



Livret

Contrôle visuel des
soudures pour produits ferroviaires
pour la classe CT3



FORMATION



PROGRAMME

- ✓ But du contrôle visuel des soudures
- ✓ Personnel en charge de l'examen visuel
- ✓ Condition de l'examen
- ✓ Stade de l'examen
- ✓ Outils à utiliser
- ✓ Procédés de soudage
- ✓ Défaut de soudage
- ✓ Symbolisation des soudures
- ✓ La norme EN15085
- ✓ Procédures TFCM



BUT DU CONTRÔLE VISUEL DES SOUDURES

Le contrôle visuel est le tout 1er contrôle à être réalisé.

Ce contrôle aura pour but de détecter tout défaut de forme sur la soudure ainsi que tout défaut débouchant.

Après réalisation de l'examen visuel, il se peut que soit réalisé un contrôle de surface ou de compacité.
(ressuage, magnétoscopie, ultrasons, radiographie)

PERSONNEL EN CHARGE DE L'EXAMEN

- Le contrôle peut être fait par le soudeur ou l'opérateur soudeur lors de son autocontrôle ou bien par une autre personne compétente dans ce domaine.

- La personne réalisant le contrôle visuel devra avoir une bonne acuité visuelle. Cette acuité peut être vérifiée lors de la visite médicale.



CONDITION DE L'EXAMEN

Le contrôleur doit suivre un mode opératoire qui est le plus souvent celui indiqué dans la norme : NF EN ISO 17637.

La luminosité à avoir est de 350 Lux minimum.

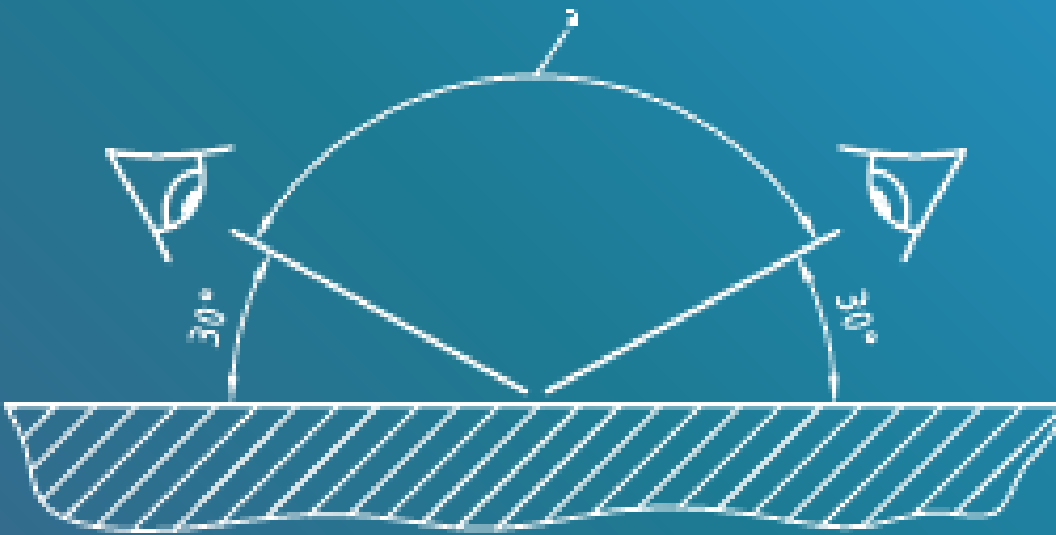
La luminosité recommandée est de 500 Lux.

Pour vérifier cette luminosité, il existe un appareil : le luxmètre.



CONDITION DE L'EXAMEN

Dans le cas d'un contrôle direct, l'accessibilité doit être suffisante pour que l'oeil puisse se placer à moins de 600 mm de la surface à examiner et à un angle qui ne doit pas être inférieur à 30°.



L'utilisation d'une source lumineuse supplémentaire (lampe torche) peut être accepté pour améliorer le relief et le contraste des défauts.

