

Les
ressources

NOTE D'INFORMATION

EXÉCUTION DES STRUCTURES EN ACIER

Compléments techniques transitoires pour
la bonne application du fascicule 66 du CCTG



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

PRÉSENTATION

Le fascicule 66 du Cahier de Clause Techniques Générales des marchés de travaux (CCTG) portant sur la construction de structures à ossature en acier est en cours de révision. Dans l'attente de sa mise à jour, des stipulations techniques transitoires doivent être incluses dans les CCTP de marché de travaux pour assurer la qualité requise de ces structures.

Les évolutions récentes de la norme de référence (NF EN 1090-2 : Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier version 2018) rendent la version actuelle (2012) du fascicule 66 du CCTG en décalage avec les exigences de qualité qui font consensus dans la profession.

Cette note d'information détaille les clauses qu'il est fortement recommandé d'inclure dans le CCTP de tout nouveau marché de travaux de construction d'un ouvrage d'art à ossature métallique, dans l'attente de la mise en cohérence / à jour du fascicule 66 du CCTG.

INTRODUCTION

Le fascicule 66 du CCTG, dédié à « l'exécution des ouvrages de génie civil en acier », annexé à l'arrêté du 30 mai 2012 relatif à la composition du cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux de génie civil, permet d'assurer la mise en complémentarité et en cohérence des différents documents participant à la qualité finale des ouvrages métalliques.

Ce fascicule avait été rédigé comme un document d'application 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. Il précise des choix parmi les exigences proposées par la norme et donne le cas échéant des exigences complémentaires. Il adopte d'ailleurs la table des matières de cette norme et y effectue de nombreux renvois. Or, le fascicule fait référence à cette norme sans mentionner de date ce qui implique l'utilisation de la dernière version en vigueur de cette norme.

Celle-ci, publiée d'abord en février 2009, légèrement amendée en 2011, a été revue de façon très conséquente en juin 2018. Cette révision comporte de nombreux et importants changements tant sur le fond que sur la forme. Sur le fond, à titre d'exemple, elle comporte une nouvelle définition de la classe d'exécution EXC4, les modifications des critères de tolérances, les modifications des étendues de contrôles non destructifs. Sur la forme, l'apparition de nouvelles annexes et nouveaux paragraphes rend caducs et inappropriés certains renvois, notamment ceux des classes de tolérances.

Ainsi, les spécifications de la version 2012 du fascicule 66 qui étaient cohérentes avec les versions de 2009 puis de 2011 de la [NF EN 1090-2](#), ne le sont plus avec la version de 2018. Une nouvelle rédaction du fascicule conforme à cette dernière version, qui est d'ores et déjà engagée, apparaît d'autant plus nécessaire que des modifications notables concernant la sévérité d'exigences sont apparues dans la version 2018 de la NF EN 1090-2. Celles-ci peuvent conduire à des distorsions de concurrence entre les acteurs économiques ainsi qu'à une absence d'homogénéité en termes de qualité et de sécurité pour les maîtres d'ouvrage.

Dans l'attente de la publication d'une nouvelle version du fascicule 66 du CCTG, la présente note d'information fournit à titre transitoire les éléments à intégrer dans les marchés publics pour garantir les exigences de qualité qui font consensus au sein de la profession.

SOMMAIRE

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 ■ Analyses des évolutions induites par la nouvelle version de la norme NF 1090-2 | p 4 |
| 2 ■ Clauses techniques à inclure dans les marchés de travaux | p 5 |

1. ANALYSES DES ÉVOLUTIONS INDUITES PAR LA NOUVELLE VERSION DE LA NORME NF 1090-2

Les évolutions techniques de la nouvelle version de la norme NF EN 1090-2 d'octobre 2018 sont multiples, mais l'évolution la plus notable est **la disparition de nombreuses préconisations techniques liées à la classe d'exécution EXC4.**

Pour rappel, une classe d'exécution est affectée à chaque élément d'une charpente métallique. Tel qu'indiqué dans l'article 4.1.2 de cette norme, quatre classes d'exécution de 1 à 4 sont retenues, désignées EXC1 à EXC4, pour lesquelles la rigueur des exigences augmente de EXC1 à EXC3. La classe EXC4 complète les exigences de la classe EXC3 par des exigences supplémentaires spécifiques au projet.

En ouvrage d'art, seules les classes EXC2 à EXC4 sont utilisées. Conformément au 4.1.2 du fascicule 66 :

- **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 ;
- **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.

