

Remplace la norme SIA 263/1, édition 2003

Stahlbau – Ergänzende Festlegungen

Costruzioni in acciaio – Disposizioni complementari

Steel Structures – Supplementary Specifications

Construction en acier – Spécifications complémentaires

263/1

Numéro de référence
SN EN 505 263/1:2013 fr

Valable à partir de: 2013-01-01

Editeur
Société suisse des ingénieurs et
des architectes
Case postale, CH-8027 Zurich

Les corrections et commentaires éventuels concernant la présente publication sont disponibles sous www.sia.ch/correctif.

La SIA n'est pas responsable des dommages éventuellement causés par l'application de la présente publication.

2013-01 1^{er} tirage

TABLE DES MATIÈRES

	Page		Page
Avant-propos	4	8 Montage	24
0 Champ d'application	5	8.1 Principes et conditions préalables	24
0.1 Délimitation	5	8.2 Appuis	24
0.2 Prescriptions également applicables	5	8.3 Travaux de mesure et de rectification ...	24
1 Conventions	6	9 Mesures de protection contre la corrosion	25
1.1 Terminologie	6	9.1 Généralités	25
1.2 Abréviations	7	9.2 Traitement préliminaire et préparation de la surface	25
2 Renvois	8	9.3 Primaire de préfabrication	25
2.1 Généralités	8	9.4 Peintures et revêtements métalliques ...	25
2.2 Programme Eurocode 3	8	9.5 Protection des moyens d'assemblage contre la corrosion	26
2.3 Normes européennes	8	10 Tolérances géométriques	27
2.4 Normes EN ISO	9	10.1 Généralités	27
2.5 Autres normes	10	10.2 Tolérances de fabrication et de montage	27
3 Documentation	11	10.3 Prescriptions pour ponts routiers et ferroviaires	34
3.1 Documents d'exécution	11	11 Contrôles et essais	35
3.2 Certificats	12	11.1 Soudures	35
4 Matériaux	13	11.2 Assemblages boulonnés précontraints	36
4.1 Aciers laminés et aciers moulés	13	11.3 Mesures de protection contre la corrosion	36
4.2 Matériaux d'apport de soudage	14	12 Qualification des fabricants	37
4.3 Moyens d'assemblage mécaniques	14	12.1 Généralités	37
5 Fabrication	16	12.2 Contrôles internes à l'entreprise	37
5.1 Traçabilité des matériaux et des éléments de construction	16	12.3 Mesures prises dans le cadre des contrôles internes à l'entreprise	37
5.2 Coupe	16	12.4 Exigences à l'égard des ateliers de soudage	38
5.3 Façonnage, traitement à chaud et dressage au chalumeau	16	12.5 Critères de la qualification des fabricants	40
5.4 Trous	16		
5.5 Découpes	17		
6 Soudures	18		
6.1 Conditions préalables au soudage	18		
6.2 Plan de soudage	18		
6.3 Préparation des travaux de soudage	18		
6.4 Exécution des travaux de soudage	19		
7 Assemblages boulonnés	20		
7.1 Généralités	20		
7.2 Mise en œuvre des assemblages boulonnés	20		
7.3 Préparation des surfaces de contact pour les assemblages boulonnés	21		
7.4 Serrage des assemblages boulonnés non précontraints	21		
7.5 Serrage des assemblages boulonnés précontraints	21		
7.6 Prescriptions pour les ponts routiers et ferroviaires	23		

AVANT-PROPOS

La présente norme SIA 263/1 complète la norme SIA 263 *Construction en acier*. Elle contient des renvois à des normes internationales et européennes en rapport avec son domaine.

A la différence de la norme SIA 263, dont le contenu devrait avoir une validité de longue durée, la norme SIA 263/1 devra être adaptée aux nouveautés à des intervalles relativement brefs en raison des travaux de développement en cours des normes européennes.

Commission norme SIA 263

0 CHAMP D'APPLICATION

0.1 Délimitation

Cette norme régit l'exécution des structures porteuses en acier et en construction mixte acier-béton, soumises à des charges statiques et cycliques. Le dimensionnement suit les normes SIA 263 et SIA 264, ainsi que d'autres normes, dans la mesure où elles se réfèrent à la présente norme. Cette norme contient des prescriptions pour la qualification des fabricants et pour la classification et l'exécution des éléments de construction en acier. Ces prescriptions constituent des exigences techniques minimales.

0.2 Prescriptions également applicables

La présente norme SIA 263/1 est applicable en liaison avec la norme SIA 263. Les autres normes auxquelles la présente norme renvoie sont applicables, en entier ou en partie, dans le sens des renvois.

1 CONVENTIONS

1.1 Terminologie

Les termes techniques et les définitions suivants sont valables pour l'application de la présente norme:

Atelier de soudage
Schweissbetrieb
officina specializzata in saldature
welding workshop

Atelier exécutant des travaux de soudage à l'aide d'un personnel spécialisé et d'installations adaptées aux besoins de la fabrication.

Audit d'entreprise
Betriebsprüfung (Audit)
audit
quality audit of the plant

Contrôle d'une entreprise par un organe de contrôle pour vérifier si elle remplit les conditions de qualification des fabricants définies dans la présente norme.

Fabricant
Herstellende
produttori
constructors

Entreprise exécutant des constructions en acier.

Ingénieur international en soudage (IWE)
Schweissingenieur
ingegnieri in saldatura internazionale
International welding engineer

Personnel de coordination en soudage certifié selon SN EN ISO 14731 ayant des connaissances techniques complètes lui permettant d'assurer la planification, l'exécution, la surveillance et les essais de toutes les tâches et responsabilités qui lui sont échues dans le cadre de la fabrication par soudage.

Instruction de soudage (WPS)
Schweissanweisung
istruzione di saldatura
welding procedure specification

Détails d'exécution d'un assemblage soudé, définis par l'entrepreneur (Descriptif du mode opératoire de soudage, DMOS).

Libération des documents de fabrication et de montage
Fertigungs- und Montagefreigabe
delibera dei documenti di fabbricazione e di montaggio
release of execution information

Libération des documents techniques nécessaires pour la fabrication et le montage, par une personne habilitée.

Organe de contrôle
Prüfstelle
organo di controllo
approval body

Organe habilité par la Commission norme SIA 263 pour réaliser des audits d'entreprise et pour délivrer des certificats de qualification des fabricants.

Plan de soudage
Schweisssplan
piano di saldatura
welding plan

Déroulement de l'assemblage et succession des opérations de soudage, déterminés par l'entrepreneur, pour des éléments individuels ou pour l'ensemble d'une construction.

Praticien international en soudage (IWP)
Schweissspraktiker
praticante saldatore internazionale
International welding practitioner

Soudeur confirmé, spécialement formé dans la technologie du soudage.

Qualification de procédé
Verfahrensqualifikation
qualifica di procedimento
qualification by unit verification

Attestation, par un laboratoire de contrôle reconnu, de l'adéquation des procédés prévus au regard des exigences de la présente norme et des règlements applicables, et attestation par le fabricant du respect de ces exigences par l'application des paramètres de soudage du procédé prévu.

Responsable du projet <i>Projektverfassende</i> <i>responsabili del progetto</i> <i>engineer of record</i>	Personne physique ou morale responsable de la conception et du dimensionnement d'une structure.
Spécialiste international en soudage (IWS) <i>Schweissfachmann</i> <i>esperto saldatore internazionale</i> <i>International welding specialist</i>	Personnel de coordination en soudage certifié selon SN EN ISO 14731 ayant des connaissances techniques suffisantes pour lui permettre d'assurer la planification, l'exécution, la surveillance et les essais des tâches et responsabilités dans un domaine technique limité, ne nécessitant que la réalisation de travaux de soudage simples.
Technologue international en soudage (IWT) <i>Schweisstechniker</i> <i>tecnico in saldatura internazionale</i> <i>International welding technologist</i>	Personnel de coordination en soudage certifié selon SN EN ISO 14731 ayant des connaissances techniques suffisantes pour lui permettre d'assurer la planification, l'exécution, la surveillance et les essais des tâches et responsabilités liés à la fabrication par soudage dans un domaine technique particulier ou limité.
Examen de soudeur <i>Schweisserprüfung</i> <i>Esame di saldatore</i> <i>Examination of welding personal</i>	Examen de l'habileté d'un soudeur en vue de garantir la qualité des soudures selon SN EN 287-1

1.2 Abréviations

1.2.1 Les abréviations suivantes sont utilisées en rapport avec l'exécution des constructions en acier:

ASEND (SGZP)	Société suisse pour les essais non destructifs (Schweizerische Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung)
ASIT	Association suisse d'inspection technique (Schweizerischer Verein für technische Inspektionen)
ASN (SNV)	Association suisse de normalisation (Schweizerische Normenvereinigung)
ASS (SVS)	Association suisse pour la technique du soudage (Schweizerischer Verein für Schweisstechnik)
CEN	Comité Européen de Normalisation
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMOS (WPS)	Descriptif du mode opératoire de soudage (Welding Procedure Specification)
DVS	Deutscher Verband für Schweisstechnik
EN	Norme européenne
EWf	European Welding Federation
IIS (IIW)	Institut international de la soudure (International Institute of Welding)
ISO	Organisation internationale de normalisation
LFEM (EMPA)	Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt)
QMOS (WPAR)	Qualification du mode opératoire de soudage (Welding Procedure Approval Record)
SAP	Surveillant du soudage
SMU	Union suisse du métal
SWI	Institut suisse de soudure
SZS	Centre suisse de la construction métallique

1.2.2 Méthodes de contrôles non destructifs

MT	examen par magnétoscopie (magnetic particle testing)
PT	examen par ressuage (penetrant testing)
RT	examen par radiographie (radiographic testing)
UT	examen par ultrasons (ultrasonic testing)
VT	examen visuel (visual testing)
ZfP	essai non destructif (Zerstörungsfreie Prüfung)

2 RENVOIS

2.1 Généralités

Les normes SIA 263 et SIA 263/1 contiennent des renvois aux normes et aux recommandations énumérées ci-après. Celles-ci sont applicables, en entier ou en partie, dans le sens des renvois. En l'absence d'indication de l'année d'édition, c'est la version courante de la norme qui est applicable.

