

---

# Exécution des structures métalliques

## Selon la norme NF EN 1090-2

---

nt  
ement durable  
ts et mer

---

**Véronique BICILLI –  
LRPC d'Aix en Provence**

---

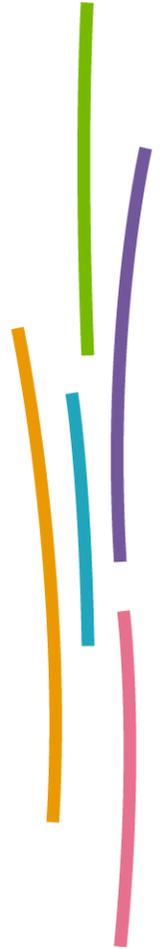
# SOMMAIRE

- 1 – Introduction
- 2 – Ancienne situation
- 3 – Modifications dans la construction métallique
- 4 – Présentation de la norme
- 5 – Les classes d'exécution
- 6 – Complément national
- 7 – Annexe A de la norme
- 8 – Exemple : Spécifications à apporter dans le chapitre « exécution des structures métalliques » d'un CCTP



# Introduction

- La norme NF EN 1090 se décompose en trois parties
  - NF EN 1090-1 : Exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structurels
  - NF EN 1090-2 : Exigences techniques pour l'exécution des structures en acier
  - NF EN 1090-3 : Exigences techniques pour l'exécution des structures en aluminium

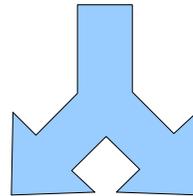


# Ancienne situation

- Norme française de référence pour l'exécution des constructions métalliques:
  - P 22-800 – Préparation des pièces en atelier
  - P 22-810 – Tolérances dimensionnelles
  - P 22-41X – Assemblages rivés
  - P 22-43X – Assemblages par boulons non précontraints
  - P 22-46X – Assemblages par boulons précontraints
  - P 22-47X – Assemblages soudés

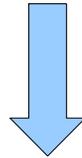


# Modifications dans la construction métallique



Conception et calcul  
Dispositions constructives

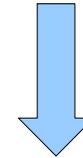
NF P 22-410  
NF P 22-430  
NF P 22-460  
NF P 22-470



**Eurocode 3**

Fabrication  
Exécution des assemblages

NF P 22-41X  
NF P 22-43X  
NF P 22-46X  
NF P 22-47X



**NF EN 1090-2**



# Présentation de l'EN 1090-2

## Sommaire de la norme

- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 – Domaine d'application         | 7 – Soudage                           |
| 2 – Références normatives         | 8 – Fixations mécaniques              |
| 3 – Termes et définitions         | 9 – Montage                           |
| 4 – Cahier des charges et dossier | 10 – Traitements des surfaces         |
| 5 – Produits constitutifs         | 11 – Tolérances géométriques          |
| 6 – Préparation et assemblage     | 12 – Contrôles, essais et réparations |

+ 12 annexes (normatives ou informatives)

Références normatives: 169 normes

# Présentation de l'EN 1090-2

## Détail des annexes

Annexe A: Informations supplémentaires, liste des options et exigences relatives aux classes d'exécution

Annexe B: Guide pour la détermination des classes d'exécution

Annexe C: Liste de contrôle de contenu d'un plan qualité

Annexe D: Tolérances géométriques

Annexe E: Assemblages soudés de profil creux

Annexe F: Protection contre la corrosion

Annexe G: Essai pour déterminer le coefficient de frottement

Annexe H: Essai pour déterminer les couples de serrage pour boulons précontraints en condition de chantier

Annexe J: Utilisation d'indicateurs directs de précontrainte de type rondelles compressibles

Annexe K: Boulons hexagonaux injectés

Annexe L: Guide pour l'organigramme de mise au point et d'utilisation d'un DMOS

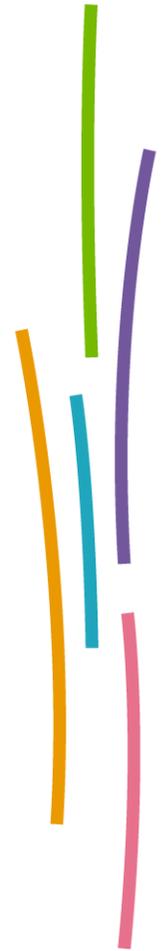
Annexe M: Méthode séquentielle de contrôle des éléments de fixation

