

RECOMMANDATIONS DE LA CNC2M

RECOMMANDATIONS POUR LA DETERMINATION DES CLASSES D'EXECUTION SELON LA NF EN 1090-2 POUR LES STRUCTURES EN ACIER DE BATIMENT

JANVIER 2015

Membres de la CNC2M

Président : M MAITRE

Secrétariat : MME LEMAIRE – BNCM

MME	ALGRANTI	CTICM
M	ARIBERT	INSA DE RENNES
M	BALGIU	QUALICONSULT
M	BARRAULT	FIMEC TECHNOLOGIES
M	BEGUIN	CTICM
M	BITAR	CTICM
MME	BONIFACE	EIFFAGE CM
M	BUREAU	CTICM
M	CAILLEAU	AFNOR
M	CAUSSE	VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS
M	CHABROLIN	CTICM
M	COUCHAUX	CTICM
M	COUGNAUD	YVES COUGNAUD
MME	DAVAINE	INGEROP EXPERTISE ET STRUCTURES
M	DEFURNE	YVES COUGNAUD
M	DELPUECH	MEDDE/DGITM
M	DENYS	CIAN ENTREPRISE
MME	DUSSAUGEY	CISMA
M	ETIENNE	SADEF FRANCE
M	FOUCHE BAYLION	SOCOTEC
M	GAULIARD	SCMF
M	GENEREUX	CEREMA
M	GINEYS	GFD
M	GOURMELON	EXPERT SFN
M	GREFF	GFD
M	HENRIQUES	CSTB
M	HOSTALERY	BUREAU VERITAS
M	HOUEL	CEREMA
M	IZABEL	SNPPA
M	LAMADON	BUREAU VERITAS
M	LAMY	UNION DES METALLIERS - FFB
M	LE CHAFFOTEC	CTICM
M	LEBLOND	CSTB
MME	LEMAIRE	BNCM/CTICM
M	LEQUIEN	CETEN APAVE
M	LUKIC	CTICM
M	MAITRE	EXPERT SFN
M	MARTIN	CTICM
M	MENIGAULT	BN ACIER
M	MOHEISSEN	EXPERT SFN
M	MONTEL	SARL IDEAL
MME	PALISSON	SNPPA
MME	PECHENARD	AFFIX
M	PERNIER	EXPERT SFN
M	PLATZ	ARCELOR MITTAL / PROFIL DU FUTUR
M	POTRON	CAPEB
M	RAOUL	EXPERT SFN
MME	RAVONINAHIDRAIBE	CTICM
M	ROBERT	CEREMA
M	SEMIN	CTICM
M	SIFFERLIN	EDF
M	SOKOL	B.E. SOKOL CONSULTANTS
M	SOMJA	INSA DE RENNES
M	THOLLARD	TRACTEBEL ENGINEERING S.A
M	THONIER	EGF BTP

M	TRIQUET	SNCF
M	TROUART	UNION DES METALLIERS - FFB
M	VILLETTE	BAUDIN CHATEAUNEUF
M	ZHAO	CTICM

AVANT-PROPOS

Ces Recommandations ont été rédigées afin de faciliter la compréhension et l'application de la norme NF EN 1090-2+A1 :2011 et d'établir un guide de détermination des classes d'exécution des éléments de structure en acier, à l'intention des prescripteurs, bureaux d'études et de contrôle et des entreprises de construction métallique. Ce document ne se substitue pas à la norme NF EN 1090-2.

Ce document fournit des recommandations utilisables par les différents intervenants pour déterminer les niveaux d'exigences associés à la fabrication et au montage des différents éléments d'une structure en acier ou mixte acier-béton.

Ce document n'a pas vocation à se substituer aux pièces contractuelles qui peuvent traiter de ce sujet avec une approche différente, liée aux spécificités éventuelles d'un ouvrage ou d'un élément d'ouvrage.

Ces Recommandations ont été établies par un groupe de travail composé de :

Mme	ALGRANTI	CTICM
Mme	AZEMA	CSTB
Mme	BARTERA	VP & GREEN
M	BOGNER	EIFFAGE CM
M	BUREAU	CTICM
M	COUGNAUD	YVES COUGNAUD
M	DENYS	CIAN ENTREPRISE
M	FERAY	AKZO NOBEL
M	HENRIQUES	CSTB
M	HOSTALERY	BUREAU VERITAS
M	LAMY	UNION DES METALLIERS
M	LE CHAFFOTEC	CTICM
Mme	LEMAIRE	BNCM/CTICM
M	MAITRE	EXPERT SFN
M	MARMORET	CAPEB
M	MONTEL	SARL IDEAL
M	OLIVET	CAPEB
MME	PALISSON	SNPPA
M	POTRON	CAPEB
Mme	RAVONINAHIDRAIBE	CTICM
M	SAUGIER	WALTEFAUGLE
M	SEMIN	CTICM
M	SIFFERLIN	EDF
M	THONIER	EGF BTP

Le présent document a été entériné par la CNC2M (Commission de Normalisation de la Construction Métallique et Mixte), le 23 Décembre 2014.

