

# NF EN 15085-4

DÉCEMBRE 2007

[www.afnor.org](http://www.afnor.org)



## DOCUMENT PROTÉGÉ PAR LE DROIT D'AUTEUR

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans accord formel.

Contacteur :  
AFNOR – Norm'Info  
11, rue Francis de Pressensé  
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex  
Tél : 01 41 62 76 44  
Fax : 01 49 17 92 02  
E-mail : [norminfo@afnor.org](mailto:norminfo@afnor.org)

**afnor**

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Normes en ligne. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR Webshop (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.

Normes en ligne

Pour : METALHOM

Client : 70040077

Commande : N20150107-157859-T

le : 07/01/2015 à 16:04

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher



# norme européenne

# norme française

**NF EN 15085-4**  
**Décembre 2007**

Indice de classement : **F 01-885-4**

**ICS : 25.160.10 ; 45.060.01**

Applications ferroviaires

## **Soudage des véhicules et des composants ferroviaires**

### **Partie 4 : Exigences de production**

E : Railway applications — Welding of railway vehicles and components —  
Part 4: Production requirements

D : Bahnanwendungen — Schweißen von Schienenfahrzeugen  
und -fahrzeugteilen — Teil 4: Fertigungsanforderungen

### ***Norme française homologuée***

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 28 novembre 2007 pour prendre effet  
le 28 décembre 2007.

### ***Correspondance***

La Norme européenne EN 15085-4:2007 a le statut d'une norme française.

### ***Analyse***

Le présent document s'applique au soudage de matériaux métalliques au cours de  
la construction et de la maintenance des véhicules ferroviaires et de leurs  
composants.

Il définit les exigences de production (par exemple : préparation et exécution) des  
travaux de soudage.

### ***Descripteurs***

**Thésaurus International Technique** : véhicule de chemin de fer, soudage,  
matériau, métal, acier, aluminium, alliage d'aluminium, exigence, production,  
préparation, mode opératoire, conditions d'exécution, joint soudé, métal d'apport,  
qualité, classification, soudeur, qualification.

### ***Modifications***

### ***Corrections***



# Commission de normalisation ferroviaire

**BNF 100**

## Membres de la commission de normalisation

Président : M LEROUGE

Secrétariat : M DESVIGNES — BNF

MME	ABDA	BNF
M	CHAZAL	SNCF
M	DANNE	RATP
MME	DEJEAN	RATP
M	GALLEY	RFF
M	GAUTIER	SNCF
M	GUILLEUX	SNCF
M	LAINE	UTE
M	LASNIER	SNCF
M	LEROUGE	ALSTOM
MME	LUKSA	FEDERATION DES INDUSTRIES FERROVIAIRES
M	MIGNEREY	DGMT
M	MOUCHARD	BNF
M	MOULIERE	AFNOR
M	RAOUL	FEDERATION DES INDUSTRIES FERROVIAIRES
M	RIONDET	CONSULTANT CEN
MME	SEGRETAIN	EPSF
M	SEILER	RATP
M	TOURRADE	

## Avant-propos national

### Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

EN 287-1	: NF EN 287-1 (indice de classement : A 88-110-1)
EN 1011	: NF EN 1011 (indice de classement : A 89-101) <sup>1)</sup>
EN 10204	: NF EN 10204 (indice de classement : A 00-001)
EN 13479	: NF EN 13479 (indice de classement : A 81-055)
EN 14532-1	: NF EN 14532-1 (indice de classement : A 81-057-1)
EN 14532-2	: NF EN 14532-2 (indice de classement : A 81-057-2)
EN 15085-1	: NF EN 15085-1 (indice de classement : F 01-885-1)
EN 15085-3	: NF EN 15085-3 (indice de classement : F 01-885-3)
EN ISO 544	: NF EN ISO 544 (indice de classement : A 81-301)
EN ISO 4063	: NF EN ISO 4063 (indice de classement : A 80-021)
EN ISO 9013	: NF EN ISO 9013 (indice de classement : A 87-000)
EN ISO 9606-2	: NF EN ISO 9606-2 (indice de classement : A 88-110-2)
EN ISO 9606-3	: NF EN ISO 9606-3 (indice de classement : A 88-110-3)
EN ISO 9606-4	: NF EN ISO 9606-4 (indice de classement : A 88-110-4)
EN ISO 9606-5	: NF EN ISO 9606-5 (indice de classement : A 88-110-5)
EN ISO 14555	: NF EN ISO 14555 (indice de classement : A 89-600)
EN ISO 15609	: NF EN ISO 15609 (indice de classement : A 89-052) <sup>1)</sup>

1) En plusieurs parties.

**EN 15085-4:2007 (F)**

<i>EN ISO 15610</i>	<i>: NF EN ISO 15610 (indice de classement : A 89-053)</i>
<i>EN ISO 15611</i>	<i>: NF EN ISO 15611 (indice de classement : A 89-054)</i>
<i>EN ISO 15612</i>	<i>: NF EN ISO 15612 (indice de classement : A 89-055)</i>
<i>EN ISO 15613</i>	<i>: NF EN ISO 15613 (indice de classement : A 89-056)</i>
<i>EN ISO 15614</i>	<i>: NF EN ISO 15614 (indice de classement : A 89-057) <sup>2)</sup></i>
<i>EN ISO 15620</i>	<i>: NF EN ISO 15620 (indice de classement : A 89-601)</i>
<i>EN ISO 17652-1</i>	<i>: NF EN ISO 17652-1 (indice de classement : A 89-750-1)</i>
<i>EN ISO 17652-2</i>	<i>: NF EN ISO 17652-2 (indice de classement : A 89-750-2)</i>

*La correspondance entre la norme mentionnée à l'article «Références normatives» et la norme française de même domaine d'application mais non identique est la suivante :*