# NF P 22-101-2/CN

## Complément national à la NF EN 1090-2

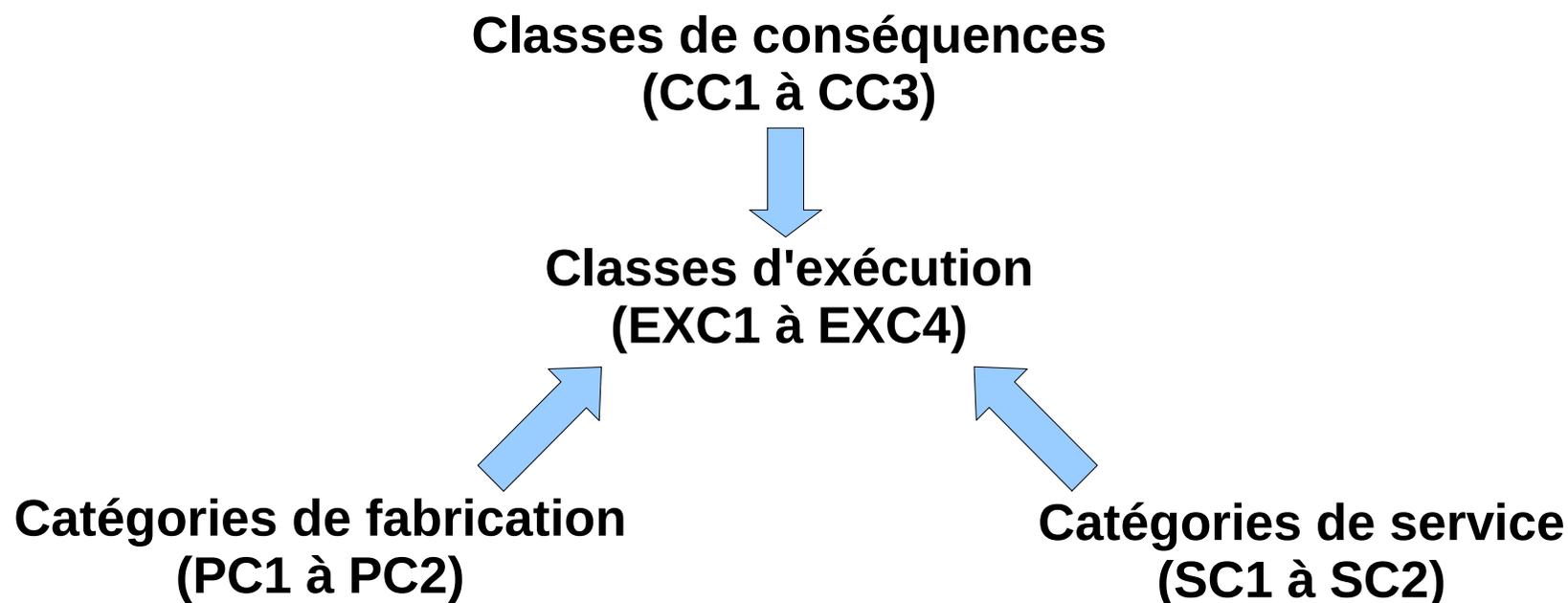
(Juillet 2009)

- Fournit des informations complémentaires et définit certaines modalités pour l'application en France de la NF EN 1090-2
- Il doit être utilisé conjointement avec la norme NF EN 1090-2



# Les classes d'exécution

- Le choix des classes se fait grâce à l'annexe B de la norme rendue normative par le complément national
- Les classes d'exécution reposent sur l'évaluation du risque du point de vue:
  - des conséquences,
  - du type de fabrication,
  - de la catégorie de service



# Les classes d'exécution

## Classes de conséquences

- Le critère de classification des conséquences est l'importance de la structure ou de l'élément structural concerné, en termes de conséquences de la défaillance.

Classe de conséquences	Description	Exemples de bâtiments et de travaux de génie civil
CC3	Conséquence <b>élevée</b> en termes de perte de vie humaine, <i>ou</i> conséquences économiques, sociales ou d'environnement <b>très importantes</b>	Tribunes, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient élevées (par exemple salle de concert)
CC2	Conséquence <b>moyenne</b> en termes de perte de vie humaine, conséquences économiques, sociales ou d'environnement <b>considérables</b>	Bâtiments résidentiels et de bureaux, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient moyennes (par exemple bâtiment de bureaux)
CC1	Conséquence <b>faible</b> en termes de perte de vie humaine, <i>et</i> conséquences économiques, sociales ou d'environnement <b>faibles ou négligeables</b>	Bâtiments agricoles normalement inoccupés (par exemple, bâtiments de stockage), serres

# Les classes d'exécution

## Catégories de fabrication

- 2 catégories de fabrication selon la difficulté d'exécution de la structure ou de ses éléments (complexité des assemblages, aciers à hautes caractéristiques...)

