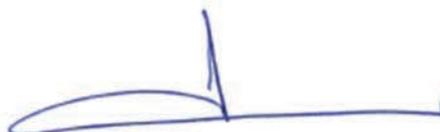


Distribution :
- publication sur MARIN
- voir groupe cible

Fascicule 34.4: Structures en acier

Avis, 53 I-AM/2015

Edition	Annule et remplace le "Chapitre 30.2.4: Constructions en acier" du "Fascicule 30.2: Construction de Ponts et autres Ouvrages d'art – Construction des Bâtiments" (publié avec l'avis 11 I du 9 octobre 1992)
Contenu succinct	Décrit les exigences qui sont applicables pour l'exécution des structures en acier.
Groupe cible	Head of – Managers – Ingénieurs – Architectes – Technicien (ppal.), SCST, CST des disciplines Bâtiments et Ouvrages d'art Tuc Rail, NMBS B-Stations, Eurostation et Eurogare
Mise en vigueur	14 dec 2015



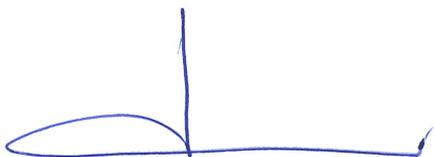
Luc Vansteenkiste
Director

Introduction

Ce document remplace "Chapitre 30.2.4: Constructions en acier" du "Fascicule 30.2: Construction de Ponts et autres Ouvrages d'art – Construction des Bâtiments"

Le document décrit les exigences qui sont applicables pour l'exécution des structures en acier (ouvrages d'art en acier, bâtiments, les parties acier des structures en acier-béton, ...) Le but est d'obtenir des structures en acier à un niveau suffisant de résistance mécanique, de stabilité, d'ouvrabilité et de durabilité.

Le document doit être traité comme *un document relié à la norme NBN EN 1090-2* et contient les dispositions et les exigences techniques spécifiques à Infrabel. Le "Fascicule 34.4" *complète ou remplace* les exigences correspondantes de la norme EN 1090-2. Pour cette raison la numérotation des articles de cette norme est reprise dans le Fascicule. Pour les articles qui ne sont pas mentionnés dans ce Fascicule, le texte de la norme reste valable.



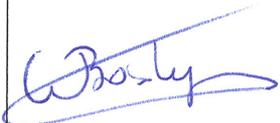
L. VANSTEENKISTE

Director

Fascicule 34: Prescriptions techniques **relatives aux OUVRAGES D'ART**

Tableau des suppléments en vigueur:

N° du supplément	N° et année Avis/Circulaire	N° du chapitre modifié	Remarques

	Auteur	Approbation	Autorisation
Date & Signature	 14/12/2015	 21/12/2015	 23/12/2015
Grade	Ir.	Manager I-AM.34	Head of I-AM.3
Nom	Willem Brantegem	Didier Van de Velde	Paul Godart

Direction Asset Management

**Fascicule 34.4
Ouvrages d'art et Bâtiments**



“Netebruggen” à Duffel

**Fascicule 34.4 :
Structures en acier
Version 1.0**

Historique

Le Fascicule 34.4 remplace les dispositions du Chapitre 30.2.4: “Constructions en acier” du “Fascicule 30.2 : Construction de Ponts et autres Ouvrages d’art – Construction des Bâtiments”, édition 1992.

Version	Draft	Date	Objet	Page
1.0		14/12/2015	Edition Fascicule 34.4	45

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION.....	4
1.1	OBJET.....	4
1.2	UTILISATION	4
1.3	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	4
1.3.1	<i>Références normatives</i>	4
2	DISPOSITIONS GÉNÉRALES.....	5
2.1	NORMES	5
2.2	ECLAIRCISSEMENTS, CHANGEMENTS ET COMPLÉMENTS APPORTÉS À LA NORME NBN EN 1090-2+A1:2011.....	5

1 Introduction

1.1 Objet

Ce fascicule 34.4 décrit les exigences pour l'exécution des structures en acier dans le but d'assurer un niveau suffisant de résistance mécanique, de stabilité, d'ouvrabilité et de durabilité.

Ce fascicule 34.4 suppose que le travail est effectué avec la compétence nécessaire, les outils appropriés, les machines et les ressources suffisantes afin d'effectuer le travail en conformité avec les exigences et la mise en œuvre de ce fascicule.

1.2 Utilisation

Ce document « Fascicule 34.4 » remplace le chapitre 30.2.4 du fascicule 30.2 et donne les règles générales et les règlements techniques applicables à l'exécution de structures en acier pour la construction de ponts, d'autres structures et bâtiments. Le document doit être traité comme un document relié à la NBN EN 1090-2 et contient les dispositions et les exigences techniques spécifiques à Infrabel. Le fascicule 34.4 complète ou remplace les exigences correspondantes de la norme EN 1090-2.

1.3 Documents de référence

1.3.1 Références Normatives

Les normes de référence sont énumérées au § 2 de la NBN EN 1090-2. L'entrepreneur doit donner une liste à jour (année, si oui ou non la publication de l'annexe nationale ...) à la date de l'adjudication.

2 Dispositions générales

2.1 Normes

La structure en acier répond aux dispositions des normes suivantes :

- NBN EN 1090-1:2009 - Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 1: Exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux;
- NBN EN 1090-2+A1:2011 - Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2: Exigences techniques pour les structures en acier.

Le présent Fascicule explique, modifie ou complète la norme NBN EN 1090-2+A1:2011 là où il le faut. La numérotation de la norme est maintenue.

2.2 Eclaircissements, changements et compléments apportés à la norme NBN EN 1090-2+A1:2011

Art. 4.1.2 Classes d'exécution

Les classes d'exécution suivantes sont d'application aux structures en acier (fourniture, assemblage, pose, ...) :

Classe d'exécution	Application
EXC4	Toutes les structures en acier, à l'exception de celles mentionnées ci-dessous
EXC3	Eléments de bâtiments qui ne sont pas sujets à la fatigue. Passerelle pour piétons et cyclistes.
EXC2	Petites structures non chargées dynamiquement : garde-corps, échelles, parois antibruit et portiques de caténaire
EXC1	-

Tableau - Classes d'exécution

Art. 4.1.3 Degrés de préparation

Le degré de préparation est P3 selon l'ISO 8501-3 si EXC4 est d'application.

Le degré de préparation est P2 selon l'ISO 8501-3 si EXC2 ou EXC3 est d'application.

Les arêtes vives des bords libres sont préparées conformément à la norme NBN EN ISO 12944-3:1998.

Art. 4.1.4 Tolérances géométriques

Les tolérances fonctionnelles satisfont à la classe 2 pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4. Pour EXC2, la classe 1 est d'application.

(ajout) Art. 4.2.0 Généralités

Dans le cas où une approbation par le pouvoir adjudicateur était prescrite dans les articles ci-après et en corrélation avec les documents de l'adjudicataire, les travaux concernés ne pourront débuter qu'après approbation.

Art. 4.2.2 Plan qualité

Un plan qualité est requis pour les structures appartenant aux classes d'exécution EXC3 et EXC4.

A ajouter au deuxième alinéa point b) : et seront soumis à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

(ajout) Art. 4.2.5 Plans d'exécution

Les plans d'exécution des structures en acier sont dressés par l'adjudicataire en respectant les prescriptions suivantes.

Chaque plan d'exécution comprend un cartouche mentionnant :

- le nom du pouvoir adjudicateur;
- le nom de l'adjudicataire;
- le nom du constructeur;
- le nom du bureau de dessin (si d'application);
- le nom du projet;
- l'objet du plan;
- la date de la version;
- le numéro d'ordre suivi d'un code alphabétique pour les versions modifiées;
- le numéro du cahier spécial des charges.

Les cotes de toutes les pièces sont indiquées. Toutes les pièces sont numérotées. Un même numéro ne peut être attribué qu'à des pièces de nuance d'acier, de qualité et de dimensions identiques.

Les joints d'atelier et de montage sont clairement indiqués et repérés. Leur mise en œuvre est en nombre minimale pour autant que cela soit compatible avec les possibilités d'approvisionnement, de traitement, de transport et de montage.

Les cordons sont symbolisés conformément à la norme NBN EN ISO 2553:2013.

Tous les assemblages par boulons et rivets sont décrits dans leur intégralité. Les diamètres des boulons et rivets sont clairement signalés. Les diamètres indiqués sont des diamètres nominaux. Chaque plan d'exécution comporte un tableau affichant les diamètres définitifs des trous de boulon et de rivet pour les diamètres de corps visés.

Les plans comprennent toutes les illustrations, cotes et indications indispensables pour déterminer toutes les dimensions et pouvoir évaluer la conception en connaissance de cause.

Les plans reprendront le profilé de fabrication et la contreflèche de construction qui doivent être donnés, lors de la fabrication, à la structure en acier et aux éléments de la structure en acier pour que la structure terminée présente finalement le profilé longitudinal et le profilé transversal prescrits.

La nuance et la qualité des différents matériaux sont indiquées.

Les changements ou ajouts éventuellement apportés par rapport aux plans d'exécution précédemment soumis sont renseignés clairement et sans ambiguïté sur les plans d'exécution. Ces changements successifs sont repris dans un tableau sur les plans d'exécution, avec mention du code alphabétique, de la date de modification, des initiales du dessinateur, ainsi qu'une description succincte des modifications.

Les plans d'exécution soumis à l'approbation du pouvoir adjudicateur comprennent toujours :

- plans d'ensemble;
- plans d'assemblage;
- plans de pièce.

Les plans d'ensemble comprennent :

- la structure complète ou un ensemble distinct plus grand avec toutes les dimensions globales;
- les renvois aux plans d'assemblage.

Les plans d'assemblage comprennent :

- toutes les cotes de mesure pertinentes pour le contrôle;
- les caractéristiques de profilé;
- les dimensions de tôle;
- les numéros de pièce clairement identifiés.

Les plans de pièce comprennent toutes les données stipulées sous l'art. 4.2.6.

Les plans d'exécution doivent permettre une vérification de la conformité avec :

- les plans d'adjudication concernés;
- les plans d'études réalisés dans le cadre du marché, si l'étude fait partie de celui-ci.

Jusqu'à ce que les plans d'exécution ne contiennent pas les données décrites ci-dessus, ils seront irrecevables pour approbation par le pouvoir adjudicateur et les délais prescrits, respectivement pour la vérification et l'approbation, ne débuteront pas tant que les données précitées feront défaut sur les plans d'exécution. Les conséquences éventuelles (surcoûts, retards, etc.) de fourniture tardive des documents requis sous la forme appropriée, telle que décrite, constituent une charge d'entreprise.

(ajout) Art. 4.2.6 Listes de pièces

Les plans d'exécution sont accompagnés de listes de pièces complètes, relatives aux différents éléments de la structure en acier et aux boulons, rivets à mettre en œuvre en atelier et sur chantier.

Les listes de pièces comprennent :

- le numéro de chaque pièce (numéro qui figure aussi sur le plan d'exécution);
- le nombre de pièces portant le même numéro;
- la nature (tôle, bande, profilé, boulon, rivet);
- le nom de la pièce;
- les dimensions (longueur, largeur ou diamètre, épaisseur);
- la nature du matériau (nuance, qualité, acier laminé, acier moulé, acier forgé);
- les masses de tous les éléments constitutifs.

Les listes de pièces sont soumises à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

(ajout) Art. 4.2.7 Programmes d'exécution

L'adjudicataire établit les programmes d'exécution du travail et les soumet à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Les principales techniques de traitement des matériaux, ainsi que la succession des différentes phases d'exécution sont décrites intégralement et éventuellement clarifiées par des croquis explicatifs.

Le programme est établi de façon à ce que :

- le travail fini soit conforme aux plans d'exécution;
- le soudage soit simplifié au maximum;
- les dérogations restent limitées par rapport aux tolérances constatées;
- les contraintes de soudage soient évitées ou alors minimales.

Une distinction claire est opérée entre :

- le programme de soudage (voir art. 7);
- le programme de montage à blanc en atelier (voir art. 6.10 & art. 9.6.4);
- le programme de montage sur chantier (voir art. 9).

Art. 5.2 Identification, documents de contrôle et traçabilité

Le tableau 1 est remplacé par le tableau ci-dessous :

Produit constitutif	Documents de contrôle
Aciers de construction (tableaux 2 et 3)	2.2 pour l'acier S185 3.1 pour l'acier S235JR 3.2 pour l'acier supérieur à S235JR (S355, J0, J2, ...)
Aciers inoxydables (tableau 4)	3.1 + 3.2 pour l'analyse chimique d'inox 316(L)
Aciers moulés	Selon tableau B.1 de l'EN 10340:2007 (s'il faut choisir entre 3.1 et 3.2, seul 3.2 est d'application)
Produits consommables pour le soudage (tableau 5)	3.2 pour les constructions soumises à fatigue 3.1 pour les constructions statiques
Boulonnerie de construction	3.2
Rivets à chaud	3.2
Vis autotaraudeuses, autoperceuses et rivets aveugles	2.1
Goujons	3.2
Joints de dilatation pour ponts	3.2
Câbles à haute résistance	3.2
Appareils d'appui structuraux	3.2
Aciers forgés	3.2
Fontes	2.1 pour la fonte sans valeur de résilience prescrite 3.2 pour la fonte avec valeur de résilience prescrite

Tableau 1 – Documents de contrôle pour les produits métalliques

Art. 5.3.1 Généralités

Les normes stipulées aux tableaux 2, 3 et 4 sont expliquées, modifiées ou complétées ci-après le cas échéant. La numérotation des normes est maintenue.