*CEN ISO/TR 15608 : FD CR ISO/TR 15608 (indice de classement : A 89-051)*

---

*2) En plusieurs parties.*



# NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM EUROPEAN STANDARD

## EN 15085-4

Octobre 2007

ICS : 45.060.01 ; 25.160.10

### Version française

#### Applications ferroviaires — Soudage des véhicules et des composants ferroviaires — Partie 4 : Exigences de production

Bahnanwendungen —  
Schweißen von Schienenfahrzeugen  
und -fahrzeugteilen —  
Teil 4: Herstellunsanforderungen

Railway applications —  
Welding of railway vehicles and components —  
Part 4: Production requirements

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 18 août 2007.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

# CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung  
European Committee for Standardization

Centre de Gestion : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

**EN 15085-4:2007 (F)**

## Sommaire

	Page
<b>Avant-propos</b> .....	3
<b>Introduction</b> .....	4
<b>1 Domaine d'application</b> .....	4
<b>2 Références normatives</b> .....	4
<b>3 Termes et définitions</b> .....	5
<b>4 Préparation avant soudage</b> .....	6
4.1 Documents de planification du soudage .....	6
4.2 Assemblages d'essai .....	7
<b>5 Exigences pour le soudage</b> .....	9
5.1 Généralités .....	9
5.2 Exigences générales .....	9
5.3 Métaux d'apport .....	12
5.4 Métaux de base .....	12
5.5 Procédés de soudage .....	14
<b>6 Exigences spéciales pour le soudage en maintenance des véhicules ferroviaires</b> .....	15
6.1 Règles générales pour le soudage en maintenance .....	15
6.2 Essais et documentation .....	15
<b>Bibliographie</b> .....	16



## Avant-propos

Le présent document (EN 15085-4:2007) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 256 «Applications ferroviaires», dont le secrétariat est tenu par DIN.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en avril 2008, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en avril 2008.

La présente série de Normes européennes EN 15085 «Applications ferroviaires — Soudage des véhicules et des composants ferroviaires» est composée des parties suivantes :

- *Partie 1 : Généralités*
- *Partie 2 : Exigences de qualité et certification du constructeur*
- *Partie 3 : Exigences de conception*
- *Partie 4 : Exigences de production*
- *Partie 5 : Vérification, contrôles et documentations.*

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CEN et/ou le CENELEC ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

## EN 15085-4:2007 (F)

### Introduction

Le soudage est un procédé spécial dans la construction des véhicules et des composants ferroviaires. Les dispositions requises pour ce procédé sont exposées dans les normes EN ISO 3834. Les bases de ces dispositions sont les normes techniques fondamentales en soudage tout en respectant les exigences spéciales relatives à la construction de véhicules ferroviaires.

La présente norme vise à définir les modalités d'application des Normes européennes, elle ne doit pas être interprétée comme un document de remplacement de ces normes.

La présente norme peut être aussi utilisée par des parties internes ou externes, entre autres des organismes de certification, pour évaluer l'aptitude du constructeur à répondre aux exigences du client, de la réglementation et de sa propre organisation.

### 1 Domaine d'application

La présente série de normes s'applique au soudage de matériaux métalliques au cours de la construction et de la maintenance des véhicules ferroviaires et de leurs composants.

La présente partie de cette série de normes définit les exigences de production (par exemple : préparation et exécution) des travaux de soudage.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

EN 287-1, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 1 : Aciers.*

EN 1011 (toutes les parties), *Soudage — Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques.*

EN 10204:2004, *Produits métalliques — Types de documents de contrôle.*

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.*

EN 14532-1, *Produits consommables pour le soudage — Méthodes d'essai et exigences de qualité — Partie 1 : Méthodes primaires et évaluation de la conformité des produits consommables pour l'acier, le nickel et les alliages de nickel.*

EN 14532-2, *Produits consommables pour le soudage — Méthodes d'essai et exigences de qualité — Partie 2 : Méthodes complémentaires et évaluation de la conformité des produits consommables pour l'acier, le nickel et les alliages de nickel.*

EN 15085-1:2007, *Applications ferroviaires — Soudage des véhicules et des composants ferroviaires — Partie 1 : Généralités.*

EN 15085-3:2007, *Applications ferroviaires — Soudage des véhicules et des composants ferroviaires — Partie 3 : Exigences de conception.*

EN ISO 544, *Produits consommables pour le soudage — Conditions techniques de livraison des matériaux d'apport pour le soudage — Type de produit, dimensions, tolérances et marquage.*

EN ISO 4063:2000, *Soudage et techniques connexes — Nomenclature et numérotation des procédés (ISO 4063:1998).*

## EN 15085-4:2007 (F)

EN ISO 9013:2002, *Coupage thermique — Classification des coupes techniques — Spécification géométrique des produits et tolérances relatives à la qualité* (ISO 9013:2002).

EN ISO 9606-2, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 2 : Aluminium et alliages d'aluminium* (ISO 9606-2:2004)

EN ISO 9606-3, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 3 : Cuivre et ses alliages* (ISO 9606-3:1999).

EN ISO 9606-4, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 4 : Nickel et ses alliages* (ISO 9606-4:1999)

EN ISO 9606-5, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 5 : Titane et ses alliages, zirconium et ses alliages* (ISO 9606-5:2000).

EN ISO 14555, *Soudage — Soudage à l'arc des goujons sur les matériaux métalliques* (ISO 14555:2006).

CEN ISO/TR 15608:2005, *Soudage — Lignes directrices pour un système de groupement des matériaux métalliques* (ISO/TR 15608:2005).

EN ISO 15609 (toutes parties), *Descriptif et qualificatif d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Descriptif d'un mode opératoire de soudage*.