2.2 Programme Eurocode 3

SN EN 1993-1-1	Eurocode 3: Calcul des structures en acier – Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments
SN EN 1993-1-2	Eurocode 3: Calcul des structures en acier – Partie 1-2: Règles générales – Calcul du comportement au feu
SN EN 1993-1-3	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-3: Règles générales – Règles supplémentaires pour les profilés et plaques à parois minces formés à froid
SN EN 1993-1-4	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-4: Règles générales – Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables
SN EN 1993-1-5	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-5: Plaques planes
SN EN 1993-1-6	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-6: Résistance et stabilité des structures en coque
SN EN 1993-1-7	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-7: Résistance et stabilité des structures en plaques planes chargées hors de leur plan
SN EN 1993-1-8	Eurocode 3: Calcul des structures en acier – Partie 1-8: Calcul des assemblages
SN EN 1993-1-9	Eurocode 3: Calcul des structures en acier – Partie 1-9: Fatigue
SN EN 1993-1-10	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-10: Choix des qualités d'acier
SN EN 1993-1-11	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-11: Calcul des structures à câble ou éléments tendus
SN EN 1993-1-12	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-12: Règles additionnelles pour l'utilisation de l'EN 1993 jusqu'à la nuance d'acier S 700
SN EN 1993-2	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 2: Ponts métalliques
SN EN 1993-3-1	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 3-1: Tours, mâts et cheminées – Pylônes et mâts haubannés
SN EN 1993-3-2	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 3-2: Tours, mâts et cheminées – Cheminées
SN EN 1993-4-1	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 4-1: Silos
SN EN 1993-4-2	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 4-2: Réservoirs
SN EN 1993-4-3	Eurocode 3 – Calcul des constructions en acier – Partie 4-3: Tuyauterie
SN EN 1993-5	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 5: Pieux et palplanches
SN EN 1993-6	Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 6: Chemins de roulement

2.3 Normes européennes

SN EN 287-1	Epreuve de qualification des soudeurs – Soudage par fusion – Partie 1: Aciers
SN EN 1090-1	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 1: exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux

SN EN 1090-2	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 2: Exigences techniques pour les structures en acier
SN EN 1320	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques – Essai de texture
SN EN 1337 (Parties 1–11)	Appareils d'appui structuraux
SN EN 1418	Personnel en soudage – Epreuve de qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par fusion et des régleurs en soudage par résistance pour le soudage totalement mécanisé et automatique des matériaux métalliques
SN EN 10025 (Parties 1–6)	Produits laminés à chaud en aciers de construction
SN EN 10034	Poutrelles I et H en acier de construction – tolérances de forme et de dimensions
SN EN 10080	Aciers pour l'armature du béton – Aciers soudables pour béton armé – Généralités
SN EN 10164	Aciers de construction à caractéristiques de déformation améliorées dans le sens perpendiculaire à la surface du produit – Conditions techniques de livraisons
SN EN 10204	Produits métalliques – Types de documents de contrôle
SN EN 10340	Aciers moulés de construction
SN EN 12680 (Parties 1–3)	Fonderie – Contrôle par ultrasons
SN EN 12681	Fonderie – Contrôle par radiographie
SN EN 13479	Produits consommables pour le soudage – Norme produit générale pour les métaux d'apport et les flux pour le soudage par fusion de matériaux métalliques
SN EN 14399 (Parties 1–10)	Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte
CEN/TR 10347	Guide pour le formage des aciers de construction lors de leur mise en œuvre

2.4 Normes EN ISO

SN EN ISO 286-2	Spécification géométrique des produits (GPS) – Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires – Partie 2: tableaux des classes de tolérance normalisés et des écarts limites des alésages et des arbres
SN EN ISO 898-1	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié – Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées – Filetages à pas gros et filetages à pas fin
SN EN ISO 898-2	Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié – Partie 2: écrous de classes de qualité spécifiées – Filetages à pas gros et filetages à pas fin
SN EN ISO 1461	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai
SN EN ISO 3834-1	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques – Partie 1: Critères pour la sélection du niveau approprié d'exigences de qualité
SN EN ISO 3834-2	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques – Partie 2: Exigences de qualité complète
SN EN ISO 3834-3	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques – Partie 3: Exigences de qualité normale
SN EN ISO 3834-4	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques – Partie 4: Exigences de qualité élémentaire

SN EN ISO 3834-5	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques – Partie 5: Documents auxquels il est nécessaire de se conformer pour déclarer la conformité aux exigences de qualité de SN EN ISO 3834-2, SN EN ISO 3834-3 ou SN EN ISO 3834-4
CEN ISO/TR 3834-6	Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques – Partie 6: Lignes directrices pour la mise en application de SN EN ISO 3834
SN EN ISO 4014	Vis à tête hexagonale partiellement filetés – Grades A et B
SN EN ISO 4017	Vis à tête hexagonale entièrement filetés – Grades A et B
SN EN ISO 4032	Ecrous hexagonaux, style 1 – Grades A et B
SN EN ISO 4034	Ecrous hexagonaux – Grade C
SN EN ISO 5817	Soudage – Assemblages en acier, nickel, titane et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau exclu) – Niveaux de qualité par rapport aux défauts
SN EN ISO 7089	Rondelles plates – Série normale – Grade A
SN EN ISO 9001	Systèmes de management de la qualité – Exigences
SN EN ISO 9013	Coupage thermique – Classification des coupes thermiques – Spécification géométrique des produits et tolérances relatives à la qualité
SN EN ISO 9712	Essais non destructifs – Qualification et certification du personnel END
SN EN ISO 12944 (Parties 1–8)	Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par des systèmes de peinture
SN EN ISO 13918	Soudage – Goujons et bagues céramiques pour le soudage à l'arc des goujons
SN EN ISO 13920	Soudage – Tolérances générales relatives aux constructions soudées – Dimensions des longueurs et angles; formes et positions
SN EN ISO 14555	Soudage – Soudage à l'arc des goujons sur les matériaux métalliques
SN EN ISO 14731	Coordination en soudage – Tâches et responsabilités
CEN ISO/TR 15608	Soudage – Lignes directrices pour un système de groupement des matériaux métalliques
SN EN ISO 15611	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification sur la base de l'expérience en soudage
SN EN ISO 15612	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification par référence à un mode opératoire de soudage standard
SN EN ISO 15613	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification sur la base d'un assemblage soudé de pré-production
SN EN ISO 15614 (Parties 1–13)	Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Epreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage
SN EN ISO 17660-1	Soudage – Soudage des aciers d'armatures – Partie 1: Assemblages transmettant des efforts
SN EN ISO 17660-2	Soudage – Soudage des aciers d'armatures – Partie 2: Assemblages non transmettants

2.5 Autres normes

DIN 7989 (Parties 1 et 2)	Rondelles pour constructions métalliques
------------------------------	--

3 DOCUMENTATION

3.1 Documents d'exécution

- 3.1.1 Toutes les informations et les exigences techniques nécessaires à l'exécution des structures en acier et des éléments de construction contigus, résultant de la conception, de l'analyse structurale et du dimensionnement selon les prescriptions y relatives ainsi que de celles de la présente norme, doivent être indiquées sans équivoque dans les documents d'exécution.
- 3.1.2 Les plans et les listes de pièces préparées pour la fabrication et le montage doivent contenir les informations suivantes:
- a) données concernant les matériaux, comme les nuances d'acier des éléments de construction et la classe de résistance des moyens d'assemblage mécaniques
 - b) représentation et dimensions des structures et des sections
 - c) représentation des assemblages, par exemple par l'indication de la position relative des axes de gravité des barres, de la disposition des moyens d'assemblage et des détails de construction des nœuds, ainsi que par les données concernant le jeu dans les trous
 - d) indications concernant l'exécution, par exemple la précontrainte des boulons ou la préparation du chant des pièces à assembler par soudure
 - e) indications concernant des particularités qui doivent être observées lors du montage
 - f) indications concernant la protection contre la corrosion.
- 3.1.3 En complément aux exigences énumérées précédemment, les plans et les listes de pièces doivent contenir les indications suivantes, nécessaires à l'exécution:
- a) normes des produits et des moyens d'assemblage
 - b) nuance et qualité des aciers et, si nécessaire, des indications concernant les options (exigences complémentaires) conformes aux normes de matériaux
 - c) pour des éléments de construction qui doivent être réalisés avec des produits ayant des propriétés garanties dans le sens de l'épaisseur, l'indication de la qualité améliorée Z selon la norme SN EN 10164
 - d) dimensions et type (représentation symbolique) des soudures, avec des détails de soudage si la clarté l'exige
 - e) classe de qualité des soudures à respecter selon SN EN ISO 5817
 - f) description et étendue des contrôles non destructifs des matériaux et des soudures
 - g) type de certificats, selon SN EN 10204, qui doivent être disponibles pour les matériaux et les moyens d'assemblage prévus pour l'exécution
 - h) tolérances
 - i) mesures de traitement préalable des matériaux
 - j) classes de qualité selon SN EN 12680 et SN EN 12681 dans le cas des pièces moulées.
- 3.1.4 Les indications manquantes doivent être définies en accord avec le responsable du projet et consignées dans les documents d'exécution.
- 3.1.5 Dans les plans, il faut aussi tenir compte des assemblages d'éléments de construction porteurs qui servent au montage, même s'ils seront démontés par la suite.
- 3.1.6 Si des modifications chez le fabricant se révèlent nécessaires par rapport aux documents d'exécution, elles doivent être réalisées en conformité avec le cahier des charges établi par le responsable du projet et, le cas échéant, par l'instance de contrôle.

Certificats

Les certificats suivants doivent être disponibles ou établis pour attester le respect des exigences lors de l'exécution des éléments de construction en acier:

- a) certificats selon SN EN 10204
- b) notes sur l'emploi des divers produits utilisés
- c) indications concernant les écarts autorisés et leur représentation dans les plans d'exécution ou des indications suffisantes pour l'établissement de tels plans
- d) rapports des contrôles.

4 MATÉRIAUX

4.1 Aciers laminés et aciers moulés

4.1.1 Nuances d'acier

Les matériaux utilisables sont décrits dans SN EN 10025 (aciers de construction non alliés, aciers soudables à grains fins) et SN EN 10340 (acier moulé). Les prescriptions détaillées concernant les produits sont contenues dans SN EN 1090-2. D'autres aciers peuvent être utilisés, pour autant qu'ils soient spécifiés avec précision et que leurs propriétés relatives à la résistance, à la ténacité et à la soudabilité répondent aux exigences posées par le responsable du projet.

4.1.2 Dimensions

Les dimensions, les écarts limites, la qualité des surfaces et les tolérances de forme sont définis dans les normes correspondantes.

4.1.3 Qualités d'acier

Pour chaque nuance d'acier, la qualité doit être choisie en fonction de l'utilisation prévue et de la soudabilité, conformément à la norme SIA 263. Pour des éléments porteurs sollicités en traction ou soumis à des états de contrainte multiaxiaux, des exigences spéciales concernant la ténacité doivent être spécifiées. La ténacité des aciers de qualité JR, JO, J2 et K2 est définie par la résilience aux températures correspondantes. En première approximation, on peut choisir la qualité selon l'annexe A de la norme SIA 263. SN EN 1993-1-10 (critères de ruine fragile) contient des indications plus précises.

4.1.4 Exigences complémentaires

4.1.4.1 Des exigences complémentaires concernant les propriétés dans le sens de l'épaisseur des tôles (c'est-à-dire dans le sens perpendiculaire à leur surface) doivent être précisées lors de la commande des matériaux. Le cas échéant, il faut utiliser des produits ayant des qualités améliorées dans le sens de l'épaisseur (qualités Z) selon la norme SN EN 10164.

4.1.4.2 Si on prévoit un façonnage à chaud ou à froid, ou le bordage, il faut choisir une nuance d'acier appropriée.

4.1.4.3 Pour des pièces en acier moulé ou en fonte contenant du graphite sphérolithique, il faut disposer d'une preuve concernant leur consistance extérieure et intérieure, établie par des essais non destructifs selon SN EN 12680 ou SN EN 12681. Il faut choisir le degré de qualité 2. Des degrés de qualité inférieurs sont admis s'ils sont prescrits par le responsable du projet. Dans les zones des extrémités à souder, il faut choisir le degré de qualité 1. Des dérogations éventuelles doivent être précisées par le responsable du projet.

4.1.5 Certificats

4.1.5.1 Pour tous les produits laminés, forgés ou moulés, il faut disposer de certificats de contrôle selon SN EN 10204. La norme SIA 263 contient les règles pour les structures sollicitées en fatigue.

4.1.5.2 Pour les produits de la nuance d'acier S235, un certificat 2.2 de l'entreprise contenant des indications sur la composition chimique selon l'analyse de coulée, la valeur CEV (valeur de l'équivalent-carbone) et les propriétés mécaniques établies par le contrôle courant de la production, suffit.

4.1.5.3 Pour tous les autres produits, les propriétés du matériau doivent être attestées par un certificat de réception 3.1 avec l'indication de la composition chimique selon l'analyse de coulée, de la valeur CEV et des propriétés mécaniques, selon SN EN 10025-1.