STADE DE L'EXAMEN

Le contrôle peut être fait avant, pendant et après le soudage

AVANT SOUDAGE

- Préparation des joints conformément au DMOS
- État de surface des pièces (exempt d'huile...)
- Pièce à souder, bien liées conformément aux prescriptions

PENDANT SOUDAGE

- Chaque passe doit être recouverte est propre
- Forme et transition entre le métal fondu et le métal de base est correcte avant de réaliser la passe suivante.
- Forme du gougeage, conforme au DMOS à utiliser pour la soudure

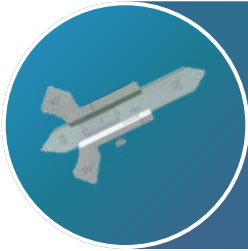
APRÈS SOUDAGE

- Vérification du nettoyage et du meulage
- Vérification du profil et des dimensions de la soudure
- Vérification de la racine et des surfaces de la soudure



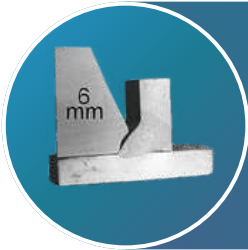
OUTILS À UTILISER

On peut utiliser différents outils pour l'examen :



**JAUGE À
VERNIER**

Pour les vérifications de
gorge



**CALIBRE
ARTISANAL**

Pour les valeurs des
apothèmes



**JAUGE
UNIVERSELLE**

Chanfrein, gorge,
caniveau, désalignement



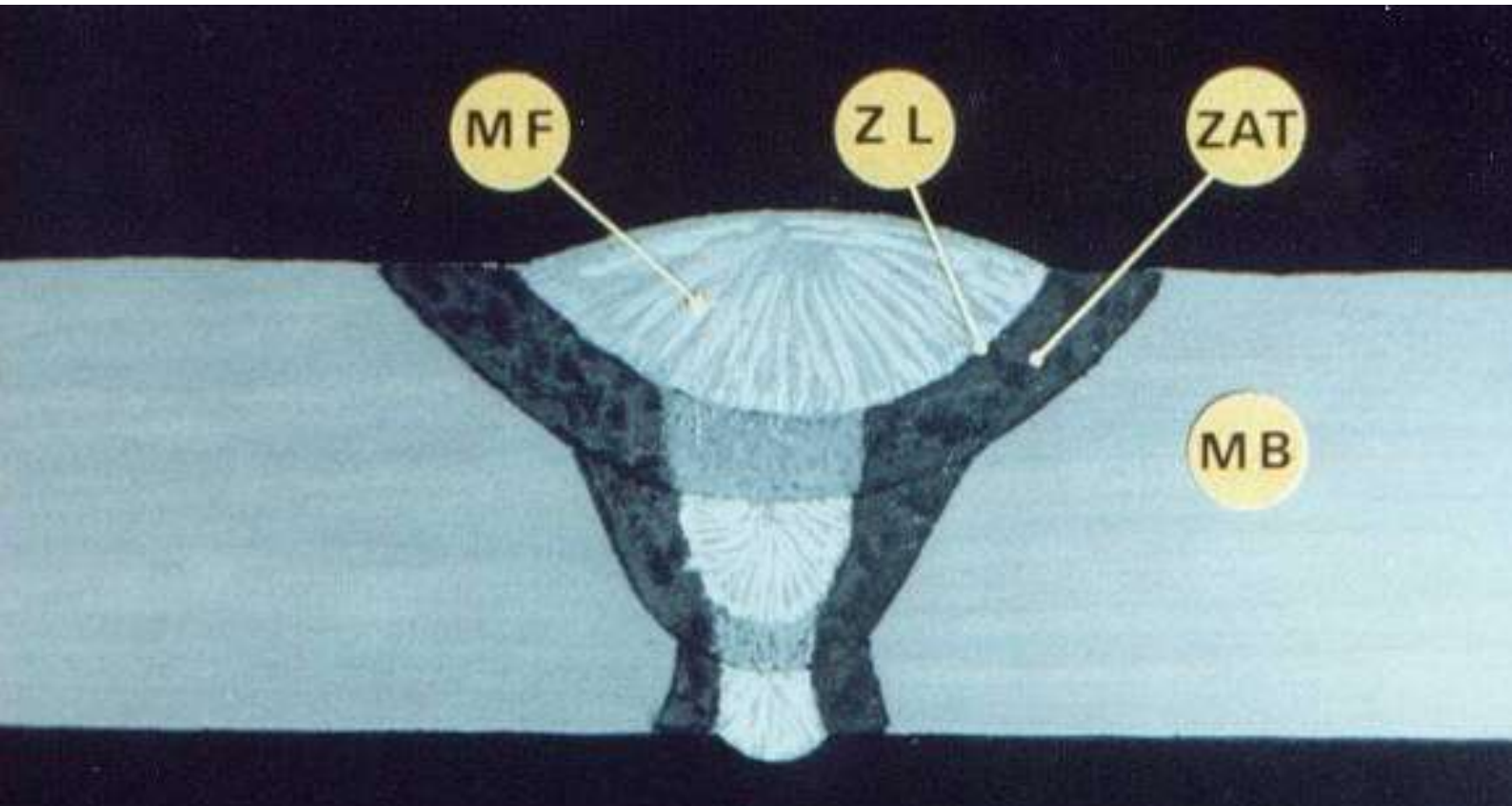
**CALIBRE DE
SOUDURE**

Pour vérification du profil