EN ISO 15610, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Qualification basée sur des produits consommables soumis à essais* (ISO 15610:2003).

EN ISO 15611, *Descriptif et qualificatif d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Qualification sur la base de l'expérience en soudage* (ISO 15611:2003).

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* (ISO 15612:2003).

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* (ISO 15613:2003).

EN ISO 15614 (toutes parties) <sup>1)</sup>, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage*.

EN ISO 15620, *Soudage — Soudage par friction des matériaux métalliques* (ISO 15620:2000).

EN ISO 17652-1, *Soudage — Essai sur peintures primaires en relation avec le soudage et les techniques connexes — Partie 1 : Exigences générales* (ISO 17652-1:2003).

EN ISO 17652-2, *Soudage — Essai sur peintures primaires en relation avec le soudage et les techniques connexes — Partie 2 : Propriétés relatives au soudage des peintures primaires* (ISO 17652-2:2003).

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente norme européenne, les termes et définitions donnés dans le prEN 15085-1:2007 s'appliquent.

---

1) Pour les applications ferroviaires, seules sont pertinentes les EN ISO 15614-1, EN ISO 15614-2, EN ISO 15614-3, EN ISO 15614-4, EN ISO 15614-7, EN ISO 15614-11, EN ISO 15614-12 et EN ISO 15614-13.

## EN 15085-4:2007 (F)

### 4 Préparation avant soudage

#### 4.1 Documents de planification du soudage

##### 4.1.1 Généralités

Les documents de planification du soudage doivent être préparés par les constructeurs avec l'assistance du coordonnateur en soudage reconnu Niveau A pour la construction neuve, la modification des véhicules et la maintenance des véhicules ferroviaires (voir le prEN 15085-2). Les types de document, leur domaine d'application, leur délais de transmission et leur contrôle doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le constructeur.

Les documents de planification du soudage peuvent inclure des plans de travail, des plans de séquences de soudage, des documents de planning d'essai et des spécifications de mode opératoire de soudage.

##### 4.1.2 Plans de travail

Pour la fabrication de véhicules ferroviaires il est nécessaire d'avoir des plans de travail pour les sous ensembles suivants :

- bogie (sous-ensembles, ensemble) ;
- châssis (avec sous-ensembles) ;
- caisse (face, extrémité, pavillon) ;
- autres sous-ensembles auxquels sont associées des exigences fonctionnelles et de sécurité élevées (par exemple arbres de transmission à cardan, barres transversales de la timonerie de frein, carter de moteur, transmission à arbre creux, attache de barre de traction, pivot de bogie, traverse intermédiaire).

##### 4.1.3 Autres documents de planification du soudage

Pour des assemblages plus compliqués, des plans de séquence de soudage sont nécessaires, par exemple pour les cas suivants :

- bogies (traverse de bogie, traverse centrale y compris pivot de bogie, longeron, traverse d'extrémité, traverse de pivot de bogie, attache de la barre de traction, assemblage du longeron et de la traverse) ;
- châssis (y compris traverse, brancard, traverse de tête, traverse pivot de bogie, attache de barre de traction).

Des plans de séquence de soudage standards (applicables à différents types de véhicules) sont également autorisés.

En outre, d'autres documents de planification du soudage peuvent être nécessaires (par exemple plans de séquence de pointage, plans de réparation, plans de contrôle, documents pour gabarits et outils, remarques pour la protection et la santé du personnel, plans de réparation des pièces endommagées, instructions spéciales relatives aux équipements électroniques). La présence de ces documents doit être définie par le coordonnateur en soudage responsable et/ou le client.

##### 4.1.4 Descriptif des modes opératoires de soudage

Pour des joints soudés appartenant aux classes de performance de soudage CP A, CP B, CP C1, CP C2 et CP C3, des descriptifs des modes opératoires de soudage conformes à l'EN ISO 15609-1, à EN ISO 15609-5, à l'EN ISO 14555 ou à l'EN ISO 15620 sont nécessaires. Pour des joints soudés relevant de la classe de performance CP D, ceci n'est nécessaire que si elle est exigée par le client.

En fonction des classes de performance définies par le prEN 15085-3, les requis suivants sont nécessaires pour le descriptif du mode opératoire de soudage :

- Soudure de classe de performance CP A :

Éléments justificatifs selon l'une des normes suivantes : EN ISO 15614 <sup>2)</sup> ou EN ISO 15620 ; EN ISO 15613 seulement s'il existe une QMOS suivant l'EN ISO 15614; pour les matériaux de  $R_m > 500$  MPa ou des procédés de soudage entièrement mécanisés : EN ISO 15614. Pour les QMOS, les critères d'acceptation du niveau de qualité de la classe de performance CP A (prEN 15085-3, le Tableau 5 et le Tableau 6) doivent être satisfaits.

---

2) Pour les applications ferroviaires, seules sont pertinentes les EN ISO 15614-1, EN ISO 15614-2, EN ISO 15614-3, EN ISO 15614-4, EN ISO 15614-7, EN ISO 15614-11, EN ISO 15614-12 et EN ISO 15614-13.

## EN 15085-4:2007 (F)

- Soudure de classes de performance CP B, CP C1, CP C2 :

Éléments justificatifs selon l'une des normes suivantes : EN ISO 15613, EN ISO 14555, EN ISO 15620 ; si nécessaire pour le composant ou le matériau : EN ISO 15614

- Soudure de classes de performance CP C3 :

Éléments justificatifs selon l'une des normes suivantes : EN ISO 15610, EN ISO 15611, EN ISO 15612, EN ISO 15613, EN ISO 14555, EN ISO 15620 ; si nécessaire pour le composant ou le matériau : EN ISO 15614

- Soudure de classe de performance CP D :

Suivant les exigences du client.