(ajout) Art. 5.3.1.1 NBN EN 10025-1:2005

Article 8 Contrôle et essai :

Article 8.1 Généralités. Les produits sont livrés conformément aux dispositions du tableau 1 du point 5.2 de la norme NBN EN 1090-2+A1:2011 et du présent chapitre.

Article 13 Options. Seules les options mentionnées ci-après sont d'application :

- 1) le procédé d'élaboration de l'acier est indiqué (voir 6.1);
- 2) une analyse sur produit est réalisée par unité de contrôle. Cette analyse chimique du produit concernera les éléments cités dans la formule du carbone équivalent (C, Mn, Ni, Cu, Cr, Mo et V), ainsi que les éléments Si, P, S et N (voir 7.2.2, 8.3.3 et 8.4);
- 3) les caractéristiques de résilience de la qualité JR sont vérifiées par un essai (voir 7.3.2.2 et 8.4);
- 4) les produits fortement chargés suivant leur épaisseur sous l'influence de contraintes provoquées par le soudage ou des forces extérieures répondent aux caractéristiques améliorées de déformation dans le sens perpendiculaire à la surface conformément à la norme NBN EN 10164:2005 (voir 7.3.3 et art. 5.3.4 de la norme NBN EN 1090-2+A1:2011).

La qualité Z25 est également requise pour toutes les pièces (tôles et profilés) d'une épaisseur supérieure ou égale à 25 mm (sauf s'il est démontré, par une technique de calcul conforme à la norme NBN EN 1993-1-10, que cela n'est pas nécessaire).

- 5) si les pièces doivent être aptes à la galvanisation à chaud, cette exigence est stipulée dans la demande de prix et à la commande de l'acier (voir 7.4.3).

(ajout) Art. 5.3.1.2 NBN EN 10025-2:2005

Article 13 Options. Seules les options stipulées à l'article 13 de la norme NBN EN 10025-1:2005 et éventuellement complétées ci-dessous et les options mentionnées ci-après sont d'application :

- 5) si les pièces doivent être aptes à la galvanisation à chaud, cette exigence est stipulée dans la demande de prix et à la commande de l'acier (voir 7.4.3). Si l'acier n'appartient pas à la classe 1 ou 3 du tableau I, la composition chimique de l'acier est soumise au galvaniseur;
- 21) pour les produits des qualités J2 et K2 d'épaisseur nominale inférieure à 6 mm, la grosseur de grain est vérifiée, en remplacement de l'essai de flexion par choc. Cette exigence est supprimée si la teneur en aluminium à l'analyse de coulée est supérieure à 0,02 % d'aluminium total. La grosseur du grain ferritique doit être supérieure ou égale à 6. La grosseur de grain est définie dans la norme NBN EN ISO 643:2003 (voir 7.3.2.3);
- 26) la teneur maximale en carbone (analyse de coulée) pour les profilés ayant une épaisseur nominale supérieure à 100 mm sera identique à celle prévue pour les matériaux présentant une épaisseur nominale supérieure à 40 mm (voir tableaux 2 et 4);
- 28) les valeurs minimales de flexion par choc pour des profilés ayant une épaisseur nominale supérieure à 100 mm seront identiques à celles prévues pour les produits plats présentant une épaisseur nominale supérieure à 150 mm (voir tableau 9).

(ajout) Art. 5.3.1.3 NBN EN 10025-3:2005

Article 13 Options. Seules les options stipulées à l'article 13 de la norme NBN EN 10025-1:2005 et éventuellement complétées ci-dessous et les options mentionnées ci-après sont d'application :

- 5) si les pièces doivent être aptes à la galvanisation à chaud, cette exigence est stipulée dans la demande de prix et à la commande de l'acier (voir 7.4.3). Si l'acier n'appartient pas à la classe 1 ou 3 du tableau I, la composition chimique de l'acier est soumise au galvaniseur.

(ajout) Art. 5.3.1.4 NBN EN 10025-4:2005

Article 13 Options. Seules les options stipulées à l'article 13 de la norme NBN EN 10025-1:2005 et éventuellement complétées ci-dessous, ainsi que les options mentionnées ci-après sont d'application :

- 5) si les pièces doivent être aptes à la galvanisation à chaud, cette exigence est stipulée dans la demande de prix et à la commande de l'acier (voir 7.4.3). Si l'acier n'appartient pas à la classe 1 ou 3 du tableau I, la composition chimique de l'acier est soumise au galvaniseur.

(ajout) Art. 5.3.1.5 NBN EN 10025-5:2005

Article 13 Options. Seules les options stipulées à l'article 13 de la norme NBN EN 10025-1:2005 (hormis l'option 5) et éventuellement complétées ci-dessous, ainsi que les options mentionnées ci-après sont d'application :

- 3) les caractéristiques de rupture en flexion par choc de la nuance d'acier S355, classe WP, sont vérifiées par un essai (voir 7.3.2.2 et 8.4.2);
- 4) les produits des qualités J2 et K2 qui sont fortement chargés suivant leur épaisseur, sous l'influence de contraintes provoquées par le soudage ou des forces extérieures, répondent aux caractéristiques améliorées de déformation dans le sens perpendiculaire à la surface conformément à la norme NBN EN 10164:2005 (voir 7.3.3 et art. 5.3.4 de la norme NBN EN 1090-2+A1:2011); La qualité Z25 est également requise pour toutes les pièces (tôles et profilés) d'une épaisseur supérieure ou égale à 25 mm (sauf s'il est démontré, par une technique de calcul conforme à la norme NBN EN 1993-1-10, que cela n'est pas nécessaire) ;
- 21) pour les produits des qualités J2 et K2 d'épaisseur nominale inférieure à 6 mm, la grosseur de grain est vérifiée, en remplacement de l'essai de flexion par choc. Cette exigence est supprimée si la teneur en aluminium à l'analyse de coulée est supérieure à 0,02 % d'aluminium total. La grosseur du grain ferritique doit être supérieure ou égale à 6. La grosseur de grain est définie dans la norme NBN EN ISO 643:2003 (voir 7.3.2.3).

(ajout) Art. 5.3.1.6 NBN EN 10025-6:2005

Si l'acier est utilisé conformément à cette norme, les documents d'adjudication décriront les modalités d'application.

(ajout) Art. 5.3.1.7 NBN EN 10210-1:2006

Article 5.2 Options. Les options mentionnées ci-après sont d'application :

- 1.1 l'analyse sur produit est réalisée pour les nuances d'acier S275 et S355 (voir 6.5.1);

- 1.2 la teneur en Cr, Cu, Mo, Ni, Ti et V dans l'analyse de coulée est indiquée sur le rapport de contrôle pour les nuances d'aciers non alliés (voir 6.5.2);
 - 1.3 les valeurs de résilience des qualités JR et JO sont déterminées par essai (voir 6.6.4); cela vaut également pour toutes les autres qualités d'acier (J2, K2, etc.);
 - 1.4 si les pièces doivent être aptes à la galvanisation à chaud, cette exigence est stipulée dans la demande de prix et à la commande (voir 6.7.2);
 - 1.6 les produits sont livrés conformément aux dispositions du tableau 1 du point 5.2 de la norme NBN EN 1090-2+A1:2011 et du présent chapitre;
 - 1.9 s'il s'agit d'un caisson formé à chaud qui n'a pas été normalisé (pas d'indication +N), un essai de flexion par choc supplémentaire doit être réalisé dans l'un des 4 angles (conformément à la figure C.3 de la norme EN 10210-1:2006)
- Les profils creux avec une soudure en spirale ne sont pas acceptés (sauf pour les pieux).

(ajout) Art. 5.3.1.8 NBN EN 10219-1:2006

L'utilisation de profilés creux ou caissons formés à froid conformément à la norme NBN EN 10219-1 n'est pas autorisée.

(ajout) Art. 5.3.1.9 NBN EN 10219-2:2006

L'utilisation de profilés creux ou caissons formés à froid conformément à la norme NBN EN 10219-2 n'est pas autorisée.

(ajout) Art. 5.3.1.10 Détermination de la nuance d'acier et de la qualité d'acier

La détermination de la nuance d'acier et de la qualité d'acier s'effectue selon les PTR OA01.

(ajout) Art. 5.3.1.11 Choix de l'acier inoxydable

En principe, le choix se porte toujours sur de l'acier inoxydable austénitique.

Pour les structures soudées, l'acier inoxydable duplex (austéno-ferritique) peut également être choisi.

Si les documents d'adjudication ne stipulent pas l'acier inoxydable sélectionné, le choix est opéré sur la base de l'application, de l'environnement et du traitement, à l'aide du tableau ci-dessous.

	Sans soudage	Avec soudage
Environnement intérieur	AISI 304 - 1.4301	AISI 304 L - 1.4306 / 1.4307
Environnement extérieur	AISI 316 - 1.4401 / 1.4436	AISI 316 L - 1.4404 / 1.4432

Tableau – Choix de la qualité de l'acier inoxydable

Art. 5.3.2 Tolérances d'épaisseur

Pour EXC3 également, les tôles de construction doivent être conformes à la classe B de la norme EN 10029.

Art. 5.3.3 Etats de surface

Exigences relatives à l'état de surface pour les tôles en acier au carbone pour EXC3 et EXC4 : classe B3 selon EN 10163-2.

Exigences relatives à l'état de surface pour les profilés en acier au carbone pour EXC3 et EXC4 : classe D3 selon EN 10163-3.

La réparation par rechargement de défauts superficiels n'est pas acceptée. Cela vaut aussi bien pour l'acier au carbone que pour l'acier inoxydable.

Art. 5.3.4 Caractéristiques particulières

Le point b) du troisième alinéa est remplacé par :

La qualité Z25 est requise pour toutes les pièces (tôles et profilés) d'une épaisseur supérieure ou égale à 25 mm (sauf s'il est démontré, par une technique de calcul conforme à la norme NBN EN 1993-1-10, que cela n'est pas nécessaire). La valeur Z du matériau est déterminée conformément à la norme NBN EN 10164:2005.

Art. 5.5 Produits consommables pour le soudage

Les dispositions du point 5.5 de la norme NBN EN 1090-2+A1:2011 sont complétées comme suit :

pour le soudage d'acier laminé de nuance S235 ou supérieure, des produits consommables de soudage de classe H5 au minimum sont utilisés pour ce qui concerne la teneur maximale en hydrogène diffusible du matériau déposé.

Art. 5.6 Eléments de fixation mécaniques

Cet article est applicable aux :

- boulons ordinaires (assemblages structurels boulonnés non précontraints);
- boulons précontraints (assemblages structurels boulonnés précontraints);
- boulons en acier inoxydable.

Art. 5.6.1 Généralités

Les éléments de fixation revêtus par voie électrolytique ne sont pas autorisés (sauf s'ils sont traités ultérieurement – après la préparation approuvée par le pouvoir adjudicateur – au moyen du système de protection de la structure adjacente).

Les boulons précontraints ne sont pas mis en œuvre dans les assemblages qui se trouvent temporairement ou en permanence dans l'eau.

En raison du risque de fragilisation par l'hydrogène, les boulons 10.9 ne peuvent pas être revêtus par voie électrolytique ni galvanisés à chaud. Un autre système de protection contre la corrosion doit être appliqué.

Art. 5.6.3 Boulons de construction destinés à des applications non précontraintes

Les normes NBN EN ISO 898-1 et -2 sont valables pour les boulons d'un diamètre inférieur ou égal à M39. Les boulons d'un diamètre supérieur à M39 doivent répondre aux caractéristiques mécaniques de M39.

Les normes EN ISO 3506-1 et -2 sont valables pour les boulons en acier inoxydable austénitique d'un diamètre inférieur ou égal à M39. Les boulons d'un diamètre supérieur à M39 doivent répondre aux caractéristiques mécaniques de M39.

En cas de contact entre différents types de matériau (par ex. acier galvanisé à chaud et boulons en acier inoxydable), l'adjudicataire prend les mesures nécessaires pour éviter la corrosion galvanique en plaçant une isolation en néoprène ou matière synthétique.

(ajout) Art. 5.6.3.1 Choix de la classe en cas d'applications non précontraintes

Si les documents d'adjudication n'imposent aucune classe, les dispositions suivantes s'appliquent :

- les boulons sont de la classe 8.8 conformément à la norme NBN EN ISO 898-1:2009;
- les écrous sont de la classe 8 conformément à la norme NBN EN ISO 898-2:2012.

(ajout) Art. 5.6.3.2 Choix de la nuance d'acier et de la classe de qualité pour les boulons en acier inoxydable

Si les documents d'adjudication n'imposent aucune nuance d'acier ni classe de qualité, les dispositions suivantes s'appliquent :

- en règle générale, la nuance d'acier A4 suffit;
- la classe de qualité minimale requise est 70.

Art. 5.6.4 Boulons de construction aptes à la précontrainte

Pour les assemblages boulonnés à précontrainte élevée, seul le système HV est d'application, en combinaison avec deux rondelles plates chanfreinées. Ceci implique que les normes NBN EN 14399-3:2005 et NBN EN 14399-5:2005 du tableau 7 doivent être supprimées.