Les utilisateurs de ces Recommandations sont invités à faire connaître leurs éventuelles observations au Bureau de Normalisation de la Construction Métallique, chargé de la gestion de la commission CNC2M :

BNCM

Centre Technique Industriel de la Construction Métallique
Espace Technologique, Immeuble Apollo
L'orme des merisiers
91193 SAINT-AUBIN
bncm@cticm.com

Note 1: A la date de la présente version de ces Recommandations, il convient de signaler que des projets d'évolution de la NF EN 1090 sont en cours dont plus particulièrement la création d'une partie 4 sur les éléments formés à froid et la révision de la partie 2. Une mise à jour du NF DTU 32.1 et du complément national NF P 22-101-2/CN est également prévue.

Note 2: L'attention de l'utilisateur est attirée sur le remplacement de l'Annexe B de la NF EN 1090-2 par une Annexe C « Sélection de la classe d'exécution » dans la norme NF EN 1993-1-1 « Eurocode 3 », sans conséquence de fond sur ces Recommandations.

Note 3: Ces Recommandations s'appliquent aux ouvrages de bâtiment. Pour d'autres types d'ouvrages, il convient de se reporter aux documents normatifs correspondants lorsqu'ils existent (par exemple le Fascicule 66 pour les ponts, les normes NF EN 1993-3-1 et NF EN 1993-3-2 pour les pylônes et les cheminées, la norme NF EN 1993-4-1 pour les silos).

TABLE DES MATIERES

1	OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	7
2	REFERENCES NORMATIVES ET BIBLIOGRAPHIQUES	7
3	PRINCIPE GENERAL DE LA DEMARCHE	8
4	METHODOLOGIE	8
4.1	<i>Choix de la classe de conséquences de l'ouvrage</i>	8
4.2	<i>Définition des familles d'éléments structuraux</i>	9
4.3	<i>Détermination de la classe de conséquences par famille d'éléments</i>	11
4.4	<i>Choix de la catégorie de service et de production</i>	11
4.5	<i>Détermination de la classe d'exécution</i>	13
5	DIFFERENTIATION DES EXIGENCES SELON LES CLASSES D'EXECUTION	14

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Le présent document fournit des recommandations pour la détermination des classes d'exécution appropriées aux éléments en acier de structures de bâtiment devant être réalisées conformément à la norme NF EN 1090-2.

Les présentes Recommandations peuvent être appliquées à tous les bâtiments dotés d'une structure en acier ou mixte acier-béton, construits en France Métropolitaine et dans les DOM.

Les présentes Recommandations peuvent :

- soit être utilisées par les prescripteurs pour définir dans les cahiers des charges, les classes d'exécution à prendre en compte par les entreprises chargées des travaux ;
- soit être référencées dans les documents particuliers des marchés, comme pièce contractuelle devant encadrer la définition des classes d'exécution par les entreprises chargées des travaux ;
- soit être utilisées par ces mêmes entreprises pour effectuer ce choix de classes d'exécution, en l'absence de prescription des documents particuliers de leur marché.

Les présentes Recommandations sont directement applicables aux éléments courants de structures de bâtiments listés au Tableau 2 du chapitre 4.2 ci-après. Pour d'autres types d'élément structural non explicitement cités, une analyse particulière est généralement nécessaire pour évaluer si la démarche prévue par ces Recommandations nécessite des adaptations éventuelles.

Le chapitre 5, basé sur le Tableau A.3 de la norme NF EN 1090-2 est destiné aux entreprises. Il apporte un complément d'information sur les différenciations entre classes d'exécution.

2 REFERENCES NORMATIVES ET BIBLIOGRAPHIQUES

NF EN 1090-2 – *Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier.*

NF DTU 32.1 – *Travaux de bâtiment – Charpente en acier – Partie 1 : Cahier des clauses techniques types (CCT) – Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (CCS).*

NF P22-101-2/CN – *Exécutions 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.*

NF EN 1990 – *Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures.*

NF EN 1990/NA – *Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures – Annexe nationale à la NF EN 1990:2003.*

NF EN 1991-1-4 – *Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 : Actions générales – Actions du vent.*

NF EN 1993-1-1 – *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments.*

NF EN 1993-1-3 – *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-3 : Règles générales – Règles supplémentaires pour les profilés et plaques formés à froid.*

NF EN 1993-3-1 – *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 3-1 : Tours, mâts et cheminées – Pylônes et mâts haubanés.*

NF EN 1993-4-1 – *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 4-1 : Silos.*

NF EN ISO 9606-1 – *Épreuve de qualification des soudeurs – Soudage par fusion – Partie 1 : Aciers.*

NF EN ISO 15614-1 – *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.*

NF EN ISO 15613 – *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification sur la base d'un assemblage soudé de pré production.*

Fascicule 66 – *Exécution des ouvrages de génie civil à ossatures en acier.*

Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier et mixtes non ou faiblement dissipatives – 31/01/2013 (BNCM/CNC2M-N0035).

Directive 2012/18/UE du Parlement Européen et du Conseil du 4 juillet 2012 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, modifiant puis abrogeant la directive 96/82/CE du Conseil (Journal officiel de l'Union européenne du 24/07/2012).

3 PRINCIPE GENERAL DE LA DEMARCHE

La définition des classes d'exécution est une condition préalable à l'application des différentes exigences techniques de la norme NF EN 1090-2. La classe d'exécution est le principal critère qui détermine le niveau d'exigences attendu, en termes de qualité d'exécution et de tolérances, de niveau de contrôle interne et externe, tant en atelier que sur site.

