée, dans le cas de dalle coulée en place par plots, la longueur de chaque plot ne doit pas être inférieure à 8 mètres. Cette prescription ne concerne pas les plots de clavage.

Note : La multiplication des reprises de bétonnage n'est pas favorable à la qualité des ouvrages.

### **13.5. Dalles préfabriquées**

Les dalles préfabriquées doivent reposer sur l'ossature par l'intermédiaire d'un mortier ou d'un produit de calage assurant un bon contact mécanique entre la dalle et l'ossature. Les orifices réservés dans les dalles à l'emplacement des connecteurs doivent être remplis avec un mortier à retrait compensé.

La continuité des armatures longitudinales doit être assurée au droit des joints.

### **14. Exécution de la protection contre la corrosion**

L'exécution de la protection contre la corrosion doit être réalisée conformément aux exigences de l'Annexe F de la norme NF EN 1090-2 et aux stipulations du fascicule 56 du C.C.T.G.

### **15. Nettoyage final**

En fin de chantier, le constructeur doit effectuer le nettoyage de l'ensemble de l'ouvrage. Il doit assurer en particulier le dégagement des espaces prévus pour assurer librement les mouvements des structures

# **Annexe A (contractuelle) Utilisation de produits non certifiés Dispositions particulières**

## **A.1 Produits plats**

### **A.1.1 Conditions générales**

Lorsque l'utilisation d'aciers non couverts par une certification telle que définie à l'article 5.3.2.1 du présent fascicule est prévue dans le C.C.T.P, les dispositions suivantes s'appliquent :

- l'usine productrice doit disposer d'un système qualité certifié par une tierce partie accréditée, couvrant la production des aciers concernés ;
- la commande doit spécifier toutes les exigences techniques résultant du référentiel de la marque NF-Acier, secteur d'application "Bâtiment-Travaux Publics - Construction métallique d'ouvrages d'art et de bâtiments non courants";
- un contrôle de réception donnant lieu à l'établissement d'un certificat de réception de type 3-2 devra être effectué sur chaque tôle mère. La tierce partie devra être agréée par le Maître d'œuvre. Le document de réception devra comporter l'identification de la brame ainsi que l'identification de son usine de provenance.

### **A.1.2 Contrôle du système qualité**

Pour un site donné, l'organisation de la qualité dans l'usine doit faire l'objet d'un audit spécifique. Cet audit, réalisé par un organisme de contrôle mandaté par l'entreprise de construction métallique, après agrément du maître d'œuvre doit examiner, en particulier, les points suivants :

- • les documents liés à l'organisation de la structure ;
- • la qualification du personnel et le management de la qualité ;
- • le suivi et la traçabilité des essais, de leur exécution et de leur enregistrement.

En outre sera examinée la maîtrise des équipements de contrôle, de mesures et d'essais, notamment en ce qui concerne la vérification et l'étalonnage des machines d'essais.

### **A.1.3 Réception en usine**

Une réception en usine par tierce partie, à la charge du titulaire, doit être effectuée. Elle porte sur les points suivants :

- dans le cas d'achat de brames, blooms ou billettes : origine des produits et composition chimique sur coulée ;
- exécution sur chacune des tôles mères :
  - d'une analyse chimique sur produit avec calcul du carbone équivalent sur formule complète ;
  - d'un essai de traction dans le sens longitudinal et le sens transversal ;
  - d'une série d'essais de flexion par choc (à la température correspondant à la qualité concernée) ;
- vérification de l'absence de défauts internes par examens ultrasons (contrôle continu) ;
- vérification de l'état de surface ;
- le cas échéant, vérification des caractéristiques de déformation améliorées dans le sens perpendiculaire à la surface du produit ;
- vérification de traçabilité Tôles mères/Tôles filles avec poinçonnement systématique (pour prélèvements et sur produits validés).



