

GUIDE D'APPLICATION DE LA NORME NF EN 1090-2 à l'usage des entreprises de montage-levage



Edition Janvier 2018



Table des matières

1	Introduction :	2
1.1	Présentation du contexte normatif et réglementaire :	2
1.2	Présentation du guide :	7
2	Réception du dossier « montage » élaboré par l'entreprise cliente	9
3	Dossier Qualité de l'entreprise de montage-levage :	10
4	Plan Qualité de l'entreprise de montage-levage :	12
5	Réception du site de montage :	13
6	Réception et manutention sur site des éléments constitutifs de la structure en acier :	14
7	Stockage sur site des éléments constitutifs de la structure en acier à monter :	15
8	Réception des supports recevant la structure en acier à monter :	17
9	Réalisation sur site d'assemblages soudés :	18
10	Réalisation d'assemblages boulonnés non précontraints :	20
11	Réalisation d'assemblages boulonnés précontraints :	24
12	Respect des tolérances de montage et enregistrements correspondants :	30
	ANNEXE 1 – Liste de normes utiles (liste non exhaustive)	39
	ANNEXE 2 – Classes d'exécution	42
	ANNEXE 3 – Limites d'acceptation des défauts	47

1 Introduction :

L'évolution du contexte normatif et réglementaire de la construction métallique, très significatif au cours de la dernière décennie, a conduit l'Union du Montage-Levage de la FFB à vouloir mettre à disposition des entreprises membres (souvent désignées par l'abréviation EML dans la suite) un document qui prendrait le relais du « Plan d'Assurances Qualité » de mai 1999, dans lequel bon nombre de références sont obsolètes.

Cet ancien PAQ-type, comme le présent document destiné à le remplacer, vise le montage des seules structures en acier.

D'une façon générale, le montage de ces structures est désormais réalisé dans un cadre contractuel faisant référence à la norme NF EN 1090-2+A1 d'octobre 2011 (version en vigueur lors de la rédaction du présent document) : Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier. Cette norme comporte notamment un chapitre spécifiquement consacré au montage.

Il est apparu important à l'Union du Montage-Levage de donner aux entreprises un support pour l'application de cette norme à leurs activités. Le Centre Technique Industriel de la Construction Métallique (CTICM) partageant cette préoccupation, les deux organismes se sont accordés à entreprendre une rédaction commune de ce **Guide d'application de la norme NF EN 1090-2 à l'usage des entreprises de montage-levage**.

Il a été convenu de se placer dans le cas courant où l'EML est sous-traitante de l'entreprise de construction métallique qui a fabriqué, conformément à la norme NF EN 1090-2, la structure en acier à monter.

1.1 Présentation du contexte normatif et réglementaire :

Très globalement, il convient de rappeler le distinguo (parfois un peu théorique) qui doit être fait entre normalisation et réglementation :

La réglementation



Règlements
Directives



Lois, décrets, arrêtés

Application imposée : c'est la loi que nul n'est censé ignorer, même si les documents du marché n'y font pas référence explicite

La normalisation

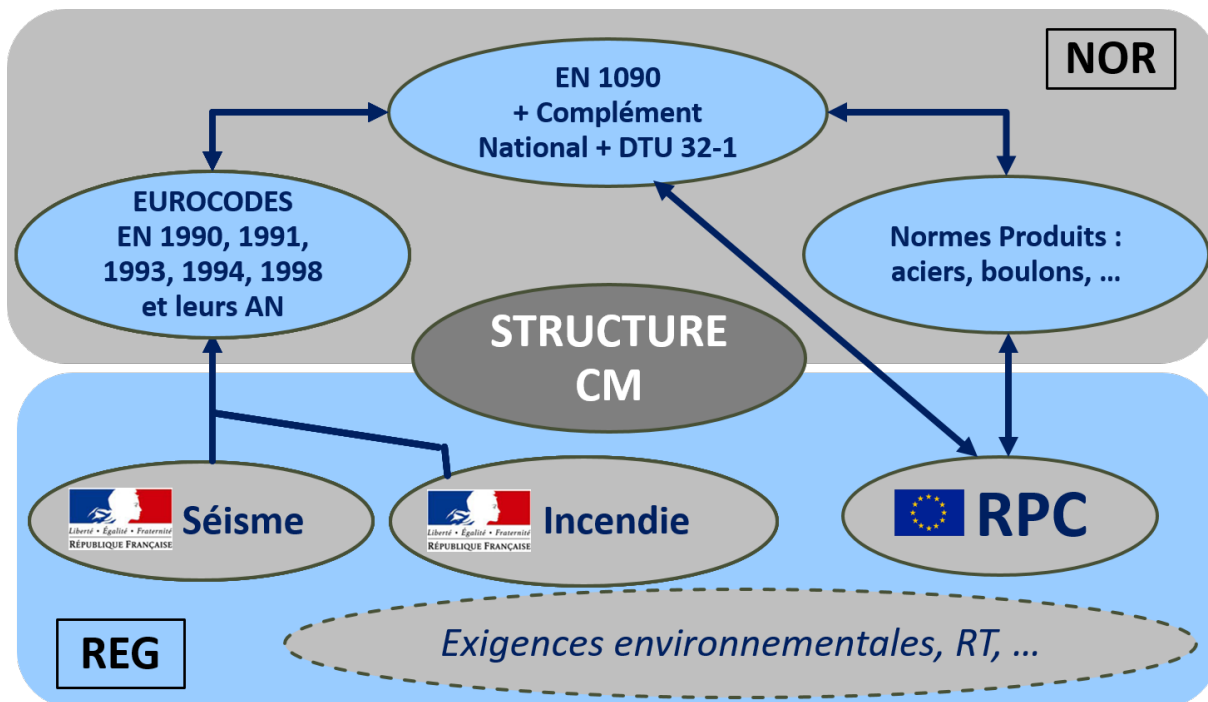


- Normes visant la conception et le calcul des ouvrages > **EUROCODES et leurs annexes nationales**
- Normes de fabrication > **EN 1090**
- Normes produits

Application à caractère volontaire : relève du contrat

et leurs interactions

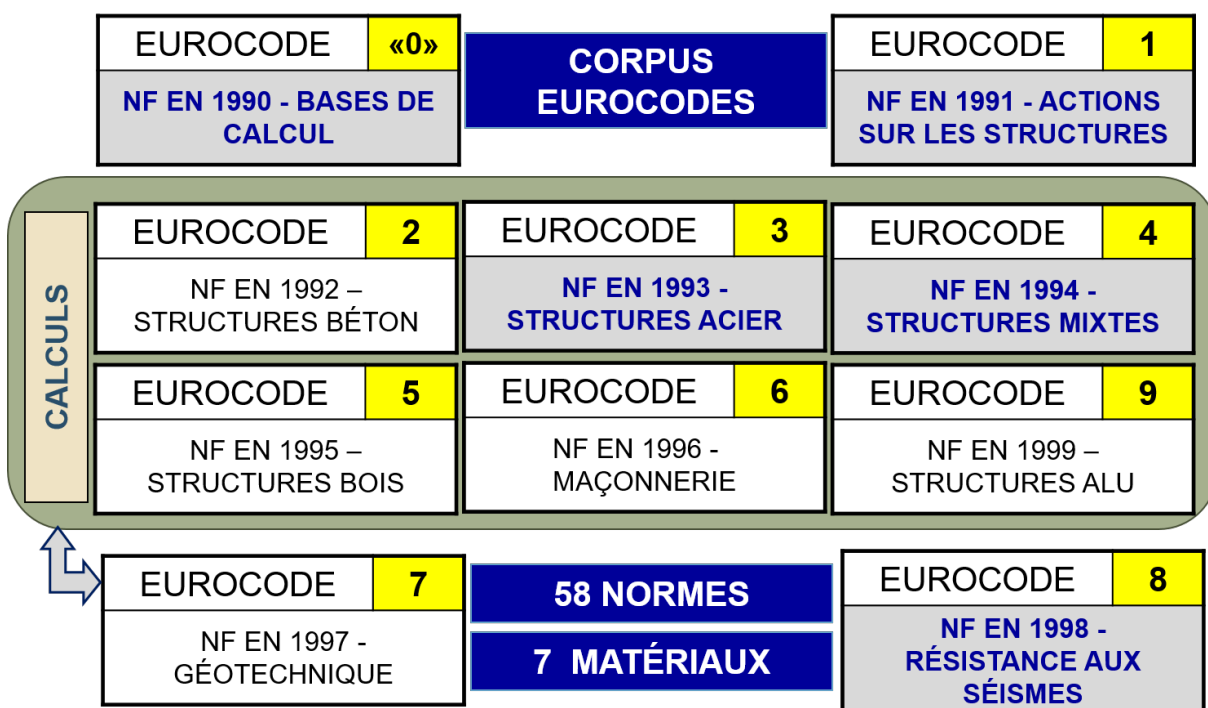
Pour ce qui concerne spécifiquement la réalisation de structures en acier destinées à la construction métallique ou mixte acier-béton, le schéma peut être précisé comme suit :



Dans le cas général, l'entreprise de montage-levage n'est directement concernée que par les normes d'exécution (NF EN 1090 – complément national – DTU 32-1) dans la mesure où n'entrent dans sa mission ni la partie conception-calcul (Eurocodes), ni la partie approvisionnement (normes produits).

Il a cependant paru utile dans cette introduction, de resituer ces normes d'exécution dans leur contexte global en détaillant quelque peu le schéma ci-dessus.

Le corpus des Eurocodes est un ensemble complexe de normes dont la concepteur-calculateur d'une structure en acier ou mixte acier-béton doit extraire et utiliser les normes des séries EN 1990, EN 1991, EN 1993, EN 1994 et EN 1998 :



La quasi-totalité des normes du corpus Eurocodes est assortie d'une Annexe Nationale française qui en fixe certains critères d'application nationale.

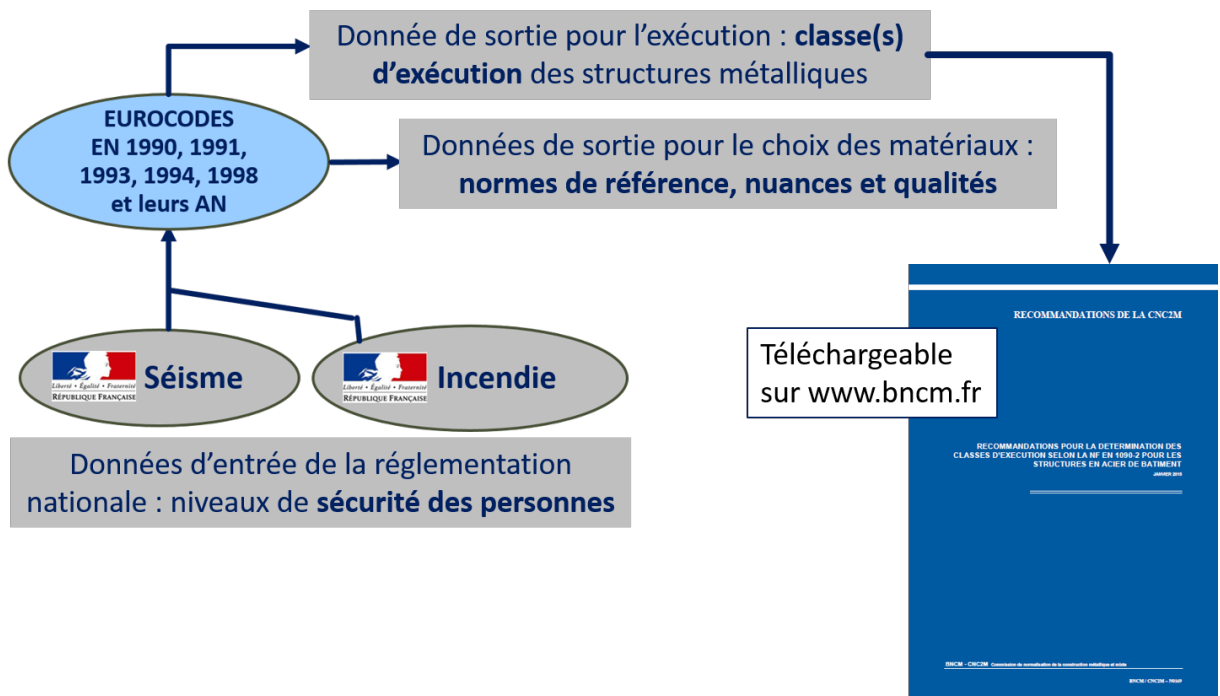
A toutes fins utiles, il est précisé que la liste des documents constitutifs du corpus Eurocodes, à jour, est téléchargeable sur le site de l'AFNOR via le lien :

<http://www.afnor.org/profils/activite/construction/les-eurocodes/les-eurocodes>

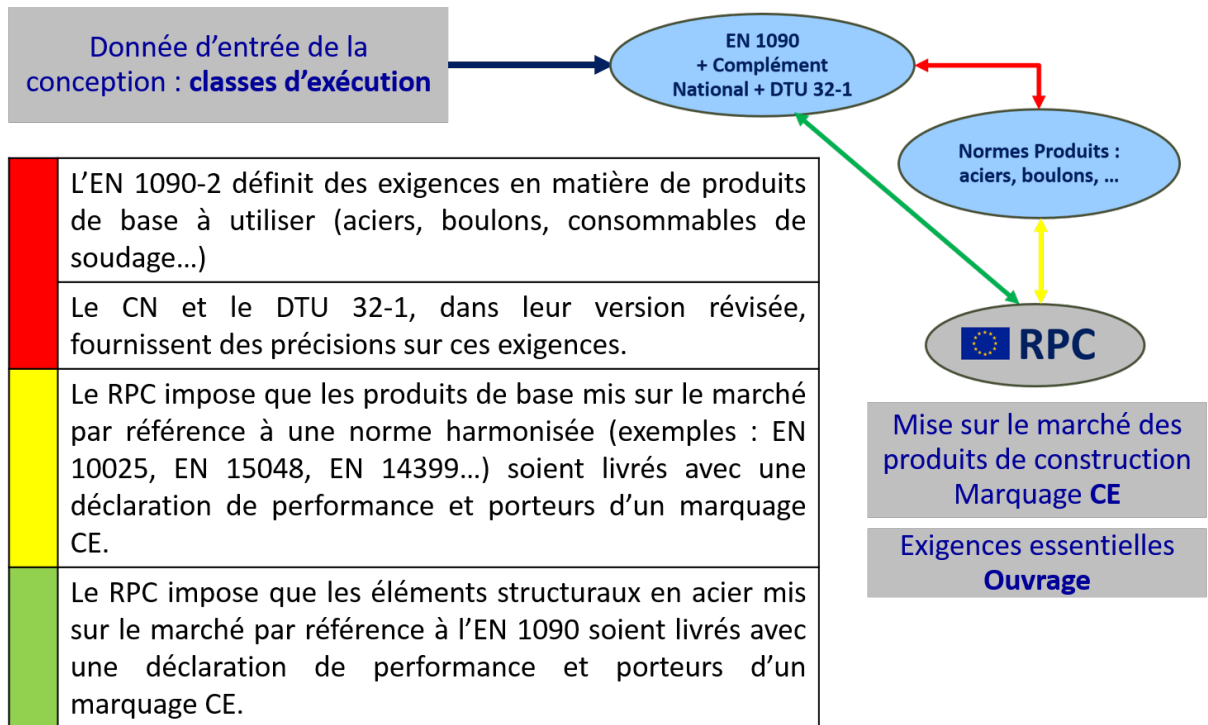
Rappelons toutefois qu'en général l'accès au site de l'AFNOR est payant.