- En général chaque DMOS doit être couvert par une QMOS, excepté pour la classe de performance CP D sauf spécification au contrat.

NOTE Pour la validité du DMOS et de la QMOS suivant l'EN ISO 15614-1 et l'EN ISO 15614-2, voir l'Introduction de l'EN ISO 15614-1:2004 et de l'EN ISO 15614-2:2005.

## 4.2 Assemblages d'essai

### 4.2.1 Généralités

#### 4.2.1.1 Objectif des assemblages d'essai

Si nécessaire, des assemblages d'essai doivent être réalisés.

L'objectif des assemblages d'essai est le suivant :

- vérifier et s'assurer que la conception est satisfaisante, comme spécifiée dans le prEN 15085-3 ;
- garantir les conditions de soudage ;
- apporter la preuve de la compétence des soudeurs ;
- apporter la preuve de la qualité des joints soudés.

Un même assemblage d'essai peut être utilisé pour plusieurs des tâches ci-dessus.

#### 4.2.1.2 Réalisation et nombre d'assemblages d'essais

Les assemblages d'essai doivent être réalisés dans les mêmes conditions de fabrication que la production réelle. Ils doivent être réalisés sous la direction du coordonnateur en soudage responsable et ils doivent être documentés.

Il convient que les assemblages d'essai soient soudés conformément à l'EN ISO 15613. Ils peuvent être soudés séparément sous la forme de tôles d'essai, de sous-ensembles échantillons (maquettes) ou conjointement avec le sous-ensemble, par exemple, sous la forme d'une extension du joint de soudure.

Il conviendrait que les assemblages d'essai et le nombre de contrôles figurent dans les documents de planification ou soient spécifiés par le coordonnateur en soudage. Si aucun élément sur le contrôle des assemblages d'essai n'est défini dans le plan d'essai, l'EN ISO 15613 s'applique.

### 4.2.2 Assemblages d'essai servant à contrôler et à garantir la conception

Les assemblages d'essai visant à démontrer la soudabilité du point de vue de la conception doivent être soudés au niveau d'un sous-ensemble échantillon. Ils sont nécessaires pour valider :

- La possibilité de réalisation (conception convenable pour le soudage) ;
- Le choix du matériau ;
- La possibilité d'effectuer des contrôles ;
- Les exigences de qualité ;
- Les données relatives aux caractéristiques mécaniques (par exemple résistance, ductilité).

## EN 15085-4:2007 (F)

### 4.2.3 Assemblages d'essai servant à garantir les conditions de soudage

Pour des joints spéciaux, si aucune preuve ne peut être amenée conformément à l'EN ISO 15614, des assemblages d'essai sont nécessaires pour apporter la démonstration de la bonne réalisation de la soudure. Il peut s'agir, par exemple :

- de joints à pénétration partielle sur des assemblages bout à bout et en T ;
- des assemblages en T avec préparation en demi-V et accès d'un seul côté.

L'assemblage d'essai sert à démontrer que le joint soudé spécifié est correctement réalisé dans la classe de performance spécifiée.

### 4.2.4 Assemblages d'essai servant à démontrer la compétence du soudeur

Pour des assemblages soudés nécessitant une compétence particulière et qui ne sont pas spécifiés dans les normes EN 287-1 ou EN ISO 9606-2 à EN ISO 9606-5, des assemblages d'essai supplémentaires sont nécessaires pour qualifier les soudeurs. Le contrôle de ces assemblages d'essai doit être effectué comme spécifié dans l'EN 287-1 ou dans l'EN ISO 9606-2 à EN ISO 9606-5. Si le contrôle ne peut pas être effectué conformément à ces normes il convient que le coordonnateur en soudage responsable définisse le contrôle. L'EN 287-1 ou l'EN ISO 9606-2 à EN ISO 9606-5 s'applique pour le domaine et la durée de validité et sa prolongation.

Des assemblages d'essai pour la qualification des soudeurs (en fonction de leurs tâches spécifiques) peuvent être également nécessaires :

- pour des assemblages en T avec préparation en demi-V ou demi-Y ;
- pour des assemblages complexes, par exemple assemblages bout à bout de trois tôles, soudures bouchon, assemblage en croix, assemblage de profils extrudés compliqués ;
- pour des assemblages réalisés dans des conditions difficiles, par exemple réparation ;
- en cas d'accès difficile ;
- pour des métaux de base possédant une médiocre soudabilité ;
- pour les raccordements et les piquages de tubes et brides de fixation ;
- pour des assemblages à recouvrement et des assemblages en angle extérieur de tôles minces ( $t \leq 3$  mm) ;
- pour des exigences de qualité particulièrement élevées, par exemple la classe de performance CP A telle qu'elle est spécifiée dans le prEN 15085-3 ;
- lors de l'embauche de nouveaux soudeurs ou opérateurs soudeurs, par exemple pour du personnel intérimaire.

Il conviendrait que ces assemblages d'essai soient mentionnés dans les documents de planification ou spécifiés par le coordonnateur en soudage.

### 4.2.5 Témoins de production servant à démontrer la qualité des joints soudés

La qualité des joints soudés peut être démontrée par des témoins de production. Il convient de prendre en compte par exemple les points suivants (voir le prEN 15085-3:2007, 4.7) :

- pour la classe de contrôle CT 2, les témoins de production sont nécessaires pour garantir la qualité des soudures si l'examen par radiographie ou par ultrasons n'est pas possible ;
- il conviendrait que le type de témoins de production et sa fréquence de réalisation soient mentionnés dans le plan de contrôle ;
- les témoins de production doivent être prélevés sur l'assemblage ou sur une extension de la pièce réalisée ou sur une pièce de travail similaire ;
- les témoins de production doivent être contrôlés conformément à EN ISO 15613. Les contrôles doivent être documentés.