Conformément aux indications de la clause 4.1.2 de la norme NF EN 1090-2, différentes classes d'exécution peuvent être déterminées pour un même ouvrage, en fonction du niveau de fiabilité attendu pour les différents éléments et assemblages constitutifs de la structure.

Note La clause 4.1.2 offre la possibilité de faire varier la classe d'exécution pour les différentes exigences concernant un même élément. Cette possibilité n'est pas exploitée dans le cadre de ces Recommandations (complexité du suivi).

La démarche proposée par les présentes Recommandations comporte les étapes suivantes :

1. une classe de conséquences CCO est affectée à l'ouvrage considéré dans sa globalité (Tableau 1) ;
2. pour prendre en compte la différenciation du niveau de fiabilité requis entre les différents éléments structuraux, ceux-ci font l'objet d'un classement par famille, présenté au Tableau 2 ;
3. une classe de conséquences CC est attribuée à chaque élément en fonction de sa famille et de la classe CCO de l'ouvrage (Tableau 3);
4. la classe d'exécution de l'élément structural se déduit ensuite (Tableau 6) :
 - de la classe de conséquence CC qui lui a été affectée,
 - de la catégorie de service SC (Tableau 4) qui prend en compte la nature des actions auxquelles l'élément est soumis,
 - de la catégorie de production PC (Tableau 5) qui prend en compte la nuance de l'acier constitutif de l'élément et le niveau de difficultés techniques de sa fabrication.

4 METHODOLOGIE

4.1 Choix de la classe de conséquences de l'ouvrage

Le choix de la classe de conséquences « Ouvrage » doit être défini dans les documents du marché.

Il doit être établi en tenant compte des conséquences d'une défaillance ou d'un mauvais fonctionnement de la structure, telles que prévues par la norme NF EN 1990 :2002.

Les présentes Recommandations proposent au prescripteur une définition plus précise des classes de conséquences « Ouvrage » (CCO), s'appuyant sur des exemples de constructions courantes (voir Tableau 1).

Note: Au sens de ces recommandations, les ouvrages présentant une complexité architecturale exceptionnelle ne sont pas considérés comme des constructions courantes et doivent faire l'objet d'une analyse particulière.

Tableau 1 : Définition des classes de conséquences "Ouvrage"

Classes de conséquences "Ouvrage »	Exemples de constructions courantes
CCO.1	<ul style="list-style-type: none"> - Maisons individuelles ; - Bâtiments agricoles ; - Bâtiments peu fréquentés, dont aucune partie ne se situe à une distance d'un autre bâtiment ou d'une zone fréquentée, inférieure à 1,5 fois leur hauteur (par exemple petit stockage, activité artisanale unique).
CCO.2a	<ul style="list-style-type: none"> - Bâtiments d'habitation collective, d'hôtellerie, et de bureaux jusqu'à R+3 ; - Bâtiments industriels de hauteur jusqu'à 8 m à la sablière ; - Locaux de vente au détail jusqu'à R+2, surface de plancher par niveau inférieure à 1000 m² ; - Autres bâtiments recevant du public, jusqu'à R+1, surface de plancher par niveau inférieure à 2000 m² (sauf ceux cités dans une classe supérieure du fait de leur destination) ; - Parkings aériens couverts à simple rez-de-chaussée.
CCO.2b	<ul style="list-style-type: none"> - Bâtiments d'habitation, d'hôtellerie, de bureaux, et locaux de vente au détail jusqu'à 28 mètres de hauteur ; - Bâtiments scolaires ; - Bâtiments industriels de hauteur au-delà de 8 m à la sablière ; - Autres bâtiments recevant du public, jusqu'à 28 mètres de hauteur, surface de plancher par niveau inférieure à 5000 m² ; - Autres bâtiments accueillant plus de 300 personnes en fonctionnement normal ; - Parkings aériens jusqu'à R+5.
CCO.3	<ul style="list-style-type: none"> - Bâtiments définis en CCO.2b en dehors des limites fixées ; - Tous bâtiments de catégorie d'importance IV au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010* [7] ; - Bâtiments abritant des substances ou produits dangereux (SEVESO seuil haut et bas)**.
<p>* Exemples de bâtiments de catégorie d'importance IV [7]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - les bâtiments abritant les moyens de secours ; - les bâtiments des établissements de santé au sens de l'article L.711-2 du code de la santé publique ; - les bâtiments de production ou de stockage d'eau potable ; - les bâtiments des centres de distribution publique de l'énergie ; - les bâtiments des centres météorologiques, etc... <p>** Installations classées soumises aux règles de la DIRECTIVE SEVESO III [9]</p>	

4.2 Définition des familles d'éléments structuraux

La différenciation du niveau de fiabilité requis pour les éléments d'une même structure est fondée sur la définition de familles, tenant compte du rôle de ces éléments dans la stabilité générale, et des enjeux attachés à leur ruine propre éventuelle (critère de portée notamment).

Le Tableau 2 présente cette hiérarchie de familles, avec pour chacune d'elles une liste d'éléments courants de structure de bâtiment qui y sont rattachés. Par définition, cette liste ne peut être exhaustive ; elle peut donc devoir être complétée pour des ouvrages particuliers par leur conception ou par leur destination.