À titre d'exemples :

- **la classe EXC2** est requise pour les fixations des dispositifs d'éclairage ;
- **la classe EXC3** est requise pour l'assemblage de raidisseurs ou montants ;
- **la classe EXC4** est requise pour les assemblages dont la rupture entraînerait une ruine partielle ou totale de l'ouvrage : soudure de la semelle supérieure d'une console sur la semelle supérieure d'une poutre principale, soudure de semelle inférieure en milieu de travée.

Pour la classe EXC4, la précédente version de la norme NF EN 1090-2 était particulièrement exigeante pour la qualité des soudures (ajout d'un tableau spécifique, en sus de la classe B décrite dans la norme NF EN ISO 5817) et pour les taux de contrôles non-destructifs (CND).

L'exemple le plus explicite de la baisse des exigences avec la version 2018 de la NF EN 1090-2 est le suivant :

- **le taux de contrôle d'une soudure** bout-à-bout de semelle tendue en situation d'exploitation aux ELS¹, avec un taux de travail supérieur à 50 %, est de 100 % selon la version 2011 de la norme NF EN 1090-2 (soudure obligatoirement et intégralement contrôlée par CND) ;
- **selon la version 2018 de la norme**, ce taux de contrôle est de 20 %.

L'application simple de la classe EXC4 selon la version 2018 de la norme, en lieu et place des précédentes exigences de la classe EXC4 décrites dans l'ancienne version de la norme (2011), ferait courir un risque important aux pièces les plus stratégiques d'un ouvrage d'art.

¹ ELS : États Limites de Service

2. CLAUSES TECHNIQUES À INCLURE DANS LES MARCHÉS DE TRAVAUX

Dans le cadre des marchés publics, les clauses suivantes, qui modifient ou complètent les clauses ci-après référencées dans la version 2012 du fascicule 66 du CCTG, doivent être rendues contractuelles.

§ 5.3.3.3. TOLÉRANCES D'ÉPAISSEUR

La classe de tolérance d'épaisseur B de la norme NF EN 10029 est requise pour les tôles relevant des classes d'exécution EXC3 et EXC4.

§ 5.3.3.4. ÉTAT DE SURFACE

Pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4 :

- la **classe C2** d'état de surface définie dans la norme NF EN 10163-3 est exigée pour les profilés ;
- la **classe A2** d'état de surface définie dans la norme NF EN 10163-2 est exigée pour les tôles.

§ 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 des éléments provenant de la même coulée 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.

Dans le cas d'une classe d'exécution EXC4 :

- les **angles rentrants et les grugeages** doivent être arrondis avec un rayon minimal de 10 mm ; voir la figure 2 du paragraphe 6.7 de la norme NF EN 1090-2 version 2011 ci-dessous.
- les découpes obtenues par poinçonnage sont interdites.

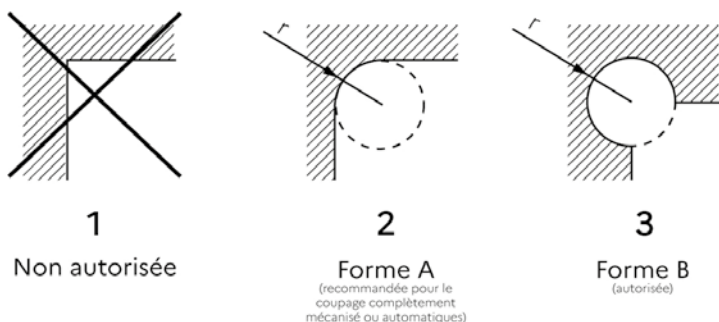


Figure 2 - Exemple de découpes

§ 6.2. PERÇAGE

Pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4, le poinçonnage sans alésage n'est pas autorisé si l'épaisseur de la tôle est supérieure à 3 mm. Pour une épaisseur de tôle supérieure à 3 mm, les trous doivent être poinçonnés à un diamètre inférieur d'au moins 2 mm au diamètre définitif. Pour une épaisseur de tôle inférieure ou égale à 3 mm, les trous peuvent être poinçonnés directement à la dimension finale.

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

§ 6.4. CHAUDES DE RETRAIT

Pour les aciers relevant des classes d'exécution EXC3 et EXC4, un mode opératoire approprié et documenté doit être élaboré.