**EN 15085-4:2007 (F)**

**4.2.6 Assemblages d'essai servant à contrôler le soudage par faisceau d'électrons et le soudage par faisceau laser**

Avant le début de la fabrication, il conviendrait de produire des assemblages d'essai et leurs évaluations réalisées conformément à l'EN ISO 15613. Lors d'une modification de la conception ou d'un changement du matériau, au cours de la fabrication ou d'une production, d'autres assemblages d'essai peuvent être également nécessaires si les changements peuvent influencer la qualité du joint soudé.

**4.2.7 Assemblages d'essai servant à vérifier les soudures par résistance, par points et par bossages**

Dans le cas du soudage par résistance, par points, à la molette et par bossages, des assemblages d'essai doivent être réalisés conformément au prEN 15085-3, Tableau F.2. Des assemblages simplifiés d'essai doivent être faits avant le démarrage journalier de la fabrication et doivent être enregistrés dans le journal de production. Des assemblages d'essais normaux doivent être faits pour prouver la qualité de la production à des intervalles réguliers en fonction du volume de soudage, de l'équipement de soudage et de la classe de performance de la soudure.

**4.2.8 Assemblages d'essai servant à contrôler des soudures en bout par étincelage**

Pour des soudures en bout par étincelage, au début d'un nouveau cycle de production ou lors d'un changement des conditions de fabrication (par exemple matériaux, etc.), il est nécessaire de démontrer par des assemblages d'essai suivant l'EN ISO 15614-13 et des contrôles avec un essai de pliage et l'examen des faces de rupture ou un contrôle non destructif, que les valeurs de la qualité mécanique et technique de la soudure sont conformes à la spécification.

**4.2.9 Assemblages d'essai servant à contrôler le soudage des goujons**

Pour le soudage des goujons, des assemblages d'essai simplifiés suivant l'EN ISO 14555 doivent être faits avant le démarrage de la production ou en cas de modification du procédé de fabrication et doivent être enregistrés dans le journal de production.

## **5 Exigences pour le soudage**

### **5.1 Généralités**

Les exigences techniques pour le soudage des véhicules ferroviaires et de leurs composants sont énumérées ci-dessous. De plus il convient d'observer les recommandations de la série de normes EN 1011 lors du soudage.

### **5.2 Exigences générales**

#### **5.2.1 Préparation des soudures**

- 1) La préparation des bords à souder doit être faite comme spécifiée sur le plan ou dans les autres documents de travail. Il convient que les requis spécifiés dans le prEN 15085-3 soient observés.
- 2) Les surfaces coupées de composants subissant des sollicitations dynamiques doivent répondre aux exigences de la norme EN ISO 9013:2007. Les surfaces coupées par cisailage ou poinçonnage doivent être exemptes d'irrégularités et de fissures. Si nécessaire ces imperfections doivent être meulées.
- 3) Des appendices de départ et de fin de cordon doivent être utilisés conformément au prEN 15085-3 :2007, 7.2.12. Pour  $t \geq 8$  mm ils doivent avoir la même préparation de joint soudé que la soudure à réaliser. Les appendices de départ et de fin de cordon doivent être faits de manière à permettre de démarrer la soudure ou l'arrêter au-delà de sa longueur nécessaire. Les pièces à assembler et les appendices, qui sont «intégrés» dans la conception ou implantés comme de petits appendices sur les pièces à souder, sont homogènes. La préparation de ces appendices doit être la même que celle utilisée pour les joints soudés à réaliser. Les appendices doivent être fixés par des moyens soit mécaniques soit magnétiques et peuvent être soudés. Après avoir terminé le joint soudé, les appendices peuvent être soit enlevés mécaniquement soit coupés au moyen d'un chalumeau ou d'une torche plasma. Un meulage longitudinal doit être fait après suppression des appendices. Toute rupture par choc est interdite.

## EN 15085-4:2007 (F)


- 4) Si le soudage d'attaches temporaires est nécessaire, ceci doit être agréé par le bureau d'études.
- 5) Les surfaces des joints à souder doivent être exemptes d'humidité et de contaminants tels que salissures, rouille, calamine, laitier, huile et de peinture. En cas de soudage en multi-passe, la couche précédente doit être préparée de façon à assurer la qualité de la couche suivante. Les salissures, le laitier, les défauts inacceptables doivent être enlevés.
- 6) Pour la protection contre la corrosion des joints à recouvrement et d'autres zones qui ne sont plus accessibles après soudage, l'application d'une peinture primaire d'atelier ou d'un autre revêtement est acceptable si les conditions suivantes sont remplies :
  - Si le client en a donné l'approbation ;
  - Si l'exigence fait partie de la conception ;
  - Si la QMOS a été qualifiée avec l'application du primaire ou du revêtement ;
  - Si les exigences de l'EN ISO 17652-1 et de l'EN ISO 17652-2 sont remplies.
- 7) Il convient que les joints soudés soient visibles et que leur accessibilité par le soudeur soit optimisée (voir 4.2.4).
- 8) Avant le soudage, toute anomalie doit être signalée au coordonnateur en soudage responsable, par exemple une préparation incorrecte, des métaux d'apport inappropriés, ou des postes à souder inadaptés.