Les boulons en acier inoxydable ne sont pas utilisés dans les assemblages précontraints.

Art. 5.6.5 Indicateurs directs de précontrainte

Ce système n'est pas autorisé.

Art. 5.6.8 Dispositifs de blocage

Les assemblages non précontraints sont bloqués par la mise en œuvre d'un écrou supplémentaire. Celui-ci est de type identique à celui utilisé dans la structure ou du type "écrou bas" conformément à la norme NBN EN ISO 4035:2001.

Pour les structures chargées statiquement, les alternatives suivantes peuvent aussi être utilisées : écrou avec bague en nylon, écrou (à chapeau) autobloquant.

Art. 5.6.10 Rivets à chaud

Les rivets à chaud :

- doivent être parfaitement centrés par rapport au corps;
- ne peuvent présenter ni cassures ni fissures capillaires ni aucun autre défaut;
- présentent une surface de contact perpendiculaire à l'axe du corps.

Pour l'assemblage de parties de structure en acier S235, les rivets possèdent au minimum les caractéristiques mécaniques suivantes :

- R_m : 340-420 MPa;
- R_e : 200 MPa.
- Ou qualité A34m suivant DIN Ust 36-2

Pour l'assemblage de parties de structure en acier S355, les rivets possèdent au minimum les caractéristiques mécaniques suivantes :

- R_m : 450-520 MPa;
- R_e : 280 MPa.
- Ou qualité A45m suivant DIN Rst 44-2

Les caractéristiques mécaniques des rivets sont stipulées en situation d'utilisation. Pour le contrôle, les rivets sont classés en lots, chaque lot étant constitué de produits de même nuance d'acier et de même diamètre.

Art. 5.7 Goujons et connecteurs de cisaillement

Les prescriptions de ce point s'appliquent au soudage de goujons connecteurs dans les structures mixtes acier-béton et dans des travaux assimilés.

Les goujons et les bagues en céramique répondent à la norme NBN EN ISO 13918:2008. Des goujons du type SD1 conformément au tableau 2 de la norme NBN EN ISO 13918:2008 sont utilisés, sauf spécification contraire dans les documents d'adjudication. Les goujons et les bagues en céramique sont soudés conformément à la norme NBN EN ISO 14555:2007.

Art. 6.2 Identification

Ajouter au 3ème alinéa :

- e) ils peuvent uniquement être apposés dans des zones non chargées ou exclusivement en compression;
- f) ils ne sont pas autorisés à proximité des cordons de soudure.

En cas de ponts, les marques d'identification ne sont pas autorisées aux endroits visibles par les usagers (piétons par exemple).

Art. 6.4.2 Cisailage et grignotage

Le cisailage et le grignotage ne sont pas autorisés.

Art. 6.4.3 Coupage thermique

Les bords obtenus par coupage thermique sont débarrassés des oxydes et irrégularités.

La surface des chants doit être traitée de façon à ce que la préparation de surface en vue du traitement de surface puisse se dérouler convenablement (voir aussi 6.4.4).

Art. 6.4.4 Dureté de surface des chants

La dureté de surface des chants doit satisfaire au tableau 10. Cela doit faciliter l'obtention de la dureté requise par décapage, en vue de la mise en œuvre de la protection contre la corrosion.

Art. 6.5.1 Généralités

Le thermoformage, la rectification avec le brûleur et le formage à froid peuvent être réalisés dans le cas des petites déformations et doivent être soumis à l'approbation d'Infrabel et sous réserve de la conformité avec l'article 6.5 de la norme EN 1090-2.

Les grandes déformations sont strictement interdites.

Art. 6.5.2 Formage à chaud

L'adjudicataire doit garantir par écrit que dans le domaine du formage à chaud, toutes les caractéristiques de matériau répondent aux exigences minimales de la norme produit.

Art. 6.5.3 Redressage au brûleur

L'entrepreneur doit garantir, par écrit, que le domaine des propriétés des matériaux de thermoformage répondent à toutes les exigences minimales de la norme produit.

Si Infrabel l'estime nécessaire, il peut - au détriment de l'entrepreneur – réaliser essai de dureté. Le résultat doit être conforme aux valeurs du tableau 10 de la norme EN 1090-2.

Art. 6.5.4 Formage à froid

Les nuances 1.4306 et 1.4580 sont ajoutées au point b) 1).

Il est interdit d'utiliser des éléments formés à froid pour la galvanisation.

Art. 6.6.1 Dimensions des trous

Pour les rivets, le diamètre du trou est égal au diamètre du corps de rivet après rivetage.

Art. 6.6.3 Exécution du perçage

Le perçage de trous n'est pas permis dans les parties chargées de la structure. Pour les parties non porteuses et ayant une épaisseur inférieure ou égale à 6 mm, c'est autorisé sous réserve que l'outil de poinçonnage soit en bon état et que les dommages mécaniques soient évités, les déformations de l'incision doivent être réduites au minimum.

Pour les pièces non chargées avec une épaisseur supérieure à 6 mm le poinçonnement est soumis à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4, les trous sont poinçonnés avec un diamètre inférieur d'au moins 4 mm, et alésés par la suite.

Pour les classes d'exécution EXC3 et EXC4, aucune bavure n'est autorisée.

Art. 6.7 Découpes

Remplacer le deuxième alinéa par :

les angles rentrants et les grugeages doivent être arrondis avec le plus grand rayon possible et compatible avec le rôle de l'élément. Dans tous les cas, il s'applique un rayon minimum de :

- 5 mm pour EXC2;
- 10 mm pour EXC3 et EXC4.

Dans les exemples de la figure 2, seul l'exemple 2 (forme A) est autorisé.

Les coupes obtenues par poinçonnage ne sont pas autorisées pour EXC3 en EXC4.

Art. 6.9 Assemblage

Le contact entre des matériaux métalliques différents – susceptible d'engendrer la corrosion galvanique ou des tensions – est empêché par le placement d'une isolation en néoprène ou matière synthétique. L'adjudicataire soumet une proposition en la matière à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

L'adjudicataire soumet, à l'approbation du pouvoir adjudicateur, une proposition relative aux éléments provisoires servant à la fabrication. Voir également l'article 7.5.6.

Si des œillets de levage sont utilisés sur des surfaces en acier lors de la construction, de la manutention et du montage définitif, à des endroits où un revêtement routier sera mis en œuvre par la suite, les dispositions suivantes sont prises en compte :

si le revêtement routier est mis en œuvre sur la surface en acier sur chantier, le revêtement routier est alors mis en œuvre :

- après le montage définitif du pont;
- après l'enlèvement de tous les œillets de levage;
- après le nettoyage intégral du tablier de pont;

si le revêtement routier est mis en œuvre sur la surface en acier en atelier, les dispositions suivantes sont d'application :

- l'adjudicataire ne peut utiliser que des œillets de levage boulonnés;
- l'emplacement des œillets de levage boulonnés et leur nombre sont soumis à l'approbation du pouvoir adjudicateur;
- après le montage définitif de la structure en acier (voir également 7.5.6), les œillets sont enlevés, des boulons à tête fraisée sont placés dans les trous et le revêtement est ajusté sur place.

Art. 6.10 Contrôle de l'assemblage des pièces

Un montage à blanc est réalisé dans les cas repris à l'article 9.6.4. Les modalités d'exécution du montage à blanc figurent également sous l'article 9.6.4.

Art. 7.2.2 Contenu d'un programme de soudage

Le programme de soudage est soumis à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Art. 7.4.1.1 Généralités

Le pouvoir adjudicateur est seul juge du contrôle des essais concernés. Il détermine le programme des assemblages-types à réaliser en se basant sur le programme de soudage de l'adjudicataire qui reprend tous les types d'assemblage rencontrés dans la structure. Lorsqu'il passe commande de l'acier, il incombe à l'adjudicataire de prévoir une surlongueur suffisante pour la réalisation des essais.

Art. 7.4.1.2 Qualification des modes opératoires de soudage pour les procédés 111, 114, 12, 13 et 14

Le point b)3) est remplacé par : L'utilisation de peintures primaires appliquées en usine n'est pas autorisée.

Dans le tableau 12, seule l'épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage, conforme à la norme EN ISO 15614-1, est valable comme méthode de qualification.

Art. 7.4.2 Soudeurs et opérateurs soudeurs

La norme EN ISO 9606-1 est expliquée, modifiée et complétée par ce qui suit:

- Article 6.2 Formes, tailles et nombres d'échantillons
Figure 4 – ajouter : La longueur d'un assemblage de qualification pour une soudure d'angle est d'au moins 300 mm;
- Méthodes d'essai de l'article 6.4

Dans le tableau 13, l'option "test de fragmentation selon la norme ISO 9017" n'est pas acceptée.

- Référence b du tableau 13 est remplacée par le texte suivant:

Le contrôle par radiographie de cordons bout à bout réalisés par les procédés 131, 135 et 136 (fil fourré à poudre métallique uniquement) est complété par deux essais de pliage supplémentaires, à savoir un essai de pliage normal et un essai de contre-piage.

Art. 7.4.3 Coordination en soudage

Modification aux tableaux 14 & 15 :

pour EXC3, des coordinateurs en soudage de niveau C sont toujours requis.

Art. 7.5 Préparation et exécution du soudage

Remarque générale : Infrabel n'accepte aucun coût pour l'exécution du soudage tant sur chantier qu'en atelier. Le coût du soudage est inclus dans le prix de l'acier pour les postes concernés du métré.

Art. 7.5.1.1 Généralités

Le dernier alinéa est supprimé et remplacé par :
 l'utilisation de peintures primaires appliquées en usine n'est pas autorisée.

Art. 7.5.2 Stockage et manutention des produits consommables pour le soudage

Le stockage de longue durée d'un produit consommable pour le soudage doit s'effectuer dans des circonstances telles que décrites dans le tableau ci-dessous (sauf stipulation contraire dans les spécifications du fabricant) :

Température [°C]	Humidité relative [%]
17 à 27	Max. 60
27 à 37	Max. 50

Tableau – Valeur de référence en matière de stockage de longue durée d'un produit consommable pour le soudage

De plus, le produit consommable pour le soudage ne peut être conservé qu'un maximum de 3 ans.

En cas de soudage sur chantier, les électrodes et fils-électrodes sont séchés et stockés conformément au tableau 16 de la norme NBN EN 1090-2+A1(2011) (sauf stipulation contraire dans les prescriptions du fabricant).

Le produit consommable pour le soudage ne peut être étuvé qu'une seule fois.

Art. 7.5.3 Protection contre les intempéries

Le nombre de soudures à réaliser sur chantier doit être réduit au minimum. Elles doivent répondre aux dispositions des paragraphes 6.4.2 et 6.4.3 des PTR OA01.

Tous les travaux de soudage sur chantier doivent être réalisés dans les mêmes conditions que celles du soudage en atelier. Il convient en outre de tenir compte des particularités suivantes du soudage sur chantier :

Les zones entourant les soudures à réaliser sur chantier ne doivent pas être peintes sur une distance d'au moins 0,20 m par rapport à la future soudure. Lorsque les soudures sont terminées, ces surfaces doivent être dérouillées (brossage des traces de rouille jusqu'au métal nu) avant d'apposer la protection anticorrosion.

L'adjudicataire doit soumettre pour approbation les procédures de soudage de toutes les soudures sur chantier (et leur ordre). Il introduit en même temps des plans de détail relatifs au positionnement et au calage des joints.

Les bouteilles de gaz sont stockées dans un endroit distinct.

Outre le matériel susmentionné, l'adjudicataire prévoira des chalumeaux et du matériel pour le préchauffage éventuel des joints avant soudage. Les électrodes doivent être chauffées par des appareils de chauffage individuel et des sondes thermiques sont mises à

disposition pour contrôler la température de soudage. L'adjudicataire prévoit également un système d'aspiration des fumées de soudage, et des extincteurs dans les espaces de soudage couverts.

Les travaux de soudage au sol et sur échafaudage fixe doivent être réalisés dans des espaces de soudage couverts, permettant de réaliser la soudure en se protégeant des influences climatiques (vent, pluie, neige, brouillard, etc.). La conception de ces espaces de soudage doit être soumise à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Des espaces de soudage couverts disposant d'une protection contre les intempéries doivent aussi être prévus pour le soudage en hauteur, lequel se déroulera depuis un échafaudage solide. La conception de ces espaces de soudage doit également être soumise à l'approbation du pouvoir adjudicateur. L'échafaudage et les espaces de soudage doivent disposer de grands accès, suffisamment nombreux, afin de permettre la réalisation efficace du contrôle (non destructif) et de la surveillance du soudage.

Il est interdit de souder si la température extérieure est inférieure à +5 °C !

La température de l'acier doit être partout supérieure à +5 °C, la température des joints à souder (pour autant que l'étude du régime thermique n'exige pas de températures élevées) s'élève au minimum à +15 °C pour la nuance S 235 et à +30 °C pour la nuance S 355.

Le fonctionnaire dirigeant ou son délégué doit avoir l'occasion d'examiner le montage avant le début de chaque soudure (vérification de la conformité de la préparation).

Art. 7.5.6 Fixations provisoires

Les éléments provisoires destinés à la fabrication ou au montage, associés à des opérations (comme le soudage et l'enlèvement ultérieur des œillets de levage) qui influencent négativement le comportement à la fatigue de l'assemblage définitif, ne peuvent être positionnés qu'en des endroits judicieusement choisis (à justifier par une note de calcul).