- 4.1.5.4 La preuve de la valeur CEV et de la résilience doit être exigée spécialement lors de la commande.
- 4.1.5.5 Pour des produits ayant des propriétés spéciales selon le chiffre 4.1.4, il faut disposer de certificats de réception attestant le résultat des contrôles les concernant.

4.2 Matériaux d'apport de soudage

Les matériaux d'apport de soudage doivent être adaptés aux exigences des matériaux de base et du procédé de soudage. Le soudeur doit disposer des fiches descriptives des matériaux d'apport.

SN EN 13479 et SN EN 1090-2 en particulier doivent être respectées.

4.3 Moyens d'assemblage mécaniques

4.3.1 Boulons: vis, écrous et rondelles

- 4.3.1.1 On utilisera des moyens d'assemblage normalisés selon le tableau 1. Les garnitures assorties (vis, écrous, rondelles) du tableau 1 ne peuvent être utilisées ensemble que si elles disposent de la même protection contre la corrosion.
- 4.3.1.2 Pour les assemblages par boulons à haute résistance précontraints, on doit utiliser des garnitures assorties, prévues aux lignes 2 et 3 du tableau 1 et provenant du même fabricant de boulons. Le fabricant de boulons doit garantir un comportement de serrage uniforme des boulons dans l'état de la livraison. Une garniture est un ensemble librement combiné d'une vis et d'un écrou, ainsi que d'un nombre de rondelles déterminé selon l'application.
- 4.3.1.3 Afin de garantir la compatibilité de leur filetage, les vis et les écrous zingués à chaud (lignes 1 à 3 du tableau 1) doivent provenir du même fournisseur, cela indépendamment de leur forme d'exécution. Le zingage à chaud des vis, des écrous et des rondelles à haute résistance (lignes 2 et 3 du tableau 1) doit être exécuté par le fabricant de boulons lui-même ou par une entreprise tierce sous la responsabilité du fabricant de boulons. Tous les boulons de la classe de résistance 10.9, protégés par métallisation, doivent être traités thermiquement de manière à prévenir une fragilisation par la présence d'hydrogène.

Tableau 1: Vis, écrous et rondelles pour assemblages boulonnés selon la norme SIA 263

	Vis			Écrous		Rondelles ²⁾	
Ligne N°	Type de vis	Classe de résistance selon SN EN ISO 898-1	Normes du produit	Classe de résistance selon SN EN ISO 898-2	Normes du produit	Normes du produit	Dureté ³⁾ HV
1	SBS	4.6	SN EN ISO 4014, SN EN ISO 4017	4 > M16 ¹⁾ 5 < M16 ¹⁾	SN EN ISO 4034 SN EN 4032	DIN 7989	100
2	SBS ⁴⁾	8.8	SN EN ISO 4014 SN EN ISO 4017	8	SN EN ISO 4032	SN EN ISO 7089	min. 200
3	SHV	10.9	SN EN 14399-4	10	SN EN 14399-4	SN EN 14399-6	300
¹⁾ Les écrous de la classe de résistance 8.8 sont également admis ²⁾ Pour l'assemblage des ailes des profilés INP et UNP, il faut toujours utiliser des rondelles biaises ³⁾ Classe de dureté Vickers selon la norme du produit ⁴⁾ Les vis de la classe de résistance 8.8 peuvent également être employées dans les assemblages précontraints; le moment de serrage nécessaire pour atteindre la force de précontrainte exigée doit être déterminé en fonction des caractéristiques des produits.							

4.3.2 Autres assemblages mécaniques

4.3.2.1 Les boulons d'ancrage et les autres éléments filetés doivent respecter SN EN 1090-2. Dans le cas de zingage à chaud, il faut appliquer le chiffre 4.3.1.3.

4.3.2.2 Les goujons à tête doivent être conformes à SN EN ISO 13918.

Les aciers d'armatures seront conformes à SN EN 10080.

4.3.2.3 Pour les moyens d'assemblage particuliers, tels des garnitures de boulons résistant aux intempéries, des éléments de sécurisation, des rondelles biaises, des rivets, ainsi que des moyens d'assemblage pour des éléments de construction à paroi mince, les normes y relatives doivent être respectées.

4.3.3 Marquage et certificats

4.3.3.1 Les rondelles pour les assemblages précontraints ainsi que toutes les vis et tous les écrous doivent porter une marque du fabricant et de la classe de résistance.

4.3.3.2 Pour les boulons précontraints des classes de résistance 8.8 et 10.9, les propriétés mécaniques doivent être attestées par un certificat de réception 3.1 selon SN EN 10204.

4.3.3.3 On peut renoncer au certificat de réception 3.1 selon SN EN 10204 pour les boulons de la classe de résistance 10.9 si ces boulons portent une marque d'identification de la coulée à partir de laquelle le fabricant est toujours en mesure d'établir les propriétés mesurées lors des contrôles internes de production.

5 FABRICATION

5.1 Traçabilité des matériaux et des éléments de construction

Pendant toutes les phases de la fabrication, tous les éléments de la construction doivent pouvoir être identifiés sans équivoque.

Dans le cas d'éléments de construction dont les sollicitations ne sont pas essentiellement statiques, les liens entre les certificats de contrôle et les éléments de construction terminés doivent pouvoir être retrouvés.

En l'absence d'autres exigences, la traçabilité peut reposer sur des marquages «sans producteur connu». Dans ce cas, les éléments composés de diverses nuances et/ou de qualités d'acier doivent être marqués.

5.2 Coupe

5.2.1 Les coupes doivent être exécutées par un procédé de coupe approprié.

5.2.2 Les surfaces de coupe résultant d'oxycoupage doivent correspondre au moins à la qualité II selon SN EN ISO 9013.

5.2.3 En ce qui concerne la régularité des surfaces obtenues par d'autres procédés de coupe, des valeurs comparables doivent être respectées. En fonction des procédés utilisés, des écarts pour d'autres paramètres de qualité sont admis pour autant qu'ils n'influencent pas de façon défavorable, par l'effet des entailles, le comportement de la partie brûlée du métal.

5.2.4 Pour des coupes effectuées à la cisaille et des découpes obtenues par poinçonnage, les surfaces de coupe doivent être exemptes d'entailles et de fissures, ou ces surfaces doivent recevoir un traitement ultérieur.

5.2.5 Exigences complémentaires pour les éléments de construction dont la sollicitation prépondérante n'est pas statique:

- Les surfaces de coupe résultant d'oxycoupage doivent correspondre au moins à la qualité I selon SN EN ISO 9013. En ce qui concerne la régularité des surfaces de coupe obtenues par d'autres procédés de coupe, des valeurs comparables doivent être respectées.
- Dans les éléments de construction sollicités en traction et en cas de coupes effectuées à la cisaille ou de découpes obtenues par poinçonnage, les zones endommagées ou durcies près de la coupe doivent être éliminées, à moins que ces zones ne soient fondues lors du soudage.
- Les arêtes des surfaces traitées doivent être ébarbées.

5.3 Façonnage, traitement à chaud et dressage au chalumeau

Le façonnage, le traitement à chaud et le dressage au chalumeau ne doivent pas modifier de façon inadmissible les propriétés des matériaux. Il faut tenir compte des recommandations, des prescriptions et des normes de matériaux respectives (CEN/TR 10347). Le façonnage dans le domaine de température bleu (250 °C à 380 °C) et la trempe à des températures supérieures ne sont en général pas autorisés.

Pour les aciers selon SN EN 10025-4 (aciers de construction soudables à grains fins obtenus par laminage thermomécanique), le façonnage à chaud n'est pas autorisé, sauf si une perte éventuelle de la résistance est prise en compte.

5.4 Trous

5.4.1 Le poinçonnage, l'oxycoupage et le perçage sont admis pour la production de trous. Les restrictions éventuelles doivent être spécifiées.

5.4.2 En cas de poinçonnage, la plus petite des dimensions (diamètre ou largeur) ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale de la tôle.

5.4.3 Le jeu nominal des trous de boulon est de 2 mm pour les boulons M12 jusqu'à M24, et 3 mm à partir de M27. La longueur des trous allongés est déterminée par la norme SIA 263. Dans le cas des boulons ajustés, le diamètre nominal du trou doit être égal au diamètre de la tige de la vis.

Pour les rivets aveugles, employés pour l'assemblages de tôles profilées, le diamètre des trous d_h doit répondre aux critères suivants:

$$d_{nom} + 0,1 \text{ mm} \leq d_h \leq d_{nom} + 0,2 \text{ mm}$$

d_{nom} diamètre nominal du rivet

5.4.4 Les tolérances pour le diamètre des trous pour boulons et goujons, à défaut d'autres spécifications sont

a) trous pour boulons ajustés et pour goujons ajustés: classe H11 selon SN EN ISO 286-2

b) autres trous $\pm 0,5 \text{ mm}$, où le diamètre du trou correspond à la moyenne des diamètres d'entrée et de sortie

5.4.5 Pour les éléments de construction dont la sollicitation prépondérante n'est pas statique, les trous créés par poinçonnage ou oxycoupage doivent être alésés d'au moins 2 mm. Les trous pour les boulons doivent être sans bavure; le bord extérieur des trous doit être ébarbé.

5.5 Découpes

Les angles et les découpes rentrants doivent être arrondis avec un rayon d'au moins 5 mm; pour les éléments dont la sollicitation prépondérante n'est pas statique, les arrondis doivent avoir un rayon d'au moins 8 mm.

6 SOUDURES

6.1 Conditions préalables au soudage

6.1.1 Descriptif du mode opératoire de soudage (DMOS / WPS)

Les travaux de soudage doivent être exécutés conformément au descriptif écrit du mode opératoire de soudage. On peut appliquer des descriptifs standards, valables de façon générale, ou des descriptifs spéciaux, valables seulement pour des assemblages spécifiques.

6.1.2 Qualification du mode opératoire de soudage (QMOS / WPAR)

6.1.2.1 La qualification du mode opératoire de soudage doit être établie avant le début de la fabrication. Le type de la qualification dépend des matériaux utilisés et de l'épaisseur des produits.

6.1.2.2 Possibilités de la qualification selon:

- SN EN ISO 15611 Qualification du mode opératoire sur la base de l'expérience (pour entreprises H4)
- SN EN ISO 15612 Qualification du mode opératoire par l'introduction d'un procédé normalisé (l'étendue des tests doit être réglée de manière individuelle)
- SN EN ISO 15613 Qualification du mode opératoire sur la base d'une méthode de contrôle préférée (l'étendue des tests doit être réglée de manière individuelle)
- SN EN ISO 15614-1 Contrôle du mode opératoire sur la base d'essais

6.2 Plan de soudage

Si l'établissement d'un plan de soudage est exigé, il faudra tenir compte selon les besoins des dispositions relatives à la technologie de soudage contenues dans le plan de soudage selon SN EN ISO 3834-2.

6.3 Préparation des travaux de soudage

6.3.1 Généralités

Les surfaces devant être soudées doivent être sèches et exemptes de rouille, de protection contre la corrosion (sauf les primaires de préfabrication supportant le soudage) et de salissures. La préparation des soudures doit être exécutée selon les documents d'exécution.

6.3.2 Entreposage et application des matériaux d'apport de soudage

6.3.2.1 Les matériaux d'apport de soudage doivent être entreposés de façon à ce qu'ils conservent leurs propriétés garanties par le fabricant.

6.3.2.2 La fiche descriptive des matériaux d'apport de soudage à utiliser doit être disponible sur les lieux de fabrication. Les matériaux d'apport présentant des dommages ou une diminution visible de leurs qualités ne doivent pas être utilisés.