Tableau 2 : Définition des familles d'éléments

Famille	Types d'élément structural
A	Eléments secondaires ne participant pas à la stabilité générale* <ul style="list-style-type: none"> — Empannage : pannes, éclisses, échantignoles, liernage, bracons, chevêtres ; — Eléments de façade : lisses, montants de bardage, linteaux ; — Eléments de plancher jusqu'à 8 mètres de portée ; — Auvents jusqu'à 3 mètres de portée et acrotères.
B	Eléments de circulation courants <ul style="list-style-type: none"> — Eléments porteurs de passerelle de circulation jusqu'à 10 mètres de portée, et jusqu'à 2 UP (unités de passage) ; — Poutrason, limons, et supports d'escaliers ; — Eléments porteurs des passerelles d'entretien.
C	Eléments de plancher <ul style="list-style-type: none"> — Solives de portée supérieure à 8 mètres ; — Poutres à âme pleine, de portée supérieure à 8 mètres ; — Poutres alvéolaires (toutes configurations) ; — Poteaux pendulaires et consoles supports de plancher.
D	Supports d'équipements industriels <ul style="list-style-type: none"> — Chemins de roulement pour ponts roulants de capacité inférieure ou égale à 100 kN, contreventements associés, consoles-supports ; — Supports de machines courantes (capacité limitée à 100 kN).
D+	Supports d'équipements industriels lourds <ul style="list-style-type: none"> — Chemins de roulement pour ponts roulants de capacité supérieure à 100 kN, contreventements associés, consoles-supports ; — Supports de machines lourdes.
E	Eléments courants de structure principale ** <ul style="list-style-type: none"> — Eléments constitutifs de portiques de portée inférieure ou égale à 35 mètres et de hauteur inférieure ou égale à 15 mètres (poteaux, traverses à âme pleine, traverses treillis) ; — Poutres treillis de portée inférieure ou égale à 35 mètres ; — Poutres-au-vent, palées de stabilité ; — Auvents (portée maximum 6 mètres) ; — Eléments porteurs de passerelle de circulation de portée supérieure à 10 mètres et inférieure ou égale à 35 mètres, de plus de 2 UP (Unités de passage).
E+	Eléments complexes de structure <ul style="list-style-type: none"> — Eléments constitutifs de portiques de portée supérieure à 35 mètres (poteaux, traverses à âme pleine, traverses treillis) ou de hauteur supérieure à 15 mètres ; — Poutres treillis de portée supérieure à 35 mètres ; — Auvents (portée supérieure à 6 mètres) ; — Eléments porteurs de passerelle de circulation de portée supérieure à 35 mètres.
<p>* Les éléments participant à la stabilité générale sont constitués des éléments structuraux qui conduisent les efforts horizontaux, dus aux actions extérieures (vent, séisme, ...), jusqu'aux fondations et qui assurent le contreventement de la structure principale.</p> <p>** Les éléments de structure principale sont constitués des éléments structuraux qui conduisent les efforts principaux, dus aux actions extérieures, jusqu'aux fondations.</p>	

Les assemblages entre éléments doivent faire l'objet d'une analyse permettant leur classement dans l'une des familles des éléments assemblés.

Par exemple :

- l'assemblage d'une panne (famille A) sur une poutre E+ reste en famille A ;
- l'assemblage poutre-poteau dans un portique de famille E est également de famille E.

4.3 Détermination de la classe de conséquences par famille d'éléments

Afin de déterminer la classe d'exécution pour chaque famille d'élément constitutif de la structure de l'ouvrage, il convient de définir une classe de conséquences spécifique à l'élément structural, à partir du tableau ci-dessous, en croisant la classe de conséquences relative à l'ouvrage et la famille de l'élément :

Tableau 3 : Définition des classes de conséquences par famille d'éléments

Classes de conséquences CC								
Classe de conséquences de l'élément structural		Familles d'éléments						
		A	B	C	D	D+	E	E+
Classe de l'ouvrage	CCO.1	CC1	CC1	CC1	CC1	CC2	CC1	CC2
	CCO.2a	CC1	CC1	CC2	CC1	CC2	CC2	CC2
	CCO.2b	CC1	CC1	CC2	CC2	CC2	CC2	CC3
	CCO.3	CC1	CC1	CC2	CC2	CC3	CC3	CC3

Lorsqu'un élément structural au sein d'un même ouvrage relève de plusieurs familles (par exemple lorsqu'il assure différentes fonctions dans l'ouvrage) entraînant des classes de conséquences différentes, il convient de considérer celle qui conduit à la classe d'exécution la plus élevée.

4.4 Choix de la catégorie de service et de production

Comme pour les classes de conséquences, les catégories de service et de production sont à définir par famille d'éléments structuraux.

Il est recommandé de définir les catégories de service dans les documents du marché. A minima, ces catégories doivent être précisées dans le cahier des charges d'exécution de l'entreprise, au stade du dossier d'études de l'ouvrage (voir NF DTU 32.1).