Le lien entre la phase de conception d'une structure en acier et la phase de son exécution (fabrication + montage) est matérialisé sur le schéma suivant par la notion de classe d'exécution. En fonction de la destination de l'ouvrage construit, de la nature des chargements et des modes de construction, le concepteur définit une, ou des, classe(s) d'exécution ; la norme NF EN 1090-2 associe à chaque classe d'exécution un ensemble d'exigences.

La notion de classe d'exécution est précisée à l'annexe 2 du présent guide. Il est d'ores et déjà mentionné l'intérêt de se reporter aux recommandations N0169 de la Commission de Normalisation de la Construction Métallique et Mixte (CNC2M) pour la détermination des classes d'exécution des structures en acier de bâtiment.



Quant au lien entre la phase approvisionnement (normes produits) et la phase exécution, il est matérialisé à son tour sur le schéma suivant :



Les normes d'exécution étant resituées dans leur contexte global, quelques précisions les concernant spécifiquement sont apportées dans la suite de ce document.

La série EN 1090 est aujourd'hui composée de trois normes, les parties 1, 2 et 3. Elle sera prochainement complétée par les parties 4 et 5 :

norme européenne NF EN 1090-1+A1
norme française Février 2012
 Indice de classement : P 22-101-1
 ICS : 91.080.10

Exécution des structures en acier et des structures en aluminium

Partie 1 : Exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux

**Norme harmonisée !
 Révision en cours – Publication associée d'un « rapport technique »**

norme européenne NF EN 1090-2+A1
norme française Octobre 2011
 Indice de classement : P 22-101-2
 ICS : 91.080.10

Exécution des structures en acier et des structures en aluminium

Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier

Révision laborieuse – 2^{ème} enquête à venir – publication fin 2017 ou 2018

norme européenne NF EN 1090-3
norme française Février 2009
 Indice de classement : P 22-101-3
 ICS : 91.080.10

Exécution des structures en acier et des structures en aluminium

Partie 3 : Exigences techniques pour l'exécution des structures en aluminium

**Autres parties rédigées – en attente vote formel :
 EN 1090-4 > éléments structuraux en acier formés à froid (plats et longs)
 EN 1090-5 > éléments structuraux en aluminium formés à froid**

Au plan français, l'application de la norme EN 1090-2, enrichie d'un complément national, est spécifiée aussi bien par le DTU 32-1 (marchés de bâtiment) que par le fascicule 66 du CCTG (Cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux) :

norme française
 NF DTU 32.1 P1
 Octobre 2009
 Indice de classement : P 22-201-1
 ICS : 91.080.10

Travaux de bâtiment
Charpente en acier
 Partie 1 : Cahier des clauses techniques types (CCT)

Bâtiment

1 Domaine d'application

Le présent document propose des clauses techniques pour l'exécution de tous types de bâtiments à ossature en acier y compris la partie acier des constructions mixtes en se référant et en renvoyant aux NF EN 1090-2 et NF P 22-101-2/CN qui énoncent des règles techniques dont les exigences doivent être appliquées de façon appropriée à chaque opération.

Les conditions de différenciation des règles d'exécution de la NF EN 1090-2 sont fonction de la (des) classe(s) d'exécution qu'il y a lieu de préciser lors de la définition du projet et qu'il convient de définir dans les documents particuliers du marché (DPM).

NOTE 1 L'objectif poursuivi dans la NF EN 1090-2 est de maîtriser les risques liés à l'exécution, c'est-à-dire d'éviter les dommages que pourraient entraîner d'éventuels défauts d'exécution. La nature et l'étendue des risques étant spécifiques à chaque structure en fonction de sa destination et de sa complexité, la NF EN 1090-2 prévoit une classification des exigences, avec quatre classes d'exécution allant du niveau 1 (EXC1) au niveau 4 (EXC4) dans un ordre croissant de sévérité. Les niveaux de performances d'exécution sont définis en fonction de la classe d'exécution retenue.

DTU 32-1 en révision, rédaction achevée

**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

Génie civil

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.

Il est donc bien clair que l'EN 1090-2 est la référence incontournable en matière d'exécution des structures en acier. A titre introductif encore, le sommaire de cette norme est reproduit ci-dessous,

montrant que les chapitres de la norme se rapportent aux différentes phases de gestation d'une structure en acier.

norme européenne		NF EN 1090-2+A1	
norme française		Octobre 2011	
		Indice de classement : P 22-101-2	

12 chapitres	1	Domaine d'application	2	Références normatives
	3	Termes et définitions	4	Cahiers des charges et dossier
	5	Produits constitutants	6	Préparation et assemblage
	7	Soudage	8	Fixations mécaniques
	9	Montage	10	Traitement de surface
	11	Tolérances géométriques	12	Contrôles, essais et réparations

<<< 12 annexes	A	Liste des informations supplémentaires, options et exigences liées aux classes d'exécution (normative)
	B	Guide pour le choix des classes d'exécution (informative)
	C	Liste de contrôle pour le contenu d'un plan qualité (informative)
	D	Tolérances géométriques (normative)
	E	Assemblages soudés de profils creux (informative)
	F	Protection contre la corrosion (normative)
	G	Essai pour la détermination du coefficient de frottement (normative)

+ de 170 références !!!

Normes produits (100)
Organisation soudage (40)
Anticorrosion (10)...

On identifie notamment le chapitre 2 – Références normatives, dans lequel plus de 170 autres normes sont mentionnées, et dont l'annexe 1 du présent guide extraira une liste de normes utiles aux EML, ainsi que le chapitre 9 – Montage, dont l'objet du guide est d'accompagner l'application.

Le chapitre 9 s'appuie évidemment sur l'ensemble des autres chapitres de la norme, dès lors que les opérations de montage de la structure mobilisent des interventions relevant de ces autres chapitres. Par exemple, si la méthodologie de montage intègre la réalisation d'assemblages soudés sur site, alors ces opérations de soudage seront conduites dans le respect des prescriptions des chapitres 7 et 12 de la norme, etc...

1.2 Présentation du guide :

Le guide est un outil d'aide à l'application de l'EN 1090-2 par les EML.

Il ne constitue donc pas un document autoportant : il n'est utilisable efficacement que conjointement avec la norme de référence, et avec tout ou partie des normes dont la liste est dressée à l'annexe 1.

Il ne reproduit pas (et ne peut pas reproduire) le texte des normes.

Deux idées directrices de la présentation du guide sont listées ci-dessous :

- Le guide doit identifier les clauses de la norme qui sont essentielles à sa bonne application en phase de montage ;
- Le guide doit fournir une aide à l'enregistrement des opérations réalisées en phase de montage dans la mesure où « un contrôle non formalisé n'existe pas ». C'est pourquoi les différents chapitres du guide sont présentés sous la forme d'une check-list associée à l'application d'une clause ou d'un ensemble de clauses de la norme. Ces check-lists peuvent bien sûr être adaptées par chaque EML au format de ses documents de travail. L'objectif est de mettre à disposition de l'entreprise cliente un ensemble d'enregistrements traçant les opérations réalisées par l'EML dans le cadre du chantier confié.

2 Réception du dossier « montage » élaboré par l'entreprise cliente

Réception du dossier client

Check-list– respect de la clause 9.3 de la norme NF EN 1090-2

La check-list est renseignée par l'EML.

Identification de l'auteur de la check-list:	XXX	Visa :	XXX
--	-----	--------	-----

Spécification – descriptif de la méthode de montage – points de contrôle demandés par le client

Les documents suivants ont-ils été émis par le client et sont-ils disponibles ?

Spécification de montage (selon cahier des charges d'exécution)	OUI	NON
---	-----	-----

Notas :

- La spécification de montage doit préciser toutes les impositions résultant des études et des choix de conception réalisés par le client (assemblages soudés sur site, assemblage à serrage contrôlé ...).
- Certaines impositions peuvent être indiquées sur les plans montage (voir ci-après).
- Les exigences liées au niveau de classe d'exécution ainsi que ses implications pour ce qui concerne certaines opérations de montage, contrôle, intervention d'une tierce partie seront clairement identifiées.

Plan de contrôle spécifique à l'ouvrage	OUI	NON
---	-----	-----

Notas :

- Un plan de contrôle émis par le client peut préciser les contrôles à réaliser, les points d'arrêt à respecter, l'implication d'une tierce partie et son planning d'intervention ...

Plans de montage

- Les plans de montage sont-ils suffisamment clairs pour identifier de manière précise les éléments structuraux et les éléments d'attache nécessaires à leur montage ?	OUI	NON
- Les repères des éléments permettent-ils d'identifier la localisation et l'orientation des éléments par rapport à un repérage connu (repérage par rapport aux files ...).	OUI	NON
- Les plans de montage précisent-ils la mise en œuvre de structures provisoires pour assurer la stabilité provisoire de l'ouvrage pendant le montage.	OUI	NON
- Les plans de montage précisent-ils les positions des centres de gravité des éléments de plus de 5 t ?	OUI	NON
- Les plans de montage portent-ils les indications nécessaires pour identifier les assemblages soudés sur site, les assemblages mettant en œuvre des boulons à serrage contrôlé ?	OUI	NON

Documents de l'EML

- Dans le cas où le dossier « montage » du client était incomplet, l'EML a-t-elle produit des documents en propre ?	OUI	NON
- Ces documents ont-ils été soumis au client et validés ?	OUI	NON
- Dans le cas où l'EML a proposé une variante au dossier « montage » du client, le dossier qu'elle a constitué était-il complet (au sens des questions ci-avant) ?	OUI	NON
- Le dossier de variante a-t-il été soumis au client et validé ?	OUI	NON

3 Dossier Qualité de l'entreprise de montage-levage :

La norme de référence fait un distinguo entre le dossier Qualité (§ 4.2.1) et le plan Qualité (§ 4.2.2). La lecture qui en est proposée est que le dossier Qualité présente les dispositions générales mises en œuvre au sein de l'EML, alors que le plan Qualité présente les dispositions spécifiques à un projet.

DOSSIER QUALITE de l'EML

Check-list – respect de la clause 4.2.1 de la norme NF EN 1090-2

La clause est à respecter obligatoirement pour les classes d'exécution EXC2, EXC3 et EXC4.

La check-list est renseignée par l'EML.

Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX
---	-----	--------	-----

Existence d'un dossier qualité

Le dossier Qualité de l'EML est-il disponible ?

OUI NON

Notas :

- L'élaboration d'un dossier qualité est exigée à partir de la classe d'exécution EXC2 ou s'il est demandé en EXC1 par l'entreprise cliente.
- Si aucune classe d'exécution n'est spécifiée, l'EXC2 s'applique par défaut.
- Dans le cas de plusieurs classes d'exécution, la classe la plus sévère s'applique.
- En EXC1, le dossier n'est pas obligatoire mais est conseillé en cas de sous-traitance (maîtrise de la sous-traitance).
- Le contenu du dossier Qualité est spécifié au § 4.2.1 de la norme de référence.

Le dossier Qualité de l'EML a-t-il été transmis à l'entreprise cliente ?

OUI NON

Procédures

Les procédures générales d'intervention de l'EML sont-elles disponibles ?

- Procédure d'approbation des documents.

OUI NON

- Procédure de réception du site de montage.

OUI NON

- Procédure de réception des supports.

OUI NON

- Procédure de réception, manutention et stockage sur site des éléments constitutifs de la structure en acier à monter.

OUI NON

- Procédure de réalisation des assemblages boulonnés.

OUI NON

- Procédure de réalisation des assemblages boulonnés à serrage contrôlé.

OUI NON

Nota :

- La norme opère une distinction importante entre le type de boulons, la méthode de serrage et le type et étendue des contrôles à réaliser sur site

- Procédure de réalisation des assemblages soudés.

OUI NON

- Procédure de vérification du respect des tolérances de montage et enregistrements correspondants.

OUI NON

- Procédure de reprise des traitements de surface endommagés.

OUI NON

- Procédure concernant la gestion documentaire (traçabilité).