6.3.2.3 Conformément aux indications du producteur, les électrodes avec enveloppe basique doivent être séchées à l'aide d'installations adéquates.

6.3.3 **Protection contre les intempéries**

- 6.3.3.1 Le soudeur et la pièce en travail doivent être protégés convenablement contre les effets directs des intempéries comme le froid, le vent, la pluie et la neige.
- 6.3.3.2 En cas de basses températures des matériaux, généralement inférieures à 5 °C, il faut prendre des mesures adéquates.

6.4 **Exécution des travaux de soudage**

6.4.1 **Généralités**

Les règles ci-après s'appliquent en plus des dispositions du chiffre 6.3.1.

6.4.2 **Préchauffage**

Selon les matériaux et l'épaisseur des pièces à assembler, les zones à souder doivent, le cas échéant, être préchauffées. Le préchauffage peut avoir les objectifs suivants:

- éviter les durcissements des zones affectées par la chaleur en réduisant la vitesse de refroidissement.
- réduire les contraintes résiduelles dues au soudage par l'allongement préalable des pièces et par l'abaissement de la limite d'élasticité du matériau.
- éviter la formation de fissures générées par l'hydrogène dans le cas des aciers soudables à grains fins à haute résistance; ce point est en particulier à prendre en considération pour des aciers à grains fins améliorés (condition de livraison Q selon la norme SIA 263).
- le préchauffage suit – en général – les indications contenues dans l'instruction de soudage (WPS).

6.4.3 **Aides à l'assemblage**

- 6.4.3.1 Les aides à l'assemblage par des soudures ou des assemblages boulonnés doivent être éliminées de façon à ce que les exigences de qualité posées à l'égard de l'élément de construction principal restent satisfaites.
- 6.4.3.2 Pour les éléments dont la sollicitation prépondérante n'est pas statique, il faut s'assurer par des contrôles appropriés (méthodes détectant des fissures superficielles) que le matériau de base est exempt de fissures dans la zone proche de la surface.

6.4.4 **Soudage des goujons**

Le soudage des goujons suit SN EN ISO 14555.

6.4.5 **Soudage des aciers d'armature**

Le soudage des aciers d'armature suit SN EN ISO 17660-1 ou SN EN ISO 17660-2.

6.4.6 **Exigences complémentaires**

- 6.4.6.1 Les exigences complémentaires concernant le traitement ultérieur des soudures terminées (par exemple le meulage) doivent être précisées dans les documents d'exécution.
- 6.4.6.2 Si des efforts de contraction agissent perpendiculairement à la surface d'un élément, il faut appliquer les recommandations en vue d'éviter un arrachement lamellaire et la norme SN EN 10164.

7 ASSEMBLAGES BOULONNÉS

7.1 Généralités

- 7.1.1 Les différences d'épaisseur des pièces assemblées (par ex. dans les assemblages avec couvre-joint, dues aux tolérances de fabrication) ne doivent pas dépasser 2 mm et, dans le cas d'assemblages précontraints, 1 mm. Pour compenser cette différence, il faut utiliser des fourrures en acier d'une épaisseur minimale de 2 mm. En cas d'utilisation de plus de trois tôles comme fourrures, celles-ci doivent être fixées ensemble au préalable.
- 7.1.2 Dans le cas où elles sont placées sous les rondelles ou directement sous la tête des vis (cas où les rondelles sont placées uniquement sous les écrous), les tôles en acier ne doivent pas avoir une épaisseur inférieure à 4 mm et doivent avoir une résistance nominale au moins égale à celle des pièces assemblées.
- 7.1.3 Pour les assemblages dont la sollicitation prépondérante n'est pas statique, les écrous doivent être assurés contre le desserrement. Pour des boulons entièrement précontraints, les écrous sont déjà assurés par la précontrainte.

7.2 Mise en œuvre des assemblages boulonnés

- 7.2.1 Pour les assemblages précontraints, le filetage doit dépasser l'écrou d'au moins un pas complet après le serrage.
- 7.2.2 Il faut que les écrous puissent être tournés à la main sur les vis correspondantes.
- 7.2.3 Dans les assemblages boulonnés de la classe de résistance 4.6, des rondelles doivent être placées sous les écrous.
- 7.2.4 Dans les assemblages boulonnés de la classe de résistance 10.9, des rondelles doivent être placées sous les têtes des vis et les écrous, de façon à ce que leur face chanfreinée soit tournée vers l'extérieur. Pour des boulons à haute résistance non précontraints placés dans des trous à jeu normal, on peut renoncer à placer une rondelle sous la tête des vis.
- 7.2.5 Pour compenser la longueur excessive des vis dans les assemblages boulonnés, il est possible de placer, du côté opposé au serrage, jusqu'à trois rondelles d'une épaisseur totale maximale de 12 mm.
- 7.2.6 Pour l'assemblage par boulons des profilés UNP et INP, il faut utiliser les rondelles biaises correspondantes.
- 7.2.7 La surface des pièces assemblées ne doit pas avoir une inclinaison de plus de 5% par rapport à celle de la tête des vis ou des écrous; dans le cas de boulons > M20, cette limite d'inclinaison est de 3,3%, et pour les assemblages dont la sollicitation prépondérante n'est pas statique elle est de 2%.
- 7.2.8 Les garnitures des assemblages précontraints doivent être contrôlées visuellement. Au moment de leur mise en place, leur surface ne doit pas présenter d'altérations notables (par ex. des salissures ou des produits de corrosion importants, volumineux).
- 7.2.9 L'emploi de lubrifiants acides n'est pas admis.
- 7.2.10 Le filetage ne doit pas atteindre le plan de cisaillement, sauf si ceci était pris en considération lors de la conception de l'assemblage. Si la partie lisse de la tige du boulon doit participer à la résistance de l'assemblage au cisaillement, les tolérances de longueur de cette partie du boulon doivent être indiquées lors de la fixation des dimensions des boulons.
- 7.2.11 Il n'est permis de souder aux vis ou aux écrous qu'avec une autorisation spéciale.

- 7.2.12 L'utilisation de boulons zingués à chaud en connexion avec des éléments pourvus de filetage intérieur doit être convenue avec le fournisseur ou le fabricant, en ce qui concerne leur compatibilité et leur comportement au serrage.
- 7.2.13 Les écrous doivent être posés de façon à ce que la marque du fabricant demeure visible.
- 7.2.14 Dans le cas d'assemblages précontraints avec des boulon courts, il faut tenir compte des pertes de précontrainte.

7.3 Préparation des surfaces de contact pour les assemblages boulonnés

- 7.3.1 En général, les surfaces de contact des assemblages boulonnés doivent au moins être munies de la couche de fond du système de revêtement prévu.
- 7.3.2 Pour les surfaces de contact des assemblages précontraints, il faut définir une épaisseur de couche maximale et s'assurer qu'elle soit respectée.
- 7.3.3 Pour des assemblages résistants par frottement, les exigences complémentaires suivantes doivent être satisfaites:
- les bavures qui pourraient empêcher le bon contact entre les surfaces des pièces à assembler doivent être éliminées
 - si on emploie des surfaces sans revêtement, celles-ci doivent être nettoyées, avant leur assemblage, avec une brosse métallique pour ôter toute rouille poudreuse ou autre matériau déposé éventuels, mais sans toutefois abîmer ou polir ces surfaces
 - au moment de l'assemblage, les surfaces en contact doivent être exemptes de toute salissure
 - en fonction des traitements appliqués, les coefficients de frottement μ suivants peuvent être obtenus:

$\mu = 0,5$	pour des surfaces décapées par projection (degré de préparation Sa 2½, matériaux de projection et granulométrie courants dans la construction en acier)
$\mu = 0,4$	avec revêtements au silicate de zinc d'une épaisseur de 50 à 80 μm
$\mu = 0,25$	avec la plupart des couches de fond
 - des coefficients de frottement plus élevés que ceux indiqués ci-dessus doivent être attestés par des certificats de contrôle de réception ou par des contrôles de procédé.

7.4 Serrage des assemblages boulonnés non précontraints

- 7.4.1 Les assemblages dont les boulons sont seulement serrés «à la main», conformément à la pratique courante dans les travaux de montage, sont considérés comme non précontraints. Ce serrage «à la main» peut également être obtenu par un réglage approprié d'une clé dynamométrique.
- 7.4.2 Les pièces assemblées doivent être suffisamment serrées pour obtenir un contact entre les surfaces, sans toutefois solliciter trop fortement les boulons. Pour un ajustement selon le chiffre 7.1, on peut utiliser des fourrures. Dans les joints comptant plus de trois boulons, il faut procéder au serrage à partir du centre vers les bords.

7.5 Serrage des assemblages boulonnés précontraints

- 7.5.1 Avant de commencer les travaux d'assemblage, il faut établir une instruction d'exécution dont le respect devra être documenté.
- 7.5.2 En l'absence d'indications différentes dans les documents d'exécution, les boulons de la classe de résistance 10.9 doivent être serrés avec la force de précontrainte $F_{p,Cd}$ de la colonne 2 du tableau 2. Les forces de précontrainte inférieures, mais atteignant au moins les 50% de la force de précontrainte prescrite, doivent être prises en compte lors du dimensionnement et être expressément mentionnées dans les documents d'exécution.

- 7.5.3 Avant l'application de la précontrainte, les boulons d'un assemblage doivent être serrés conformément au chiffre 7.4. L'assemblage ne doit pas être exposé aux intempéries pendant une durée prolongée avant l'application de la précontrainte. La précontrainte doit être appliquée en procédant depuis le centre de l'assemblage et en progressant vers ses bords.
- 7.5.4 La précontrainte des assemblages doit être appliquée par le serrage des écrous selon le procédé basé sur le couple de serrage ou selon le procédé combiné. En cas d'utilisation d'autres méthodes, les valeurs de réglage adaptées au procédé de serrage retenu doivent être déterminées par des contrôles du procédé.
- 7.5.5 Si une garniture déjà précontrainte est desserrée par la suite, elle doit être déposée et remplacée par une nouvelle garniture.

Tableau 2: Force de précontrainte et couple de serrage pour les garnitures de la classe de résistance 10.9

1	2	3	4	5	6
Dimen- sion	Force de précon- trainte $F_{p,Cd}$ en kN	Procédé basé sur le couple de serrage couple de serrage à appliquer M_A , en Nm		Procédé combiné couple de serrage initial M_{VA} , en Nm	
		zingué à chaud et lubrifié ¹⁾	noir et légère- ment huilé	zingué à chaud et lubrifié ¹⁾	noir et légère- ment huilé
M12	54	100	120	75	90
M16	100	250	350	190	260
M20	157	450	600	340	450
M24	226	800	1100	600	800
M27	294	1250	1650	900	1200
M30	359	1600	2200	1200	1600
M36	531	2800	3800	2100	2800
¹⁾ Ecrous traités avec du bisulfite de molybdène ou avec un lubrifiant équivalent					

- 7.5.6 Procédé de précontrainte basé sur le couple de serrage: les assemblages doivent être précontraints à l'aide d'un appareil dynamométrique dont l'indicateur a une précision de $\pm 4\%$. L'exactitude de chaque appareil doit être vérifiée régulièrement selon les indications de son fabricant; dans le cas d'appareils pneumatiques, après chaque modification de la longueur du tuyau.

- 7.5.7 Procédé de précontrainte combiné: on appliquera un couple de précontrainte initial défini qui garantit en principe un contact suffisant entre les surfaces dans la zone des boulons (voir colonnes 5 et 6 du tableau 2). Dans ce cas, une précision de $\pm 10\%$ et une vérification annuelle de chaque appareil sont suffisantes. Si un contact suffisamment bon entre les surfaces n'est pas obtenu, un contrôle du procédé est nécessaire.