de la soudure



PROCÉDÉS DE SOUDAGE

La constitution d'une soudure est la suivante :



MF : Métal Fondu

ZL : Zone de Liaison

ZAT : Zone Affectée Thermiquement

MB : Métal de Base

TFCM UTILISE LE MIG, LE MAG ET LE TIG

TIG

Procédé dans lequel l'arc éclate au sein d'une atmosphère neutre (argon/hélium) entre la pièce à souder et une électrode réfractaire (tungstène). Les pièces à souder sont généralement de faible épaisseur. Par le contact entre l'électrode en tungstène et la pièce à souder, le gros risque est souvent d'avoir des inclusions de tungstène.

MIG/MAG

L'emploi d'un fil fusible remplaçant l'électrode réfractaire a augmenté la productivité. MIG utilisé avec un gaz inerte (Argon ou Hélium) pour souder les inox et les aluminiums. MAG utilisé avec une protection active (Argon/CO₂) pour le soudage des aciers non alliés. Le risque est d'obtenir un collage ou un manque de fusion en règle générale.



DÉFAUTS DE SOUDAGE

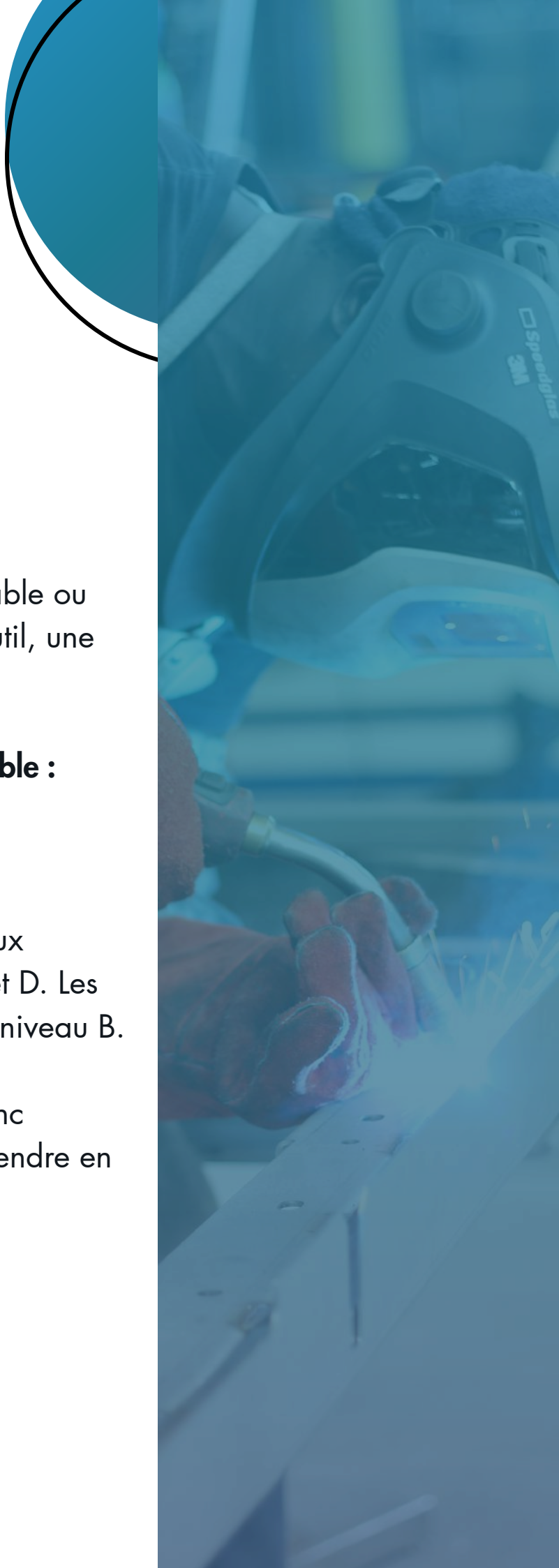
Afin de définir si un défaut est acceptable ou non, le contrôleur doit avoir comme outil, une norme d'acceptation des défauts.