Catégories	Critères
PC1	<ul style="list-style-type: none"><li>— Éléments non soudés fabriqués à partir de produits en acier quelles que soient leurs nuances</li><li>— Éléments soudés fabriqués à partir de produits de nuance d'acier inférieure à S355</li></ul>
PC2	<ul style="list-style-type: none"><li>— Éléments soudés fabriqués à partir de produits de nuance d'acier supérieure ou égale à S355</li><li>— Éléments essentiels à l'intégrité de la structure qui sont assemblés par soudage sur le chantier de construction</li><li>— Éléments devant subir un formage à chaud ou un traitement thermique au cours de la fabrication</li><li>— Éléments de treillis tubulaires nécessitant des découpes en gueule de loup</li></ul>



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère  
de l'Écologie, de l'Énergie,  
du Développement  
durable  
et de la Mer

# Les classes d'exécution

## Catégories de service

- 2 catégories de service selon le type d'action et les risques sismiques

Catégories	Critères
SC1	<ul style="list-style-type: none"><li>— Structures et éléments calculés pour des actions quasi statiques seulement (Exemple : Bâtiments)</li><li>— Structures et éléments avec leurs assemblages calculés pour des actions sismiques dans des régions à faible activité sismique et dans la classe de ductilité DCL*</li><li>— Structures et éléments calculés pour des actions de fatigue exercées par des ponts roulants (classe S<sub>0</sub>)**</li></ul>
SC2	<ul style="list-style-type: none"><li>— Structures et éléments calculés pour des actions de fatigue selon l'EN 1993. (Exemples : Ponts routiers et ferroviaires, ponts roulants (classe S<sub>1</sub> à S<sub>9</sub>)**, structures sensibles aux vibrations induites par le vent, la foule ou les machines tournantes)</li><li>— Structures et éléments avec leurs assemblages calculés pour des actions sismiques dans des régions à moyenne ou forte activité sismique et dans les classes de ductilité DCM* et DCH*</li></ul>

\* DCL, DCM, DCH : classes de ductilité selon l'EN 1998-1.

\*\* Pour la classification des actions de fatigue exercées par les grues, voir les EN 1991-3 et EN 13001-1.

# Les classes d'exécution

Classes de conséquences		CC1		CC2		CC3	
Catégories de service		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Catégories de fabrication	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3	EXC4

- A noter qu'en l'absence de spécification dans le marché, c'est la classe EXC2 qui s'applique.
- Pour les parties structurelles des ouvrages d'art, on retiendra la classe EXC3 à l'exception des joints bout à bout pour lesquels on applique la classe EXC4.

# Annexe A (normative)

3 pages

- Annexe A1 : Informations supplémentaires requises

7 – Soudage	
7.5.6	Zones où le soudage de fixations provisoires n'est pas autorisé
7.5.6	Utilisation de fixations provisoires pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4
7.5.13	Dimensions des trous destinés aux soudures en entaille et en bouchon
7.5.14.1	Largeur minimale visible des soudures à l'arc par points
7.5.15	Exigences relatives à d'autres types de soudures
7.5.17	Exigences relatives au meulage et à l'arasage de la surface des soudures finies
7.7.2	Finition de surface des zones de soudure sur les aciers inoxydables
7.6	Toutes exigences complémentaires concernant la géométrie et le profil de la soudure
7.7.3	Exigences relatives au soudage de différents aciers inoxydables entre eux ou à d'autres matériaux métalliques

# Annexe A (normative)

4 pages

- Annexe A2 : Options qui peuvent être spécifiées

7 – Soudage	
7.3	Si l'utilisation d'autres procédés de soudage est autorisée explicitement
7.4.1.1	Si des conditions particulières de réalisation des soudures de pointage sont requises
7.4.1.2 b) 1)	Si des essais de choc sont exigés
7.4.1.4	Si des essais de production relatifs au soudage sont requis
7.5.4	Autres spécifications que celles indiquées dans l'Annexe E pour assemblage d'éléments en profils creux à souder
7.5.6	Si le découpage et le burinage sont autorisés pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4
7.5.8.2	Si des retours d'extrémité des soudures d'angle pour les éléments minces ne sont pas exigés
7.5.9.1	Si des appendices sont requis pour EXC2
7.5.9.1	Si une surface affleurante est requise.
7.5.9.2	Si un support envers permanent en acier ne doit pas être utilisé pour les soudures d'un seul côté
7.5.9.2	Si l'arasement par meulage de soudures bout à bout des assemblages entre profils creux exécutées d'un seul côté sans support envers est autorisé.
7.5.13	Si les soudures en bouchon réalisées sans soudures en entaille préalables sont autorisées