OUI NON

Notas :

- Une procédure particulière pourrait avoir été établie par le client (concerne aussi bien les documents reçus que les documents transmis).
- Dans le cas où aucune imposition n'était précisée, l'EML exposera la procédure qu'elle utilisera pour s'assurer qu'elle et ses sous-traitants éventuels, utilisent les documents les plus récents (gestion des indices de révision, diffusion des documents au sein de ses équipes...).

Contrôles – gestion des écarts			
Les procédures de contrôle et de gestion des modifications et non-conformités sont-elles disponibles ?			
- Procédure de contrôle des assemblages boulonnés.	OUI		NON
- Procédure de contrôle des assemblages soudés.	OUI		NON
- Procédure de traitement des non-conformités.	OUI		NON
Nota :			
- Concerne aussi bien les aspects techniques, que les aspects financiers et de planification. Peut donner lieu à un point d'arrêt.			
- Procédure de traitement des modifications.	OUI		NON
Nota :			
- Concerne aussi bien les aspects techniques, que les aspects financiers et de planification. Peut donner lieu à un point d'arrêt.			

4 Plan Qualité de l'entreprise de montage-levage :

PLAN QUALITE de l'EML

Check-list – respect de la clause 4.2.2 de la norme NF EN 1090-2

La clause est à respecter obligatoirement si le client l'a spécifié. Il est néanmoins recommandé qu'un plan qualité soit établi dès lors que la classe d'exécution est EXC2, EXC3 ou EXC4.
La check-list est renseignée par l'EML.

Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX
---	-----	--------	-----

Plan Qualité

Un plan Qualité spécifique au projet a-t-il été élaboré ?	OUI	NON
Aides à l'élaboration d'un plan Qualité :		
<ul style="list-style-type: none"> - Le plan Qualité fournit une description de la structure à monter et la situe dans l'ensemble du projet. - Il décrit l'organisation propre au projet mise en place par l'EML : personnel d'encadrement, tâches, responsabilités, identification des tâches sous-traitées, identification et références professionnelles du personnel qualifié (notamment en soudage, coordination soudage, contrôle ...). - Il précise les dispositions prises relatives à la planification et à la coordination avec les autres corps d'état. - Il liste les documents généraux et spécifiques à appliquer : procédures, méthodes, instructions de travail...). 		
Le plan Qualité spécifique au projet a-t-il été diffusé à l'entreprise cliente ?	OUI	NON
Les observations éventuelles de l'entreprise cliente ont-elles été prises en compte ?	OUI	NON

Ressources humaines : responsabilités et tâches du personnel d'encadrement de la SML

L'EML a-t-elle identifié dans le plan Qualité les ressources humaines affectées au projet ?	OUI	NON
Nota :		
<ul style="list-style-type: none"> - Un organigramme doit détailler les fonctions, tâches et responsabilités du personnel d'encadrement en les désignant nominativement et en précisant leurs rôles dans la coordination et planification des activités (relations avec le client, la maîtrise d'œuvre, les sous-traitants, les tierces parties, les autres intervenants sur chantier) 		

Moyens matériels

L'EML dispose-t-elle en propre des moyens et matériels adaptés pour répondre aux exigences de sa mission ?	OUI	NON
Nota :		
<ul style="list-style-type: none"> - Dans le cas contraire, l'EML doit intégrer à son plan Qualité les dispositions qu'elle met en œuvre pour y répondre (location d'équipements, sous-traitance avec sa planification ...) 		

Traçabilité des actions et contrôles

L'EML a-t-elle mis à disposition de ses intervenants les documents spécifiques au projet leur permettant d'enregistrer les tâches qu'ils ont exécutées et/ou contrôlées ?	OUI	NON
La collecte et le contrôle des documents d'enregistrement par le responsable du montage est-elle organisée quotidiennement ?	OUI	NON

5 Réception du site de montage :

Réception du site de montage

Check-list – référence à la clause 9.2 de la NF EN 1090-2

La check-list est renseignée par l'EML.

Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX
---	-----	--------	-----

Conditions d'accès au chantier & zone de stockage du matériel

L'EML a-t-elle une connaissance suffisante du site de montage et de toutes les impositions pouvant découler de la localisation du site de montage et de ses accès ?	OUI	NON
---	-----	-----

Notas :

- La connaissance des limitations de gabarits, accès à la zone de stockage peut conditionner la logistique à mettre en œuvre sur site.
- L'état de la voirie dans l'emprise du chantier et la portance du sol (poids max par essieu) y compris dans la zone de stockage, peut éventuellement nécessiter une consolidation du site avant livraison.
- La connaissance du niveau de la nappe phréatique et la présence de réseaux souterrains, câbles aériens et de tout obstacle peuvent conditionner les opérations de montage.

La surface de la zone de stockage et éventuel magasin d'entreposage de fournitures diverses (boulonneries, baguettes ...) correspondent-elle aux attentes de l'EML ?	OUI	NON
--	-----	-----

Nota :

- Une zone de stockage de capacité insuffisante peut nécessiter de cadencer les livraisons sur site et l'entreposage dans des conditions particulières.

Règlement de chantier - Impositions particulières éventuelles

L'EML a-t-elle pris connaissance du règlement de chantier et des libéralités ou servitudes particulières qui pourraient éventuellement impacter son activité ?	OUI	NON
--	-----	-----

Notas :

- Accès aux divers réseaux (électricité, eau, air comprimée, téléphone / internet ...).
- Utilisation éventuelle de moyens de levage communs.
- Restrictions liées à l'intervention simultanée d'autres corps d'état, impositions liées à l'environnement, nuisances sonores, traitement des déchets ...).

Est-il prévu d'utiliser des moyens matériels ou ressources extérieurs à l'EML ?	OUI	NON
---	-----	-----

Nota :

- Matériel fourni ou mis à disposition par l'entreprise générale pour tous les intervenants (cantonnements, clôture zone de stockage, magasin de stockage pour fournitures spécifiques ...) ou issus d'une entreprise tierce (grue de forte capacité ...).

6 Réception et manutention sur site des éléments constitutifs de la structure en acier :

Réception et manutention sur site

Check-list – référence aux clauses 6 et 9.6.3 de la NF EN 1090-2

La check-list est renseignée par l'EML.

Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX
---	-----	--------	-----

Réception du matériel sur site

Y a-t-il une liste de colisage ?	OUI		NON	
La livraison est-elle complète ?	OUI		NON	
Nota :				
- Il sera notamment vérifié que les listes de colisage intègrent bien les différents éléments d'attaches (boulons, rivets, cornières, éclisses, fourrures, ...) ainsi que les éléments de calage éventuels.				

Déchargement du matériel

Les éléments sont-ils exempts de déformations ?	OUI		NON	
Le système de protection anticorrosion a-t-il été endommagé ?	OUI		NON	
Y a-t-il des pièces de forme complexe nécessitant d'appréhender la position du centre de gravité lors du levage ? Dans l'affirmative les documents de montage indiquent-ils ces positions ?	OUI		NON	
Nota :				
- Une attention particulière sera portée sur le fait que les dispositifs d'élingage n'endommagent pas les éléments manutentionnés ni leur système de protection lors du levage.				

7 Stockage sur site des éléments constitutifs de la structure en acier à monter :

STOCKAGE SUR SITE

Check-list – référence aux clauses 6 et 9.6.3 de la NF EN 1090-2

La check-list est renseignée par l'EML.

Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX
---	-----	--------	-----

Stockage sur site			
Stockage des profilés : des cales bois ou autres dispositifs similaires sont-ils disponibles pour éviter leur contact avec le sol ?	OUI		NON
Nota : - Disposer les profilés pour éviter la rétention d'eau.			
La lecture du marquage/repérage des pièces nécessite-t-il l'utilisation d'un appareillage spécial ? (lecture de codes-barres ou autres ?)	OUI		NON
Nota : - Entreposer les éléments de manière à conserver visibles les repères des pièces (codes-barres, repères frappés, étiquettes...).			
Y a-t-il un endroit où entreposer les petites fournitures (boulons, cales, ...) ou des fournitures sensibles nécessitant le respect de certaines conditions particulières (absence de poussière, conditions hygrométriques et températures éventuelles à respecter en vue d'une conservation optimale).	OUI		NON

Le tableau 8 (reproduit ci-dessous) de la norme EN 1090-2 présente d'autres mesures préventives relatives à la manutention et au stockage.

Tableau 8 — Liste des mesures préventives relatives à la manutention et au stockage

Levage	
1	Protéger les éléments contre les dommages aux points de levage
2	Éviter le levage en un seul point d'éléments longs par l'utilisation de palonniers, si nécessaire
3	Regrouper les éléments légers particulièrement sensibles aux dommages sur les rives, à la torsion et à la déformation quand ils sont manipulés individuellement. Prendre soin d'éviter toute détérioration localisée où les éléments se touchent les uns les autres, aux rives non renforcées au niveau des points de levage ou d'autres zones où une part significative du poids total du fardeau est supportée par une seule rive non renforcée
Stockage	
4	Empiler les éléments fabriqués, stockés avant transport ou montage, en les isolant du sol
5	Fournir les supports nécessaires pour éviter les déformations permanentes
6	Stocker, conformément aux exigences des normes applicables, les tôles nervurées et autres produits fournis avec des surfaces décoratives préfinies
Protection contre la corrosion	
7	Éviter l'accumulation d'eau
8	Prendre des précautions pour éviter la pénétration d'humidité dans les fardeaux de profilés ayant un revêtement primaire métallique NOTE En cas de stockage prolongé à l'air libre sur le chantier, il convient d'ouvrir les fardeaux de profilés et de séparer les profilés pour éviter l'apparition de rouille noire ou blanche.
9	Procéder avant le départ de l'usine de fabrication des éléments en acier formés à froid de moins de 4 mm d'épaisseur à un traitement approprié de protection contre la corrosion au moins suffisant pour résister à l'exposition pouvant se produire pendant le transport, le stockage et le montage initial
Aciers inoxydables	
10	Manipuler et stocker les aciers inoxydables de façon à garantir l'absence de contamination par les supports ou dispositifs de manutention, etc. Stocker tous les aciers inoxydables avec précaution de façon à protéger les surfaces des détériorations ou contaminations
11	Utiliser un film de protection ou autre revêtement, à laisser en place aussi longtemps que possible
12	Éviter le stockage en milieu salin humide
13	Protéger les râteliers de stockage par des tasseaux ou doublages en bois, en caoutchouc ou en matière plastique pour éviter tout frottement avec des surfaces en acier au carbone, contenant du cuivre, du plomb, etc.
14	Interdire l'utilisation de marqueurs contenant du chlorure ou du sulfure NOTE Une alternative consiste à utiliser un film protecteur et apposer tous les marquages sur ce film uniquement.
15	Protéger l'acier inoxydable de tout contact direct avec le mouflage de levage ou l'équipement de manutention en acier au carbone, par exemple chaînes, crochets, sangles et galets, ou avec les fourches de chariots élévateurs, par l'utilisation de matériaux isolants, de contreplaqué en bois de résineux ou de ventouses. Utiliser les outils de montage appropriés pour éviter toute contamination de surface
16	Éviter tout contact avec des produits chimiques, notamment colorants, colles, bande adhésive, quantités excessives d'huile et de graisse NOTE Si leur utilisation est nécessaire, leur aptitude à l'emploi est vérifiée avec le fabricant.
17	Utiliser des zones de fabrication séparées pour l'acier au carbone et l'acier inoxydable afin d'éviter la contamination par l'acier au carbone. Utiliser des outils distincts exclusivement pour l'acier inoxydable, meules et brosses métalliques en particulier. Utiliser des brosses métalliques et de la paille de fer en acier inoxydable, de préférence austénitique
Transport	
18	Prendre des mesures particulières nécessaires pour la protection des éléments fabriquées pendant leur transport

8 Réception des supports recevant la structure en acier à monter :

Réception des supports par l'EML

Check-list – référence à la clause 9.5 de la NF EN 1090-2

Objectif : s'assurer de l'implantation correcte des massifs et des pré-scellements éventuels de manière à monter les poteaux conformément aux plans de montage.

La check-list est renseignée par l'EML.

Nota : dans aucun cas le pré-scellement ou le scellement est réalisé par l'EML.

Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX
---	-----	--------	-----

Réception des supports

Un relevé des positions des massifs et des dispositifs d'appui des poteaux (platines pré-scellées, ancrages pré-scellés, réservation pour bèches) a-t-il été fourni par le géomètre / maître d'œuvre / client ?	OUI		NON	
---	-----	--	-----	--

Réception des ancrages, appuis et appareils d'appui

Les tolérances géométriques sont-elles respectées ? (positions X, Y, niveau supérieur de tige) par rapport au plan d'implantation théorique ?	OUI		NON	
---	-----	--	-----	--

Notas :

- Une fiche de contrôle doit être complétée en utilisant les moyens de mesures appropriés, fonction des tolérances exigées.
- Les non-conformités doivent être consignées.
- Le montage ne doit pas commencer sans correction des écarts ou définition de mesures palliatives validées par le client.

Dans le cas d'ancrages et/ou de platines pré-scellées, les tolérances de pose sont-elles respectées (positions, verticalité, écartements, longueurs libres hors béton des tiges d'ancrage, réservations pour bèches, niveau et horizontalité des platines ...) ?	OUI		NON	
--	-----	--	-----	--

Notas :

- Le niveau dessus platine conditionne le respect des niveaux théoriques et permet de vérifier que la profondeur d'une bêche éventuelle est bien respectée.
- Vérifier cette imposition dans le cas de mise en œuvre d'un calage significatif (notamment pour compenser un éventuel tassement d'appui).

L'état du filetage des tiges d'ancrages et leur longueur est-il satisfaisant ? (endommagement du filetage, protection anticorrosion ...).	OUI		NON	
---	-----	--	-----	--

Dans le cas d'un scellement des poteaux en seconde phase, les dispositifs permettant si besoin d'ajuster le niveau des platines (cales ou écrous de réglage) sont-ils disponibles ?	OUI		NON	
---	-----	--	-----	--

Notas :

- Les cales doivent être livrées en différentes épaisseurs de manière à pouvoir ajuster les niveaux sous poteaux.