### 5.2.2 Réalisation du soudage

- 1) Les séquences de soudage, la dimension des cordons et la direction d'exécution doivent être choisies de telle façon que le soudage produise de faibles contraintes résiduelles et peu de déformation de sorte que la qualité des joints soudés et les propriétés mécaniques requises soient obtenues.
- 2) Aux extrémités des goussets ou des raidisseurs, des bouclages doivent être réalisés. Voir aussi le prEN 15085-3:2007, 7.3.10.
- 3) Il convient, si possible, que le soudage soit effectué dans la position PA ou PB. Si possible, l'utilisation de positionneurs tournants est recommandée.
- 4) L'atelier de soudage doit être protégé contre les effets néfastes des conditions météorologiques (par exemple contre le vent, la pluie, la neige et les courants d'air dans l'atelier).
- 5) Les prises de masse (ligne de retour du courant) de soudage doivent être fixées directement sur la pièce à souder de telle façon qu'il existe un contact électrique franc à faible résistance. Il est recommandé de brancher le câble de masse aussi près que possible de la zone à souder.
- 6) Lors du soudage sur des véhicules ferroviaires, la prise de masse doit être installée sur le véhicule à proximité de l'endroit où le soudage est effectué. Afin d'éviter la détérioration des roulements par la traversée d'un courant, la fixation des masses aux rails est interdite.
- 7) Si c'est nécessaire, avant le début des travaux de soudage, les batteries doivent être débranchées et l'électronique du véhicule doit être protégée, par exemple par dépose ou déconnexion.
- 8) Les règles nécessaires à la prévention des incendies doivent être prises en compte.
- 9) Si des composants ou sous-ensembles doivent être déplacés avant la fin du soudage (transport ou rotation), ils doivent être capables d'accepter les charges sans déformation plastique.
- 10) Si nécessaire, la température de préchauffage ou entre passes de la zone à souder doit être fixée en fonction du matériau, de son épaisseur et du composant à souder. Les informations sur les températures exigées sont données dans l'EN 1011-2 et l'EN 1011-4, les directives sur la mesure sont données dans l'EN ISO 13916. Les températures de préchauffage et entre passes doivent être maintenues pendant le pointage et le soudage, entre les limites spécifiées et vérifiées.
- 11) Si la température de la pièce à souder est inférieure à 5 °C, un préchauffage est nécessaire dans tous les cas.
- 12) Si des soudures de pointage sont incorporées dans les joints soudés terminés, elles sont soumises aux mêmes exigences que les joints soudés.



**EN 15085-4:2007 (F)**

- 13) S'il ne convient pas que les soudures de pointage demeurent dans les joints soudés terminés, elles doivent être réalisées de telle façon qu'elles soient correctement refusionnées lors du soudage.
- 14) Pour des soudures à pénétration totale de classes de performance CP A, CP B ou CP C1, et si la reprise envers (  ) est spécifiée par la conception, avant de réaliser la reprise envers, la racine du cordon doit être enlevée par meulage ou usinage. Autrement la procédure appliquée doit être qualifiée par une épreuve de qualification conformément à l'EN ISO 15613 ou l'EN ISO 15614 ou par un assemblage d'essai.
- 15) Des points de soudure réalisés en dehors de la soudure (par exemple pour le maintien de support envers permanent) ne sont autorisés que s'ils sont prévus comme faisant partie intégrante de la conception. Ils sont soumis aux mêmes exigences que le joint soudé.

**5.2.3 Qualité des soudures**

- 1) Les coups d'arc à la surface des pièces ne sont pas admis. Si ces phénomènes se produisent, les coups d'arc doivent être éliminés par meulage. Pour les classes de performance de soudage CP A, CP B ou CP C1 un contrôle de surface doit être effectué (le contrôle de surface couvre tous les défauts de surface y compris les fissures).
- 2) L'acceptation des projections dépend du matériau utilisé et du cas d'application et doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.
- 3) Les supports envers permanents des soudures ne peuvent être acceptés que si cela est spécifié sur le plan.
- 4) L'accord du concepteur est nécessaire pour l'ajout d'attaches temporaires. Pour le soudage et la suppression de ces attaches, voir EN 1011-1.
- 5) Après élimination des entailles causées par les travaux de finition (par exemple entailles de meulage, saillies) l'épaisseur restante de la tôle doit être au moins 95 % de l'épaisseur nominale de la tôle. Si l'épaisseur nominale de la tôle est affaiblie de plus de 5 % une opération de réparation est nécessaire (ragréage, soudage, meulage, détection des fissures). Toute déviation doit faire l'objet d'un accord du client.
- 6) Si, pour des raisons liées à la conception, le plan spécifie l'usinage ou le meulage des surépaisseurs du cordon, les caniveaux, morsures, cratères ou autres défauts de surface ne peuvent subsister que s'ils sont dans les limites des exigences de qualité.
- 7) Si les plans spécifient un meulage sans entaille pour des raisons de résistance, il convient que le joint soudé soit meulé dans la direction de la sollicitation.
- 8) Pour les soudures de réparation, seuls doivent être utilisés les modes opératoires qualifiés, convenant à la classe de performance de soudage.
- 9) En cas de défauts répétitifs ou d'écarts par rapport aux plans, l'accord du client doit être obtenu. Avant toute réparation, la raison du défaut ou de l'écart doit être déterminée.
- 10) Il est interdit de souder sur des fissures.
- 11) Avant la réparation de fissures par soudage, la position exacte de la fissure doit être déterminée, si nécessaire il conviendra de percer les extrémités de chaque fissure, puis de l'éliminer par meulage et de ressouder. Un examen de la surface doit être effectué avant et après soudage.
- 12) Lors du redressage à la flamme, les principes suivants doivent être pris en compte :
  - Le redressage à la flamme ne peut être utilisé que lorsque cela est autorisé pour la pièce ou le matériau concerné et que cela n'entraîne pas de réduction de la résistance, des déviations doivent avoir reçu l'accord du client.
  - Il convient de respecter les recommandations techniques adaptées quand le redressage à la flamme est pratiqué.
  - La température maximale ne doit pas être dépassée et doit être surveillée au moyen d'équipements de mesure approprié pour les matériaux à haute résistance et l'aluminium. La fusion est interdite.