Pour l'acier non allié et l'acier inoxydable :
norme ISO 5817

Pour l'aluminium : norme ISO 10042

Dans chacune des normes, trois niveaux d'acceptation sont possibles : le B, C et D. Les critères les plus restrictifs sont ceux du niveau B.

Avant de débuter le contrôle il faut donc connaître le niveau d'acceptation à prendre en compte par rapport à la soudure.



OU TROUVER LES CRITÈRES D'ACCEPTATION ?

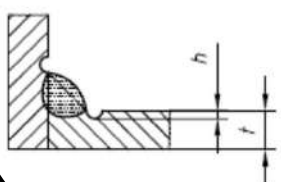
Dans le domaine du ferroviaire, les critères d'acceptation sont toujours indiqués sur les plans sous la forme d'un tableau en général.

	CARACTERISTIQUES DES SOUDURES FIGURANT SUR LE PLAN							
	Niveau de certification du constructeur		Classe de qualité ou de performance		Classe de contrôle ou d'inspection		Niveau de qualité ou d'acceptation par rapport aux défauts	
	Standard	Classe	Standard	Classe	Standard	Classe	Standard	Niveau
Acier et Inox	EN 15085-2	CL 2	EN 15085-3	CP C2	EN 15085-5	CT 3	EN ISO 5817	C
							EN 15085-5	C
Aluminium et alliages	EN 15085-2	-	EN 15085-3	-	EN 15085-5	-	EN 15085-5	-
							EN ISO 10042	-

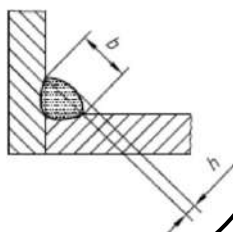
Pour les autres domaines (aéronautique, chaudronnerie générale), si les critères ne sont pas sur les plans, se renseigner auprès du responsable d'atelier ou du coordinateur soudeur.