Mise en œuvre de fixations mécaniques ou chimiques ...

Dans le cas de mise en œuvre d'éléments de fixations spécifiques (chevilles mécaniques, chimiques) les recommandations de mise en œuvre des fabricants sont-elles disponibles sur site ?	OUI		NON	
--	-----	--	-----	--

Nota :

- L'utilisation de ce type de fixations nécessite de respecter certains critères de mise en œuvre (écartement entre chevilles, distance par rapport aux bords du massif, ...).

9 Réalisation sur site d'assemblages soudés :

Il convient d'établir une check-list par famille d'assemblages identiques.

Exécution d'assemblages soudés sous la responsabilité de l'EML

Check-list – Contribution au dossier d'exécution (§ 7 et § 12.4 – EN 1090-2 – Soudage sur site)

Fiche remplie et dossier d'accompagnement constitués sous la responsabilité du coordinateur en soudage. Si les soudures concernées sont de classe EXC1, le responsable du chantier de montage peut se substituer au coordinateur en soudage. La check-list est renseignée par l'EML.

Identification de la famille d'assemblages concernés :		XXX	
Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX

Classe d'exécution de la soudure :			
Sa définition par le client (le fabricant de la structure) est-elle formalisée ?	OUI		NON
Le document client est-il intégré au dossier d'accompagnement de la présente fiche ?	OUI		NON

Descriptif du mode opératoire de soudage (DMOS) :			
Le descriptif du mode opératoire à utiliser (DMOS) a-t-il été fourni par le client ? (établi par référence à une qualification du mode opératoire de soudage « QMOS » détenue par le client) Nota : les assemblages soudés réalisés sur chantier sont très généralement de classe EXC2 ou plus ; dans les cas particuliers d'assemblages de classe EXC1, le DMOS est remplacé par une instruction de soudage formalisée.	OUI		NON
Si non, l'entreprise de montage a-t-elle établi un DMOS en propre (sur la base d'une QMOS qu'elle détient) ?	OUI		NON
Une copie du DMOS est-elle intégrée au cahier de soudage ?	OUI		NON
Le DMOS est-il à disposition du personnel en charge de l'exécution du soudage ?	OUI		NON

Qualification du personnel exécutant le soudage :			
Les soudeurs sont-ils titulaires d'une qualification (suivant ISO 9606-1) en cours de validité correspondant au DMOS concerné ?	OUI		NON
Les certificats de qualification des soudeurs sont-ils intégrés au cahier de soudage ?	OUI		NON

Contrôle :			
Le contrôle visuel des soudures a-t-il été réalisé à 100% et formalisé ?	OUI		NON
Pour ce faire, la fiche de défauts admissibles (voir annexe 3) a-t-elle été fournie ?	OUI		NON
Les fiches de contrôles visuels sont-elles intégrées au cahier de soudage ?	OUI		NON
En cas de défauts non admissibles, une procédure de recours au Contrôle Non Destructif (CND) est-elle définie ?	OUI		NON
Un programme des CND (ressuage, magnétoscopie...) (cf. tableau 24 de la norme EN 1090-2) a-t-il été défini par le client ?	OUI		NON
L'ensemble des CND a-t-il été réalisé par un contrôleur certifié COFREND Niveau 2 au sens de la norme ISO 9712 ?	OUI		NON
Les certificats des contrôleurs certifiés COFREND sont-ils intégrés au cahier de soudage ?	OUI		NON

Coordination soudage :			
Note : l'intervention d'un coordinateur en soudage est requise dès lors que les travaux réalisés relèvent de la classe EXC2 ou plus.			

La coordination en soudage est-elle prise en charge par le client ?	OUI		NON	
Sinon, l'EML a-t-elle désigné un coordinateur dont le niveau de connaissances techniques suivant EN ISO 14731 est compatible avec les travaux exécutés ?	OUI		NON	
Dans un cas comme dans l'autre, le document de désignation du coordinateur est-il intégré au cahier de soudage ?	OUI		NON	

ANNEXE – COORDINATEUR SOUDAGE

Le coordinateur en soudage doit s'assurer que les préparations et opérations de soudage sont exécutées conformément aux normes en vigueur.	
<p>Les connaissances minimales relatives aux aptitudes nécessaires au coordinateur en soudage sont définies dans certains documents permettant de les classer selon les connaissances acquises (combinaison de connaissances théoriques, formation et expériences) en :</p> <ul style="list-style-type: none"> - IWS (International Welding Specialist) : personne possédant des connaissances techniques de base - IWT (International Technologist) : personne possédant des connaissances techniques spécifiques - IWE (International Welding Engineer) : personne possédant des connaissances techniques complètes. 	Voir ISO 14731 – Annexe A
La coordination en soudage peut être sous-traitée.	
<p>Les points essentiels à contrôler par le coordinateur de soudage sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La revue des exigences relatives aux normes de produits (métal de base, produits d'apport, stockage, traçabilité...) - L'emplacement des assemblages et la préparation des joints avant soudage - Les dimensions, détails des soudures à réaliser (position, séquence de soudage...), QMOS, DMOS, - Les contrôles avant soudage (qualification des soudeurs, paramètres essentiels de soudage...) - Les conditions de travail pour le soudage (protection, intempéries...) - Les contrôles après soudage (examen visuel, critères d'acceptation des soudures, essais, enregistrement des opérations...) 	Voir ISO 14731 – Annexe B Normes de la série ISO 3834

10 Réalisation d'assemblages boulonnés non précontraints :

Il convient d'établir une check-list par famille d'assemblages identiques.

Mise en œuvre des boulons non précontraints

Check-list – Contribution au dossier d'exécution (§ 8.3 - § 12.5.1 – EN 1090-2)

Assemblages par boulons non précontraints

La check-list est renseignée par l'EML.

Identification de la famille d'assemblages concernés :		XXX	
Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX

Réception des boulons

Lors de la réception des boulons par l'EML, toutes les conditions de livraison et de traçabilité des éléments de fixation étaient-elles remplies ?	OUI	NON
--	-----	-----

Notas :

- Les boulons doivent être constitués et livrés en respectant la norme NF EN 15048-1 « Boulonnerie de construction métallique non précontrainte – Partie 1 : Exigences générales ». Les éléments constituant un même boulon doivent être issus du même fabricant et livrés dans des emballages scellés par le fabricant et comportant, soit tous les éléments de fixation dans un emballage unique, soit dans des emballages séparés (vis, écrous) scellés. Les rondelles sont généralement fournies dans des emballages séparés.
- Les boulons constitués et livrés en respectant la norme NF EN 14399-1 « Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte – Partie 1 : Exigences générales » peuvent également être utilisés en tant que boulons non précontraints.
- Les emballages doivent comporter une étiquette sur laquelle est apposée la désignation complète des éléments de fixation ainsi que l'identification du fabricant de l'ensemble, le numéro du lot et les lettres «SB».
- Les éléments (vis et écrous) doivent être livrés avec leur certificat de contrôle et doivent être marqués individuellement « SB » sur la tête pour les diamètres supérieurs ou égal à 12 mm ainsi que la marque du fabricant et la classe de qualité.
- Les boulons M8 et M10, sont marqués sur les têtes soit SB, soit uniquement par la marque du fabricant et la classe de qualité.
- Les boulons non marqués seront refusés.
- Les produits relevant d'une norme harmonisée sont accompagnés d'un marquage CE.

Utilisation appropriée des boulons non précontraints – Classement et stockage des boulons

L'EML dispose t'elle d'une procédure couvrant le stockage des boulons, leur classement, leur utilisation au jour le jour, et la récupération des boulons non utilisés ?	OUI	NON
---	-----	-----

Base de rédaction d'une telle procédure / instruction :

- Les boulons seront entreposés à l'abri des intempéries et des souillures.
- On s'astreindra à respecter les différents lots de boulons sans les mélanger et sans les désassembler.
- On procédera à une utilisation parcimonieuse des boulons strictement nécessaires selon la planification « au jour le jour » des opérations de montage.
- Les boulons non utilisés dans la journée seront retournés au magasin et classés selon l'organisation initialement prévue.

Précision des plans de montage

Les plans mentionnent-ils les détails permettant d'identifier précisément les boulons à utiliser pour chaque pièce / sous-ensemble à monter ?	OUI	NON
---	-----	-----

Notas :

- Les boulons seront utilisés dans le strict respect des documents d'études (diamètre, qualité, longueurs totales, longueurs parties filetées, orientation préférentielle de la vis...).
- La mise en place de la vis dans un sens bien défini peut être nécessaire de sorte que le cisaillement soit exercé sur le corps lisse de la vis et non pas sur la partie filetée.

Préparation des opérations de mise en place des boulons

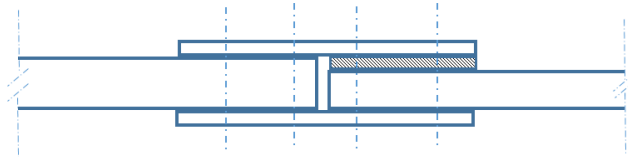
Des fourrures ont-elles été prévues pour certaines attaches lors de la conception par le charpentier ? Les éléments ont-ils été identifiés lors de la réception de la structure ?

OUI

NON

Nota :

- Les fourrures sont destinées à compenser les différences d'épaisseurs **supérieures à 2 mm** pouvant exister entre les pièces à assembler par couvre-joints. Il est important que le nombre et l'épaisseur des fourrures aient été précisés par le charpentier dans les documents montage de manière à assurer un serrage efficace de l'assemblage.



Mise en place des boulons

La procédure de serrage des boulons non précontraints est-elle disponible et connue par le personnel de l'EML en charge du montage ?

OUI

NON

Notas :

- Le nombre de rondelles à mettre en œuvre correspondra aux conditions d'utilisation prescrites par le charpentier (une ou deux rondelles selon le cas).
- Accostage et serrage des boulons : après un accostage progressif des pièces à assembler de manière à obtenir un contact ferme, on procédera au serrage des boulons de l'assemblage en commençant par la partie la plus rigide de l'assemblage et en progressant de manière circulaire pour finir par la partie la moins rigide.
- Le serrage sera réalisé (sauf précision contraire) par rotation de l'écrou.
- Deux cycles de serrage sont recommandés.
- Pour les assemblages mettant en œuvre des éléments épais ($t \geq 4$ mm pour les plaques et tôles ou $t \geq 8$ mm pour les profils) des jeux résiduels n'excédant pas 4 mm peuvent être jugés acceptables en périphérie pourvu que le contact soit assuré dans la partie centrale de l'assemblage (sauf dans le cas des appuis par contact direct).
- On évitera tout serrage excessif des M12 et des boulons courts.

Dans le cas d'assemblages complexes, une procédure particulière de mise en place et/ou de serrage des boulons a-t-elle été fournie par le charpentier ?

OUI

NON

Nota :

- Pour les assemblages complexes mettant en œuvre un nombre important de boulons, une procédure de serrage pourrait avoir été précisée par le charpentier.

Contrôle du montage des boulons

Existe-t-il un plan de contrôle du montage des boulons ?

OUI

NON

Notas :

- Après boulonnage complet et alignement / réglage local de la structure, tous les assemblages seront contrôlés visuellement. Tout boulon manquant sera mis en place et un nouveau contrôle réalisé.
- On sera particulièrement attentif à l'utilisation des boulons prévus pour cisailer la partie lisse de la vis.

Une procédure d'enregistrement de la mise en place des boulons « SB » existe-t-elle ?

OUI

NON

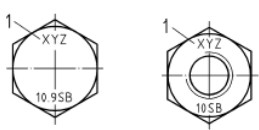
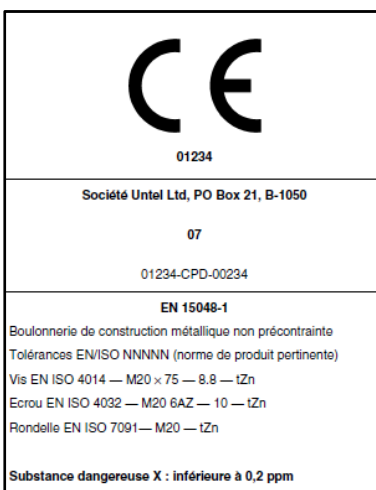

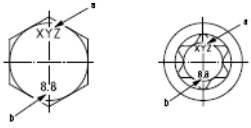
Notas :

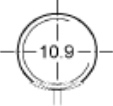
L'enregistrement statuera selon les exigences requises sur le respect des conditions relatives :

- aux diamètres des boulons
- à leur qualité
- à leur longueur totale et si nécessaire sur la longueur du filetage

Contrôle du serrage des boulons			
Existe-t-il un plan de contrôle du serrage des boulons ?	OUI		NON
<p>Notas :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Après mise en place et serrage définitif des boulons il sera procédé à un contrôle visuel de tous les assemblages. - Les opérations de contrôle seront consignées sur des fiches de contrôle ou sur les plans de montage. - On s'assurera que : <ul style="list-style-type: none"> o La vis dépasse d'au moins un pas de filetage par rapport au nu extérieur de l'écrou o Les jeux résiduels en rive n'excèdent pas 4 mm o Le nombre de filets qui doivent dépasser est correct o L'alignement des éléments entre eux respectent les tolérances de montage 			
Toutes les exigences sont-elles respectées ?	OUI		NON
<p>Nota :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans le cas où certaines exigences ne sont pas respectées, il sera rédigé une fiche de non-conformité. 			