En cas d'implantation en des endroits sensibles à la fatigue (dalle routière de ponts notamment), l'adjudicataire prend les mesures nécessaires pour ne pas influencer négativement la résistance à la fatigue.

L'adjudicataire soumet une proposition en la matière à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

La proposition de l'adjudicataire reprend la catégorie de fatigue originale de l'endroit où l'élément provisoire est mis en œuvre, ainsi que les mesures de réparation et la classe de fatigue ainsi obtenue après l'enlèvement de l'élément.

L'ingénieur qui a réalisé l'étude de la structure en acier conseille le pouvoir adjudicateur au sujet de la proposition de l'adjudicataire.

Remarque: Après meulage de la surface du métal de base (lors de l'enlèvement des éléments temporaires, anneaux de levage, ...), il doit y avoir un contrôle non destructif de type ressuage ou magnétique (selon le niveau B de la norme EN ISO 5817) pour assurer qu'il n'y a pas de fissures présentes à la surface du matériau de base.

Art. 7.5.8.1 Généralités

Les soudures d'angle sont toujours continues et possèdent une hauteur de gorge de 5 mm minimum, sauf si les documents d'adjudication le stipulent autrement. Des soudures d'angle discontinues ne sont pas autorisées.

Le point a) se lit comme suit :

on ne tient pas compte de toute la pénétration de la soudure dans les soudures d'angle. La valeur adoptée de manière standard est de 0mm.

(ajout) Art. 7.5.8.3 Trous de souris

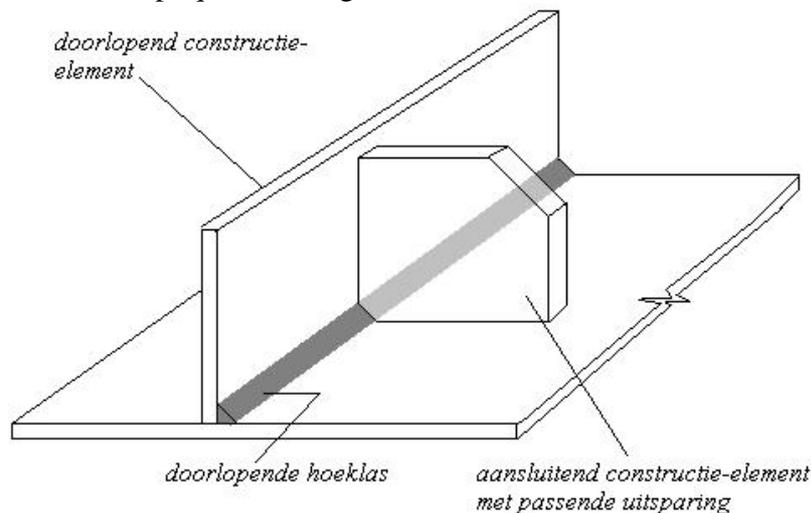
Les trous de souris à réaliser sont :

- circulaires;
- suffisamment grands ($R \geq 30 \text{ mm} + 1,5a$, où a représente la hauteur de gorge du cordon de soudure le plus épais), avec un minimum de 40mm.

Lorsque des soudures d'angle se croisent sans trous de souris, l'ordre de soudage et de montage est le suivant :

- tout d'abord, les soudures d'angle de l'élément de structure continu sont réalisées au droit des éléments de structure qui s'y raccordent, de façon à ce qu'il n'y ait aucune interruption dans la soudure d'angle à hauteur du croisement;
- ensuite, les éléments de structure raccordés sont posés avec un évidement approprié à la soudure d'angle susmentionnée;
- enfin, les soudures d'angle restantes sont réalisées.

La figure ci-dessous explique davantage la situation.


(ajout) Art. 7.5.8.4 Soudures, trous de souris et découpes spécifiques aux dalles orthotropes

Toutes les soudures sont réalisées de façon à obtenir une catégorie de détails la plus élevée possible conformément à la norme NBN EN 1993-1-9:2005 (+AC:2006).

Les soudures des raidisseurs longitudinaux de forme trapézoïdale à la dalle sont exécutées conformément au détail n° 7 du tableau 8.8 de la norme NBN EN 1993-1-9:2005 (+AC:2006).

Si l'adjudicataire souhaite y déroger, il doit soumettre sa proposition motivée à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Pour l'application de trous de souris et de découpes spécifiques aux dalles orthotropes soumises au trafic routier, les dispositions du point C.1.3.5.2 de l'annexe C de la norme NBN EN 1993-2:2007 sont d'application moyennant les explications, ajouts et changements suivants :

- les trous de souris dans la poutre transversale à hauteur de la dalle routière ne sont pas autorisés;

- la mise en œuvre de découpes dans la poutre transversale à hauteur de la partie inférieure du raidisseur longitudinal de forme trapézoïdale (conformément à la figure C.11a ou C.11b) est déterminée dans les documents d'adjudication;
- si le principe de la figure C.11a prévaut, l'ouverture entre la face inférieure du raidisseur longitudinal de forme trapézoïdale et le bord de la découpe dans la poutre transversale (distance b conformément à la figure C.14) s'élève toujours à 30 mm minimum, quelles que soient les tolérances de fabrication des éléments constitutifs.

Art. 7.5.9.1 Généralités

Des appendices sont également requis pour EXC2.

Les soudures bout à bout sont indiquées sur les plans d'exécution (voir aussi l'article 4.2.5).

Art. 7.5.13 Soudures en entaille et en bouchon

Pour les soudures en entaille et en bouchon, les dimensions indiquées sous "NOTE" font office de valeurs minimales.

Art. 7.5.17 Exécution du soudage

Pour EXC2, les projections de soudures doivent aussi être éliminées si elles sont visuellement dérangeantes et/ou entravent la bonne exécution de la protection contre la corrosion.

Art. 7.6 Critères d'acceptation

Suivant EN ISO 5817, le niveau de qualité est défini suivant le niveau de classe d'exécution ci-après :

- EXC2 : niveau de qualité B
- EXC3 : niveau de qualité B
- EXC4 : niveau de qualité B+

Art. 7.7.2 Modifications apportées aux exigences de l'EN 1011-3

7.1, alinéa 4 – Modification :

les couches d'oxyde coloré formées pendant le soudage doivent être éliminées. Les zones de soudure reçoivent la même finition de surface que le reste de l'ouvrage – voir aussi l'art. 10.11 (ajouté).

Art. 7.7.3 Soudage d'aciers différents

L'adjudicataire soumet une proposition à l'approbation du pouvoir adjudicateur en ce qui concerne les modalités de soudage de l'acier inoxydable à un autre acier. Cette proposition inclut également les mesures qu'il prend pour éviter la contamination de l'acier inoxydable et la corrosion galvanique.

Art. 8 Fixations mécaniques**Art. 8.1 Généralités**

En cas d'assemblages précontraints résistant au glissement (fonctionnant sur frottement), l'appui par contact direct est requis entre les surfaces de contact.

L'utilisation de cales d'épaisseur est interdite.

Art. 8.2.1 Généralités

Tous les assemblages à boulons non précontraints sont bloqués conformément à l'article 5.6.8. L'adjudicataire tient compte de ce blocage pour la détermination de la longueur des vis.

Si les écrous doivent nécessairement être soudés, leur type, leur nuance d'acier et leur procédé de soudage sont soumis à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Art. 8.2.4 Rondelles

En cas d'assemblages non précontraints, une rondelle est toujours placée sous l'écrou. En règle générale, celle-ci est toujours serrée avec l'écrou. Lorsque le serrage s'effectue via la tête de boulon, une rondelle est placée sous la tête de boulon et sous l'écrou.

En présence de trous surdimensionnés et/ou pour des raisons de stabilité, les rondelles classiques sont remplacées par des rondelles en plat fabriquées sur mesure, dont la forme, les dimensions et la nuance d'acier sont soumises à l'approbation du pouvoir adjudicateur. Les dimensions et la nuance d'acier des rondelles biaisées éventuelles sont soumises à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Art. 8.3 Serrage des assemblages non précontraints

Après serrage, les bords de l'assemblage sont enduits d'un mastic silicone qui peut être peint. Ce mastic silicone est neutre, ne peut pas être du type acide acétique, adhère parfaitement, est élastique et offre une bonne résistance aux conditions climatiques pendant au moins 10 ans.

Art. 8.4 Préparation des surfaces de contact dans les assemblages résistant au glissement

Sauf indication contraire, la zone des surfaces de contact dans les connexions de précontrainte est la surface de la plaque entière (= 100% contact). Sauf indication contraire, le coefficient de frottement $\mu = 0,50$. La surface doit être sablée Sa 2,5.

Art. 8.5.1 Généralités

Parmi les différentes méthodes de serrage reprises dans le tableau 20 de la norme NBN EN 1090-2, seule la « méthode du couple » et la « méthode combinée » est acceptée. Les autres méthodes ne sont pas autorisées. Pour obtenir une tension uniforme, une procédure doit être établie avec l'ordre de serrage des différents boulons, éventuellement avec des cycles de serrages différents.

En cas d'assemblage résistant au glissement, les parties de l'assemblage en contact avec les rondelles sont uniquement revêtues de la première couche du système de peinture. Le reste du système de peinture est appliqué lorsque l'assemblage est terminé.

En cas d'assemblage résistant au glissement, le contact est intégral entre les éléments à assembler.

Après serrage définitif des boulons, les bords des pièces assemblées sont immédiatement enduits de mastic silicone pouvant être peint, comme décrit sous 8.3.

Un assemblage avec surfaces grenillées ou sablées est en règle générale terminé 48 heures avant le début de l'exécution de l'assemblage. Cette règle peut uniquement être dérogée si, en cas de dépassement de la période de 48 heures, le mastic silicone protecteur, tel que décrit ci-dessus, a déjà été apposé, même si la précontrainte n'a pas encore été totalement appliquée.

Art. 8.5.5 Méthode HRC

Cette méthode de serrage n'est pas autorisée.

Art. 8.5.6 Méthode par indicateur direct de précontrainte

Cette méthode de serrage n'est pas autorisée.

Art. 8.6 Boulons ajustés

Les boulons ajustés dans les assemblages non précontraints sont bloqués selon 8.2.1.

Art. 8.7.2 Mise en œuvre des rivets

Les rivets à tête fraisée se trouvent dans une surface affleurante. Les éventuelles parties de métal saillantes doivent être meulées.

Art. 8.7.3 Critères d'acceptation

Les faces extérieures d'assemblages rivetés ne doivent pas présenter de marque causée par la bouterolle.

(ajout) Art. 8.7.4 Protection contre la corrosion des assemblages rivetés

Les surfaces de contact de l'assemblage à riveter sont revêtues de la première couche du système de peinture.

Les têtes des rivets et la structure en acier non traitée tout autour sont protégées contre la corrosion, et ce, d'une façon équivalente au système de protection de la structure en acier environnante. Une proposition de l'adjudicataire est soumise à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Après rivetage d'un assemblage, les bords des pièces assemblées sont immédiatement enduits de mastic silicone. Ce mastic silicone est neutre, ne peut pas être du type acide acétique, adhère parfaitement, est élastique et offre une bonne résistance aux conditions climatiques pendant au moins 10 ans.

Art. 8.9 Utilisation d'éléments de fixation particuliers et de méthodes de fixation particulières

L'utilisation d'autres éléments de fixation particuliers est soumise à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Art. 9.3.2 Méthode de montage de l'adjudicataire

Le programme de montage sur chantier est accompagné d'une note de calcul justifiant les dispositions prévues.

L'adjudicataire date et signe le programme de montage et ses annexes, puis soumet ces documents au pouvoir adjudicateur pour accord.

L'adjudicataire reste à tout moment responsable de la bonne exécution du montage sur chantier.

Art. 9.6.1 Plans de montage

Les plans de montage sont cotés soigneusement et mentionnent toutes les dimensions indispensables à l'exécution des différents éléments de la structure.

Art. 9.6.2 Marquage

Le pouvoir adjudicateur reçoit, en double exemplaire, un plan comportant les repères apposés sur les différentes parties de structure, de façon à pouvoir vérifier que chaque partie occupe effectivement la bonne place, tant au montage sur chantier qu'au montage à blanc en atelier.

Art. 9.6.4 Montage à blanc**(ajout) Art. 9.6.4.1 Généralités**

En règle générale, toute structure en acier montée en différentes parties est soumise à un montage à blanc sur le chantier.

Un montage à blanc de la structure en acier est réalisé :

- si l'adjudicataire ne peut monter la structure en acier dans son ensemble dans l'atelier ou ses dépendances où les éléments sont assemblés;
- si la structure ne peut être acheminée dans son ensemble sur le chantier.

Le montage à blanc dans l'atelier est effectué de façon à ce que le pouvoir adjudicateur puisse s'assurer de :

- l'exactitude des dimensions;
- l'exactitude de la forme de la structure globale (profilé longitudinal, profilé transversal, ...);
- la bonne exécution des assemblages;
- la conformité des trous destinés aux boulons ou rivets à mettre en œuvre sur chantier;
- l'importance d'éventuelles déformations d'éléments soudés;
- la bonne préparation des pièces de structure à souder sur chantier;
- ...