Tableau 4 : Critères de choix des catégories de service

Catégorie de service	Exemples
SC1	<ul style="list-style-type: none"> — éléments structuraux calculés pour des actions quasi statiques ^(a), sauf cas définis en SC2 ; — éléments structuraux calculés pour des actions de fatigue exercées par des ponts roulants de classe S0 ^(b) ; — éléments structuraux avec leurs assemblages calculés pour des actions sismiques dans la classe de ductilité DCL et DCL+ ^(c).
SC2	<ul style="list-style-type: none"> — éléments structuraux calculés pour des actions de fatigue exercées par des ponts roulants de classe S1 à S9 ^(b) ; — éléments structuraux calculés pour des actions dynamiques induites par la foule ^(d) ou les machines tournantes ; — éléments structuraux avec leurs assemblages, calculés pour des actions sismiques dans les classes de ductilité DCM et DCH ^(e) ; — structures sensibles aux instabilités aéroélastiques ou au détachement tourbillonnaire (Annexe E de l'EN 1991-1-4) mais aussi les structures pour lesquelles la part dynamique (C_d) du coefficient structural $C_s C_d$ dépasse la valeur seuil de 1,25.
<p>^(a) Le vent est considéré comme une action quasi-statique : voir la NF EN 1991-1-4 (chapitre 3.3),</p> <p>^(b) Les classes S0 à S9 sont définies dans le Tableau 2.11 de la NF EN 1991-3. Ces classes prennent en compte la fréquence d'utilisation du pont et le niveau usuel de chargement.</p> <p>^(c) Voir les « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier et mixtes non ou faiblement dissipatives » de la CNC2M.</p> <p>^(d) Certains escaliers de secours relèvent de cette catégorie en fonction de la destination des ouvrages qu'ils desservent.</p> <p>^(e) La catégorie SC2 concerne les éléments conçus pour avoir un comportement dissipatif, ainsi que leurs assemblages, en tant qu'éléments de structure parasismique en classe de ductilité DCM ou DCH selon la norme NF EN 1998-1. Les autres éléments de la structure, non dissipatifs, peuvent être considérés en catégorie SC1.</p>	

Tableau 5 : Critères de choix des catégories de production

Catégorie de production	Exemples
PC1	<ul style="list-style-type: none"> — Éléments non soudés fabriqués à partir de produits en acier, quelles que soient leurs nuances. — Éléments soudés fabriqués à partir de produits de nuance d'acier inférieure à S355. — Soudures âme /semelle de PRS de nuance d'acier inférieure ou égale à S355.
PC2	<ul style="list-style-type: none"> — Éléments soudés (toutes nuances) comportant des assemblages de continuité par soudures bout à bout. — Éléments soudés fabriqués à partir de produits de nuance d'acier supérieure ou égale à S355. — Éléments essentiels à l'intégrité de la structure qui sont assemblés par soudage sur le chantier de construction. — Éléments devant subir un formage à chaud ou un traitement thermique au cours de la fabrication. — Éléments de treillis tubulaires nécessitant des découpes en gueule de loup. — Assemblages particuliers tels que certains inserts à goujons.

4.5 Détermination de la classe d'exécution

Pour chaque famille d'élément structural, il est recommandé de déterminer une classe d'exécution à partir du Tableau 6, en tenant compte de la classe de conséquences (fonction de la classe de l'ouvrage et de la famille d'élément structural), de la catégorie de service et de la catégorie de production :

Tableau 6 : Définition des classes d'exécution par famille d'éléments structuraux

Classe d'exécution	CC1		CC2		CC3	
	SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

Pour certains assemblages particulièrement sollicités, ou certains éléments particulièrement sensibles, il est possible d'augmenter la classe d'exécution.

5 DIFFÉRENTIATION DES EXIGENCES SELON LES CLASSES D'EXECUTION

Le Tableau 7 ci-après apporte un complément d'information sur le niveau d'exigences découlant du choix des classes d'exécution. Il est basé sur le Tableau A3 de la norme NF EN 1090-2. Le Tableau 7 ne reprend pas les exigences qui sont communes à toutes les classes.

Note: Dans ce tableau, le terme "SE" signifie "sans exigence spécifique autre que celles communes à toutes les classes d'exécution".

Tableau 7 : Compléments d'information sur le niveau d'exigences découlant du choix de la classe d'exécution

Paragraphes	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	Commentaires
4 – Cahiers des charges et dossier					
4.2 Dossier du constructeur					
4.2.1 Dossier qualité	SE	Oui	Oui	Oui	<p>Ce critère se rapporte au système général de contrôle d'exécution: la classe d'exécution à considérer est la plus sévère rencontrée dans l'ouvrage.</p> <p>Le SE en EXC1 n'exclut pas le besoin de documents de suivi, tels que précisés dans les paragraphes suivants.</p> <p>En cas de sous-traitance, quelle que soit la classe d'exécution, une procédure de maîtrise des sous-traitants doit prévoir la définition et la communication de la classe d'exécution des travaux sous-traités.</p>
4.2.2 Plan qualité	Si spécifié	Si spécifié	Si spécifié	Si spécifié	<p>L'exigence d'un plan qualité peut être spécifiée par le cahier des charges.</p> <p>La présence d'un plan qualité est recommandée à partir de la classe de conséquences « ouvrage » CCO2b.</p>
4.2.4 Dossier d'exécution	Oui	Oui	Oui	Oui	<p>Le contenu de la documentation relative à l'exécution est déterminé sur la base du canevas donné en C.2.3 de l'EN 1090-2, et adapté en fonction des classes d'exécution retenues et des impératifs du projet.</p>
5 – Produits constitutifs					
5.2 Identification, documents de contrôle et traçabilité					Concerne l'approvisionnement des produits de base.
Documents de contrôle	Voir Tableau 1 de l'EN 1090-2	<p>Il est rappelé que, conformément à l'EN 10025-1, au moment de la commande, l'acheteur doit spécifier l'un des documents de contrôle définis dans l'EN 10204.</p> <p>Cette exigence est accrue par rapport aux indications du Tableau B1 de l'EN 10025-1.</p>			
Acier S355 JR et J0	Relevé de contrôle 2.2	Certificat de réception 3.1	Certificat de réception 3.1	Certificat de réception 3.1	<p>Il est recommandé de n'utiliser que des produits fabriqués suivant les normes référencées dans l'EN 1090-2 ou visés par une ETE (ou ATE).</p>