## **EN 15085-4:2007 (F)**

### **5.3 Métaux d'apport**

#### **5.3.1 Lignes directrices pour le choix des métaux d'apport**

##### **Pour les aciers non alliés et les aciers faiblement alliés**

Pour le soudage des pièces en acier non allié ou faiblement allié, les requis minimaux relatifs au métal déposé s'appliquent. Les propriétés du joint soudé doivent être au moins équivalentes aux requis minimaux relatifs au matériau de base et aux normes EN respectives pour la classification des métaux d'apport.

Lorsque des types d'aciers différents sont soudés ensemble, les requis minimaux relatifs au métal déposé correspondant au type d'acier de qualité inférieure s'appliquent. Les propriétés métallurgiques et les conditions de soudage correspondant au type d'acier de qualité supérieure doivent cependant entrer en considération.

##### **Pour les aciers inoxydables**

Pour le soudage entre aciers inoxydables semblables ou dissemblables ou avec d'autres aciers, le métal d'apport doit être choisi de façon à ce que les propriétés mécaniques du joint soudé satisfassent les exigences requises.

##### **Pour l'aluminium et les alliages d'aluminium**

Les métaux d'apport doivent être choisis conformément à l'EN 1011-4.

Les informations complémentaires du plan ou de la liste de pièces doivent être prises en considération. Voir le prEN 15085-3 :2007, Annexe H.

#### **5.3.2 Conformité des métaux d'apport**

Tous les métaux d'apport doivent être conformes aux exigences de l'EN 13479 et des normes européennes de classification appropriées.

Le domaine de validité du certificat doit être conforme à l'application prévue en ce qui concerne le procédé de soudage, le matériau, la position de soudage et le type/la polarité du courant de soudage. Le certificat est établi sur la base d'un essai de qualification suivant l'EN 13479. Si exigé par le client, la conformité doit être déclarée par un certificat établi selon l'EN 14532-1 (acier) ou l'EN 13432-2 (alliages d'aluminium) par un organisme de certification.

Les métaux d'apport fournis doivent être déclarés conformes à l'EN ISO 544, y compris un certificat selon l'EN 10204. Le type de certificat doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

Le fabricant ou le fournisseur des métaux d'apport doivent déclarer leur conformité en appliquant le marquage CE conformément à l'EN 13479 sur une étiquette, avec l'indication de l'organisme de certification et le numéro de certification.

#### **5.3.3 Stockage et manipulation**

Les recommandations données par le producteur du métal d'apport pour le stockage et la manipulation doivent être prises en compte (voir EN 1011-1:1998, 8.2).

### **5.4 Métaux de base**

#### **5.4.1 Choix des métaux de base**

Voir le prEN 15085-3: 2007, 6.1.

#### 5.4.2 Conformité des métaux de base

Les métaux de base utilisés doivent répondre aux exigences des documents de planification du soudage.

Un certificat de conformité du matériau doit être établi suivant l'EN 10204:2004. Le certificat de matériau 3.1 selon l'EN 10204 est nécessaire pour les composants ayant des joints soudés avec les niveaux de certification CL 1 ou CL 2.

#### 5.4.3 Règles supplémentaires pour le soudage des aciers au carbone ou à grains fins

Pour le soudage des aciers au carbone ou à grains fins, la température de préchauffage et la vitesse de refroidissement doivent être déterminés conformément à l'EN 1011-2.

Pour le coupage par voie thermique et le soudage d'aciers de construction à grains fins, les lignes directrices et les instructions du producteur de l'acier doivent être appliquées.

Pour le soudage à l'arc des aciers au carbone ou de construction à grains fins, les valeurs maximales de dureté de la zone affectée thermiquement doivent être conformes à l'EN ISO 15614-1.

#### 5.4.4 Règles supplémentaires pour le soudage des aciers moulés

Pour le soudage des aciers moulés, les recommandations de l'EN 1011-8 doivent être appliquées.

#### 5.4.5 Règles supplémentaires pour le soudage des aciers inoxydables

Les règles supplémentaires suivantes s'appliquent en plus des recommandations données dans l'EN 1011-3 :

L'oxydation superficielle et les différentes couleurs engendrées par le soudage ou par le traitement thermique des aciers, matériaux groupe 7,8 ou 10 suivant le CEN/ISO/TR 15608, produisent une altération de la surface passive du matériau qui peut être supprimée par élimination des couleurs et par passivation. Les méthodes suivantes peuvent être utilisées :

- ponçage au moyen de disques de ponçage appropriés ;
- brossage au moyen d'une brosse en acier inoxydable ;
- grenaillage avec un sable non ferreux (corindonnage) ;
- moyens chimiques, suivant les indications du fabricant des produits d'attaque.

#### 5.4.6 Règles supplémentaires pour le soudage d'aciers à grains fins avec des aciers inoxydables

Le métal d'apport doit être choisi à l'aide du diagramme de Schaeffer. La composition chimique du métal déposé doit rester dans des limites n'entraînant aucun risque de fragilisation ou de fissuration à chaud.

#### 5.4.7 Règles supplémentaires pour le soudage de l'aluminium et des alliages d'aluminium

Les règles supplémentaires suivantes s'appliquent en plus des recommandations données dans l'EN 1011-4.

Le soudage manuel à l'arc (111 suivant l'EN ISO 4063:2000) et le soudage manuel au gaz (3 suivant l'EN ISO 4063:2000) sont interdits.

Seuls des disques abrasifs spécifiques et les outils adaptés au travail de l'aluminium doivent être utilisés.

## EN 15085-4:2007 (F)

### 5.5 Procédés de soudage

Le Tableau 1 contient les procédés de soudage utilisables, sous réserve que les exigences du 4.1.4 sont remplies.  
Tout autre procédé de soudage doit faire l'objet d'un accord du client.