Avant le serrage définitif, la position des écrous par rapport à la tige des vis et par rapport à l'élément de construction doit être marquée sans équivoque et durablement (jusqu'à la vérification selon le chiffre 11.2.3), afin que l'angle de rotation de l'écrou par rapport à la vis, qui sera appliqué lors du serrage définitif, puisse être déterminé facilement. Par la suite, les écrous seront serrés par l'application de l'angle de rotation θ du tableau 3, ce qui doit permettre d'atteindre, voire de légèrement dépasser, la force de précontrainte prescrite; la rotation de la vis par rapport à l'élément de construction pendant cette opération doit être empêchée.

Tableau 3: Angle de rotation complémentaire θ nécessaire pour le procédé de précontrainte combiné pour des garnitures HV de la classe de résistance 10.9

Longueur de serrage L (y compris les rondelles) en fonction du diamètre du boulon d	angle de rotation complémentaire en θ degrés
$L < 2 d$	45°
$2 d \leq L < 6 d$	60°
$6 d \leq L \leq 10 d$	90°
$L > 10 d$	pas de recommandation

7.6 Prescriptions pour les ponts routiers et ferroviaires

- 7.6.1 Les trous doivent être percés ou être alésés après poinçonnement.
- 7.6.2 Si les surfaces de contact et les boulons ne sont pas protégés contre la corrosion, tous les joints et tous les moyens d'assemblage doivent être soigneusement rendus étanches après le serrage définitif des boulons.
- 7.6.3 L'utilisation de rivets à anneau n'est autorisée qu'avec l'accord du maître de l'ouvrage.
- 7.6.4 Pour les ponts ferroviaires, si un glissement dans les assemblages résistant par frottement peut conduire à des déformations inadmissibles ou à des redistributions défavorables des efforts dans la structure, il faut utiliser des boulons ajustés.
- 7.6.5 Pour des surfaces de contacts munies de revêtement, l'intérieur des trous le sera également.

8 MONTAGE

8.1 Principes et conditions préalables

- 8.1.1 Les exigences à l'égard du montage doivent être documentées dans une instruction de montage correspondant aux plans d'exécution et être conformes aux réglementations légales sur la protection et la sécurité du travail.
- 8.1.2 Les éléments de construction doivent être livrés sur le chantier avec un marquage sans ambiguïté.
Si la forme d'un élément de construction ne rend pas évident la position dans laquelle il doit être mis en place, cette position doit également être signalée.
- 8.1.3 Les éléments de construction, les moyens d'assemblage et le petit matériel doivent être transportés et entreposés sur le chantier de telle façon que les propriétés garanties par le fabricant soient conservées.

8.2 Appuis

- 8.2.1 Lors du montage des appuis, il faut observer SN EN 1337-11.
- 8.2.2 Le montage de la structure ne peut commencer que lorsque la position et le niveau des appuis sont attestés par des mesures documentées ou par une réception conforme aux plans d'exécution.

8.3 Travaux de mesure et de rectification

- 8.3.1 Les documents de fabrication et de montage libérés (voir le chiffre 1.1) ont autorité sur l'ajustement et les mesures de la structure en acier. Les travaux de mensuration sur le chantier doivent se rapporter à un système de référence établi à cette fin, avec indication de la température de référence.
- 8.3.2 Les tôles et les autres éléments auxiliaires utilisés comme fourrures doivent être plats et avoir une taille, une résistance et une dureté suffisantes.
- 8.3.3 On peut utiliser des fourrures pour l'ajustage de la structure et pour combler les vides des joints de montage.
- 8.3.4 Les fourrures doivent être fixées si, autrement, elles pourraient se détacher.
- 8.3.5 Si les fourrures sont destinées à être noyées dans du mortier ou du béton, elles doivent être disposées de façon à ce qu'elles soient entièrement recouvertes d'au moins 25 mm, ceci à moins que les documents d'exécution ne contiennent d'autres indications.
- 8.3.6 Les travaux de coulage des mortiers et des bétons doivent suivre les prescriptions en vigueur les concernant.

9 MESURES DE PROTECTION CONTRE LA CORROSION

9.1 Généralités

- 9.1.1 Il faut tenir compte des exigences stipulées par les normes spécialisées.
- 9.1.2 Les mesures de protection contre la corrosion doivent être précisées sans équivoque dans les documents d'exécution.
- 9.1.3 Pour des assemblages boulonnés serrés plus qu'«à la main», il faut observer des épaisseurs de couche maximales pour éviter des dommages à la couche de protection.

9.2 Traitement préliminaire et préparation de la surface

- 9.2.1 Les modifications inévitables de la surface de l'acier lors de l'oxycoupage peuvent conduire à des défauts d'adhérence des revêtements ou à des couches de zinc inhomogènes en cas de zingage à chaud. De ce fait, à partir de la catégorie de corrosivité C3, les surfaces de coupe ainsi obtenues doivent être traitées selon SN EN ISO 12944-4.
- 9.2.2 Conformément à SN EN ISO 12944-4, la suppression des arêtes et l'ébarbage sont obligatoires à partir de la catégorie de corrosivité C3.
- 9.2.3 Les défauts de surface inadmissibles doivent être éliminés par meulage.
- 9.2.4 Conformément à SN EN ISO 12944-4, les surfaces doivent être préparées en tenant compte du système de revêtement choisi et des indications des notes techniques fournies par le fabricant des produits de revêtement. Le zingage à chaud est défini par SN EN ISO 1461.

9.3 Primaires de préfabrication

Si les tôles et les profilés reçoivent un primaire de préfabrication, il faut prêter attention à la compatibilité de ce dernier avec le système de revêtement ultérieur.

L'annexe B de SN EN ISO 12944-5 contient des indications sur les primaires de préfabrication.

9.4 Peintures et revêtements métalliques

- 9.4.1 SN EN ISO 12944-5 et 12944-7 s'appliquent aux peintures (revêtements), en accord avec les exigences posées dans les indications du fabricant en ce qui concerne les produits de revêtement. Il faut en particulier veiller au respect sur le chantier des conditions de température et d'humidité prescrites.

L'expérience montre que l'application au rouleau est aussi valable pour les couches de fond.

SN EN ISO 1461 s'applique au zingage à chaud en général.
- 9.4.2 Pour l'application de revêtements sur des surfaces zinguées à chaud, il faut s'assurer de l'adhérence des produits à appliquer. Celle-ci peut être obtenue soit par l'utilisation des produits dont l'adhérence sur des surfaces de zinc nettoyées est prouvée, soit par un léger décapage par projection (projection sweep).
- 9.4.3 Les zones de fissuration entre acier et béton doivent être suffisamment protégées, par exemple au moyen d'un système de revêtement non expansif et non chimiquement saponifiable – par exemple à base de résines époxy –, correspondant à une charge de corrosion localement plus élevée, pénétrant de 50 mm dans la surface de contact.

- 9.4.4 Les surfaces devant recevoir ultérieurement de la soudure doivent rester sans revêtement ou ne recevoir qu'un revêtement dont la matière ne diminue pas la qualité de la soudure. La zone des soudures à exécuter sur le chantier doit être protégée de façon appropriée par un ruban adhésif avant l'application des revêtements. Après l'exécution des soudures, le degré de préparation convenu doit être rétabli et le système de revêtement appliqué.
- 9.4.5 Les zones et les surfaces qui seront inaccessibles après le montage doivent être préalablement munies d'un système de protection contre la corrosion. Pour des surfaces de contact entre des parties de construction en acier restant sans protection, les fentes doivent être protégées contre l'infiltration de l'humidité.
- 9.4.6 L'intérieur des éléments de construction creux et fermés de façon étanche peut rester sans protection contre la corrosion ou ne recevoir qu'une protection simplifiée; il doit cependant rester accessible pour les inspections. Les caissons fermés et étanches peuvent rester sans protection à l'intérieur, mais ils doivent avoir, à l'endroit le plus bas, un trou percé pour le contrôle, fermé par un bouchon étanche.

9.5 Protection des moyens d'assemblage contre la corrosion

- 9.5.1 La protection contre la corrosion des moyens d'assemblage doit correspondre à celui de la protection contre la corrosion des parties assemblées.
- 9.5.2 Dans les constructions zinguées à chaud, il faut utiliser les moyens d'assemblage zingués à chaud. L'utilisation de moyens d'assemblage zingués à chaud est également avantageuse pour des constructions protégées par revêtements. Il faut tenir compte des exigences posées par les normes spécialisées.

10 TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES

10.1 Généralités

- 10.1.1 Dans les constructions en acier, les tolérances après montage doivent être définies de façon à ce que les fonctions et l'aptitude au service de l'ouvrage ne soient pas affectées. Si, pour des raisons particulières, les tolérances doivent être plus restreintes, ceci doit être expressément noté dans les documents d'exécution.

Toutes les dimensions prescrites (cotes théoriques) se rapportent à une température de + 10 °C, à moins que d'autres prescriptions n'en disposent différemment (par ex. température d'exploitation moyenne).

- 10.1.2 Les tolérances géométriques sont de deux types:

- a) les tolérances essentielles
- b) les tolérances fonctionnelles

Dans la présente norme, ces deux types de tolérances géométriques sont combinés dans les valeurs limites admises pour les tolérances de fabrication et de montage.

- 10.1.3 Au lieu des valeurs données dans la présente norme, on peut aussi appliquer les valeurs de tolérances géométriques de SN EN 1090-2.

10.2 Tolérances de fabrication et de montage

- 10.2.1 Les tableaux 5 à 10 contiennent les valeurs limites admises.

- 10.2.2 Pour les éléments de construction soudés, au lieu des valeurs individuelles de tolérance ou de dimension limite, on peut aussi appliquer les classes de tolérance de SN EN ISO 13920.

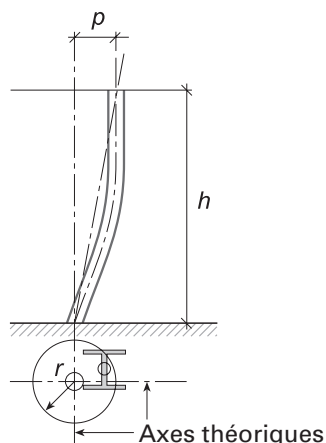
Si la classe de tolérance n'est pas indiquée dans les documents d'exécution, il faut au moins admettre, suivant SN EN ISO 13920, une classe de tolérance C pour les mesures de longueur et d'angle et une classe de tolérance G pour la rectitude, la planéité et le parallélisme.

- 10.2.3 Prescriptions de tolérance pour le montage d'éléments isolés avant la mise en charge:

- a) Poteaux (voir figure 1)

- écart de l'axe par rapport à l'axe théorique: $r \leq 10 \text{ mm}$
- écart par rapport à la verticale (faux aplomb): $p \leq 0,0035 h$
- écart sur les entraxes des poteaux voisins: $\leq \pm 10 \text{ mm}$.

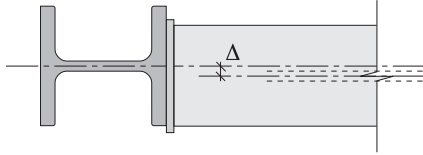
Figure 1: Ecart de montage des poteaux



b) Poutres:

- écart de montage en cas de joint centré (voir figure 2): $\Delta \leq 5 \text{ mm}$
- écart sur les entraxes des poutres voisines: $\leq \pm 10 \text{ mm}$
- écart de niveau entre poutres voisines: $\leq \pm 5 \text{ mm}$
(mesuré aux appuis sur les poteaux, sur l'arête supérieure des poutres).