Paragraphes	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	Commentaires
Traçabilité	SE	Oui (partielle)	Oui (totale)	Oui (totale)	<p>La traçabilité au titre de cet article vise la possibilité d'associer à chaque composant (sous-repère) le document de contrôle du produit constitutif.</p> <p>Les différents niveaux de traçabilité correspondent aux exigences suivantes:</p> <p>Partielle = différenciation des nuances jusqu'à l'incorporation dans les éléments structuraux en cours de fabrication;</p> <p>Totale = traçabilité par lot à toutes les étapes jusqu'à l'incorporation dans l'ouvrage, permettant de remonter aux documents de contrôle des composants en œuvre dans l'ouvrage jusqu'à sa réception.</p> <p>Totale individuelle = traçabilité par élément structural à toutes les étapes jusqu'à l'incorporation dans l'ouvrage (si requis). Il est recommandé de réserver cette exigence à des cas exceptionnels de la classe EXC4. Dans ce cas, cette demande doit être spécifiée dans les documents du marché.</p>
Marquage	SE	Oui	Oui	Oui	Cette exigence vise la distinction par marquage des nuances et qualités des tôles, profilés, barres et profils creux en circulation dans l'atelier.
5.3 Aciers de construction					
5.3.2 Tolérances d'épaisseur	Classe A	Classe A	Classe A	Classe B	Pas d'information particulière
5.3.3 États de surface	Plat*- Classe A2 <i>*signifie: tôles et larges plats</i> Long*- Classe C1 <i>*signifie: profilés laminés</i>	Plat*- Classe A2 <i>*signifie: tôles et larges plats</i> Long*- Classe C1 <i>*signifie: profilés laminés</i>	Conditions plus strictes si spécifié	Conditions plus strictes si spécifié	<p>Pour les produits plats :</p> <p>Il convient de signaler que ce niveau d'exigence est très sévère pour les classes d'exécution EXC1 et EXC2 et généralement supérieur au niveau courant de livraison sans spécification.</p> <p>L'état de livraison standard selon EN 10025-2 pour les produits plats est la classe A1.</p> <p>La classe A2 apparaît comme une exigence très sévère pour les bâtiments courants. Il est recommandé d'accepter la classe A1 en EXC1 et EXC2, sauf cas particulier d'éléments soumis à la fatigue.</p> <p>Sauf cas particulier, il est recommandé de conserver une classe A2 en EXC3.</p>
5.3.4 Propriétés particulières	SE	SE	Classe de qualité des discontinuités internes S1 pour les assemblages soudés en croix	Classe de qualité des discontinuités internes S1 pour les assemblages soudés en croix	<p>Le fait qu'il n'y ait pas d'exigence "SE" ne signifie pas qu'il ne faut pas se soucier des problèmes de travers court.</p> <p>La nécessité d'une tôle de qualité Z doit être évaluée lors de la conception sur la base de l'EN 1993-1-10 et doit être spécifiée dans les documents du marché.</p>