## **A.2 Produits longs**

### **A.2.1 Généralités**

Les conditions ci-après s'appliquent exclusivement au cas de commandes ponctuelles ne pouvant pas faire l'objet de commandes directes auprès d'une usine productrice.

### **A.2.2 Traçabilité**

La traçabilité du produit fait l'objet d'une vérification par analyse du système de management de la qualité du distributeur et production de certificat de type 3.1.

### **A.2.3 Réception**

Une réception par tierce partie, à la charge du constructeur, doit être effectuée chez le distributeur. Elle porte sur les points suivants :

- exécution sur chaque lot de produits de mêmes dimensions et provenant de la même coulée :
  - d'une analyse chimique avec calcul du carbone équivalent sur formule complète ;
  - d'un essai de traction ;
  - d'une série d'essais de flexion par choc (à la température correspondant à la qualité concernée) ;
- vérification de l'absence de défauts internes par examens ultrasons ;
- vérification des dimensions et tolérances ;
- vérification de l'état de surface.

# **Annexe B (contractuelle) Spécifications relatives aux pièces en acier moulé**

## **B.1 Objet**

La présente annexe a pour objet de définir les exigences relatives aux pièces en acier moulé pour ouvrages d'art.

Elle s'applique à la fourniture et à la fabrication des pièces, incluant les opérations de soudage de production.

Elle ne s'applique pas aux opérations de soudage des pièces sur d'autres éléments structuraux qui sont soumises aux conditions générales définies dans les normes NF EN 1090-2, NF P 22 101-2/CN et le présent fascicule.

Note : Les prescriptions de la présente annexe suivent le plan des normes de référence et particulièrement celui de l'annexe A "Liste récapitulative d'informations obligatoires et/ou en option" de la norme NF EN 1559-2.

## **B.2 Références normatives**

NF EN 1369	<i>Fonderie - Contrôle par magnétoscopie</i>
NF EN 1371-1	<i>Fonderie - Contrôle par ressuage - Partie 1 : pièces moulées au sable, en coquille, par gravité et basse pression.</i>
NF EN 1559-1	<i>Fonderie - Conditions techniques de fourniture - Partie 1 : généralités</i>
NF EN 1559-2	<i>Fonderie - Conditions techniques de fourniture Partie 2 : spécifications complémentaires pour les pièces moulées en acier.</i>
NF EN 12454	<i>Fonderie - Examen visuel des discontinuités de surface - Pièces en acier moulées au sable.</i>
NF EN 12680-2	<i>Fonderie - Contrôle par ultrasons - Partie 2 : pièces moulées en acier pour composants fortement sollicités.</i>
NF EN 12681	<i>Fonderie - Contrôle par radiographie.</i>
NF EN ISO 8062-3	<i>Spécification géométrique des produits (GPS) - Tolérances dimensionnelles et géométriques des pièces moulées - Partie 3 : tolérances dimensionnelles et géométriques générales et surépaisseurs d'usinage pour les pièces moulées</i>

## **B.3 Définition des pièces**

Les pièces en acier moulé pour ouvrages d'art doivent être complètement définies aux plans de l'ouvrage.

## **B.4 Pièce type**

La fabrication de chaque type de pièces fait l'objet d'une pièce type soumise aux contrôles spécifiés en B.7.2.

L'approbation des résultats de ces contrôles constitue un point d'arrêt pour la suite de la fabrication.

## **B.5 Désignation**

Les pièces en acier moulé doivent être de nuance G 10 MnMoV6-3 soumise à un traitement thermique de type QT1.

## **B.6 Fabrication**

## **B.6.1 Opérations de soudage**

Les soudures majeures de production doivent être indiquées sur les plans de fabrication.

Les documents relatifs au soudage de production doivent être transmis au maître d'œuvre.

Toutes réparation par soudage doit faire l'objet d'une demande au maître d'œuvre et d'une procédure spécifique respectant les prescriptions de la présente annexe. Des essais particuliers, tel que pliage par exemple pourront être demandés.