§ 6.6. ASSEMBLAGE

Pour EXC3 et EXC4, l'alignement des trous par brochage doit être réalisé de manière à éviter une ovalisation supérieure aux valeurs données pour la classe 2 du tableau B.8 de la norme NF EN 1090-2. Dans le cas où ces valeurs seraient dépassées, les trous doivent être corrigés par alésage.

§ 7.4. FIXATIONS PROVISOIRES

L'utilisation de fixations provisoires doit être spécifiée pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4.

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.

Pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4, la dépose des fixations provisoires par découpage ou burinage est interdite.

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.

§ 7.7. EXÉCUTION DU SOUDAGE

Pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4, les projections de soudure doivent être éliminées.

§ 7.8. NIVEAU DE QUALITÉ B+ DES SOUDURES RELEVANT DE LA CLASSE D'EXÉCUTION EXC4

Les soudures de classe d'exécution EXC4 seront de niveau de qualité B+. Ce dernier correspond au niveau de qualité B de la norme NF EN ISO 5817, assorti des exigences complémentaires du tableau suivant :



Désignation des défauts ^{a)}		Limites des imperfections ^{a)}
Caniveau (5011, 5012)		Non autorisé
Porosité et soufflures (2011 à 2014)	Soudures bout-à-bout	$d \leq 0,1 s$ mais max. 2 mm
	Soudures d'angle	$d \leq 0,1 a$ mais max. 2 mm
Inclusions solides (300)	Soudures bout-à-bout	$h \leq 0,1 s$ mais max. 1 mm $l \leq s$ mais max. 10 mm
	Soudures d'angle	$h \leq 0,1 a$ mais max. 1 mm $l \leq a$ mais max. 10 mm
Défaut d'alignement (507)		$h < 0,05 t$ mais max. 2 mm
Retassure à la racine (515)		Non autorisée
Exigences supplémentaires pour les tabliers de ponts^{a)b)}		
Porosité et soufflures (2011, 2012 et 2014)		Seules les petites soufflures isolées sont acceptables
Nid de soufflures (localisé) (2013)		Total des soufflures : 2 %
Soufflure allongée, soufflure vermiculaire (2015 et 2016)		Pas de soufflures allongées
Mauvais assemblage en soudure d'angle (617)		Les soudures transversales doivent être contrôlées en totalité, léger réajustage à la racine seulement acceptable localement $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ mais max. 1 mm
Caniveau (5011)		a) soudures bout-à-bout : Seulement acceptable localement $h \leq 0,5 \text{ mm}$ b) soudures d'angle : Inacceptable si transversal à la direction de la contrainte. Les caniveaux doivent être éliminés par meulage
Défauts multiples dans une coupe transversale quelconque (n° 4.1)		Non autorisés
Inclusions solides (300)		Non autorisées
<small>a) Les symboles sont définis dans la norme NF EN ISO 5817. La désignation des défauts fait référence aux normes NF EN ISO 5817 et NF EN ISO 6520-1. b) Ces exigences sont supplémentaires à B+.</small>		

En cas de non-conformité aux critères ci-dessus, chaque cas doit être jugé individuellement. Une telle évaluation doit être basée sur la fonction de l'élément et les caractéristiques des imperfections (type, dimensions, localisation) afin de décider si la soudure est acceptable ou doit être réparée.

Nota : Les normes NF EN 1993-1-1, -1-9 et -2 et leurs annexes nationales peuvent être utilisées pour évaluer l'acceptabilité des imperfections.

§ 11. TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES

Sauf indication contraire du C.C.T.P. ou du fascicule 66, les valeurs tabulées précisées dans la norme NF EN 1090-2 s'appliquent.

Pour les tolérances fonctionnelles relevant des tableaux B.1 n° 7 à 10, B.3, B.5, B.6 et B.8 n° 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.

§ 12.2.1.2. CONTRÔLES PAR RADIOGRAPHIE

Les contrôles par radiographie sont limités à des épaisseurs nominales $t \leq 30$ mm.