Paragraphes	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	Commentaires
6 – Préparation et assemblage					
6.2 Identification	SE <i>sauf repérage et nomenclature</i>	SE <i>sauf repérage et nomenclature</i>	Éléments terminés (repère) / Certificats de contrôle (dossier d'exécution)	Éléments terminés (repère) / Certificats de contrôle (dossier d'exécution)	Pour toutes les classes EXC, le repérage d'un élément terminé doit permettre d'y associer la documentation réunie au titre du 4.2.4 (de l'EN 1090-2) le concernant. Le repérage et la nomenclature associée peuvent être basés sur un système de repères communs à une gamme d'éléments, sauf si une traçabilité totale individuelle est requise. En classes EXC1 et EXC2, la formalisation du lien entre le repère de l'élément et les documents de contrôle (du 5.2 de l'EN 1090-2) n'est pas requise.
6.4 Coupage					
6.4.3 Coupage thermique	Absence d'irrégularités significatives	EN ISO 9013 u = plage 4 Rz5 = plage 4	EN ISO 9013 u = plage 4 Rz5 = plage 4	EN ISO 9013 u = plage 3 Rz5 = plage 3	La validation du mode opératoire et la périodicité de vérification sont à définir dans le dossier qualité de l'entreprise.
6.4.4 Dureté des chants	Si spécifié, dureté conforme au Tableau 10 de l'EN 1090-2	Si spécifié, dureté conforme au Tableau 10 de l'EN 1090-2	Si spécifié, dureté conforme au Tableau 10 de l'EN 1090-2	Si spécifié, dureté conforme au Tableau 10 de l'EN 1090-2	Dans le cadre des ouvrages visés par les présentes recommandations, cette spécification n'est généralement pas nécessaire. Si cette analyse est spécifiée, la validation du mode opératoire et la périodicité de vérification sont à définir dans le dossier qualité de l'entreprise.
6.5 Formage					
6.5.3 Dressage à la flamme <i>(Chaude de retrait)</i>	SE	SE	Mode opératoire adapté devant être mis au point	Mode opératoire adapté devant être mis au point	Si la correction d'un défaut par chaude de retrait (par une application localisée de la chaleur) est nécessaire, un enregistrement des modalités doit être prévu pour les classes EXC3 et EXC4.
6.6 Perçage					
6.6.3 Exécution du perçage	Poinçonnage	Poinçonnage	Poinçonnage + alésage	Poinçonnage + alésage	Par cohérence avec le projet de norme EN 1090-4, le poinçonnage sans alésage peut être accepté jusqu'à des épaisseurs de 4 mm. La périodicité du contrôle de la validité des procédés de perçage doit être prévue dans le dossier qualité de l'entreprise.
6.7 Découpes	SE	Rayon minimal 5 mm	Rayon minimal 5 mm	Rayon mini. 10 mm Poinçonnage non autorisé	En EXC1, SE signifie "sans exigence sur le rayon minimal" (un angle arrondi par meulage, fraisage ou perçage est recommandé).
6.9 Assemblage	Brochage : Ovalisation Tolérance fonctionnelle Classe 1	Brochage : Ovalisation Tolérance fonctionnelle Classe 1	Brochage : Ovalisation Tolérance fonctionnelle Classe 2	Brochage : Ovalisation Tolérance fonctionnelle Classe 2	Le brochage vise exclusivement l'opération destinée à aligner les perçages.

Paragraphes	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	Commentaires
7 – Soudage					
7.1 Généralités	EN ISO 3834 partie 4	EN ISO 3834 partie 3	EN ISO 3834 partie 2	EN ISO 3834 partie 2	<p>En classe EXC1, l'application de la norme EN ISO 3834-4 correspond à un programme de soudage (voir 7.2.2 de l'EN 1090-2) pouvant se limiter aux DMOS, aux CND des 5 premiers assemblages (pour chaque nouveau DMOS) selon 12.4.2.2 de l'EN 1090-2, aux contrôles visuels, et à la gestion du stockage des consommables.</p> <p>En classe EXC2, le respect des exigences de l'EN 1090-2 couvre celles des chapitres 5 à 8, 10 à 14, 17 et 18 de l'EN ISO 3834-3.</p> <p>Pour l'entretien des matériels et équipements de mesure (ch. 9 et 16 de l'EN ISO 3834-3), il convient de prévoir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - en classe EXC1, une procédure d'entretien périodique et une liste des matériels concernés; - en classe EXC2, une procédure d'entretien et d'étalonnage périodique avec enregistrement recommandé; - en classes EXC3 et EXC4, une procédure d'entretien et d'étalonnage périodique avec enregistrement obligatoire. <p>A partir de la classe EXC2, il est recommandé d'établir un cahier de soudage afin d'assurer les liens entre les soudures réalisées, les DMOS, les QMOS dont ils sont déduits et les opérateurs et soudeurs concernés.</p>
7.4 Qualification des modes opératoires de soudage et du personnel en soudage					
7.4.1 Qualification des modes opératoires de soudage	SE	Voir Tableau 12 et Tableau 13 de l'EN 1090-2	Voir Tableau 12 et Tableau 13 de l'EN 1090-2	Voir Tableau 12 et Tableau 13 de l'EN 1090-2	Voir également: EN ISO 15614-1 EN ISO 15613 si spécifié
7.4.2 Qualification des soudeurs et des opérateurs	Soudeurs : EN 287-1 Opérateurs: EN 1418	Soudeurs : EN 287-1 Opérateurs: EN 1418	Soudeurs : EN 287-1 Opérateurs: EN 1418	Soudeurs : EN 287-1 Opérateurs: EN 1418	La NF EN 287-1 a été remplacée par la NF EN ISO 9606-1 en Décembre 2013.
7.4.3 Coordination en soudage	SE	Connaissances techniques selon le Tableau 14 ou le Tableau 15 de l'EN 1090-2	Connaissances techniques selon le Tableau 14 ou le Tableau 15 de l'EN 1090-2	Connaissances techniques selon le Tableau 14 ou le Tableau 15 de l'EN 1090-2	<p>Les connaissances des coordinateurs peuvent être attestées par une qualification de type IW ou EW validée par une tierce partie.</p> <p>La qualification peut également être organisée au sein de l'entreprise sur la base des recommandations IIS.</p> <p>Pour les connaissances de niveau C, il est recommandé de faire appel à une validation par tierce partie ou à un coordinateur qualifié externe à l'entreprise.</p>