Figure 2: Ecart de montage des poutres



c) Surfaces des paliers et passerelles (voir figure 3):

défauts de planéité des surfaces de paliers et de passerelles:

$$L_{ref} \leq 2 \text{ m: } \Delta h \leq L_{ref} / 300$$

$$2 \text{ m} < L_{ref} \leq 4 \text{ m: } \Delta h \leq L_{ref} / 400$$

$$L_{ref} > 4 \text{ m: } \Delta h \leq 12 \text{ mm}$$

L_{ref} distance entre les points voisins les plus élevés et les plus bas.

Figure 3: Défauts de planéité des paliers

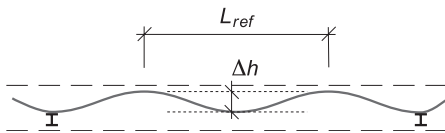


Tableau 4: Prescriptions de tolérance relatives aux sections

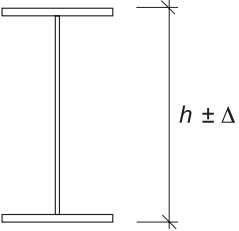
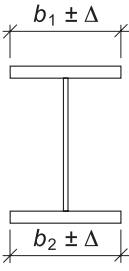
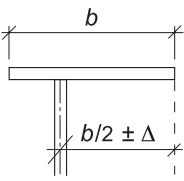
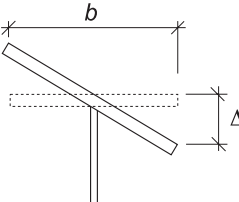
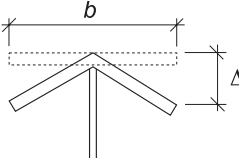
Elément	Critère	Tolérances
<p>a) Hauteur de la section</p> 	$h < 900 \text{ mm}$ $h \geq 900 \text{ mm}$	$\Delta \leq \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta \leq \pm 5 \text{ mm}$
<p>b) Largeur des ailes</p> 	$b_f < 300 \text{ mm}$ $b_f \geq 300 \text{ mm}$	$\Delta \leq \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta \leq \pm 5 \text{ mm}$
<p>c) Centrage de l'âme</p> 	$b < 300 \text{ mm}$ $b \geq 300 \text{ mm}$	$\Delta \leq \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta \leq \pm 5 \text{ mm}$
<p>d) Perpendicularité des ailes</p> 		$\Delta \leq \frac{b}{100}$ max. 10 mm
<p>e) Planéité des ailes</p> 		$\Delta \leq \frac{b}{150}$ max. 3 mm
f) Profilés laminés	voir SN EN 10034	

Tableau 5: Prescriptions de tolérance relatives aux sections

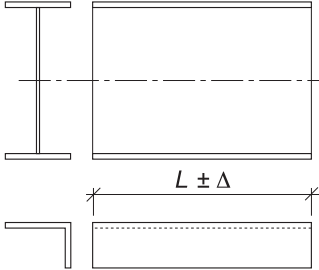
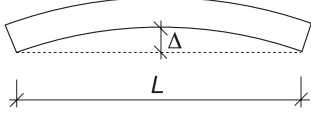
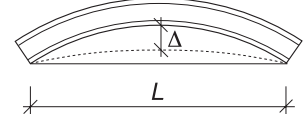
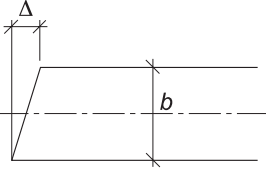
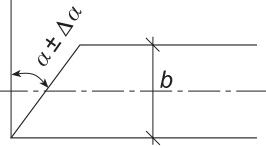
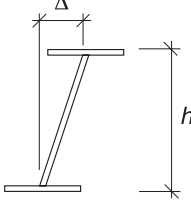
Elément	Critère	Tolérances
<p>a) Longueur</p> 	<p>longueur après coupe, mesurée à l'axe ou à l'arête:</p> <p>pour $L < 10$ m</p> <p>pour $L \geq 10$ m</p> <p>pour ajustage aux deux extrémités</p>	<p>Principe: écarts négatifs seulement</p> <p>$\Delta \leq \begin{matrix} + 0 \text{ mm} \\ - 4 \text{ mm} \end{matrix}$</p> <p>$\Delta \leq \begin{matrix} + 0 \text{ mm} \\ - 6 \text{ mm} \end{matrix}$</p> <p>$\Delta \leq \begin{matrix} + 0 \text{ mm} \\ - 2 \text{ mm} \end{matrix}$</p>
<p>b) Rectitude</p> 	<p>selon les deux axes</p>	<p>$\Delta \leq \frac{L}{1000}$</p>
<p>c) Courbure, contreflèche</p> 	<p>écart par rapport à la courbure théorique</p>	<p>$\Delta \leq \frac{L}{1000}$</p>
<p>d) Perpendicularité aux extrémités</p> 	<p>en général</p> <p>pour joint par contact</p>	<p>$\Delta \leq \frac{b}{300}$</p> <p>$\Delta \leq \frac{b}{1000}$</p>
<p>e) Angle de coupe biaise, selon plans</p> 	<p>en général</p> <p>pour joint par contact</p>	<p>$\Delta \alpha \leq \pm 0,3^\circ$</p> <p>$\Delta \alpha \leq \pm 0,1^\circ$</p>
<p>f) Perpendicularité aux appuis</p> 	<p>verticalité de l'âme des tronçons sans raidisseurs</p>	<p>$\Delta \leq \frac{h}{300}$</p> <p>max. 5 mm</p>
<p>g) Rectitude des profilés laminés</p>	<p>voir SN EN 10034</p>	

Tableau 6: Prescriptions de tolérance relatives aux âmes et aux raidisseurs

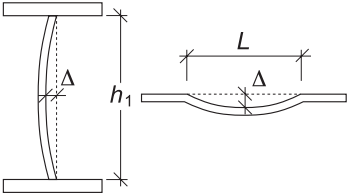
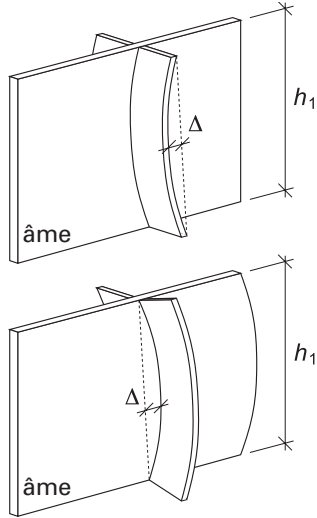
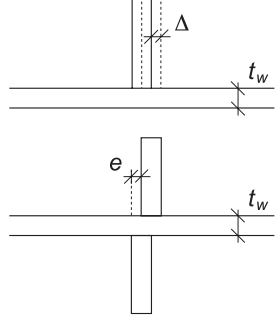
Elément	Critère	Tolérances
<p>a) Planéité de l'âme</p> 	<p>longueur de mesure L = hauteur de l'âme h_1</p>	$\Delta \leq \frac{h_1}{150}$
<p>b) Rectitude des raidisseurs</p> 	<p>écart dans le plan de l'âme</p> <p>écart perpendiculaire au plan de l'âme</p>	$\Delta \leq \frac{h_1}{250}$ $\Delta \leq \frac{h_1}{500}$
<p>c) Position des raidisseurs</p> 	<p>écart par rapport à la position théorique</p> <p>excentricité d'une paire de raidisseurs</p>	$\Delta \leq 3 \text{ mm}$ $e \leq \frac{t_w}{2}$

Tableau 7: Prescriptions de tolérance relatives aux trous, découpes et chants de coupe

Elément	Critère	Tolérances
<p>a) Position des trous pour boulons</p>	écart de position d'un trou par rapport à son emplacement théorique dans un groupe	$\Delta \leq 1 \text{ mm}$
	écart de position d'un groupe de trous par rapport à son emplacement théorique	
	cote <i>a</i> ($a \leq 300 \text{ mm}$)	$\Delta \leq 1 \text{ mm}$
	cote <i>b</i>	$\Delta \leq 3 \text{ mm}$
	cote <i>c</i> ($c \leq 300 \text{ mm}$)	$\Delta \leq 1 \text{ mm}$
	cote <i>d</i> pour $h \leq 1000 \text{ mm}$ pour $h > 1000 \text{ mm}$	$\Delta \leq 2 \text{ mm}$ $\Delta \leq 3 \text{ mm}$
<p>b) Découpes</p>	cote <i>a</i>	$\Delta \leq \begin{matrix} + 2 \text{ mm} \\ - 0 \text{ mm} \end{matrix}$
	cote <i>L</i>	$\Delta \leq \begin{matrix} + 2 \text{ mm} \\ - 0 \text{ mm} \end{matrix}$
<p>c) Chant de coupe</p>	écart par rapport à l'angle droit	$\Delta \leq 0,05 \text{ } t$

Tableau 8: Prescriptions de tolérance relatives aux joints de poteaux et plaques de base fabriqués en atelier

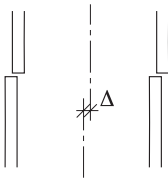
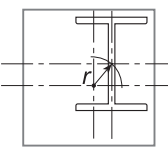
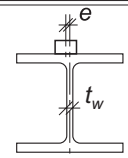
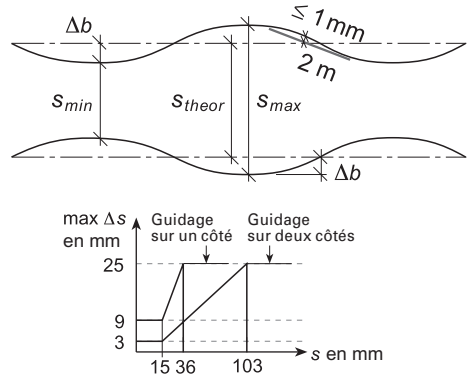
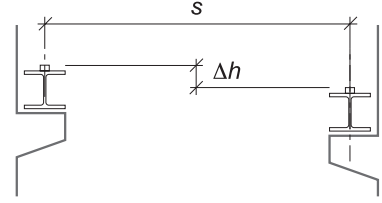
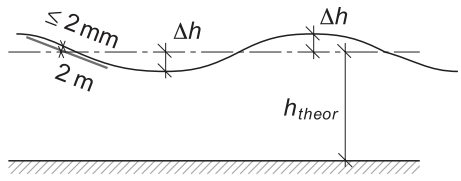
Elément	Critère	Tolérances
<p>a) Joints de poteaux</p> 	excentricité non prévue, selon les deux axes	$\Delta \leq 5 \text{ mm}$
<p>b) Plaque de base</p> 	excentricité, en cas de fabrication en atelier	$r \leq 5 \text{ mm}$

Tableau 9: Prescriptions de tolérance relatives aux voies de roulement de ponts roulants

Critère	Illustration
<p>a) Excentricité de l'axe du rail par rapport à l'axe de l'âme: $e \leq t_w$</p>	
<p>b) Ecart du rail par rapport à l'axe horizontal théorique: $\Delta b \leq 10 \text{ mm}$</p> <p>c) Défaut de rectitude horizontal du rail: $\Delta \leq 1 \text{ mm}$ sur 2 m de longueur</p> <p>d) Ecart entre l'écartement effectif et celui prévu dans les plans: selon dessin ci-contre</p> <p>$\Delta s = s_{theor} - s_{min}$ $\Delta s = s_{theor} - s_{max}$</p>	
<p>e) Dénivellation transversale entre les deux rails (dans toutes les sections): $\Delta h \leq 10 \text{ mm}$</p>	
<p>f) Différence entre le niveau réel et celui théorique des rails: $\Delta h \leq 10 \text{ mm}$</p> <p>g) Défaut de rectitude vertical du rail: $\Delta \leq 2 \text{ mm}$ sur 2 m de longueur</p>	

10.2.4 Prescriptions de tolérance pour les dimensions globales des constructions en acier après montage:

Tolérances globales pour les dimensions de l'ouvrage, en plan et en élévation, concernant les écarts résultant des imprécisions dans la fabrication et dans le montage:

– pour $L \leq 30$ m $\Delta L \leq \pm 20$ mm

– pour $L > 30$ m $\Delta L \leq \pm \frac{L + 50}{4}$ en mm L : dimension totale dans la direction considérée (en m)

Pour les constructions en acier auxquelles d'autres parties rigides de l'ouvrage sont attachées, les tolérances globales sont de ± 8 mm, sauf accord spécial.