## **B.6.2 Parachèvement**

L'état de parachèvement doit être précisé dans les documents du marché.

## **B.7 Exigences**

### **B.7.1 Matériau - Caractéristiques mécaniques**

Pour les pièces moulées d'épaisseur  $t \leq 50$  mm, la température d'essai de flexion par choc est fixée à  $-20$  °C.

### **B.7.2 Pièce moulée**

#### **B.7.2.1 Caractéristiques mécaniques**

Les caractéristiques mécaniques doivent être mesurées sur lingots échantillons attenants à la pièce.

Une vérification complémentaire d'homogénéité doit être effectuée sur la pièce par essais de dureté. Le nombre et l'emplacement des essais doivent être précisés.

#### **B.7.2.2 Essais non destructifs**

Un contrôle par magnétoscopie selon la norme NF EN 1369 ou par ressuage selon la norme NF EN 1371-1 doit être effectué sur 100% de la pièce. Les résultats doivent satisfaire aux critères Lm2 et Sm2.

Un contrôle par ultrasons selon la norme NF EN 12680 doit être effectué sur 100% de la pièce. Les résultats doivent satisfaire au niveau de sévérité 2 pour les zones fortement sollicitées et 3 pour les autres zones. Les zones de soudage doivent satisfaire au niveau de sévérité 1.

Un contrôle par radiographie selon la norme NF EN 12681 doit être effectué sur 100% de la pièce.

#### **B.7.2.3 Aspect visuel sur pièces brutes**

Un examen visuel selon la norme NF EN 12454 doit être effectué. Les résultats doivent satisfaire aux critères 2 à 3 S2.

#### **B.7.2.4 Tolérances dimensionnelles**

Les dimensions mesurées sur pièce brute doivent permettre d'obtenir les cotes finales, aux tolérances prévues.

## **B.8 Essais et documents sur les essais des matériaux**

### **B.8.1 Généralités**

Le constructeur peut convenir avec le fabricant des mesures adéquates et des niveaux de contrôle de la qualité, du degré de qualification et/ou de certification des contrôleurs ainsi que du niveau requis de la certification et de l'étendue de la documentation des résultats d'essais. Ces dispositions doivent être soumises à l'accord du maître d'œuvre.

## **B.8.2 Contrôle et essais**

La fabrication doit faire l'objet de contrôles spécifiques donnant lieu à la production d'un certificat de type 3.1.

## **B.8.3 Échantillonnage des lots d'essais**

### **B.8.3.1 Formation des lots d'essais**

Les lots d'essais sont définis comme l'ensemble des pièces définies par un même plan, issues d'une même coulée et ayant subi le même traitement thermique, dans la même fournée (ADMH selon NF EN 1559-1).

### **B.8.3.2 Fréquence des contrôles**

#### **B.8.3.2.1 Caractéristiques mécaniques**

Les contrôles doivent être réalisés sur une pièce par lot d'essai selon les conditions définies en B.7.2.1.

#### **B.8.3.2.2 Contrôles non destructifs**

Les contrôles non destructifs doivent être réalisés sur 10% des pièces de chaque lot d'essai selon les conditions définies en B.7.2.2.

Les zones devant être soudées ultérieurement doivent être contrôlées sur la totalité des pièces.

Pour les pièces usinées, les contrôles doivent être réalisés après usinage.

#### **B.8.3.2.3 Aspect visuel**

L'examen visuel doit être réalisé sur la totalité des pièces selon les conditions définies en B.7.2.3.

#### **B.8.3.2.4 Tolérances dimensionnelles**

Les cotes fonctionnelles doivent être contrôlées sur la totalité des pièces et satisfaire aux tolérances définies sur les plans ou aux spécifications de la norme NF ISO 8062-3 pour les cotes non tolérancées.

## **B.9 Marquage**

Les conditions de marquage des pièces doivent être définies dans les documents du marché.