Marquage des produits

Produit / Marquage	Certificat / Etiquette CE	
<p>Boulons non précontraints SB</p>  <p>1 - Marque d'identification du fabricant de l'ensemble</p>	<p>Document de contrôle Type 2.1</p> <p>Etiquette CE</p>  <p>EN 15048-1 Boulonnerie de construction métallique non précontrainte Tolérances EN/ISO NNNNN (norme de produit pertinente) Vis EN ISO 4014 — M20 x 75 — 8.8 — tZn Ecroû EN ISO 4032 — M20 6AZ — 10 — tZn Rondelle EN ISO 7091 — M20 — tZn Substance dangereuse X : inférieure à 0,2 ppm</p>	
<p>Boulons ordinaires non SB</p>  <p>a Marque d'identification du fabricant. b Classe de qualité.</p>	<p>Document de contrôle Type 2.1</p> <p>Pas de marquage CE sur ces produits</p>	

Produit / Marquage	Certificat / Etiquette CE												
<p>Tiges filetées</p> <p>Repérage par couleur</p> <p>+ marquage en bout pour la classe 10.9</p> 	<p>Repérage par couleur :</p> <table border="1" data-bbox="599 240 1279 457"> <thead> <tr> <th>Classe de qualité</th> <th>Couleur</th> <th>Référence peinture</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.6</td> <td>Marron</td> <td>RAL 8015</td> </tr> <tr> <td>8.8</td> <td>Jaune signalisation</td> <td>RAL 1023</td> </tr> <tr> <td>10.9</td> <td>Blanc perle</td> <td>RAL 1013</td> </tr> </tbody> </table> <p>Pas de marquage CE sur ces produits</p>	Classe de qualité	Couleur	Référence peinture	5.6	Marron	RAL 8015	8.8	Jaune signalisation	RAL 1023	10.9	Blanc perle	RAL 1013
Classe de qualité	Couleur	Référence peinture											
5.6	Marron	RAL 8015											
8.8	Jaune signalisation	RAL 1023											
10.9	Blanc perle	RAL 1013											

11 Réalisation d'assemblages boulonnés précontraints :

Il convient d'établir une check-list par famille d'assemblages identiques.

Mise en œuvre des boulons précontraints

Identification de la famille d'assemblages concernés :		XXX	
Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX

Check-list – Contribution au dossier d'exécution (§ 8.4 - § 8.5 - § 12.5.2 – EN 1090-2)

Assemblages par boulons précontraints

La check-list est renseignée par l'EML.

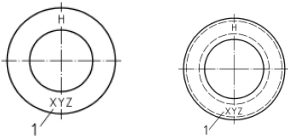
Identification de la famille d'assemblages concernés :		XXX	
Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX

Réception des boulons

Lors de la réception des boulons par l'EML, toutes les conditions de livraison et de traçabilité des éléments de fixation étaient-elles remplies ?	OUI	NON
--	-----	-----

Notas :

- Les boulons doivent être constitués et livrés en respectant la norme NF EN 14399-1 « Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte – Partie 1 : Exigences générales ». Les éléments constituant un même boulon doivent être issus du même fabricant et livrés dans des emballages scellés par le fabricant.
- Les emballages doivent comporter une étiquette sur laquelle est apposée la désignation complète des éléments de fixation ainsi que l'identification du fabricant de l'ensemble, le numéro du lot et selon le cas les lettres « HR », « HV » ou « HRC » ainsi que la classe de qualité (la lettre « SB » correspondant aux boulons non précontraints n'étant pas acceptable).
- Les boulons sont marqués HR, HV ou HRC sur la tête et sur l'écrou et livrés soit montés, soit en ensemble séparés vis, écrous et rondelles ; les vis et écrous doivent faire partie de lots compatibles.
- Les rondelles sont marquées « H ».
- Les éléments doivent être livrés avec leur certificat de contrôle et doivent être marqués individuellement en fonction de leurs caractéristiques.

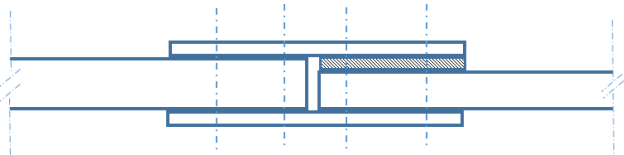
Produit / Marquage	Certificat / Etiquette CE	
<p>Rondelles pour boulons précontraints</p>  <p>1 - Marque d'identification du fabricant de l'ensemble</p>	<p>Série normale - Grade A Chanfreinées - Série normale – Grade A Série normale - Grade C Série étroite – Grade A Série large - Grade A Série très large - Grade C</p>	<p>Document de contrôle Type 2.1</p> <p>Note Pas de marquage CE sur ces produits</p>

Utilisation appropriée des boulons précontraints – Classement et stockage des boulons

L'EML dispose-t-elle d'une procédure couvrant le stockage des boulons, leur	OUI	NON
---	-----	-----

classement, leur utilisation au jour le jour et la récupération des boulons non utilisés ?			
Base de rédaction d'une telle procédure / instruction : - Les boulons seront entreposés à l'abri des intempéries et des souillures. - On s'astreindra à respecter les différents lots de boulons sans les mélanger et sans les désassembler. - Le mixage de parties d'éléments de fixation HR, HV est interdit. - On procédera à une utilisation parcimonieuse des boulons strictement nécessaires selon la planification « au jour le jour » des opérations de montage. - Les boulons non utilisés dans la journée seront retournés au magasin et classés selon l'organisation initialement prévue.			

Précision des plans de montage			
Les plans mentionnent-ils les détails permettant d'identifier précisément les boulons à utiliser pour chaque pièce / sous-ensemble à monter ?	OUI		NON
Notas : - Les boulons seront utilisés dans le strict respect des documents d'études (diamètre, qualité, longueurs totales, longueurs parties filetées, orientation préférentielle de la vis ...). - La mise en place de la vis dans un sens bien défini peut être nécessaire de sorte que le cisaillement se produise dans le corps lisse de la vis et non pas dans la partie filetée.			

Préparation des opérations de mise en place des boulons			
Des fourrures ont-elles été prévues pour certaines attaches lors de la conception par le charpentier ? Les éléments ont-ils été identifiés lors de la réception de la structure ?	OUI		NON
Nota : - Les fourrures sont destinées à compenser les différences d'épaisseurs supérieures à 1 mm pouvant exister entre les pièces à assembler par couvre-joints. Il est important que le nombre et l'épaisseur des fourrures aient été précisés par le charpentier dans les documents montage de manière à assurer un serrage efficace de l'assemblage.			
			

Préparation des opérations de mise en place des boulons précontraints

Pièces à assembler – Etat de surface			
Les plans de montage font-ils clairement apparaître les assemblages mettant en œuvre des boulons précontraints et l'état de rugosité pris en compte lors de la conception ?	OUI		NON
Les zones de contact des assemblages par boulons précontraints ont-elles été identifiées lors de la réception des structures ?	OUI		NON
Notas : - Dans ce mode de fonctionnement de l'assemblage travaillant par frottement, l'aire des surfaces de contact sera spécifiée (étendue des zones à réserver indiquées sur les plans par exemple ou protégées avant livraison sur site) et l'état de surface préparé pour produire le coefficient de frottement requis. - Les surfaces en contact de l'assemblage seront examinées visuellement de manière à s'assurer qu'elles sont exemptes d'huile, saleté, peinture ... susceptibles de réduire le coefficient de frottement entre surfaces en contact. Les bavures susceptibles d'empêcher l'accostage précis des pièces à assembler seront éliminées. - Les surfaces non revêtues seront dégraissées, débarrassées de rouille ou tout autre revêtement non adhérent en veillant à ne pas endommager ou polir la surface rugueuse. - Les conditions relatives à l'état de surface des zones de contact de l'assemblage précontraint s'appliqueront également aux fourrures éventuelles. - On veillera à ne pas modifier l'état de surface des zones d'assemblage par contact lors des interventions sur les zones « non traitées » et ce jusqu'à la fin du contrôle de l'assemblage précontraint. En cas de doute, on se reportera au § 8.4 et à l'annexe G de l'EN 1090-2 apportant des précisions complémentaires.			

Précontrainte des boulons

Les plans ou la procédure de montage des boulons précontraints précisent-ils la valeur de précontrainte ? Et la méthode de serrage à utiliser ?

OUI

NON

Notas :

- La mise en place des boulons sera effectuée conformément aux plans en utilisant le procédé de mise en précontrainte retenu par l'entreprise de montage – levage, ou indiquée dans les documents du contrat.
- Le serrage des boulons précontraints sera réalisé de manière à atteindre les valeurs de précontraintes minimales nominales F_p, C (selon tableau ci-après) en fonction de la classe de qualité du boulon et de son diamètre ou telles que définies dans les documents d'études si un niveau de précontrainte inférieur a été précisé.
Dans ce dernier cas, les boulons, la méthode de serrage, les paramètres de serrage et les exigences relatives à l'inspection seront aussi spécifiés.
- Toutes les méthodes de serrage figurant au Tableau 20 peuvent être utilisées à moins que des restrictions d'utilisation ne soient spécifiées. La classe k (état de calibrage tel que livré) du boulon doit être conforme au Tableau 20 de la norme NF EN 1090-2 selon la méthode utilisée.

Tableau 20 — Classes k pour les méthodes de serrage

Méthode de serrage	Classes k
Méthode du couple	K2
Méthode combinée	K2 ou K1
Méthode pour HRC	K0 avec écrou HRD seulement ou K2
Méthode pour indicateur direct de précontrainte (DTI)	K2, K1 ou K0

Mode serrage des boulons selon la classe K du boulon.

Seule la méthode du couple (méthode la plus utilisée en France) avec boulons HR (ou HV si leur approvisionnement est possible) relevant de la classe de serrage K2 est pris en compte dans le présent guide.

Pour les autres classes de serrage et l'utilisation de la méthode combinée, se reporter aux § 8.5.4 et 12.5.2.5 correspondants de la norme NF EN 1090-2.

Opérations préalables au serrage des boulons

L'étalonnage des clés dynamométriques ou autre dispositif qui pourrait être utilisé pour mettre en tension les boulons précontraints a-t-il été effectué ?

OUI

NON

Mise en place :

- Les clés dynamométriques utilisées dans toutes les phases de la méthode du couple doivent être étalonnées et régulièrement inspectées pour garantir une précision de l'ordre de 4%. Cette précision peut être portée à 10% dans la 1^{ère} phase de la méthode combinée.
- On se reportera à l'EN ISO 6789 pour ce qui concerne l'étalonnage des clés dynamométriques.
- Les autres outils utilisés pour la mise en précontrainte des boulons seront utilisés et contrôlés en suivant les recommandations du fabricant de l'équipement (dispositif hydraulique, mise en tension avec contrôle par ultrasons...).

Notas :

- Le nombre de rondelles à mettre en œuvre correspondra aux conditions d'utilisation prescrites par le charpentier (une ou deux rondelles selon le cas).
- Accostage et serrage des boulons : après un accostage progressif des pièces à assembler de manière à obtenir un contact ferme, on procédera au serrage des boulons de l'assemblage en commençant par la partie la plus rigide de l'assemblage et en progressant de manière circulaire pour finir par la partie la moins rigide.
- Le serrage sera réalisé (sauf précision contraire) par rotation de l'écrou.
- Deux cycles de serrage sont recommandés.
- Pour les assemblages mettant en œuvre des éléments épais ($t \geq 4$ mm pour les plaques et tôles ou $t \geq 8$

mm pour les profils) des jeux résiduels n'excédants pas 4 mm peuvent être jugés acceptables en périphérie pourvu que le contact soit assuré dans la partie centrale de l'assemblage (sauf dans le cas des appuis par contact direct).

- On évitera tout serrage excessif des M12 et des boulons courts.

Mise en place et serrage des boulons précontraints

La procédure de serrage des boulons précontraints est-elle disponible et connue par le personnel de l'EML en charge du montage ?	OUI		NON	
--	-----	--	-----	--

Mise en place :

- Le nombre de rondelles à mettre en œuvre correspondra aux conditions d'utilisation prescrites par le charpentier (une ou deux rondelles selon le cas).
- Une seule rondelle (au plus deux) pourra être utilisée du côté qui tourne au serrage dans le cas du serrage utilisant la méthode du couple. Jusqu'à trois rondelles supplémentaires peuvent être utilisées du côté qui ne tourne pas au serrage.

Phase 1

- Accostage et serrage des boulons : après avoir interposé si nécessaire des fourrures, on réalisera l'accostage progressif des pièces à assembler de manière à obtenir un contact ferme.
- On procédera au serrage des boulons de l'assemblage en commençant par la partie la plus rigide de l'assemblage et en progressant de manière circulaire pour finir par la partie la moins rigide.
- Le serrage sera réalisé (sauf précision contraire) par rotation de l'écrou.
Pour un serrage par rotation de la vis il sera fait référence à l'annexe H de l'EN 1090-2 et aux valeurs obtenues dans les mêmes conditions d'utilisation que sur chantier.
- Des jeux résiduels n'excédants pas **2 mm** peuvent être jugés acceptables en périphérie pourvu que le contact soit assuré dans la partie centrale de l'assemblage (sauf dans le cas des appuis par contact direct).
- Lors de cette première phase il faut veiller de les serrer à une valeur inférieure à la valeur minimale.
- Lorsqu'un boulon a été serré jusqu'à la précontrainte minimale puis est ensuite desserré il doit être enlevé et mis au rebut.

Phase 2

- Serrage de tous les boulons d'un même assemblage à 75% du couple prescrit à l'aide d'une clé dynamométrique ou éventuellement d'une clé à choc dans le cas d'un nombre important de boulons (l'utilisation d'une clé à choc est autorisée uniquement durant cette deuxième phase).

Phase 3

- Serrage du couple prescrit, à l'aide d'une clé dynamométrique exclusivement. Ce second serrage doit être réalisé de manière continue et sans à-coups
La plage de fonctionnement de la clé doit permettre d'atteindre le couple prescrit, par ailleurs l'étalonnage de la clé doit faire l'objet d'un contrôle approprié (certificat d'étalonnage en cours de validité – réétalonnage annuel).