Pour les voies de roulement de ponts roulants, les tolérances sont indiquées au tableau 9, sauf accord spécial.

10.3 Prescriptions pour ponts routiers et ferroviaires

10.3.1 Les prescriptions de tolérance pour les contreflèches sont indiquées dans le tableau 9.

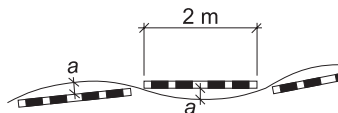
Tableau 10: Prescriptions de tolérance pour les contreflèches théoriques

Ecart	Ponts ferroviaires	Ponts routiers	Courbes des contreflèches théoriques et effectives
Ecart symétriques: la courbe effective reste du même côté de la courbe théorique en travée	$e_1 \leq 0,2 w_1$ $e_1 \leq 5$ mm	$e_1 \leq 0,3 w_1$ $e_1 \leq 8$ mm	
Ecart asymétriques: la courbe effective croise la courbe théorique en travée	$e_2 \leq 0,1 w_1$ $e_2 \leq 5$ mm	$e_2 \leq 0,15 w_1$ $e_2 \leq 8$ mm	

10.3.2 L'écart de l'axe effectif par rapport à l'axe théorique d'un élément de longueur L , mesuré dans le plan horizontal ou vertical, ne doit pas dépasser la valeur $e = 0,001 L$ et en aucun cas 20 mm, sous réserve de la contreflèche voulue selon le tableau 10.

10.3.3 Le défaut de planéité de l'âme des poutres composées, mesuré à l'atelier avec une règle de 2 m de longueur, ne doit dépasser, dans aucune direction, la valeur $a = 5$ mm pour des ponts ferroviaires et $a = 8$ mm pour des ponts routiers.

Figure 4: Défaut de planéité de l'âme des poutres composées



10.3.4 Afin d'éviter des travaux de dressage trop importants sur l'âme des poutres composées, il est recommandé de déterminer l'épaisseur minimale t_w de l'âme en fonction de la hauteur h de la poutre ou de la distance entre les raidisseurs, selon les formules suivantes:

$t_w = 8$ mm + $h/500$ mais au moins 10 mm pour les ponts ferroviaires

$t_w = 5$ mm + $h/700$ mais au moins 10 mm pour les ponts routiers

11 CONTRÔLES ET ESSAIS

11.1 Soudures

11.1.1 Les soudures doivent être contrôlées selon l'étendue et la méthode stipulées dans les documents d'exécution. Un plan de contrôle doit être établi le cas échéant.

11.1.2 Les soudures doivent être contrôlées selon le tableau 11, en fonction de leur classe de qualité.

Tableau 11: Méthode et étendue des contrôles

Essais non destructifs		Etendue des contrôles		
Méthode	Abré- viation	Classe de qualité B	Classe de qualité C	Classe de qualité D
Examen visuel et mesure des dimensions ¹⁾	VT	100%	100%	selon entente
Examen par magnétoscopie ²⁾	MT	20%	selon entente	–
Examen par radiographie ³⁾ ou ultrasons ³⁾	RT/UT	20%	selon entente	–
¹⁾ l'exécution par le soudeur se contrôlant lui-même ou par le surveillant du soudage est admise ²⁾ l'examen par ressuage, effectué par du personnel formé à cet effet, est admis. L'examen doit être protocollé. ³⁾ Examen effectué par du personnel formé. L'examen doit être protocollé. Pour des tôles avec $t < 8$ mm, il faut effectuer des examens RT au lieu des examens UT.				

Signification des classes de qualité selon SN EN ISO 5817:

- classe B+ classe B avec des exigences supplémentaires selon SN EN 1090-2, seulement dans des cas exceptionnels
- classe B la soudure est équivalente à la matière des pièces assemblées, convient aux sollicitations importantes (si entailles éliminées, convient également aux sollicitations à la fatigue importantes)
- classe C pour des sollicitations moyennes (qualité standard des cordons d'angle)
- classe D pour des sollicitations faibles (par ex. soudures constructives)

11.1.3 Le responsable du projet doit attribuer les classes de qualité selon SN EN ISO 5817 (exigences B, C ou D).

11.1.4 Pour les cordons d'angle de la classe de qualité B, il faut exécuter des échantillons de travail qui seront contrôlés par méthode destructive à la place de contrôles non destructifs RT et UT (essai de rupture selon SN EN 1320). Les cordons d'angle fortement sollicités (classe de qualité B) doivent être évités. Si cela n'est pas possible, il faut préférer une soudure complètement pénétrée.

11.1.5 Le personnel exécutant les contrôles doit être qualifié pour la méthode de contrôle retenue selon SN EN 473 ou avoir une qualification équivalente. Pour les exceptions, voir les notes du tableau 11.

11.1.6 Soudure des goujons: application de SN EN ISO 14555 dans une étendue à convenir.

11.1.7 Etendue et exigences minimales des contrôles de la soudure des goujons:

- Examen visuel: on contrôle la forme et la couleur des bourrelets de soudure. Si la soudure est bonne, le bourrelet est bleu brillant et il entoure complètement la tige du goujon.
Etendue du contrôle: 100% des goujons soudés.
- Examen acoustique: à l'aide d'un marteau léger (1 à 3 kg), on frappe sur les goujons soudés. En général, si le son est clair et net, la soudure ne présente pas de défaut inadmissible.
Etendue du contrôle: 100% des goujons soudés, à moins qu'il n'en soit convenu autrement par contrat.

- Examen par pliage: le goujon soudé est frappé ou plié pour dévier son axe d'environ 20° de façon à ce qu'une zone de soudure éventuellement ou visiblement défectueuse subisse la plus forte traction. S'ils ne présentent pas de fissures, les goujons ainsi contrôlés peuvent rester dans la construction. Ils doivent être laissés dans cette position.
Etendue du contrôle: au moins 3% de tous les goujons, ainsi que tous les goujons avec bourrelet de soudure incomplet et ceux qui ne satisfont pas au contrôle acoustique.

11.1.8 Soudure des aciers d'armature: soudage d'échantillons de travail et évaluation par essais de traction, selon entente.

11.2 Assemblages boulonnés précontraints

11.2.1 Le respect des critères définis au chiffre 7.3, relatifs à la préparation des surfaces de contact des assemblages résistant par frottement, doit être contrôlé immédiatement avant l'assemblage.

11.2.2 En cas d'utilisation du procédé basé sur le couple de serrage, 5% des garnitures au moins doivent être contrôlées dans les trois jours. On applique alors, du même côté que lors du serrage au cours de l'exécution, un couple de serrage de contrôle qui ne dépasse pas de plus de 10% le couple de serrage prescrit. Si nécessaire, la rotation de l'autre partie de la garniture doit être empêchée. Si l'angle de rotation ainsi produit est supérieur à 15°, la garniture doit être précontrainte de nouveau.

11.2.3 Si un contrôle approprié des assemblages terminés n'est pas possible (par ex. lors d'emploi d'autres procédés que celui basé sur le couple de serrage), le travail doit être surveillé en cours d'exécution pour au moins 5% des boulons. En cas du procédé combiné selon le chiffre 7.5.7, le contrôle est effectué déjà pendant l'application de la précontrainte, plus précisément dans la deuxième phase du travail, lors de l'application de l'angle de rotation supplémentaire selon le tableau 3.

11.3 Mesures de protection contre la corrosion

L'exécution et la qualité des revêtements et des systèmes de revêtements doivent être contrôlées et documentées selon les règles contenues dans les normes spécialisées.

12 QUALIFICATION DES FABRICANTS

12.1 Généralités

Le fabricant de constructions en acier doit disposer de personnel spécialisé, d'installations et d'appareils appropriés.

Anerkennung SN EN ISO 3834 für H2- bis H4-Betriebe

Betriebe, die schon nach SN EN ISO 3834, Teil 2 oder Teil 3, zertifiziert sind, können ohne Betriebsprüfung nach Norm SIA 263/1 zugelassen werden, sofern die zusätzlichen Anforderungen der Norm SIA 263/1 gegenüber der Prüfstelle belegt werden. H1-Betriebe sind für die Zulassung nach Norm SIA 263/1 weiterhin durch eine Prüfstelle zu besuchen.

Vorgehen: Die Unterlagen können eingereicht werden. Bei erfüllten Bedingungen wird gegen die Grundgebühr ein Betriebsausweis ausgestellt.

12.2 Contrôles internes à l'entreprise

Celui qui construit, fabrique, munit de protection contre la corrosion et/ou fait le montage de constructions en acier doit disposer d'une organisation de contrôle interne à l'entreprise, propre à garantir la conformité de l'exécution avec les exigences de la présente norme.

12.3 Mesures prises dans le cadre des contrôles internes à l'entreprise

Pour la fabrication et le montage des constructions en acier, il faut notamment prendre les mesures suivantes dans le cadre des contrôles internes à l'entreprise:

- a) contrôler la faisabilité de la construction et sa conformité avec le cahier des charges,
- b) contrôler, lors de l'attribution de mandats de sous-traitance, si le fabricant pressenti dispose de la qualification nécessaire,
- c) contrôler la présence de la qualification et de la description des procédés ainsi que des instructions de travail nécessaires,
- d) contrôler si le personnel d'exécution et de surveillance dispose de la qualification nécessaire,
- e) contrôler si les installations de fabrication disponibles répondent aux exigences et si elles permettent la fabrication ou le montage des éléments prévus,
- f) s'assurer du respect des intervalles exigés dans le cas de l'étalonnage prescrit des installations,
- g) s'assurer du respect du cahier des charges en ce qui concerne la traçabilité ou les marques d'identification prescrites,
- h) s'assurer de l'établissement effectif des rapports nécessaires et de leur conservation conforme au cahier des charges,
- i) contrôler si les installations sont entretenues conformément aux plans,
- j) contrôler la présence des justificatifs nécessaires pour les produits employés,
- k) contrôler si l'entreposage des produits répond aux exigences et si le lien avec les justificatifs des matériaux est assuré,
- l) contrôler si les niveaux de qualité exigés sont atteints et, dans la mesure du nécessaire, documenter les résultats des contrôles,
- m) trouver des mesures nécessaires à une amélioration ultérieure si la qualité exigée n'est pas atteinte; en cas de défauts systématiques, en éliminer les causes; dans le cas de traitements ultérieurs à la fabrication prévue dans les plans, s'assurer du respect de la qualité nécessaire,
- n) s'assurer du fait que les instructions d'exécution pour le serrage des assemblages boulonnés précontraints sont établies et que leur respect est effectif et documenté,
- o) lors de l'exécution des revêtements de protection contre la corrosion, s'assurer du fait que les mesures nécessaires sont prises et que les résultats sont documentés.

12.4 Exigences à l'égard des ateliers de soudage

12.4.1 Généralités

Contrôle de l'entreprise: au cours de la vérification par un organe de contrôle de la conformité aux exigences à l'égard des entreprises, l'entreprise de fabrication et/ou de montage doit établir la preuve du respect des exigences applicables de SN EN ISO 3834 et du fait qu'elle dispose du personnel de soudage nécessaire.