Il faut éviter en particulier que des sollicitations anormales apparaissent dans les parties de structure au cours du montage à blanc.

Sauf nécessité technique dûment justifiée, chaque montage à blanc est exécuté avec des parties de structure dont toutes les soudures à réaliser en atelier sont déjà entièrement terminées.

L'adjudicataire ne peut débiter le montage à blanc qu'après l'approbation par le pouvoir adjudicateur du programme de montage à blanc dans l'atelier.

Toutes les exigences en matière de montage à blanc sont stipulées dans le programme de contrôles de l'adjudicataire, dont il est question à l'art. 4.2.1.

(ajout) Art. 9.6.4.2 Phases du montage à blanc

En règle générale, le montage à blanc englobe la structure en acier dans son ensemble, pour autant que la conception et les dimensions l'autorisent.

Sur proposition détaillée et dûment justifiée de l'adjudicataire, le pouvoir adjudicateur peut néanmoins autoriser que le montage à blanc soit réalisé en plusieurs phases et/ou que le montage à blanc soit remplacé entièrement ou partiellement par des mesurages tridimensionnels (voir aussi l'article 6.10). Cette autorisation fera l'objet d'un accord préalable.

Les pièces faisant partie d'une phase de montage à blanc ne peuvent être désassemblées qu'après que le montage à blanc des pièces impliquées dans un montage à blanc ultérieur soit suffisamment avancé pour assurer l'indéformabilité des éléments appartenant à cette dernière phase de montage à blanc.

L'approbation du pouvoir adjudicateur est requise à chaque phase du montage à blanc.

(ajout) Art. 9.6.4.3 Dispositions spécifiques en cas de ponts

Si le montage à blanc est réalisé en plusieurs phases, la géométrie, le profilé longitudinal, etc. doivent répondre au profilé de fabrication dans chaque phase du montage à blanc. Cela implique que chaque influence du poids propre est éliminée. Les phases de montage à blanc successives sont telles que la dernière partie de la structure en acier impliquée dans un montage à blanc devient la première partie dans une phase de montage à blanc suivante.

Sauf cas particuliers, tels que ponts-caissons et poutres en acier préalablement enrobées de béton, chaque poutre principale, comportant au moins un joint de montage, est d'abord montée horizontalement afin d'apprêter et de régler les joints de montage.

(ajout) Art. 9.6.5.4 Influence de la méthode de montage sur l'action des charges et les contraintes dans la structure

Pour l'assemblage de la structure en acier à partir de plusieurs éléments, le montage peut être conçu de différentes manières.

La méthode de montage peut influencer l'action des charges et les contraintes dans la structure en situation définitive.

Il convient de faire la distinction entre :

- le montage exempt de contraintes avec un appui quasi-continu;
- le montage exempt de contraintes avec points d'appui discrets;
- le montage non exempt de contraintes avec points d'appui discrets.

La méthode de montage doit correspondre aux hypothèses posées à la conception et à l'étude, et est expliquée plus en détail dans les documents d'adjudication.

Si les documents d'adjudication ne spécifient pas de dispositions supplémentaires, il est supposé qu'il faut monter "exempt de contraintes" comme décrit sous :

- montage exempt de contraintes avec un appui quasi-continu;
- montage exempt de contraintes avec points d'appui discrets.

Dans ce cas, l'adjudicataire doit prendre les dispositions nécessaires et concevoir la méthode de montage de façon à pouvoir travailler selon les principes décrits. Tous les accessoires et structures nécessaires à cet effet constituent une charge de l'entreprise.

Montage exempt de contraintes avec un appui quasi-continu

Lors du montage à blanc et du montage, les éléments de la structure en acier sont supportés en suffisamment d'endroits de façon à obtenir un appui quasi-continu.

L'influence du poids propre sur la déformation des différents éléments et de la structure supportée totale est négligeable lors du montage.

Les contraintes et l'action des charges dans la structure en situation définitive ne sont pas influencées par la méthode de montage.

Montage exempt de contraintes avec points d'appui discrets

Lors du montage à blanc, les éléments de la structure en acier sont supportés en suffisamment d'endroits de façon à obtenir un appui quasi-continu.

Les éléments de la structure en acier sont soutenus par des points d'appui discrets lors du montage.

Le recours à des accessoires (vérins, grues, palans, etc.) assure les déformations requises et l'influence de la géométrie pour que les différents éléments fassent parfaitement contact (c'est-à-dire sans crevasses et/ou comme déjà mesuré lors du montage à blanc).

Lors de ces manipulations, il est veillé à ce que la limite d'élasticité du matériau ne soit nulle part dépassée.

Les éléments de la structure sont assemblés.

Après l'enlèvement de tous les accessoires, il résulte une situation dans laquelle la méthode de montage n'a aucun impact sur l'action des charges et les contraintes dans la structure : l'action des charges et les contraintes sous poids propre de la structure assemblée sur ses points d'appuis définitifs sont égales à celles qui auraient dû être obtenues si la structure avait été assemblée en appui continu.

Montage non exempt de contraintes avec points d'appui discrets

Lors du montage, les éléments de la structure en acier sont soutenus par des points d'appui discrets (provisoires ou non).

La flèche des éléments constitutifs individuels et les rotations angulaires à l'endroit des joints de montage sont compensées en dotant préalablement les éléments constitutifs d'une contreflèche (individuelle) et d'un chanfrein (de façon à ce que les surfaces de contact à l'endroit des joints de montage fassent suffisamment bien contact pour réaliser l'assemblage conformément aux règles de l'art et dans les tolérances d'exécution).

L'action des charges et les contraintes dans la structure sous poids propre (des éléments montés) en situation définitive (après l'enlèvement des points d'appui provisoires) sont la somme :

- de l'action des charges et des contraintes sous poids propre dans la structure non montée soutenue par des points d'appui discrets;
- (uniquement en cas d'enlèvement des points d'appui provisoires) de l'action des charges et des contraintes dans la structure montée (et fonctionnant comme un ensemble) sous l'influence d'une sollicitation externe égale à la réaction dans les points d'appuis enlevés.

Art. 10 Traitement des surfaces

De plus amples spécifications pour le traitement de surface sont énumérés à l'annexe F.

Art. 10.2 Préparation des aciers à la peinture et autres produits

Le degré de préparation est précisé dans la section 4.1.3

Art. 10.3 Acier résistant aux intempéries

Après le soudage, la structure entière est nettoyée Sa. 2,5.

Art. 10.5 Galvanisation

Les espaces fermés qui ne peuvent être galvanisés, doivent être étanches à l'air. Cela doit être confirmé avec un test d'étanchéité à l'air, conformément à l'article 10.6. L'adjudicataire doit soumettre une proposition pour l'étanchéité des fixations mécaniques traversant la paroi d'espaces clos étanches à l'approbation du pouvoir adjudicateur. Le test d'étanchéité mentionné ci-dessus est effectué après le placement des étanchéités.

Art. 10.6 Etanchéité des espaces clos

Les espaces fermés qui ne peuvent être galvanisés doivent être étanches et testés avec un test d'étanchéité à l'air.

Les espaces peuvent être ou ne pas être muni d'un système de protection contre la corrosion. Si un système de protection est appliqué contre la corrosion, il doit être effectué avant cet essai, la structure en acier est livrée avec le système de protection. Le système de protection est testé via de petites ouvertures lors de l'exécution de l'essai d'étanchéité.

Le test consiste en l'application d'une faible pression d'air positive dans l'espace fermé. L'observation de la pression introduite se fait au moyen d'un manomètre. Toute chute de pression est observée au moyen d'un manomètre ou d'une colonne d'eau. L'essai se déroule comme suit:

- la pression est lentement augmenté à 0,2 bar, sauf indication contraire dans les documents contractuels;
- l'alimentation est coupée;
- aucune chute de pression ne peut être observée pendant 10 minutes à 4 heures après la fin de la mise en charge.

Si une chute de pression est observée, la procédure est appliquée comme suit :

- toutes les soudures sont inspectées par des moyens appropriés comme par exemple de la mousse;
- au droit de la fuite se formera des bulles;
- toutes les fuites sont marquées;
- les fuites marquées sont réparés;

Après la réalisation des réparations, l'essai est effectué à nouveau dans les zones concernées; le test est recommencé si une baisse est à nouveau observée.

Tous les essais sont compris dans le marché et à la charge de l'entrepreneur.

Art. 10.8 Surfaces inaccessibles

En cas d'assemblages non précontraints, les surfaces de contact et les surfaces sous les rondelles reçoivent le système de protection complet de la structure.

Art. 10.9 Réparations après coupage ou soudage

La méthode pour effectuer les réparations doit être soumise à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

(ajout) Art. 10.12 Traitement de réparation de surfaces en acier inoxydable austénitique

Le traitement de réparation de surfaces en acier inoxydable austénitique consiste à décaper la couche d'oxyde non homogène naturellement créée qui contient aussi des oxydes instables et de la remplacer par une nouvelle couche d'oxyde. Les propriétés anticorrosion perdues à cause de traitements thermiques (soudage par ex.) ou de traitements mécaniques (déformation, pliage, chocs mécaniques) sont réparées par cette opération.

Le traitement de surface en acier inoxydable s'effectue de l'une des façons suivantes :

- décapage et passivation avec une pâte, un liquide pulvérisé ou par immersion dans un bain;
- polissage électrolytique;
- traitement mécanique : polissage mécanique, brossage ou microbillage (avec des microbilles en verre, céramique, acier inoxydable,...).

La sélection d'une de ces méthodes fait partie d'un poste distinct du cahier des charges. Le choix entre le décapage et la passivation avec une pâte, un liquide pulvérisé ou par immersion dans un bain s'opère librement et dépend du nombre de pièces, de leur taille, des exigences d'atelier et du délai de livraison.

Le traitement de surface et la finition s'effectuent conformément aux directives du producteur.

Le polissage électrolytique n'est pas autorisé sur des pièces à filetage ou sur des pièces à ajustage précis.

Après passivation, la couche d'oxyde de chrome nouvellement formée présente une structure homogène.

Ce traitement de surface veille à ce que toute la surface soit uniforme du point de vue couleur/aspect.

Art. 11.3.2 Valeurs tabulées

Pour EXC4, la classe de tolérances fonctionnelles 2 est d'application.

Art. 12.2.1 Produits constitutifs

Si aucun certificat ne peut être présenté comme prescrit dans le tableau 1, pour chaque numéro de lot différent, la série d'essais suivante est réalisée :

Plats et profils:

	Essai de traction	Résilience	Analyse chimique
S185	-	-	-
S235JR	1 par 40 tonnes	-	-
S235J0 / S235J2	1 par 40 tonnes	1 par 40 tonnes	1 par 40 tonnes
S355JR / S355J0 / S355J2	1 par 40 tonnes	1 par 40 tonnes	1 par 40 tonnes

Remarque : Nonobstant le paragraphe §8.1.2 de la norme EN10210, les essais sont effectuées par numéro de coulée

Boulons, écrous, rondelles, boulons précontraints, tiges d'ancrage :

	Essai de traction	Dureté Vickers	Détermination facteur k
Boulons $\phi \leq 20$ mm	3 sur 5000	3 sur 5000	0
Boulons $\phi > 20$ mm	3 sur 2500	3 sur 2500	0
Écrous	0	3 sur 5000	0
Rondelles	0	3 sur 5000	0
Boulons précontraints HV	3 sur 2500	3 sur 2500	8 sur 2500
Tiges d'ancrage	1 sur 100	1 sur 100	0

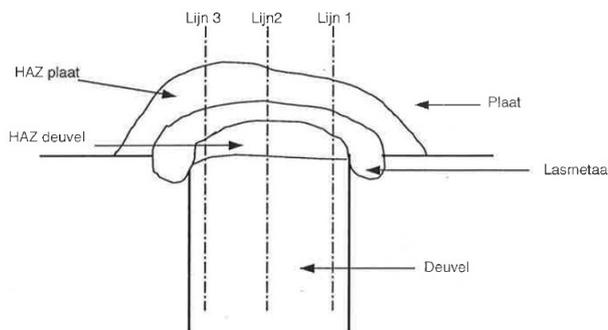
Remarque : Si les prescriptions pour les boulons précontraints mentionnent la classe K0 selon la norme EN 14399-1, il ne doit y avoir aucun essai sur le facteur k.

Si les prescriptions mentionnent la classe K1 selon la norme EN 14399-1, il faut seulement effectuer 3 tests sur 2500 pièces pour la détermination du facteur k.

Goujons :

Sur une tôle de même épaisseur (maximale) que celle sur laquelle les goujons seront soudés dans la pratique, il est tiré une série de goujons (paramètres suivant procédure de soudage) (essais conformément à la norme NBN EN ISO 14555) :

- 3 goujons pour exécution de 3 essais de pliage (cintrage à 90°);
- 3 goujons pour exécution de 3 essais de traction (avec mention de l'endroit de la cassure);
- 2 goujons pour exécution de 2 jeux de mesure de dureté et contrôle macrographique à 2 reprises (sections tournées de 90° l'une par rapport à l'autre). Les duretés doivent répondre aux valeurs du tableau 2 de la norme EN ISO 15614-1.



Localisation pour 1 jeu de mesure de dureté Vickers

Ligne 1 et Ligne 3 à proximité de la surface du goujon, Ligne 2 au centre du goujon.