**Tableau 1 — Procédés de soudage utilisables**

Procédé	Réf.-No. comme spécifié dans l'EN ISO 4063:2000	Approuvé pour :	
		Aciers	Aluminium et alliages d'aluminium
Soudage à la flamme oxyacétylénique	3	X	—
Soudage à l'arc submergé	12	X	—
Soudage «plasma»	15	X	X
Soudage par résistance par points	21	X	X
Soudage par résistance à la molette	22	X	X
Soudage par résistance par bossages	23	X	X
Soudage par étincelage	24	X	X
Soudage par friction	42	X	X
Soudage par faisceau d'électrons	51	X	X
Soudage laser	52	X	X
Soudage électrogaz	73	X	—
Soudage de goujons	78	X	X
Soudage manuel à l'arc avec électrode enrobée	111	X	—
Soudage à l'arc par gravité avec électrode enrobée	112	X	—
Soudage à l'arc électrique avec fils fourré auto-protecteur	114	X	—
Soudage à l'arc électrique sous gaz inerte avec fil-électrode fusible (MIG)	131	X	X
Soudage à l'arc électrique sous gaz actif avec fil-électrode fusible (MAG)	135	X	—
Soudage à l'arc électrique par points par fusion sous protection gazeuse	(131)	X	X
	(135)	X	—
Soudage à l'arc électrique sous gaz actif avec fil-électrode fourré	136	X	—
Soudage à l'arc électrique sous gaz inerte avec fil-électrode fourré	137	X	—
Soudage à l'arc électrique avec électrode réfractaire sous gaz inerte (TIG)	141	X	X
Soudage bout à bout à la molette avec feuillard	225	X	—
Soudage par résistance à haute fréquence (par résistance HF)	291	X	X
Soudage de goujons par fusion forgeage temps long avec bague réfractaire	783	X	X
Soudage de goujons par fusion forgeage temps court	784	X	X
Soudage de goujons par décharge de condensateurs	785	X	X
Soudage par friction avec doigt rotatif (FSW)		—	X
Soudage Laser-Hybride		X	X

## **6 Exigences spéciales pour le soudage en maintenance des véhicules ferroviaires**

### **6.1 Règles générales pour le soudage en maintenance**

Le soudage en maintenance comprend le soudage de réparation mais pas les transformations ni les modifications.

Si aucune autre exigence n'est fournie par l'exploitant ferroviaire ou l'autorité de sécurité nationale, les exigences suivantes doivent être remplies.

L'exploitant ferroviaire est responsable de la maintenance de ses véhicules.

Pour le soudage en maintenance des véhicules ferroviaires, il convient que toutes les informations nécessaires sur le véhicule telles que la documentation du constructeur du véhicule (plans, manuels d'exploitation, exigences du constructeur) ainsi que les lignes directrices spécifiques et les instructions de travail de l'exploitant ferroviaire soient disponibles. L'exploitant ferroviaire doit être informé si, en raison des soudages en maintenance, la cohérence avec le plan n'est pas conservée. L'exploitant ferroviaire doit décider des actions à mener.

Si des fissures et des ruptures (sans d'action violente évidente) se produisent de manière répétée sur des composants identiques (défaut en série), le constructeur du véhicule doit être informé. Le constructeur du véhicule et l'exploitant ferroviaire doivent décider ensemble des actions à mener.

Le soudage de matériaux ayant des particularités ou des restrictions de température (par exemple zone affectée thermiquement d'alliages d'aluminium avec traitements thermiques) et des composants trempés exige un procédé spécifique faisant l'objet d'un accord de l'exploitant ferroviaire ou de son représentant.

### **6.2 Essais et documentation**

Si la conception est conforme au prEN 15085-3, les essais et la documentation doivent au minimum être réalisés conformément aux exigences du prEN 15085-3.

Si la classe de performance du joint n'est pas définie du tout ou non conformément au prEN 15085-3, les contrôles et la documentation doivent être déterminés pour le moins selon le Tableau 4 du prEN 15085-3:2007.

Si le niveau de contraintes de la zone soudée est inconnu, la classe de performance du joint la plus élevée possible en relation avec la catégorie de sécurité de la soudure doit être utilisée, voir Tableau 4 du prEN 15085-3:2007.

Les règles supplémentaires suivantes s'appliquent en plus du Tableau 4 du prEN 15085-3:2007 :

Pour les soudures de réparation de défauts isolés, le contrôle doit couvrir 100 % des soudures des classes de performance CP C1 et CP CB.

Pour toutes les soudures l'examen visuel doit être réalisé à 100 %.

Tous les contrôles non destructifs doivent être enregistrés.

Un rapport de soudage doit être produit par le coordonnateur en soudage responsable ou son représentant.

**EN 15085-4:2007 (F)**

**Bibliographie**

- [1] EN ISO 3834 (toutes parties), *Exigences de qualité en soudage par fusion des matériaux métalliques*.
- [2] EN 15085-2, *Applications ferroviaires — Soudage des véhicules et des composants ferroviaires — Partie 2 : Exigences de qualité et certification du constructeur*.
- [3] EN 14532-1, *Produits consommables pour le soudage — Méthodes d'essai et exigences de qualité — Partie 1 : Méthodes primaires et évaluation de la conformité des produits consommables pour l'acier, le nickel et les alliages de nickel*.
- [4] EN 14532-2, *Produits consommables pour le soudage — Méthodes d'essai et exigences de qualité — Partie 2 : Méthodes complémentaires et évaluation de la conformité des produits consommables pour l'acier, le nickel et les alliages de nickel*.
- [5] EN 13916, *Soudage — Lignes directrices pour le mesurage de la température de préchauffage, de la température entre passes et de la température de maintien du préchauffage*.