12.4.2 Soudeurs et opérateurs

12.4.2.1 Les soudeurs ou les opérateurs intervenants doivent être en possession de certificats d'examen valables selon SN EN 287-1 resp. SN EN 1418. L'examen doit correspondre aux activités des soudeurs ou des opérateurs dans la fabrication.

12.4.2.2 Les soudeurs exécutant des soudures d'angle lors de la fabrication doivent aussi réaliser un échantillon de soudure d'angle lors de l'examen et disposer d'un certificat relatif à ceci.

12.4.3 Surveillance du soudage

12.4.3.1 Le surveillant du soudage doit être engagé par l'entreprise de façon permanente et doit disposer d'une qualification suffisante, d'expérience dans le domaine de la construction en acier et d'une connaissance des travaux de soudage qu'il doit surveiller. Des exceptions sont permis selon le tableau 12 remarque 4. Le niveau exigé des connaissances techniques du surveillant du soudage dépend des matériaux utilisés, de l'épaisseur des matériaux et du classement des éléments de construction (voir les tableaux 12 et 13).

12.4.3.2 Si plusieurs personnes assurent la surveillance du soudage dans une entreprise, les tâches et les responsabilités de chacune d'elles doivent être définies dans la description des postes, selon SN EN ISO 14731.

12.4.3.3 Pour le remplacement sans réserve d'une personne exerçant la surveillance du soudage, seule une autre personne disposant également des qualifications requises pour la fabrication des éléments de construction concernés peut être nommée (voir les tableaux 12 et 13).

12.4.3.4 Pour assurer la surveillance adéquate des travaux de soudage, un surveillant doit être présent pendant l'exécution des travaux. Dans l'accomplissement de sa tâche, le surveillant peut recourir à l'assistance de personnes appartenant à la même entreprise, spécialement formées dans la technique de soudage et considérées comme appropriées. Le surveillant du soudage est responsable du choix adéquat de ces personnes.

12.4.3.5 Lors de l'audit d'entreprise, le surveillant du soudage doit prouver qu'il est en mesure d'accomplir sa tâche et de reconnaître et évaluer les anomalies.

12.4.3.6 Si le surveillant interne à l'entreprise manque ou quitte l'entreprise, cette dernière doit signer, immédiatement et pour une durée maximale de 6 mois, un contrat de surveillance avec une personne disposant de la même qualification. Le travail du surveillant externe fera l'objet d'un rapport de travail.

12.4.4 Installations d'atelier

L'atelier de soudage doit disposer, pour la fabrication envisagée, des installations nécessaires à la préparation des pièces, au soudage, au contrôle et au transport. Ces installations doivent être adaptées à l'application des conditions de fabrication contenues dans les descriptifs des modes opératoires de soudage. Les installations principales doivent être répertoriées sous forme d'une liste selon SN EN ISO 3834.

12.4.5 **Certificats**

- 12.4.5.1 Si les exigences de la présente norme sont remplies, un organe de contrôle établit un certificat d'exploitation. Dans ce certificat, on confirmera l'aptitude de l'entreprise dans la classe vérifiée.
- 12.4.5.2 La validité de ce certificat est limitée à 4 ans au maximum, avec une vérification de routine après 2 ans. Si les exigences contenues dans les tableaux 12 et 13 ne sont pas entièrement remplies mais que les insuffisances constatées ne sont pas graves, l'organisme de contrôle peut se prononcer pour une durée de validité réduite, pendant laquelle l'entreprise a la possibilité de remédier aux insuffisances constatées. Pour le prolongement de la validité du certificat, un nouvel audit de l'entreprise est nécessaire (audit de répétition).
- 12.4.5.3 Si les conditions ne sont plus ou plus entièrement remplies (par ex. à cause du départ du personnel de surveillance ou d'une modification importante des installations) lors du contrôle de l'entreprise, ce fait doit être annoncé à l'organisme de contrôle. Cet organisme vérifie si les conditions de l'attribution du certificat sont encore remplies, faute de quoi le certificat est retiré à l'entreprise.
- 12.4.5.4 Après l'échéance du certificat d'exploitation (4 ans), l'entreprise est rayée de la liste si le renouvellement n'est pas annoncé. L'entreprise doit, en temps utile, présenter une demande pour le renouvellement de son certificat.

12.5 Critères de la qualification des fabricants

Dans la qualification, on distingue les classes H1 à H5, selon les critères principaux du tableau 12. Le classement dépend de la nature des sollicitations, des matériaux et de l'épaisseur des parties à assembler, selon le tableau 13.

Tableau 12: Qualification des fabricants pour le soudage

Classe	H5	H4	H3	H2	H1
Contrôle interne à l'entreprise	à exécuter sous la responsabilité du fabricant				
Exigences à l'égard de l'entreprise	pas de contrôle	contrôle par un organisme de contrôle requis			
Niveau d'exigences selon SN EN ISO 3834	élémentaire SN EN ISO 3834-4	standard SN EN ISO 3834-3			complet SN EN ISO 3834-2
Exigences minimales à l'égard du personnel de surveillance	soudeur certifié	praticien en soudage (EWP)	spécialiste en soudage (EWS)	technologue en soudage (EWT) ou spécialiste en soudage (EWS) expérimenté	ingénieur en soudage (EWE) ou technologue en soudage (EWT) expérimenté
Soudeur	certificat de contrôle valable selon SN EN 287-1 et/ou SN EN 1418				
Traçabilité et archivage	aucune	requis, conservation au moins 5 ans			

Remarque 1: Dans ce contexte, expérimenté signifie au moins 3 années d'activité comme surveillant de soudage dans la fabrication de constructions en acier.

Remarque 2: Pour les classes H1 à H4, après contrôle concluant de l'entreprise, les organismes de contrôle délivrent un certificat de qualification correspondant. Pour la classe H5, un certificat est établi par l'organe de contrôle sur demande écrite accompagnée de copies de certificats de soudeur valables, sans examen de l'entreprise.

Remarque 3: Les entreprises des classes H1 à H4 sont enregistrées dans le registre des entreprises de la SIA.

Remarque 4: Pour la réalisation d'un ouvrage précis, une entreprise peut exécuter une structure de la classe immédiatement supérieure à sa propre qualification, à condition d'engager par contrat un surveillant approprié. Le surveillant engagé doit attester par écrit à l'intention du maître de l'ouvrage qu'il a assumé les devoirs de surveillance dans toute l'étendue nécessaire.

Tableau 13: Choix de la qualification des fabricants sur la base des classes de conséquences

Nature de la sollicitation		Structures porteuses dont la sollicitation prépondérante est statique			Structures porteuses sollicitées à la fatigue	
Classe de conséquences en cas de défaillance ¹⁾		CC1	CC2	CC3	CC2	CC3
Matériaux et épaisseurs	S 235 – S 275, $t < 16$ mm semelles supérieures et inférieures $t \leq 30$ mm	H5	H4	H4	H2	H2
	S 235 – S 355, $t < 22$ mm semelles supérieures et inférieures $t \leq 30$ mm	H4	H4	H3	H2	H1
	tous les matériaux, $t < 30$ mm semelles supérieures et inférieures $t \leq 40$ mm	H3	H3	H2	H1	H1
	tous les matériaux, sans limitation de l'épaisseur	H2	H2	H2	H1	H1

¹⁾ les classes de conséquences en cas de défaillance peuvent être déterminées selon le tableau 14.

Tableau 14: Classes de conséquences en cas de défaillance CC1 – CC3

Classes de conséquences	Description	Exemples dans le domaine du bâtiment ou d'autres ouvrages de génie civil
CC3	Conséquences graves pour la vie humaine ou conséquences très graves pour l'économie, la société ou l'environnement	Tribunes, bâtiments publics avec des conséquences graves en cas de défaillance (par ex. salles de concerts); ponts
CC2	Conséquences moyennes pour la vie humaine ou conséquences importantes pour l'économie, la société ou l'environnement	Bâtiments d'habitation et de bureaux, bâtiments publics avec des conséquences moyennes en cas de défaillance (par ex. bâtiments de bureaux)
CC1	Conséquences faibles pour la vie humaine ou conséquences peu importantes, voire négligeables pour l'économie, la société ou l'environnement	Constructions agricoles sans occupation humaine régulière (par ex. granges, serres)

Sigles des organisations représentées dans la commission norme SIA 263 et la sous-commission norme SIA 263/1

ASS	Association suisse pour la technique du soudage
CFF	Chemins de fer fédéraux suisses
EPFL	Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
HES CH	Haute école spécialisée en Suisse
SWI	Institut suisse de soudure
SZS	Centre suisse de la construction métallique
USM	Union Suisse du Métal

Commission norme SIA 263 «Construction en acier»

Président	Hans Tschamper, dr ing. dipl. EPF/SIA, Zurich	Bureau d'études
Membres	Pierre Bays, ing. dipl. EPF/SIA, Lausanne Nicolas Boissonnade, prof. dr ing. dipl., UBP Clermont-Ferrand, Fribourg Alexandre Fauchère, ing. dipl. EPF/SIA, Zurich André Flückiger, ing. dipl. EPF/SIA, Yverdon Mario Fontana, prof. dr ing. dipl. EPF/SIA, Zurich Christoph Gemperle, prof. ing. dipl. EPF/SIA, Wil Daniel Holenweg, dipl. Ing. HTL/SIA, Lucerne Urs Kern, ing. dipl. EPF/SIA, Frauenfeld Alain Nussbaumer, prof. dr ing. dipl. EPF/SIA, Lausanne Jean-Jacques Reber, ing. dipl. EPF/SIA, Lausanne Werner Rinderknecht, prof. ing. dipl. EPF/SIA, Lucerne Ann Schumacher, dr MSc Bau-Ing. University of Alberta, Greifensee Diego Somaini, dr MSc Bau-Ing. EPF/SIA, Wolfwil Michel Thomann, dr ing. dipl. EPF/SIA, Aigle	Bureau d'études HES CH Bureau d'études HES CH/SZS ETHZ Bureau d'études/SZS Entreprise Entreprise EPFL CFF HES CH Bureau d'études Bureau d'études Entreprise
Procès-verbal	Jürg Fischer, ing. dipl. HTL, Zurich	SIA

Commission norme SIA 263/1

Président	Werner Rinderknecht, prof. ing. dipl. EPF/SIA, Lucerne	HES CH
Membres	Wolfgang Ahl, ing. EWE, Bâle Jean-Jacques Dagon, ing. ETS, EWE, Yverdon André Flückiger, ing. dipl. EPF/SIA, Yverdon Hansrudolf Geiser, ing. EWE, Wallisellen Artho Marquart, ing. SMT/TS, Nänikon Nadir Moussaoui, ing. dipl. EPF/SIA, Lausanne Alain Nussbaumer, prof. dr ing. dipl. EPF/SIA, Lausanne Thomas Rütli, ing. EWE, Bâle Ann Schumacher, dr MSc Bau-Ing. University of Alberta/SIA, Greifensee	ASS ASS HES CH/SZS SwissTS USM Entreprise EPFL ASS Bureau d'études

Adoption et entrée en vigueur

La Commission centrale des normes de la SIA a adopté la présente norme SIA 263/1 dans sa séance du 20 novembre 2012.

Elle est valable à partir du 1^{er} janvier 2013.

Elle remplace la norme SIA 263/1 *Construction en acier, spécifications complémentaires*, édition 2003.

Copyright © 2013 by SIA Zurich

Tous les droits de reproduction, même partielle, de copie intégrale ou partielle (photocopie, microcopie, CD-ROM, etc.), d'enregistrement sur ordinateur et de traduction sont réservés.