Nota :

- Dans le cas de boulons non marqués « NF », serrage à 110 % du couple prescrit.

La procédure de serrage des boulons précontraints est-elle disponible et connue par le personnel de l'EML en charge du montage ?	OUI		NON	
--	-----	--	-----	--

Mise en place :

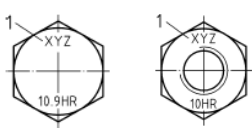
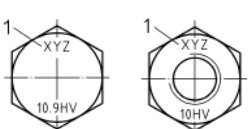
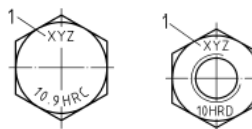


- Le nombre de rondelles à mettre en œuvre correspondra aux conditions d'utilisation prescrites par le charpentier (une ou deux rondelles selon le cas).
- Une seule rondelle (au plus deux) pourra être utilisée du côté qui tourne au serrage dans le cas du serrage utilisant la méthode du couple. Jusqu'à trois rondelles supplémentaires peuvent être utilisées du côté qui ne tourne pas au serrage.

Programme de serrage

Existe-t-il un programme de serrage des boulons précontraints ?	OUI		NON	
---	-----	--	-----	--

Contrôle des boulons												
Les moyens de contrôle du serrage (clés dynamométriques) ont-ils été étalonnés récemment et les certificats d'étalonnage sont-ils disponibles ?	OUI		NON									
Le nombre de boulons à contrôler étant fonction de la classe d'exécution retenue, des fiches de contrôle ont-elles été préparées pour préciser et différencier les assemblages à contrôler (fonction de la classe d'exécution de la structure) de manière à préparer / faciliter le contrôle ?	OUI		NON									
<p>Nota :</p> <ul style="list-style-type: none"> - A défaut, les résultats du contrôle pourront être reportés sur les plans de montage. 												
Le nombre de boulons à contrôler étant fonction de la classe d'exécution retenue, des fiches de contrôle ont-elles été préparées pour préciser et différencier les assemblages à contrôler (fonction de la classe d'exécution de la structure) de manière à préparer / faciliter le contrôle ?	OUI		NON									
<p>Notas :</p> <ul style="list-style-type: none"> - En classe EXC1 un contrôle du serrage n'est pas requis - En classes EXC2, EXC3 et EXC4, un contrôle de serrage des boulons sera effectué en respectant les critères suivants : <ol style="list-style-type: none"> En EXC2 : 5% lors de la seconde phase (atteinte de 110% du couple prescrit pour la méthode du couple). En EXC3 et 4 : 10% lors de la seconde phase (atteinte de 110% du couple prescrit pour la méthode du couple). - Sauf spécification contraire, le contrôle sera réalisé selon le plan d'échantillonnage progressif pour un nombre suffisant de boulons jusqu'à ce que les conditions d'acceptation ou de rejet pour le type séquentiel applicable soient satisfaites (EN 1090-2 annexe M) : <p><u>Types séquentiel applicables :</u></p> <p>EXCE 2 et EXCE3 : type séquentiel A</p> <p>EXCE 4 : type séquentiel B</p>												
<p>Notas : contrôle par la méthode du couple – critère d'acceptation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le contrôle par la méthode du couple de serrage consiste à vérifier qu'il est nécessaire d'appliquer un couple majoré de 5% (soit un couple égal à 1.05 fois la valeur du couple de précontrainte) pour déclencher une rotation de l'écrou (ou de la vis si spécifié). - On limitera la rotation à un strict minimum. - Un boulon pour lequel l'écrou tourne de plus de 15° sous l'application du couple de contrôle est jugé sous serré (<100%) et doit être resserré jusqu'à 100% du couple requis. - Les emplacements des boulons à contrôler seront identifiés et leurs différenciations en lots et groupes de boulons seront choisis comme suit : <p style="text-align: center;">Tableau 25 — Contrôle du serrage par la méthode du couple</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Classe d'exécution</th> <th style="width: 40%;">Au commencement du serrage</th> <th style="width: 45%;">Après le serrage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EXC2</td> <td>— Identification des emplacements de lots de boulons</td> <td>Contrôle de la seconde phase de serrage</td> </tr> <tr> <td>EXC3 et EXC4</td> <td>— Identification des emplacements de lots de boulons — Vérification du mode opératoire de serrage des boulons pour chaque groupe de boulons.</td> <td>Contrôle de la seconde phase de serrage</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTE Pour la définition de lot de boulons, voir l'EN 14399-1.</p>				Classe d'exécution	Au commencement du serrage	Après le serrage	EXC2	— Identification des emplacements de lots de boulons	Contrôle de la seconde phase de serrage	EXC3 et EXC4	— Identification des emplacements de lots de boulons — Vérification du mode opératoire de serrage des boulons pour chaque groupe de boulons.	Contrôle de la seconde phase de serrage
Classe d'exécution	Au commencement du serrage	Après le serrage										
EXC2	— Identification des emplacements de lots de boulons	Contrôle de la seconde phase de serrage										
EXC3 et EXC4	— Identification des emplacements de lots de boulons — Vérification du mode opératoire de serrage des boulons pour chaque groupe de boulons.	Contrôle de la seconde phase de serrage										

Marquage des produits

Produit / Marquage	Certificat / Etiquette CE	
<p>Boulons précontraints</p> <p>HR</p>  <p>HV</p>  <p>HRC</p>  <p>(1) Marque d'identification du fabricant de l'ensemble</p>	<p>Document de contrôle Type 2.1</p> <p>Etiquette CE</p>  <p>1234</p> <p>Société Untel BP 23, B-1070 02</p> <p>Numéro xxx/2002 du certificat CE</p> <p>EN 14399-1</p> <p>Boulonnerie apte à la précontrainte pour usage selon la classe <i>k</i> définie</p> <p>Vis EN 14399-3 — M16 × 80 — 10.9 — HR Écrou EN 14399-3 — M16 — 10 — HR Rondelle EN 14399-6 — 16</p> <p>Classe <i>k</i> : K2 : $k_m = 0,13$, $V_k = 0,06$</p>	 <p>HEXA TECH BOULONS HAUTE RÉSISTANCE APTES À LA PRÉCONTRAINTÉ</p> <p>HR10.9 GALVANISÉ 20 × 70</p> <p>3 4735764409261</p> <p>20 PIÈCES 465 N.m</p> <p>CE 1234</p> <p>NF AFAQ AFNOR Certification NF 070/5</p> <p>GFD</p>

12 Respect des tolérances de montage et enregistrements correspondants :

Vérification du respect des tolérances de montage

Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX
---	-----	--------	-----

Check-list – Contribution au dossier d'exécution (§ 11 - § 12.7 ; annexe D – EN 1090-2)

Vérification du respect des tolérances de montage et enregistrements correspondants

La check-list et la validation est à renseigner par le responsable du montage tel que par exemple le conducteur de travaux ou le chef de chantier.

Identification de l'auteur de la check-list :	XXX	Visa :	XXX
---	-----	--------	-----

Classe retenue pour le respect des tolérances de montage

Les documents du marché précisent t'ils la classe de tolérance de montage à respecter pour tout ou partie d'ouvrage ?	OUI	NON
---	-----	-----

Nota :

- En l'absence de précision particulière dans les documents du marché, les tolérances fonctionnelles de montage respecteront les critères définis pour la **classe 1**.
- Dans le cas contraire, les documents du marché préciseront sur quelles parties de structures (ou en totalité) les critères de montage doivent respecter les critères définis pour la classe 2.

Les documents du marché précisent t'ils des tolérances particulières à respecter ?	OUI	NON
--	-----	-----

Nota :

- Des tolérances particulières pourraient être requises pendant la phase montage pour des structures particulières (structures présentant un encorbellement important par exemple pour lesquelles les déformations peuvent mettre en cause le montage – déformations des éléments de façade).

Un système de référence a-t-il été matérialisé et est-il « visible » de la zone d'emprise du chantier ?	OUI	NON
---	-----	-----

Nota :

- Un système d'axes de référence et de nivellement (axes orthogonaux) doit avoir été implanté par un géomètre à l'aide de repères devant rester visibles pendant toute la durée du chantier.

Les moyens de mesure sont-ils adaptés pour mesurer les performances (tolérances) à respecter sur les ouvrages à monter ?	OUI	NON
--	-----	-----

Nota :

- Les tolérances de montage seront contrôlées par rapport à un système d'axes de références, repères de nivellement et outils de mesure en parfaite correspondance avec le niveau de contrôle requis.

Un enregistrement des vérifications opérées lors du montage de la structure est-il requis ?	OUI	NON
---	-----	-----

Nota :

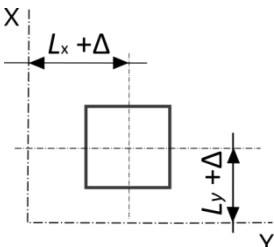
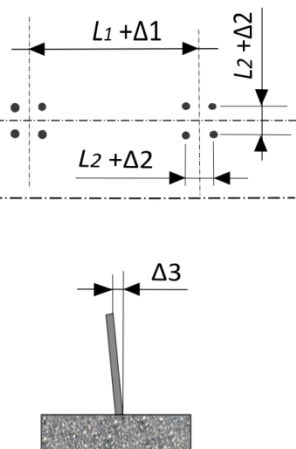
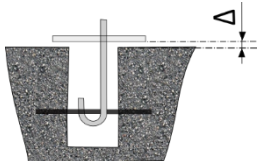
- L'enregistrement des dimensions relevées à l'issue du montage de la structure peut être requis dans les documents du contrat ou être obligatoire pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4.

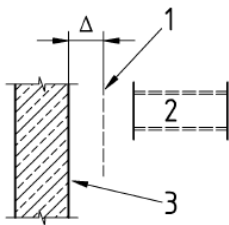
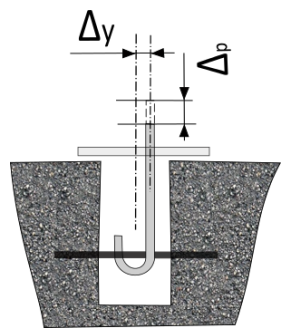
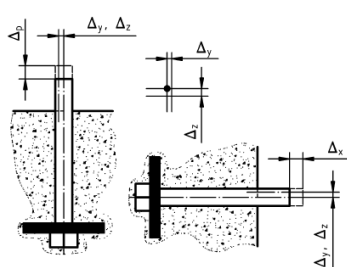
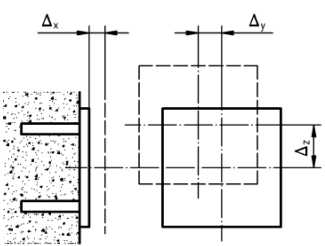
Dans le cas de montage à blanc des structures, les tolérances à respecter sont-elles précisées ?	OUI	NON
--	-----	-----

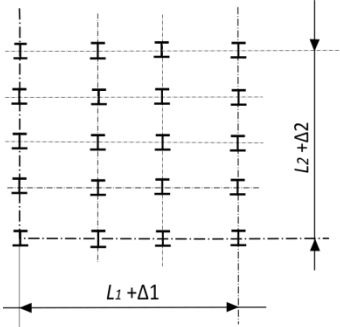
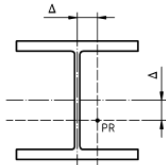
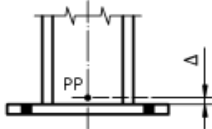
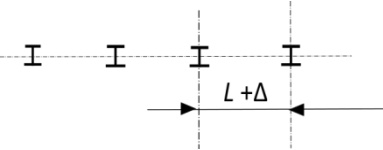
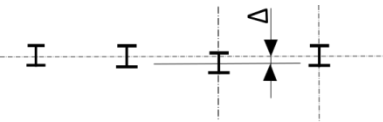
Nota :

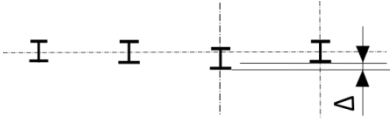
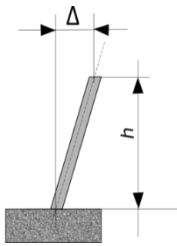
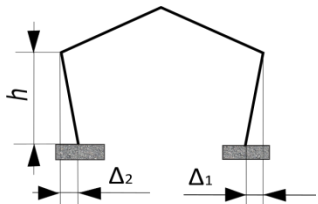
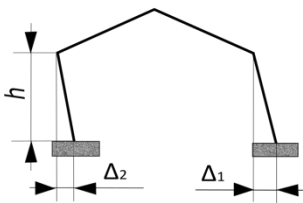
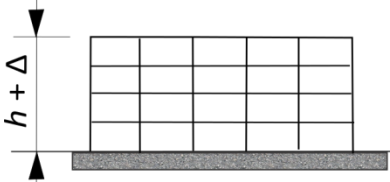
- Le recours au montage à blanc de structures implique le respect de tolérances particulières qui doivent être précisées contractuellement.