5 mesures sur chaque ligne :

- matériau de base - tôle
- ZAT tôle
- dépôts
- ZAT goujon
- matériau de base - goujon

Art. 12.4.0 Test de qualification sur les structures chargées dynamiquement

Un adjudicataire ne se verra autoriser à réaliser des travaux de soudage sur une structure chargée dynamiquement qu'après avoir réussi un essai de fatigue prescrit par Infrabel.

Pour pouvoir participer à cet essai, l'adjudicataire a l'obligation de présenter les documents suivants :

- La certification CE EN 1090-1 EXC 4
- Au moins trois références de soudage précédentes pour des structures soumises à la fatigue (plan de sondage + cahier de soudage)

En fonction de l'application à réaliser, l'adjudicataire doit avoir procédé à l'un des deux essais de fatigue disponibles.

Tous les frais engendrés à cette occasion sont à la charge de l'adjudicataire.

- Poutre sur deux appuis (selon le plan type « Essai de fatigue sur PRS en I »)

Exécution:

L'essai doit être réalisé conformément aux prescriptions de la norme EN 1090-2, en combinaison avec les prescriptions du présent Fascicule 34.4, et sous la supervision d'Infrabel.

Le soudage doit être réalisé par des soudeurs employés à temps plein à ce moment-là chez l'adjudicataire (sous-traiter à d'autres soudeurs n'est pas autorisé).

Domaine de validité :

Cet essai qualifie uniquement le procédé de soudage principalement utilisé lors de son exécution, étant entendu qu'un procédé de soudage "plus compliqué" qualifie aussi un procédé de soudage "plus facile". A cette occasion, l'ordre suivant a été retenu, du plus compliqué au plus facile : soudage à l'arc sous flux – soudage semi-automatique – soudage manuel avec électrode.

L'essai de fatigue et son évaluation sont réalisés par un laboratoire indépendant et accrédité.

- Dalle orthotrope (selon le plan type « Essai de fatigue sur dalle orthotrope »)

Exécution:

L'essai doit être réalisé conformément aux prescriptions de la norme EN 1090-2, en combinaison avec les prescriptions du présent Fascicule 34.4, et sous la supervision d'Infrabel.

Le soudage doit être réalisé par des soudeurs employés à temps plein à ce moment-là chez l'adjudicataire (sous-traiter à d'autres soudeurs n'est pas autorisé).

Domaine de validité :

En cas de réussite du test, le fabricant est autorisé à souder tous les types de structures en acier pour Infrabel.

Cet essai qualifie uniquement le procédé de soudage principalement utilisé lors de son exécution, étant entendu qu'un procédé de soudage "plus compliqué" qualifie aussi un procédé de soudage "plus facile". A cette occasion, l'ordre suivant a été retenu, du plus compliqué au plus facile : soudage à l'arc sous flux – soudage semi-automatique – soudage manuel avec électrode.

L'essai de fatigue et son évaluation sont réalisés par un laboratoire indépendant et accrédité.

En cas de mauvaise évaluation, l'adjudicataire doit d'abord avancer de nouveaux arguments (changement important, nouvelles références, ...) avant de pouvoir procéder à une nouvelle tentative. Ces arguments sont évalués par Infrabel. L'intervalle entre deux tentatives est d'au moins un an.

En cas de bonne évaluation, cet essai qualifie uniquement l'atelier dans lequel l'essai de soudage a été réalisé. Les autres divisions (ateliers) d'une même firme n'obtiennent pas la qualification pour cet essai.

Le délai de validité de cet essai est de 10 ans. Ce délai peut être prolongé si, durant cette période, l'adjudicataire réalise régulièrement des travaux de soudage (sujets à fatigue) pour Infrabel. L'évaluation de ces références est effectuée par Infrabel.

Art. 12.4.1 Contrôles avant et pendant le soudage

Infrabel est autorisé à effectuer toutes les vérifications qu'elle juge nécessaire, à la fois avant et pendant le soudage.

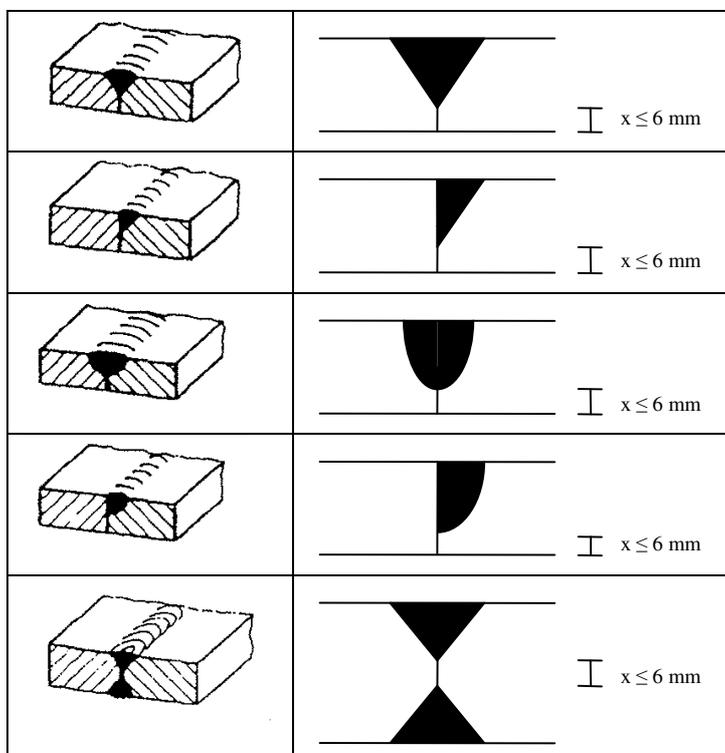
Art. 12.4.2.2 Etendue du contrôle

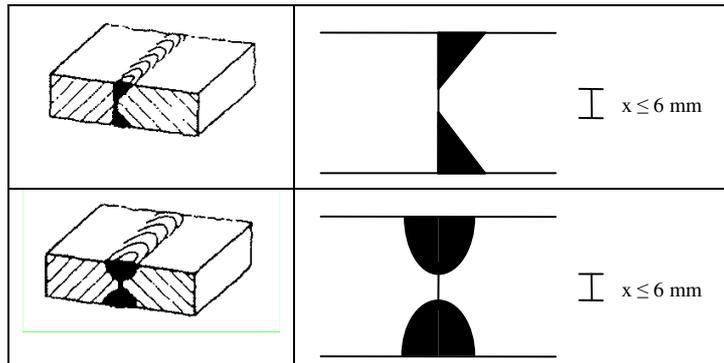
Type de soudure	EXC 2	EXC 3	EXC 4
Pleine pénétration	Suivant NBN EN 1090-2	100% UT ou RT	100% UT ou RT
Cordon d'angle	Suivant NBN EN 1090-2	20% MT ou PT	20% MT ou PT

Tableau 24 – Etendue des CND complémentaires

Remarque :

Infrabel considère les soudures dont le solde de pénétration $x \leq 6$ mm comme étant une pleine pénétration. Cela signifie que, par exemple, suivant les schémas ci-dessous, les soudures sont de type “pleine pénétration” et elles doivent donc être contrôlées comme étant des pleines pénétrations (100% UT ou RT).





Art. 12.4.2.5 Réparations des soudures

Avant que toute réparation ne soit effectuée, la procédure de réparation doit être soumise pour approbation au pouvoir adjudicateur.

Art. 12.4.4 Essais de production relatifs au soudage

Les tests sur les produits suivant doivent être réalisés:

- les aciers supérieurs S460 ne sont acceptés qu'avec une autorisation spéciale du pouvoir adjudicateur. Le pouvoir adjudicateur décidera ensuite les exigences qui accompagnent cette autorisation.
- ne prend pas en compte la pénétration (voir art. 7.5.8.1).
- voir EN 1090-2 article 12.4.4

Art. 12.5.1 Contrôle des assemblages boulonnés non précontraints

Au contact entre un acier inoxydable et d'autres métaux, il y a lieu d'appliquer une isolation entre les deux types de métaux, les exigences relatives à la vérification de son installation sont identiques à celles d'application pour les assemblages sans isolement.

Art. 12.5.2.1 Contrôle des surfaces de frottement

Pour les assemblages en aciers inoxydables, aucun boulon précontraint ne sera utilisé.

Art. 12.5.2.3 Contrôle pendant et après serrage

Point f) remplacé par :

f) pour le contrôle du serrage final, le même boulon doit être utilisé pour vérifier tant un sous-serrage qu'un surserrage.

Art. 12.5.2.4 Méthode du couple

En complément du point a) La clé dynamométrique utilisée doit être étalonnée au moins une fois par an (ou plus fréquemment si cela est demandé par le fabricant). Le dernier rapport de calibrage doit être soumis au pouvoir adjudicateur.

Art. 12.6 Traitement des surfaces et protection contre la corrosion

Toutes les exigences de l'annexe F sont d'application

Art. 12.7.1 Contrôle du montage à blanc

Les exigences relatives au contrôle du montage à blanc sont stipulées aux articles additionnels numérotés de 9.6.4.1 à 9.6.4.6 inclus.

ANNEXE F - Protection contre la corrosion**Art. F.1.0 Remarque préalable importante : composition obligatoire et modalité de livraison des peintures**

Les substances chimiques suivantes ne sont pas autorisées dans les formulations de produits de peinture à fournir à Infrabel : benzène, toluène, plomb sous toutes ses formes et quelle que soit sa valence, cadmium sous toutes ses formes et quelle que soit sa valence, chromate (VI+) sous toutes ses formes, amiante et toutes ses variantes et carbonate de calcium.

Les peintures qui sont reprises dans la spécification technique L16 et L20 éditée par Infrabel (dans laquelle elles sont indiquées avec leurs n° code), doivent répondre en composition et en qualité aux prescriptions de ladite spécification technique.

L'adjudicataire a l'obligation d'acheter les peintures préparées auprès des fournisseurs agréés par Infrabel. La liste de leurs noms peut être consultée au bureau des adjudications.

L'étiquette de l'emballage des peintures comportera clairement le nom du fabricant et le cas échéant le n° de code suivant la spécification technique L 16 ou L20.

Les produits et peintures appartenant à un même système de peinture doivent être fournis par le même fabricant. Toutes les peintures doivent être réceptionnées par Infrabel, pour autant que la quantité par produit soit supérieure à 100 kg.

Le fonctionnaire dirigeant ou le fonctionnaire chargé de la supervision des travaux pourra, en tout temps, à l'occasion de sondage ou à l'occasion du décompte mensuel, procéder :

- au prélèvement d'un échantillon de peinture (2 x 1 litre) pour analyse en laboratoire;
- une enquête, chaque fois qu'il le juge nécessaire, pour contrôler si l'exécution des travaux (préparation des surfaces, travaux de peinture proprement dits) se déroule conformément aux prescriptions du cahier spécial des charges.

Art. F.1.2 Modalité d'exécution

L'utilisation du pistolet, aussi bien en atelier que sur chantier, est interdite sauf pour certaines peintures (à 2 composants notamment) et avis favorable du fabricant. Tout doit être peint à la brosse.

L'utilisation du rouleau sur le chantier n'est autorisée que pour les couches intermédiaires et de finition sur de grandes surfaces unies et moyennant accord préalable du fonctionnaire dirigeant.

Les peintures doivent être homogénéisées avec des agitateurs mécaniques.

Art. F.1.4 Méthode de travail

L'adjudicataire organise son travail de telle manière que tous les travaux de montage et toutes les retouches aux premières couches de peinture soient terminées avant d'appliquer la couche de finition. Cette couche de finition doit être appliquée sur les plus grandes surfaces possibles.

Pour les peintures PU à 2 composants, il faut se référer aux prescriptions des fiches techniques des fabricants.

D'autre part les notices techniques, précisant les conditions de mise en œuvre des peintures, doivent accompagner les produits.

Elles doivent entre autres indiquer respectivement les températures maximales admissibles du support à peindre, de l'air ambiant et du rayonnement solaire, ainsi que les limites correspondantes d'humidité relatives, au-delà desquelles la mise en œuvre des peintures est interdite.

L'adjudicataire doit fournir, à ses frais, les appareils permettant de mesurer la température de l'air, l'humidité relative et le point de rosée, ainsi que la température du support à peindre et celle du rayonnement solaire.

Si, au cours de l'exécution des travaux de peinture, les conditions climatiques changent au point que les couches fraîchement appliquées sont attaquées, l'adjudicataire doit, à ses frais, remettre une couche supplémentaire ou si nécessaire les remplacer (c-à-d éliminer les couches de peinture et en appliquer de nouvelles).

Les éventuelles retouches de peinture abîmées doivent être faites avec le plus grand soin et suivant les règles de l'art, afin de ne pas diminuer la qualité ou l'aspect esthétique de la peinture.

De toute façon, les couches de peinture doivent être, partout et toujours, présentes dans le bon ordre.

Si, pour quelque raison que ce soit, la première couche de fond doit être réparée, celle-ci doit être totalement éliminée et l'acier doit être de nouveau nettoyé jusqu'à Sa 2½, Sa 3 ou éventuellement St 2 selon le système prévu.

L'intérieur des trous pour les boulons ordinaires doit également être peint avec la première couche de fond.