§ 12.2.2. ÉTENDUE DES CONTRÔLES

En complément aux dispositions de la norme NF EN 1090-2, l'étendue des contrôles non destructifs supplémentaires de la classe d'exécution EXC4 est définie comme suit :

Type de soudure	EXC4	
	Soudures d'atelier	Soudures de chantier
Soudures transversales bout-à-bout et soudures à pénétration partielle dans les assemblages bout-à-bout soumis à une contrainte de traction : <ul style="list-style-type: none"> • $U \geq 0,5$ • $U < 0,5$ 	100 % 50 %	100 %
Soudures transversales bout-à-bout et soudures à pénétration partielle : <ul style="list-style-type: none"> • dans les assemblages en croix • dans les assemblages en T 	100 % 50 %	
Soudures d'angle transversales en traction ou en cisaillement : <ul style="list-style-type: none"> • avec $a > 12$ mm ou $t > 20$ mm • avec $a \leq 12$ mm et $t \leq 20$ mm 	20 % 10 %	
Autres soudures longitudinales, soudures de raidisseur et soudures spécifiées comme étant en compression dans le cahier des charges d'exécution	10 %	
<p>Nota 1 : U = degré d'utilisation des soudures pour des actions quasi statiques, $U = E_d / R_d$, où E_d est l'effet d'action le plus grand de la soudure et R_d est la résistance de la soudure dans l'état limite ultime.</p> <p>Nota 2 : Les termes a et t se rapportent respectivement à l'épaisseur de gorge et à l'épaisseur du matériau le plus épais devant être assemblé.</p> <p>Nota 3 : Les soudures longitudinales sont celles réalisées parallèlement à l'axe de l'élément. Toutes les autres sont considérées comme des soudures transversales.</p>		

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



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



Références bibliographiques

- [1] [Fascicule 66 du CCTG annexé à l'arrêté du 30 mai 2012](#)
- [2] [Norme NF EN 1090-2 : Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2 dans ses versions successives de 2008, 2011 et 2018](#)

CONTRIBUTEURS

Fiche réalisée sous la coordination de Marjorie Bourquencier (Cerema)

Rédacteurs :

Daniel Bitar (Centre technique de la construction métallique (CTICM)), Marjorie Bourquencier (Cerema), Patrick Canu (SNCF), Eric Collet (Berthold), Pierre Corfdir (Cerema), Sophie Damerval (AFNOR), M. Diop (Viry-Fayat), Jean-François Douroux (RATP), Laurent Gineys (SOFAST Technologie), Eric Goyheneche (Institut de Soudure), Adrien Houel (DGITM/FCA), Philippe Jandin (Cerema), Jean-Yves Joineau (Cerema), Cécile Merlin (Dillinger France), Caroline Meyer (Cerema), Jean-Michel Morel (Université Gustave Eiffel), Marie Panattoni (Société Matière), Stéphane Pauvert (Entreprise Baudin Chateaufort), Joëlle Pechenard (ARTEMA), Virginie Perier (Cerema), Pierre Peyrac (Ministère de la Transition écologique, direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM)), Alain Pinon (Association pour la certification et la qualification en peinture anticorrosion (ACQPA)), Fabien Renaudin (Cerema), Laurent Riou (Cerema), Christian Tessier (Université Gustave Eiffel), Mike Tibolt (Arcelor Mittal)

Relecteurs :

Marjorie Bourquencier (Cerema), Patrick Canu (SNCF), Eric Collet (Berthold), Pierre Corfdir (Cerema), Eric Goyheneche (Institut de Soudure), Fabien Guyot (Cerema), Adrien Houel (Ministère de la Transition écologique, direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM)), Jean-Yves Joineau (Cerema), Cécile Merlin (Dillinger France), Stéphane Pauvert (Entreprise Baudin Chateaufort), Virginie Perier (Cerema), Fabien Renaudin (Cerema), Laurent Riou (Cerema), Christian Tessier (Université Gustave Eiffel), Mike Tibolt (Arcelor Mittal)

CONTACTS

<https://www.cerema.fr/fr/contact>

Marjorie.Bourquencier@cerema.fr



EXPERTISE & INGÉNIERIE TERRITORIALE | BÂTIMENT
| MOBILITÉS | INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT |
ENVIRONNEMENT & RISQUES | MER & LITTORAL



www.cerema.fr

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Cité des mobilités - 25 avenue François Mitterrand - CS 92803 - F-69674 Bron Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30 - Achevé d'imprimer :
Juillet 2022 - Dépôt légal : Juillet 2022 - ISSN : en cours - Imprimeur : Dupliprint - Tél : 02 43 11 09 00 / Conception graphique : Farénis /
Réalisation : Cerema / Crédits photos : couverture : Pixabay, page 6 : Cerema, page 7 : Cerema.