Exemple de fiche de contrôle des tolérances de montage

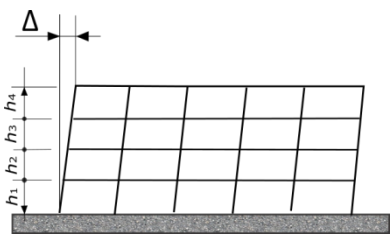
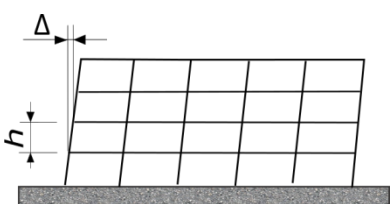
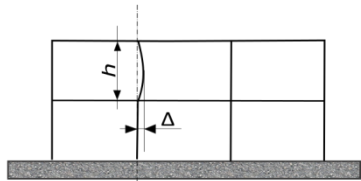
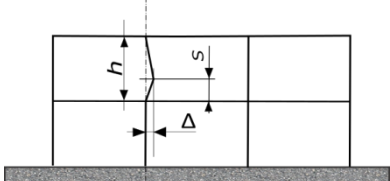
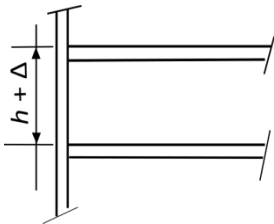
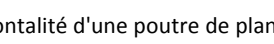
Rappel des critères de la NF EN 1090-2	Paramètre		Ecart mesuré	Validation
	Ecart autorisé Classe 1	Ecart autorisé Classe 2		
<p>Position en plan des massifs isolés</p> 				
	X et Y sont les axes théoriques d'implantation			
	$\Delta = \pm 25 \text{ mm}$			
<p>Position des tiges d'ancrage</p> 				
	Point central d'un groupe de tiges d'ancrage :			
	$\Delta = \pm 6 \text{ mm}$			
	Ecart sur la distance entre 2 groupes de tiges :			
	$\Delta_1 = \pm 10 \text{ mm}$			
	Ecart sur la distance entre tiges :			
	$\Delta_2 = \pm 3 \text{ mm}$			
	Ecart sur la hauteur d'une tige :			
	$- 5 \text{ mm} \leq \Delta \leq + 25 \text{ mm}$			
	Ecart sur la verticalité d'une tige :			
	$\Delta_3 \leq \max (5 \text{ mm}, L_3 / 200)$			
<p>Niveau de fondation</p> 	Ecart Δ par rapport au niveau spécifié			
	$- 15 \text{ mm} \leq \Delta \leq + 5 \text{ mm}$			

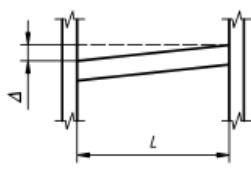
Rappel des critères de la NF EN 1090-2	Paramètre		Ecart mesuré	Validation
	Ecart autorisé Classe 1	Ecart autorisé Classe 2		
<p>Fixation sur une paroi verticale</p>  <p>1 position théorique 2 élément en acier 3 paroi support</p>	<p>Ecart Δ par rapport à la position requise au niveau du point d'appui pour l'élément en acier</p>			
	<p>$\Delta \leq \pm 25$ mm</p>			
<p>Tige d'ancrage avec réglage</p> 	<p>Tige d'ancrage préscellée prévue avec réglage</p>			
	<p>Ecart sur la position de l'axe de la tige :</p> <p>$\Delta_{y \text{ ou } z} = \pm 10$ mm</p> <p>Ecart sur la longueur visible de la tige :</p> <p>$- 5 \text{ mm} \leq \Delta_p \leq + 25$ mm</p>			
<p>Tige d'ancrage sans réglage</p> 	<p>Tige d'ancrage préscellée sans réglage</p>			
	<p>Ecart sur la position de l'axe de la tige :</p> <p>$\Delta_{y \text{ ou } z} = \pm 3$ mm</p> <p>Ecart sur la longueur visible de la tige :</p> <p>$- 5 \text{ mm} \leq \Delta_p \text{ ou } x \leq + 45$ mm</p>			
<p>Plaque d'ancrage noyée dans le béton</p> 	<p>Plaque d'ancrage en acier noyée dans le béton</p>			
	<p>Ecart sur la position des axes de la platine :</p> <p>$\Delta_{x \text{ ou } y \text{ ou } z} = \pm 10$ mm</p>			

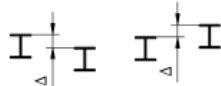
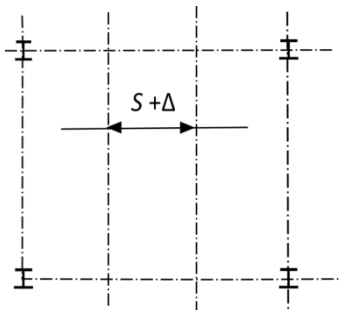
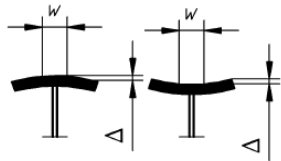
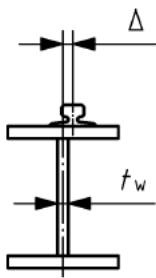
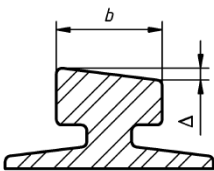
Rappel des critères de la NF EN 1090-2	Paramètre		Ecart mesuré	Validation
	Ecart autorisé Classe 1	Ecart autorisé Classe 2		
Implantation 	Distance entre poteaux d'extrémités dans chaque file au niveau de base (L1 et L2 en m)			
	Si $L \leq 30$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 20$ mm Si $30 \text{ m} < L < 250$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 0,25 (L + 50)$ mm Si $L \geq 250$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 0,1 (L + 500)$ mm	Si $L \leq 30$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 16$ mm Si $30 \text{ m} < L < 250$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 0,20 (L + 50)$ mm Si $L \geq 250$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 0,1 (L + 300)$ mm		
Emplacement des poteaux 	Position en plan de l'axe du poteau au niveau de sa base par rapport au point de référence PR			
	$\Delta = \pm 10$ mm	$\Delta = \pm 5$ mm		
Niveau des appuis 	Niveau du pied de poteau par rapport au niveau spécifié de son point de repère PP			
	$\Delta = \pm 5$ mm	$\Delta = \pm 5$ mm		
Entraxe entre poteaux 	Entraxe entre poteaux adjacents au niveau de leur base (L en m)			
	Si $L \leq 5$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 10$ mm Si $L > 5$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 0,2 (L + 45)$ mm	Si $L \leq 5$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 7$ mm Si $L > 5$ m $\Rightarrow \Delta = \pm 0,2 (L + 30)$ mm		
Alignement des poteaux 	Position du centre du poteau au niveau de sa base par rapport à la file de poteau établie			
	$\Delta = \pm 10$ mm	$\Delta = \pm 7$ mm		

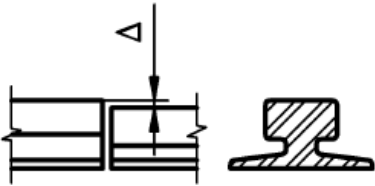
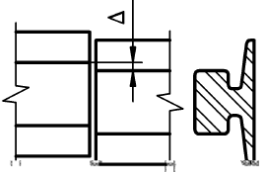
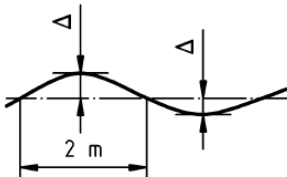
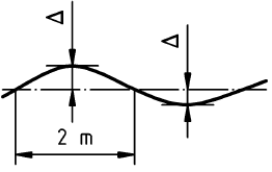
Rappel des critères de la NF EN 1090-2	Paramètre		Ecart mesuré	Validation
	Ecart autorisé Classe 1	Ecart autorisé Classe 2		
<p>Alignement de la face extérieure des poteaux</p> 	Position de la face extérieure d'un poteau au niveau de sa base par rapport à la ligne joignant les faces des poteaux adjacents			
	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 7 \text{ mm}$		
<p>Inclinaison des poteaux</p> 	Inclinaison des poteaux de bâtiments à un seul niveau			
	$\Delta = \pm h / 300$	$\Delta = \pm h / 500$		
<p>Inclinaison de chaque poteau d'un portique</p> 	Inclinaison des poteaux de portiques pris séparément dans des bâtiments à un seul niveau			
	$\Delta 1 = \pm h / 150$ $\Delta 2 = \pm h / 150$	$\Delta 1 = \pm h / 300$ $\Delta 2 = \pm h / 300$		
<p>Inclinaison moyenne des poteaux d'un portique</p> 	Inclinaison moyenne de tous les poteaux dans un même portique			
	$\Delta = \pm h / 500$ avec $\Delta = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2$	$\Delta = \pm h / 500$ avec $\Delta = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2$		
<p>Hauteur totale de la structure</p> 	Hauteur hors tout par rapport au niveau de base (h en m)			
	<p>Si $h \leq 20 \text{ m}$ $\Rightarrow \Delta = \pm 20 \text{ mm}$</p> <p>Si $20 \text{ m} < h < 100 \text{ m}$ $\Rightarrow \Delta = \pm 0.5 (h + 20) \text{ mm}$</p> <p>Si $h > 100 \text{ m}$ $\Rightarrow \Delta = \pm 0.2 (h + 200)$</p>	<p>Si $h \leq 20 \text{ m}$ $\Rightarrow \Delta = \pm 10 \text{ mm}$</p> <p>Si $20 \text{ m} < h < 100 \text{ m}$ $\Rightarrow \Delta = \pm 0.25 (h + 20) \text{ mm}$</p> <p>Si $h > 100 \text{ m}$ $\Rightarrow \Delta = \pm 0.1 (h + 200)$</p>		

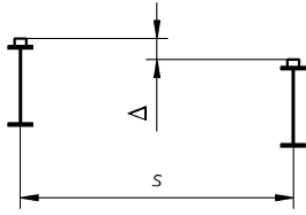
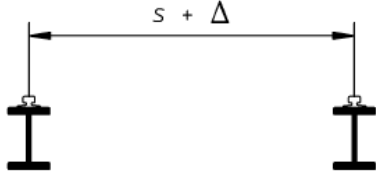
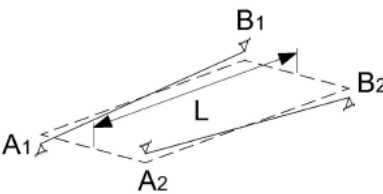
	mm	mm		
--	----	----	--	--

Rappel des critères de la NF EN 1090-2	Paramètre		Ecart mesuré	Validation
	Ecart autorisé Classe 1	Ecart autorisé Classe 2		
Inclinaison sur plusieurs niveaux 	Emplacement du poteau dans le plan par rapport à une ligne verticale passant par son centre au niveau de base			
	$\Delta = \pm \Sigma h / 300n$ <i>n = nombre d'étages</i>	$\Delta = \pm \Sigma h / 500n$ <i>n = nombre d'étages</i>		
Inclinaison entre 2 étages 	Emplacement du poteau dans le plan par rapport à une ligne verticale passant par son centre au niveau inférieur suivant			
	$\Delta = \pm h / 500$	$\Delta = \pm h / 1000$		
Rectitude d'un poteau d'étage 	Position du poteau dans le plan par rapport à une ligne droite entre des points de repère à des niveaux de planchers adjacents			
	$\Delta = \pm h / 750$	$\Delta = \pm h / 1000$		
Rectitude d'un éclissage de continuité 	Emplacement du poteau dans le plan au niveau de l'éclisse par rapport à une ligne droite entre des points de repères à des niveaux de planchers adjacents			
	$\Delta = \pm s / 750$ avec $s \leq h/2$	$\Delta = \pm s / 1000$ avec $s \leq h/2$		
Hauteur d'étage 	Hauteur par rapport aux niveaux adjacents			
	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$		
Horizontalité d'une poutre de plancher 	Niveau de l'extrémité opposée d'une poutre			
	$\Delta = \pm L / 500$ et	$\Delta = \pm L / 1000$ et		

	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$		
---	------------------------------	-----------------------------	--	--

Rappel des critères de la NF EN 1090-2	Paramètre		Ecart mesuré	Validation
	Ecart autorisé Classe 1	Ecart autorisé Classe 2		
Niveau entre poutres de plancher 	Niveaux de poutres adjacentes mesurés aux extrémités correspondantes			
	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$		
Entraxe entre poutres de plancher 	Ecart Δ par rapport à la distance prévue entre des poutres voisines mesuré à chaque extrémité			
	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$		
Planéité de la semelle supérieure d'une poutre 	Défaut de planéité sur une largeur centrale w égale à la largeur du rail plus 10 mm, de chaque côté du rail en position nominale			
	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$		
Excentrement du rail par rapport à l'âme 	Défaut de planéité sur une largeur centrale w égale à la largeur du rail plus 10 mm, de chaque côté du rail en position nominale			
	Pour $t_w \leq 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$	Pour $t_w \leq 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$		
	Pour $t_w > 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0.5 t_w$	Pour $t_w > 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0.5 t_w$		
Pente du rail 	Pente de la face supérieure de la section transversale			
	$\Delta = \pm b/100$	$\Delta = \pm b/100$		

Rappel des critères de la NF EN 1090-2	Paramètre		Ecart mesuré	Validation
	Ecart autorisé Classe 1	Ecart autorisé Classe 2		
<p>Niveau du rail</p> 	Ressaut dans la partie supérieure du rail au niveau du joint			
	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0.5 \text{ mm}$		
<p>Bord du rail</p> 	Décalage de l'axe du rail au niveau du joint			
	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0.5 \text{ mm}$		
Position du rail dans le plan	Par rapport à la position prévue			
	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$		
<p>Alignement local du rail</p> 	Alignement sur la longueur de référence de 2 m			
	$\Delta = \pm 1.5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$		
Niveau du rail	Par rapport au niveau prévu			
	$\Delta = \pm 15 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$		
Niveau du rail	Niveau sur la portée L du pont roulant			
	$\Delta = \pm L/500$ Mais $ \Delta \geq 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm L/1000$ Mais $ \Delta \geq 10 \text{ mm}$		
<p>Niveau du rail</p> 	Variation sur la longueur de référence de 2 m			
	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$		