Art. F.2.1 Prétraitement des structures métalliques, préalablement à l'application de peinture et de métallisation

A l'aide de grenaille sèche, à angles vifs, par ex. corindon, après élimination des graisses, huiles et autres impuretés.

La première couche de peinture est appliquée au plus tard 4 heures après le début du grenailage.

Prétraitement avant mise en peinture : Sa 2½ ou Sa 3 selon l'échelle suédoise ISO 8501/SIS 05-5900 ("élimination complète de la calamine et de la peau de laminage" ou "grenailage extrêmement soigné, jusqu'au métal pur")

Rugosité superficielle : N9 (Ra 6,5 µ) - N10 (Ra 12,5 µ) selon ISO/Dis/2532.

Préparation avant métallisation: Sa 3 ("grenailage extrêmement soigné, jusqu'au métal pur").

Rugosité superficielle : N9 (Ra 6,5 µ) - N10 (Ra 12,5 µ) selon ISO/Dis/2532.

Si la surface métallique ne peut être nettoyée par grenailage, elle doit être tout d'abord débarrassée des huiles minérales, graisse et produits similaires. Les couches les plus épaisses de rouille seront éliminées au marteau-décapeur. Le degré de nettoyage fixé par l'échelle suédoise ISO 8501/SIS 05-5900 est le suivant :

- St 2 : "Élimination soignée de la rouille".
- Grattage et brossage soigné (à l'aide d'une brosse métallique, d'un brossage mécanique, d'une ponceuse et/ou d'une meule, etc.) jusqu'à élimination de la peau de laminage non adhérente, de la rouille et d'autres corps étrangers.

La surface est ensuite nettoyée au moyen d'un aspirateur, d'air comprimé pur et sec, ou d'une brosse propre. Après ce traitement, la surface présente un léger brillant métallique.

La première couche de peinture doit être appliquée à la brosse, au plus tard 4 h après le début du nettoyage mécanique.

Prétraitement avant mise en peinture : Sa 2½ ou Sa 3 selon l'échelle suédoise ISO 8501/SIS 05-5900 ("élimination complète de la calamine et de la peau de laminage" ou "grenaillage extrêmement soigné, jusqu'au métal pur")
Rugosité superficielle : N9 (Ra 6,5 µ) - N10 (Ra 12,5 µ) selon ISO/Dis/2532.

Remarque : En cas de litige au sujet du prétraitement des structures métalliques, l'adjudicataire mettra à la disposition de Infrabel (uniquement durant les travaux de peinture) un exemplaire de la norme suédoise ISO 8501/SIS 05-5900 et un de la norme ISO/Dis/2532. Ces documents seront restitués à l'adjudicataire dès que le litige aura été levé.

(ajout) Art. F.2.3 Procédure pour repeindre l'acier

Les pièces superflues, indiquées par le fonctionnaire dirigeant, doivent être enlevées.

Toutes les surfaces métalliques déjà peintes doivent être grenillées à sec jusqu'à un degré de nettoyage Sa 2½ et une rugosité superficielle N9 - N10.

Les peintures existantes suffisamment adhérentes pourront être maintenues, mais seront "dépolies" (lavage et brossage mécanique) et affinées sur les bords de manière à obtenir une zone de transition d'au moins un centimètre.

Des essais d'adhérence seront effectués au moyen de ruban adhésif normalisé ASTM D 1000 après quadrillage. Les peintures existantes pourront être considérées comme suffisamment adhérentes, et donc maintenues, si les résultats des tests d'adhérence correspondent aux classes ISO 0, 1 ou 2.

Les zones qui sont impossibles à greniller jusqu'à Sa 2½ seront dérouillées mécaniquement (au marteau décapeur, ponceuse, aiguilles) jusqu'à St 2 (voir 1.3.2).

Le fonctionnaire dirigeant est seul juge des zones impossibles à greniller.

Les angles vifs, inégalités et parties saillantes ainsi que les arêtes coupantes doivent être meulées.

Il ne peut se former de rouille superficielle : le délai entre le début du grenillage et l'application de la 1ère couche primaire doit être aussi court que possible et ne peut certainement pas dépasser 4 heures.

Avant de commencer la mise en peinture, les surfaces à peindre doivent être dépoussiérées et nettoyées à fond. A cette occasion, il faut veiller à ce que de la poussière n'atteigne pas les couches de peinture encore humides.

Avant toute mise en peinture, l'adjudicataire devra prévenir au moins 48 heures à l'avance, le délégué du fonctionnaire dirigeant chargé de la surveillance. Ces travaux de peinture (couche par couche) ne pourront commencer qu'après l'accord écrit de ce dernier sur l'état de propreté des surfaces à peindre.

Remarque : Si les surfaces à peindre sont complètement nettoyées Sa2½, on peut continuer à travailler comme si elles étaient neuves (sans galvanisation).

Démontages

L'adjudicataire enlève provisoirement tous les éléments démontables pour atteindre toutes les surfaces à peindre et en particulier toutes les tôles de platelage boulonnées.

Remplissage et bouchage de trous et fissures.

Après application de la couche intermédiaire, il faut placer un mastic susceptible d'être peint, bien adhérent, dans toutes les fissures entre pièces constitutives de la construction. Le mastic doit pouvoir suivre les mouvements relatifs de la construction métallique, sans se fissurer ni se détacher.

Toutes les liaisons entre deux pièces neuves ou entre une pièce neuve et une ancienne, qui ne sont pas parfaitement jointives, doivent être complètement remplies de mastic pour éviter toute infiltration d'eau.

*Gestion et enlèvement de la grenaille et autres déchets**- Généralités*

En cas de négligence, de travail inapproprié, inutile ou de pollution délibérée de l'environnement, Infrabel se réserve le droit d'interrompre le travail de l'adjudicataire jusqu'à ce qu'il soit démontré que le travail est réalisé correctement. L'entrepreneur veillera à ce que toutes les lois dans le domaine de l'environnement et le traitement des déchets sont respectées, tant pour la législation nationale que régionale.

- Stockage des produits

Les peintures et produits connexes, tels que les diluants et produits de nettoyage, sont stockées dans des conteneurs dédiés et verrouillables. La température de stockage se trouve toujours entre 5°C et 30°C. La zone de travail ne doit en aucun cas être une zone de stockage des matériaux, peintures et produits connexes, grenailles, emballages et déchets, autres que ceux nécessaires à la production quotidienne. En outre, aucun stockage de matériel dans la zone de travail ne peut être réalisé hormis celui nécessaire pour l'exécution de la tâche.

- Déchets

Le grenailage usé, tous les déchets de peinture, les restes de diluants, les emballages vides, etc, sont à considérer comme des déchets chimiques, et doivent être traités comme tels. Ces matériaux doivent être stockés dans des conteneurs spéciaux jusqu'au moment où ils sont retirés du chantier vers une entreprise de traitement de déchets agréée.

L'adjudicataire devra également veiller à ce que le transport, tout franchissement de la frontière, la mise en décharge, tout traitement intermédiaire, pré- ou post-traitement, soit effectué conformément à la réglementation. Tous les coûts et les charges résultant des traitements ci-dessus sont considérés comme inclus dans le prix du marché. Une preuve de l'agrément de la société en charge de la gestion des déchets doit être fournie ainsi que le bordereau de pesée reçu à la livraison. Ce document doit être transmis au fonctionnaire dirigeant au plus tard une semaine après la livraison.

- Nettoyage du chantier

Le matériau de grenailage doit être régulièrement éliminé à l'aide de puissants aspirateurs industriels et certainement avant de commencer la mise en peinture.

L'adjudicataire doit prendre les mesures nécessaires pour éviter la dispersion de poussière, lors de leur enlèvement.

Pour ce faire, les poussières doivent être enfermées dans des récipients bien fermés.

L'accent est mis sur le fait qu'il n'y a pas de nuage de poussière qui puisse être libéré. Les containers pleins doivent être régulièrement enlevés pour traitement.

- Inventaire des abrasifs utilisés et des déchets

L'adjudicataire doit soumettre au fonctionnaire dirigeant les documents prouvant les quantités de grenaille propre et de grenaille usagée éliminée. Cet inventaire sera réalisé pour les quantités de grains entrants et sortants, il doit contenir au minimum les informations suivantes:

- la nature exacte de la matière;
- le certificat de pesage;
- la nature du destinataire;
- la date d'expédition;
- l'origine (lieu de chargement) et de destination (déchargement) du transport;
- la destination ultime et définitive;
- l'identification du transporteur (à la fois le conducteur et la société de transport)

Pour cela, il transmet la copie des bordereaux de livraison et les documents de transport du grain propre au fonctionnaire dirigeant.

Le fonctionnaire dirigeant recevra, la copie des notes de livraison destinées à l'enfouissement ou au traitement en centre agréé par le gouvernement ainsi que les documents et les lettres de pesage des abrasifs utilisés, une semaine après le transport. Le statut de cet inventaire sera livré chaque semaine au fonctionnaire dirigeant.

Art. F.6.1 Application de la peinture

Pour les peintures vinyliques (à 1 composant) et époxydiques (à deux composants), les travaux de peinture ne peuvent être autorisés que si la température est d'au moins 5°C, sauf exigence plus sévère dans les fiches techniques du fabricant.

En outre, aucun recouvrement ne peut être appliqué sur un support métallique dont la température n'est pas d'au moins 3°C supérieure à la température de condensation (ou de rosée).

Dans le tableau ci-dessous figure la relation entre l'humidité relative de l'air, la température de l'air et le point de rosée.

T° de l'air en ° C	Humidité relative de l'air								
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
5	-4,1	-2,9	-1,8	-0,9	0,0	0,9	1,8	2,7	3,6
6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	0,9	1,8	2,8	3,7	4,5
7	-2,4	-1,3	-0,2	0,	1,8	2,8	3,7	4,6	5,5
8	-1,6	-0,4	0,8	1,8	2,8	3,8	4,7	5,6	6,5
9	-0,8	0,4	1,7	2,7	3,8	4,7	5,7	6,6	7,5
10	0,1	1,3	2,6	3,7	4,7	5,7	6,7	7,6	8,4
11	1,0	2,3	3,5	4,6	5,6	6,7	7,6	8,6	9,4
12	1,9	3,2	4,5	5,6	6,6	7,7	8,6	9,6	10,4
13	2,8	4,2	5,4	6,6	7,6	8,6	9,6	10,6	11,4
14	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4
15	4,7	6,1	7,3	8,5	9,5	10,6	11,5	12,5	13,4
16	5,6	7,0	8,3	9,5	10,5	11,6	12,5	13,5	14,4
17	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3
18	7,4	8,8	10,2	11,4	12,4	13,5	14,5	15,4	16,3
19	8,3	9,7	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3

20	9,3	10,7	12,0	13,3	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3
21	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3
22	11,1	12,5	13,8	15,2	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3
23	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,4	19,4	20,3	21,3
24	12,9	14,4	15,7	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3
25	13,8	15,3	16,7	17,9	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2
26	14,8	16,2	17,6	18,8	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2
27	15,7	17,2	18,6	19,8	21,1	22,2	23,2	24,3	25,2
28	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2
29	17,5	19,1	20,5	21,7	22,9	24,1	25,2	26,2	27,2
30	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2

- Exemple : - Température de l'air 20°C
 - Humidité relative de l'air 60 %
 - Le point de rosée donné sur le tableau est de 12°C

Donc, la température minimum du support pendant l'application d'un revêtement devra être de $12^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}$.

On constate en outre qu'à partir d'une humidité relative de 85 %, la température de condensation de l'eau est toujours trop élevée pour peindre sur un support qui est à la température ambiante.

- Exemple : - Température de l'air et du support : 20°C
 - Humidité relative de l'air : 85 %
 - Point de rosée donné par le tableau : 17,4°C
 $\Rightarrow 17,4^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 20,4^{\circ}\text{C}$

Le support devrait être à 20,4°C pour pouvoir peindre.

Art. F.7.1 Généralités

L'adjudicataire doit mettre au point un protocole de contrôles pour les différentes pièces à réaliser. Ce protocole doit être soumis à l'approbation du responsable d'Infrabel. Les résultats des mesures doivent être transmis au pouvoir adjudicateur.

La réception des produits comporte une première réception chez le fournisseur et une analyse dans les laboratoires d'Infrabel; ce n'est qu'après cette dernière et ultime réception que les peintures peuvent être employées sur chantier.

L'adjudicataire est tenu d'aviser le fournisseur que les produits sont destinés à Infrabel. Pour la réception, l'adjudicataire doit adresser une demande de réception écrite au bureau de réception d'Infrabel.

Le réceptionnaire apposera son cachet sur chaque récipient plombé faisant partie de la fourniture.