# Annexe A (normative)

- Annexe A3 : Exigences relatives à chaque classe d'exécution

<b>7.4 Qualification des modes opératoires de soudage et du personnel en soudage</b>				
7.4.1 Qualification des modes opératoires de soudage	SE	Voir Tableau 12 et Tableau 13	Voir Tableau 12 et Tableau 13	Voir Tableau 12 et Tableau 13
7.4.2 Qualification des soudeurs et des opérateurs	Soudeurs : EN287-1 Opérateurs : EN 1418	Soudeurs : EN 287-1 Opérateurs : EN 1418	Soudeurs : EN 287-1 Opérateurs : EN 1418	Soudeurs : EN 287-1 Opérateurs : EN 1418
7.4.3 Coordination en soudage	SE	Connaissances techniques selon le Tableau 14 ou le Tableau 15	Connaissances techniques selon le Tableau 14 ou le Tableau 15	Connaissances techniques selon le Tableau 14 ou le Tableau 15
7.5.1 Préparation des joints	SE	SE	Peintures primaires appliquées en usine non autorisées	Peintures primaires appliquées en usine non autorisées
7.5.6 Fixations provisoires	SE	SE	Utilisation à spécifier découpage et burinage interdits	Utilisation à spécifier découpage et burinage interdits
7.5.7 Soudures de pointage	SE	Mode opératoire de soudage qualifié	Mode opératoire de soudage qualifié	Mode opératoire de soudage qualifié

# Spécifications à ajouter dans le chapitre « exécution des structures métalliques » d'un CCTP

## Exécution du soudage

- Ajout des spécifications pour la tolérance des pièces assemblées bout à bout
- Ajout des spécifications concernant les domaines de validité des QMOS au niveau des nuances et qualités d'aciers en complément à la NF EN ISO 15614-1
- Interdiction de déposer les éléments provisoires par burinage
- L'utilisation de support envers permanent est interdite
- Les essais de production sont exigés. Les essais de production sont définis dans au §12.4.4 de l'EN 1090-2 pour :
  - Pour les aciers de nuance  $>$  ou  $=$  à 460MPa,
  - Pour un procédé de soudage à forte pénétration en soudure d'angle,
  - Pour les tôles d'acier des tabliers orthotropes de ponts.

# Spécifications à ajouter dans le chapitre « exécution des structures métalliques » d'un CCTP



## Contrôle du soudage (1)

- Possibilité de préconiser le niveau de qualité B+ pour certains cordons en EXC3
- Définition du caractère nouveau des DMOS (relatif à l'exécution de l'ensemble des ouvrages construits par une même usine dans le cadre du présent dossier)
- Choix dans les méthodes de contrôles non destructifs
- La production d'une procédure de contrôle est obligatoire
- Étendue du contrôle :
  - Définition (l'étendue du contrôle est définie par rapport à chaque partie de soudure présentant les mêmes critères vis à vis des seuils)
  - Compléments pour les soudures bout à bout en compression (contrôle à 10% en atelier et 20% sur chantier)
- Compléments pour les soudures d'angle (sont contrôlées à 100% par magnétoscopie ou ressuage, les soudures qui deviennent inaccessibles par la suite et les soudures d'angle des platines d'appui et de vérinage)

# Spécifications à ajouter dans le chapitre « exécution des structures métalliques » d'un CCTP

## Contrôle du soudage (2)

- Compléments pour le contrôle par ultrasons :
  - Diamètre du trou de référence
  - Niveau d'examen
  - Points à préciser dans le rapport d'essais
  - Critères d'acceptation
- Compléments pour le contrôle par radiographie :
  - Définition de la classe (Classe A de l'EN 444)
  - La distance source-film est conforme à la figure 2 de l'EN 444
  - Définition et positionnement de l'indicateur de qualité d'image

# Conclusion

- La norme NF EN 1090-2 est une norme tiroir qui permet d'avoir un référentiel unique facilement utilisable.
- Cependant son large domaine d'utilisation impose une rédaction rigoureuse des parties techniques des marchés avec définition des classes d'exécution et des options.