Rappel des critères de la NF EN 1090-2	Paramètre		Ecart mesuré	Validation
	Ecart autorisé Classe 1	Ecart autorisé Classe 2		
Niveaux relatifs sur les deux côtés d'un chemin de roulement à l'âme 	Différence de niveau			
	Pour $s \leq 10m$ $\Delta = \pm 20 \text{ mm}$	Pour $s \leq 10m$ $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$		
	Pour $s > 10m$ $\Delta = \pm s/500$	Pour $s > 10m$ $\Delta = \pm s/1000$		
Espacement s entre les axes des rails du pont roulant 	Différence d'espacement			
	Pour $s \leq 16m$ $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	Pour $s \leq 16m$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$		
	Pour $s > 16m$ $\Delta = \pm [10 + (s-16)/3] \text{ mm}$ avec s en m	Pour $s > 16m$ $\Delta = \pm [5 + (s-16)/4] \text{ mm}$ avec s en m		
Butées	Position relative des butées au niveau de la même extrémité, mesurée dans le sens du chemin de roulement			
	$\Delta = \pm s / 1000$ Mais $\Delta \leq \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm s / 1000$ Mais $\Delta \leq \pm 10 \text{ mm}$		
Inclinaison de rails opposés  $ \Delta = N_1 - N_2 $ avec N_1 Inclinaison $A_1 B_1$ N_2 Inclinaison $A_2 B_2$ L Distance entre appuis successifs	Décalage			
	$\Delta = L / 500$	$\Delta = L / 1000$		

ANNEXE 1 – Liste de normes utiles (liste non exhaustive)

Aciers

- [EN 10025-1](#) à [EN 10025-6](#) : Produits laminés à chaud en aciers de construction – parties 1 à 6
- [EN 10210-1](#) et [EN 10210-2](#) : Profils creux finis à chaud en aciers de construction non-alliés et à grains fins – Parties 1 et 2
- [EN 10219-1](#) et [EN 10219-2](#) : Profils creux soudés pour la construction finis à froid en aciers de construction non alliés et à grains fins – Parties 1 et 2
- [EN 10160](#) : Contrôle ultrasonore des produits plats en acier d'épaisseur égale ou supérieure à 6 mm (méthode par réflexion)
- [EN 10164](#) : Aciers de construction à caractéristiques de déformation améliorées dans le sens perpendiculaire à la surface du produit — Conditions techniques de livraison.

Fixations mécaniques

Généralités

- [EN ISO 898-1](#) : Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié — Partie 1 : Vis, goujons et tiges filetées - Filetages à pas gros et filetages à pas fin
- [EN ISO 6789](#) : Outils dynamométriques à commande manuelle — Exigences et méthodes d'essai pour vérifier la conformité de conception, la conformité de qualité et la procédure de réétalonnage

Boulonnerie de construction non précontrainte

- [EN 15048-1](#) : Boulonnerie de construction métallique non précontrainte — Partie 1 : Exigences générales.
- [EN 15048-2](#) : Boulonnerie de construction métallique non précontrainte — Partie 2 : Essai d'aptitude à l'emploi

Boulonnerie de construction apte à la précontrainte

[EN 14399-x](#) : Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte

- [EN 14399-1](#) : Partie 1 : Généralités.
- [EN 14399-2](#) : Partie 2 : Essai d'aptitude à l'emploi pour la mise en précontrainte.
- [EN 14399-3](#) : Partie 3 : Système HR — Boulons à tête hexagonale
- [EN 14399-4](#) : Partie 4 : Système HV — Boulons à tête hexagonale
- [EN 14399-5](#) : Partie 5 : Rondelles plates pour systèmes HR.
- [EN 14399-6](#) : Partie 6 : Rondelles plates chanfreinées (pour systèmes HR et HV).
- [EN 14399-8](#) : Partie 8 : Système HV — Boulons ajustés à tête hexagonale (vis + écrou).
- [EN 14399-9](#) : Partie 9 : Système HR ou HV — Boulons avec rondelles indicatrices de précontrainte.

- [EN 14399-10](#) : Partie 10 : Système HRC — Boulons à précontrainte calibrée.

Appareils d'appui structuraux

- [EN 1337-1 à EN 1337-8](#) : *Appareils d'appuis structuraux*

Soudage

(Voir plus généralement le document « Le soudage » - Qualifications et compétences exigées par la norme EN 1090-2 » - février 2016 – Edité par la FFB Métallerie)

- [EN ISO 3834-4](#): Exigences de qualité élémentaire en soudage par fusion des matériaux métalliques
- [EN ISO 3834-3](#): Exigences de qualité normale en soudage par fusion des matériaux métalliques
- [EN ISO 3834-2](#): Exigences de qualité complète en soudage par fusion des matériaux métalliques
- [EN ISO 5817](#) : Soudage — Assemblages en acier soudés par fusion – Niveaux de qualité par rapport aux défauts (critères d'acceptation)
- [EN ISO 9712](#) : Essais non destructifs – Qualification et certification du personnel END
- [EN ISO 14731](#) : Coordination en soudage — Tâches et responsabilités
- [EN 14732 \(anciennement EN 1418\)](#) : Personnel en soudage — Épreuve de qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage mécanisé et le soudage automatique des matériaux métalliques
- [EN ISO 9606-1 \(anciennement EN 287-1\)](#) : Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 1 : Aciers.
- [EN ISO 14554-1 et EN ISO 14554-2](#) : Exigences de qualité en soudage
- [EN ISO 14555](#) : Soudage — Soudage à l'arc des goujons sur les matériaux métalliques
- [EN ISO 15609-1 à EN 15609-6](#) : Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Parties 1 à 6
- [EN ISO 15610 - EN ISO 15611 – EN ISO 15612 - EN ISO 15613](#) : Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Qualification basée sur des produits consommables soumis à essais - sur la base de l'expérience en soudage – par référence à un mode opératoire de soudage standard – sur la base d'un assemblage soudé
- [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
- [EN ISO 15620](#) : Soudage – Soudage par friction des matériaux métalliques
- [EN ISO 4063](#) : Soudage - Nomenclature et numérotation des procédés de soudage

Divers

- [EN 1993-1-1/A1 – Eurocode 3](#) : Calcul des structures en acier – Règles générales et règles pour le bâtiment - [Annexe C : Sélection de la classe d'exécution](#)

ANNEXE 2 – Classes d'exécution

La présente annexe a pour objet d'expliquer la démarche utilisée pour classer une structure ou partie de structure en différentes classes d'exécution, laquelle classe déterminera le niveau d'exigences attendu en termes de qualité d'exécution, de tolérances de fabrication et de contrôle à apporter aussi bien en atelier que sur site.

Une même structure peut donc comporter plusieurs classes d'exécution qui se devront d'être précisées dans les documents remis à l'EML.

Le choix d'une classe d'exécution résulte d'une analyse à plusieurs niveaux censés couvrir les risques et incertitudes selon chaque type d'ouvrage.

La démarche consiste successivement :

- **A choisir la classe de conséquence** paraissant la plus appropriée pour l'**ouvrage** dans sa globalité. La classe de conséquence s'adresse aux conséquences que pourrait avoir une défaillance ou un mauvais fonctionnement de la structure, notamment le risque pour les personnes et le risque économique.

Ce choix doit être précisé dans les documents du marché.

A noter : les classes de conséquence de l'EN 1990 ont été précisées dans l'annexe nationale française ainsi que dans les « Recommandations pour la détermination des classes d'exécution selon la NF EN 1090-2 pour les structures en acier de bâtiments » (BNCM/CNC2M – N0169 – janvier 2015) dont un extrait est produit ci-dessous.

« Recommandations BNCM – CNC2M - N° 1069 de janvier 2015 »

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>	

- **Différencier le niveau de fiabilité des différents éléments structuraux** en fonction de leur famille et de leur implication plus ou moins importante dans la résistance et la stabilité de la structure (ou partie de structure).

Tableau 2 : Définition des familles d'éléments

Famille	Types d'élément structural
A	<p>Eléments secondaires ne participant pas à la stabilité générale*</p> <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	<p>Eléments de circulation courants</p> <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) ; — Poutraison, limons, et supports d'escaliers ; — Eléments porteurs des passerelles d'entretien.
C	<p>Eléments de plancher</p> <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	<p>Supports d'équipements industriels</p> <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).



Famille	Types d'élément structural
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><i>* 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.</i></p> <p><i>** Les éléments de structure principale sont constitués des éléments structuraux qui conduisent les efforts principaux, dus aux actions extérieures, jusqu'aux fondations.</i></p>	

- **Attribuer à chaque élément une classe de conséquence en fonction de sa famille et de la classe de l'ouvrage.**

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

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

- **La classe d'exécution de l'élément structural se déduit de ce qui précède en choisissant également :**
 - a) La catégorie de service prenant en compte la nature des actions sollicitant l'élément.

La catégorie de service SC1 correspondant à des actions quasi statiques ou créant des variations de contraintes limitées (« petits » pont roulants, action sismique faible ...) justifiant de conditions peu contraignantes, tandis que la catégorie de service SC2 s'adresse à des actions dynamiques ou de fatigue.

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.

^(a) Le vent est considéré comme une action quasi-statique : voir la NF EN 1991-1-4 (chapitre 3.3),

^(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.

^(c) Voir les « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier et mixtes non ou faiblement dissipatives » de la CNC2M.

^(d) Certains escaliers de secours relèvent de cette catégorie en fonction de la destination des ouvrages qu'ils desservent.

^(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.

- b) Le niveau de difficulté lié au soudage d'éléments en aciers de nuances inférieures ou supérieures à du S355 impliquant dans ce dernier cas le respect de certaines précautions d'autant plus strictes que la criticité des soudures peut être en cause pour l'intégrité de la structure.

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.

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

En final la démarche conduit à classer les éléments structuraux selon le schéma récapitulatif ci-après.

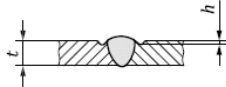
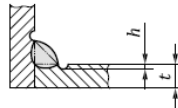
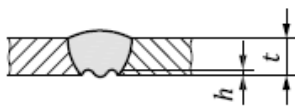
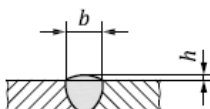
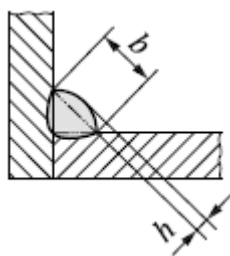
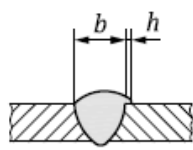
TABEAU RECAPITULATIF

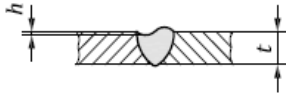
Code	Description	Critères limites											
		CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
CC00.1	Eléments participant pas à la stabilité générale	CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
		CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
CC00.2a	Eléments courants de structure principale	CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
		CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
CC00.2b	Eléments de plancher	CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
		CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
CC00.2c	Eléments de circulation	CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
		CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
CC00.2d	Eléments de stabilité générale	CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3
		CC1	SC1	PC1	EMC1	CC2	SC2	PC2	EMC2	CC3	SC3	PC3	EMC3

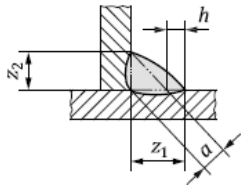
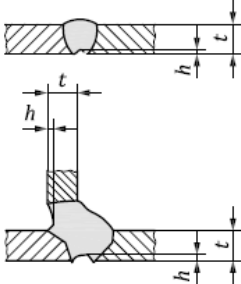
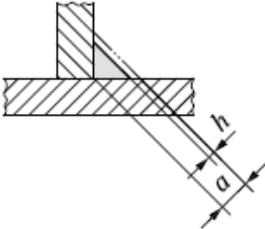
ANNEXE 3 – Limites d'acceptation des défauts

Contrôles visuels		
Exemples de défauts (NF EN ISO 5817)		Critères limites
100	Fissures	Non autorisé
104	Fissures de cratère	Non autorisé

2017	Piqûres	<p>Pour $t > 3 \text{ mm}^*$:</p> <p>$d \leq 0,3 (s \text{ ou } a)$</p> <p>et</p> <p>$d \leq 3 \text{ mm}$</p>
401	Collage	Non autorisé
510	Trous	Non autorisé

Contrôles visuels		
Exemples de défauts (NF EN ISO 5817)		Critères limites
601	Coup d'arc ou amorçage accidentel	<p>Non autorisé</p> <p>Autorisé si les propriétés du métal de base ne sont pas affectées</p>
5011	Caniveau continu	<p>Transition douce exigée. N'est pas considéré comme défaut systématique</p> 
5012	Morsure; caniveau discontinu	
5013	Caniveau à la racine	<p>Transition douce exigée</p> 
502	Surépaisseur excessive (soudure bout à bout)	<p>Transition d'ouce exigée</p> 
503	Convexité excessive	
506	Débordement	

509	Effondrement	Transition douce exigée	Pour $t > 3 \text{ mm}^*$: $h \leq 0,25 t$
511	Manque de matière		et $h \leq 2 \text{ mm}$

Contrôles visuels			
Exemples de défauts (NF EN ISO 5817)			Critères limites
512	Défaut de symétrie	Pour les cas où une soudure d'angle asymétrique n'a pas été prescrite 	$h \leq (2 + 0,2 a) \text{ mm}$
515	Retassure à la racine	Transition douce exigée 	Pour $t > 3 \text{ mm}^*$: $h \leq 0,2 t$ et $h \leq 2 \text{ mm}$
516	Rochage	Voir EN ISO 5817	Autorisé localement
517	Mauvaise reprise	Voir EN ISO 5817	Autorisé
5213	Gorge insuffisante	Non applicable aux procédés garantissant une plus grande profondeur de pénétration 	$h \leq (0,3 + 0,1 a) \text{ mm}$ et $h \leq 2 \text{ mm}$
602	Projection	Voir EN ISO 5817	Voir exigences liées à la protection anticorrosion
610	Coloration	Voir EN ISO 5817	anticorrosion

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

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

Note :

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