Sauf indication contraire, les épaisseurs et les systèmes de peinture sont conformes aux tableaux ci-après :

<i>Type de surface</i>	<i>Préparation des surfaces</i>	<i>Type de structure</i>	<i>Systèmes de peinture</i>	<i>1ère couche (primaire) épaisseur sèche</i>	<i>2ème couche épaisseur sèche</i>	<i>3ème couche épaisseur sèche</i>
SURFACES NEUVES NON PROTEGEES AU ZINC	grenaillage Sa 2½	pièces courantes	époxy polyuréthane	époxy - phosphate de zinc 70 µm	époxy - f.m. 70 µm	polyuréthane de finition RAL 6011 ou autre (*) 60 µm
		pièces humides	époxy polyuréthane	époxy - phosphate de zinc 70 µm	époxy - f.m. 120 µm	polyuréthane de finition RAL 6011 ou autre (*) 60 µm
		profils creux	époxy	époxy - phosphate de zinc 70 µm	époxy - f.m. 120 µm	époxy - f.m. 120 µm
SURFACES NEUVES GALVANISEES	galvanisation Z 80 (450 gr/m²)	pièces peu encombrantes (garde-corps, éléments de passerelle, ...)	époxy polyuréthane	époxy - phosphate de zinc 50 µm	époxy -f.m. 70 µm	polyuréthane de finition RAL 6011 ou autre (*) 60 µm
SURFACES NEUVES METALLISEES	grenaillage Sa 3 métallisation ZnAl 85/15 100µm	pièces ne pouvant être galvanisées	époxy - f.m. polyuréthane	époxy - f.m. 20 µm	époxy - f.m. 70 µm	polyuréthane de finition RAL 6011 ou autre (*) 60 µm

Type de surfaces	Préparation des surfaces	Type de peintures existantes	Nouveaux systèmes de peinture	1ère couche (primaire) épaisseur sèche	2ème couche épaisseur sèche	3ème couche épaisseur sèche
SURFACES SANS PROTECTION AU ZINC, DEJA PEINTES (si grenailage complet Sa 2½, voir ci-dessus)	localement grenailage Sa 2½ ou nettoyage St 2 + dépolissage des peintures maintenues	peintures grasses, vinyliques, oléoglycérophthaliqes ou au caoutchouc chloré (***)	époxy polyuréthane	époxy - aluminium (**) 70 µm	époxy - f.m. 70 µm	polyuréthane de finition RAL 6011 ou autre (*) 60 µm
		bitume, goudron	époxy brai	époxy - aluminium (**) 70 µm	époxy - brai 150 µm	époxy - brai (noir) 150 µm
	Sa 1	néant par manque d'accessibilité (structures creuses)	antirouille à base de pétrole	antirouille à base de pétrole 100 µm		
SURFACES GALVANISEES OU METALLISEES, DEJA PEINTES	localement nettoyage St 2 + dépolissage des peintures maintenues	peintures grasses, vinyliques, oléoglycérophthaliqes ou au caoutchouc chloré (***)	époxy polyuréthane	époxy - aluminium (**) 70 µm	époxy - f.m. 70 µm	polyuréthane de finition RAL 6011 ou autre (*) 60 µm
		bitume, goudron	époxy brai	époxy - aluminium (**) 70 µm	époxy - brai 150 µm	époxy - brai (noir) 150 µm
SURFACES GALVANISEES	Nettoyage et dégraissage à l'aide d'eau à haute pression + du sable	-	époxy polyuréthane	époxy - f.m. 60 µm	époxy - f.m. 60 µm	polyuréthane de finition RAL 6011 ou autre (*) 60 µm

Remarques :

- (*) : les finitions rouge, jaune et orange clair, qui sont préparées principalement à partir de pigments organiques, ont un pouvoir couvrant limité. Des adaptations du système de peinture seront nécessaires :
- pour des constructions en acier qui ne subissent pas les intempéries, la couche intermédiaire ne devra pas contenir de fer micacé et sera d'une teinte blanche ou proche de la couche de finition;
 - pour des constructions en acier qui subissent les intempéries, la couche de fer micacé est indispensable. Une couche supplémentaire d'un surfacer époxy ou polyuréthane blanc ou d'une teinte proche de la couche de finition devra être appliquée. L'épaisseur sèche sera de 60 μm .
- (**) : cette couche s'applique seulement sur les parties qui n'ont plus de peinture après la préparation du support. Si ces parties représentent plus de 20 % de la surface, cette couche s'applique sur l'ensemble de la surface.
- (***) : dans le cas de peintures existantes de type vinylique, des essais de compatibilité doivent être effectués afin de déterminer quel type de peinture il faut utiliser.

(ajout) Art. F.7.2.2 Contrôle des épaisseurs et de l'adhérence du revêtement

Chaque couche individuelle de protection contre la corrosion (métallisation, galvanisation, peinture) doit répondre à un certain nombre d'exigences en termes d'épaisseur et d'adhérence :

Epaisseur :

La surface à vérifier est contrôlée via un nombre suffisant de mesures sur toute la surface et les points singuliers (rebords, arrière des raidisseurs, endroit difficiles d'accès, ...).

Les mesures guides sont les suivantes :

- 3 mesures de surface par m²
- 5 mesures par mètre linéaire pour les profils et les éléments structurels étroits

Les mesures sont acceptées si les conditions suivantes sont remplies :

- l'épaisseur moyenne mesurée sur film sec est supérieur à l'épaisseur de film sec spécifiée
- au moins 80% de toutes les mesures réparties uniformément sur la surface à contrôler doit être supérieure à l'épaisseur de film sec spécifiée
- aucune mesure individuelle ne peut être inférieure à 80% de l'épaisseur de film sec spécifiée

Adhérence :

Le suivi de l'adhérence est réalisé sur toutes les couches du système (métallisation, galvanisation, peinture). Le test est destructeur, il doit donc être réparé. Le contrôle est donc réduit au minimum. En premier lieu, le test est effectué par 10m² et en fonction des résultats, le nombre de mesures sera augmenté ou diminué.

Pour les épaisseurs < 250µm, les essais sont réalisés suivant NBN EN ISO 2409 (essai de quadrillage ou cross-cut). L'outil de coupe présente plusieurs couteaux selon le §3.2.3 de la norme NBN EN ISO 2409. La distance comprise entre les six incisions est de :

- 1mm pour une épaisseur comprise entre 0 et 60µm
- 2mm pour une épaisseur comprise entre 61 et 120µm
- 3mm pour une épaisseur comprise entre 121 et 250µm

La classe 0 ou 1 telle que définie dans la norme NBN EN ISO 2409 est conforme pour les épaisseurs < 250µm

Pour les épaisseurs > 250µm, les tests d'adhérence suivants peuvent être exécutés :

- le test de la bande X-cut (méthode A) suivant ASTM D 3359-08. Les classes 4A et 5A doivent être respectées.
- le test pull-off en conformité avec la norme NBN EN ISO 4624. L'adhérence est mesurée par traction avec un diamètre de 20mm. La force d'adhérence est au moins de 3MPa pour les primers au zinc, au moins de 6MPa pour les autres produits de peinture, au moins de 10MPa pour la métallisation et la galvanisation, au moins de 20MPa pour l'aluminisation.

Les essais ci-dessus doivent être réalisés dans l'autocontrôle de l'adjudicataire. Infrabel réalisera des contrôles aléatoires. La fréquence des contrôles aléatoires sera ajustée en fonction des résultats.

(ajout) ANNEXE N - Mode de paiement

Le cahier spécial des charges précise quel mode de paiement est imposé parmi ceux décrits ci-après. Dans le cas où des postes séparés pour le montage définitif à pied d'œuvre sont prévus, les modes de paiement suivants sont possibles :

- Paiement avec « parties métalliques à peser ».
- Paiement à prix forfaitaire.

Les formules de révisions des prix et modes de paiement en tranches sont prévus dans le cahier spécial des charges.

Art. N.1. Paiement de "parties métalliques à peser" avec un poste séparé pour le montage à pied d'œuvre.

Le montage à pied d'œuvre n'est pas compris dans les prix unitaires remis pour l'acier. Le paiement de ce montage est fait en une fois après l'exécution du montage et son approbation.

Après la fourniture et la réception à l'atelier de l'acier de construction (à l'exclusion des électrodes de soudage, les boulons, rivets, ...) un montant forfaitaire par kilogramme d'acier est porté en compte. Ce montant par kg est mentionné dans le cahier spécial des charges. L'acier de construction est pesé brut avant l'usinage, sans décompter les trous ou parties découpées. Le poids excédentaire sera défalqué après le pesage lors du montage provisoire à l'atelier.

Après l'usinage, l'exécution de tous les travaux de soudage et le montage provisoire à l'atelier, il est procédé à un second pesage. Ce pesage est effectué sans les boulons provisoires ou broches et en défalquant les trous et découpes. Le poids des différentes nuances d'acier est déterminé. Ces poids sont multipliés par 80% du prix unitaire remis pour les aciers. De chaque montant ainsi obtenu, on soustrait le montant correspondant porté en compte lors de la fourniture. De cette façon, le poids excédentaire porté en compte lors de la fourniture est compensé, et il est tenu compte des travaux de soudage. Les différences des montants dont question ci-avant sont portées en compte après le montage provisoire et sa réception.

Au départ de l'atelier et immédiatement avant de les charger, les parties métalliques sont pesées séparément. Pour chaque nuance d'acier, le poids est multiplié par 100% du prix unitaire de la soumission. De chaque montant obtenu, la somme déjà portée en compte est soustraite (80% du prix unitaire multiplié par le poids pesé antérieurement).

Les boulons ou rivets font l'objet d'un poste séparé du métré. Tous les travaux préparatoires, la préparation des surfaces, le forage et l'alésage des trous, les rondelles, écrous, l'anti-desserrage, etc., et le serrage ou le rivetage y sont compris.

Les boulons provisoires ou broches ne sont pas portés en compte. Les travaux de soudage sont compris dans les prix unitaires de l'acier de construction.

Art. N.2 Paiement de "parties métalliques à peser" sans poste séparé pour le montage à pied d'œuvre

Le montage à pied d'œuvre est compris dans les prix unitaires de l'acier.

Après la fourniture et la réception à l'atelier de l'acier de construction (à l'exclusion des électrodes de soudage, les boulons, rivets,...) un montant forfaitaire par kilogramme d'acier est porté en compte. Ce montant par kg est mentionné dans le cahier spécial des charges. L'acier de construction est pesé brut avant l'usinage, sans décompter les trous ou

parties découpées. Le poids excédentaire sera défalqué après le pesage lors du montage provisoire à l'atelier.

Après l'usinage, l'exécution de tous les travaux de soudage et le montage provisoire à l'atelier; il est procédé à un second pesage. Ce pesage est effectué sans les boulons provisoires ou broches et en défalquant les trous et découpes. Le poids des différentes nuances d'acier est déterminé. Ces poids sont multipliés par 60% du prix unitaire remis pour les aciers. De chaque montant ainsi obtenu, on soustrait le montant correspondant, porté en compte lors de la fourniture. De cette façon, le poids excédentaire porté en compte lors de la fourniture est compensé et il est tenu compte des travaux de soudage. Les différences des montants dont question ci-avant sont portées en compte après le montage provisoire et sa réception.

Au départ de l'atelier et immédiatement avant de les charger, les parties métalliques sont pesées séparément. Pour chaque nuance d'acier, le poids est multiplié par 80% du prix unitaire de la soumission. De chaque montant obtenu, la somme déjà portée en compte est soustraite (60% du prix unitaire multiplié par le poids pesé antérieurement).

Après le montage définitif à pied d'œuvre, le solde de 20% des prix unitaires des différentes nuances d'acier, multipliés par les poids du dernier pesage (au départ de l'atelier) sont portés en compte.

Les boulons ou rivets font l'objet d'un poste séparé du métré. Tous les travaux préparatoires, la préparation des surfaces, le forage et l'alésage des trous, les rondelles, écrous, l'anti-desserrage, etc., et le serrage ou le rivetage y sont compris.

Les boulons provisoires ou broches ne sont pas portés en compte. Les travaux de soudage sont compris dans les prix unitaires de l'acier de construction.

Art. N.3 Paiement à prix forfaitaire avec un poste séparé pour le montage à pied d'œuvre

Le montage à pied d'œuvre est payé en une fois après son exécution et sa réception.

Après la fourniture et la réception à l'atelier de l'acier de construction, des boulons, rivets, électrodes de soudage, etc., un pourcentage de 30% du prix de la soumission est porté en compte.

Après l'exécution des travaux de soudage et le montage provisoire à l'atelier, une tranche suivante de 50% du prix de la soumission est portée en compte.

Au départ de l'atelier, immédiatement avant le chargement, le solde de 20% du prix de la soumission est porté en compte.

Les boulons, rivets et les travaux de soudage font partie du prix forfaitaire de la soumission et ne sont pas portés en compte séparément. Tous les travaux préparatoires, la préparation des surfaces, le forage et l'alésage des trous, les rondelles, écrous, l'anti-desserrage; etc., et le serrage ou le rivetage y sont compris.

Art. N.4 Paiement à prix forfaitaire sans poste séparé pour le montage à pied d'œuvre

Après la fourniture et la réception à l'atelier de l'acier de construction, des boulons, rivets, électrodes de soudage, etc., un pourcentage de 25% du prix de la soumission est porté en compte.

Après l'exécution des travaux de soudage et le montage provisoire à l'atelier, une tranche suivante de 40% du prix de la soumission est portée en compte.

Au départ de l'atelier, immédiatement avant le chargement, une troisième tranche de 15% du prix de la soumission est portée en compte.

Après le montage définitif à pied d'œuvre et sa réception, le solde de 20% du prix de la soumission est porté en compte.

Les boulons, rivets et les travaux de soudage font partie du prix forfaitaire de la soumission et ne sont pas portés en compte séparément. Tous les travaux préparatoires, la préparation des surfaces, le forage et l'alésage des trous, les rondelles, écrous, l'anti-desserrage, etc., et le serrage ou le rivetage y sont compris.