Paragraphes	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	Commentaires
7.5.1 Préparation des joints	SE	SE	Peintures primaires appliquées en usine non autorisées	Peintures primaires appliquées en usine non autorisées	En classes EXC1 et EXC2, le constructeur doit approvisionner des peintures compatibles avec les opérations de soudage envisagées. En EXC2, il convient également d'adapter les QMOS en conséquence.
7.5.6 Fixations provisoires	SE	SE	Utilisation à spécifier découpage et burinage interdits	Utilisation à spécifier découpage et burinage interdits	Pas d'information particulière
7.5.7 Soudures de pointage	SE	Mode opératoire de soudage qualifié	Mode opératoire de soudage qualifié	Mode opératoire de soudage qualifié	Pas d'information particulière
7.5.9 Soudures en bout 7.5.9.1 Généralités 7.5.9.2 Soudures d'un seul côté	SE SE	Appendices si spécifié SE	Appendices support envers permanent (<i>rendu</i>) continu	Appendices support envers permanent (<i>rendu</i>) continu	Pas d'information particulière
7.5.17 Exécution du soudage	SE	SE	Élimination des projections de soudure	Élimination des projections de soudure	Pas d'information particulière
7.6 Critères d'acceptation	EN ISO 5817 Niveau de qualité D	EN ISO 5817 Niveau de qualité C généralement	EN ISO 5817 Niveau de qualité B	EN ISO 5817 Niveau de qualité B +	Classe EXC2: Niveau de qualité D pour caniveau, débordement, amorçage accidentel et retassure ouverte de cratère
9 – Montage					
9.6 Montage et travaux sur chantier					
9.6.3 Manutention et stockage sur chantier	SE	Procédure de remise en état consignée	Procédure de remise en état consignée	Procédure de remise en état consignée	Cette procédure concerne les dispositions de remise en état d'élément métallique endommagé au cours du déchargement, du transport, du stockage ou du montage.
9.6.5.3 Ajustement et alignement	SE	SE	Fixation des fourrures par soudage selon les exigences indiquées au 7 de l'EN 1090-2	Fixation des fourrures par soudage selon les exigences indiquées au 7 de l'EN 1090-2	Il s'agit de la fixation par soudage de cales ou de fourrures risquant de se détacher. Dans ce cas, le soudage doit respecter les exigences du chapitre 7 de l'EN 1090-2.

Paragraphes	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	Commentaires
10 – Traitement des surfaces					
10.2 - Préparation des subjectiles d'acier pour peintures et produits assimilés	SE - Aucune exigence sauf spécification particulière	Degré P1 sauf spécification particulière	Degré P1 sauf spécification particulière	Degré P1 sauf spécification particulière	
12 – Contrôles, essais et réparations					
12.4.2 Contrôle après soudage 12.4.2.2 Étendue du contrôle 12.4.2.5 Réparation des soudures	SE SE	CND : Voir Tableau 24 de l'EN 1090-2 Même exigence que pour les soudures initiales	CND : Voir Tableau 24 de l'EN 1090-2 Même exigence que pour les soudures initiales	CND : Voir Tableau 24 de l'EN 1090-2 Même exigence que pour les soudures initiales	A minima, un contrôle visuel à 100% doit être réalisé pour toutes les classes d'exécution. Pour les CND, un plan de contrôle définit l'étendue et la position des contrôles en fonction du niveau de contraintes attendues dans les soudures.
12.4.4 Essais de production	SE	SE	Si spécifié	Si spécifié	Pas d'information particulière
12.5.2 Contrôle des assemblages avec boulons précontraints 12.5.2.2 Avant serrage 12.5.2.3 Pendant et après serrage	SE	comme suit: Vérification du mode opératoire de serrage 5 % en 2 ^{nde} phase de serrage Type séquentiel A	comme suit: Vérification du mode opératoire de serrage 5 % en 1 ^{ère} phase de serrage 10% en 2 ^{nde} phase de serrage Type séquentiel A	comme suit: Vérification du mode opératoire de serrage 5 % en 1 ^{ère} phase de serrage 10 % en 2 ^{nde} phase de serrage Type séquentiel B	La vérification du mode opératoire de serrage consiste à s'assurer de la cohérence entre la nature des boulons et la méthode de serrage utilisée, ainsi que de l'adéquation du plan de serrage à la géométrie de l'assemblage (cf. NF P 22-101-2/CN). En classes EXC2, EXC3 et EXC4, cette vérification doit être enregistrée.

Paragraphes	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	Commentaires
12.5.2.4 Méthode de serrage par contrôle du couple		Emplacement du lot de boulons Vérification après serrage	Emplacement du lot de boulons Vérification au commencement du serrage pour chaque groupe de boulons Vérification après serrage	Emplacement du lot de boulons Vérification au commencement du serrage pour chaque groupe de boulon Vérification après serrage	Voir NF P 22-101-2/CN
12.5.2.5 Méthode de serrage combinée		Contrôle du marquage 2 ^{nde} phase de serrage	1 ^{ère} phase de serrage Contrôle du marquage 2 ^{nde} phase de serrage	1 ^{ère} phase de serrage Contrôle du marquage 2 ^{nde} phase de serrage	Pas d'information particulière
12.5.3.1 Contrôles, essais et réparations des rivets à chaud	SE	Sonner Type séquentiel A	Sonner Type séquentiel A	Sonner Type séquentiel B	Pas d'information particulière
12.7.3.1 Levé de la position géométrique des nœuds d'assemblage	SE	SE	Enregistrem ^t du levé	Enregistrem ^t du levé	Pas d'information particulière