DÉFAUT SOUDURE D'ANGLE

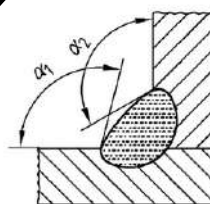
Caniveau en pied de cordon



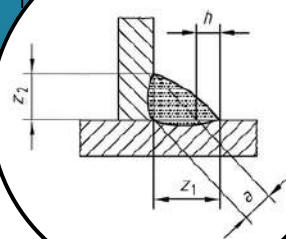
Convexité excessive



Défaut de raccordement

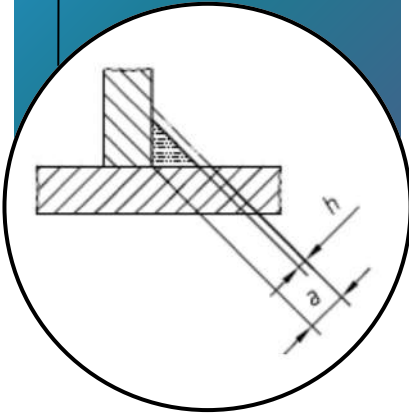


Défaut de symétrie

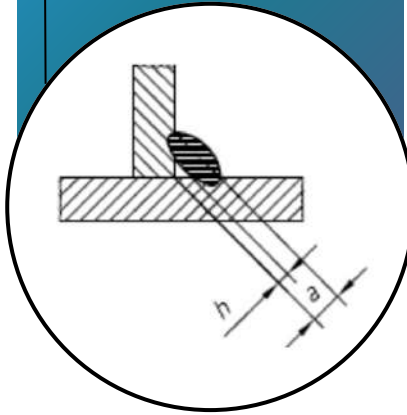


DÉFAUT SOUDURE D'ANGLE

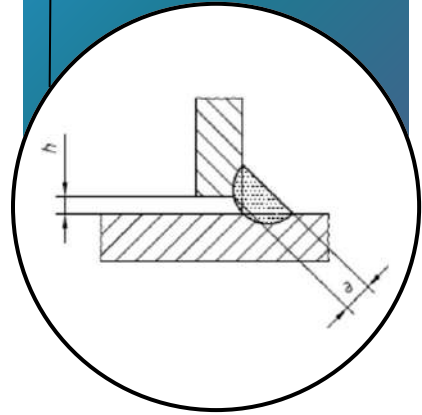
**Gorge
insuffisante**



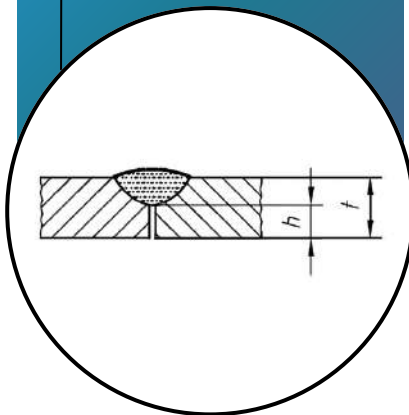
**Manque de
pénétration**



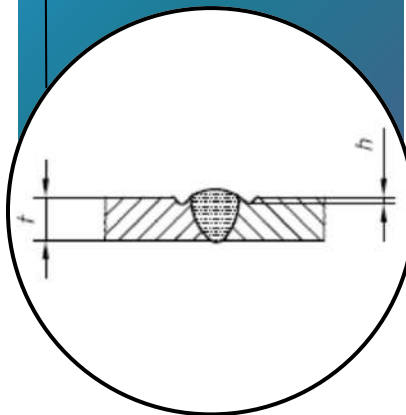
**Jeu entre partie
à assembler**



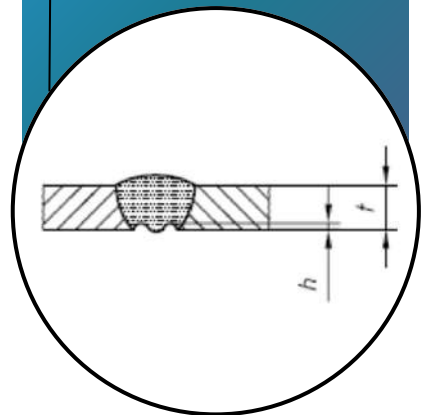
**Manque de
pénétration en
racine**



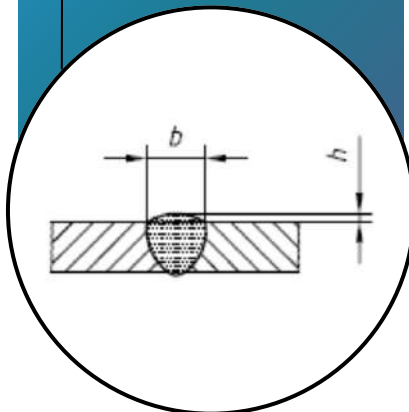
**Caniveau en
bord de cordon**



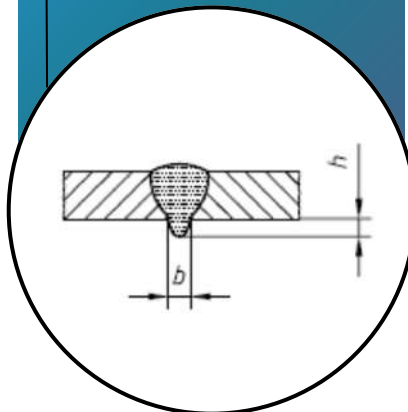
**Caniveau en
racine**



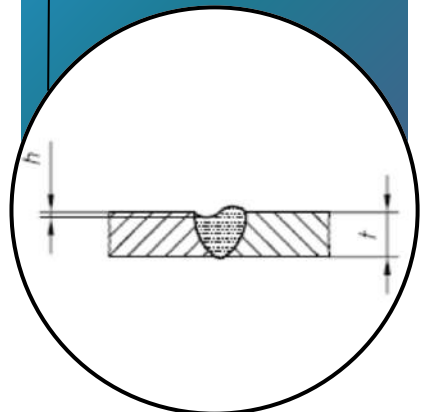
**Surépaisseur
excessive**



**Excès de
pénétration**



**Manque
d'épaisseur**



DÉFAUT EN NIVEAU C ET B INTERDIT

Il faut noter que certains défauts sont directement non conformes :

- Fissure
- Retassure et retassure de cratère
- Pique
- Manque de fusion et de pénétration
- Manque de pénétration en racine
- Débordement
- Trou
- Rochage sur les aciers inoxydables
- Mauvaise reprise
- Coup d'arc ou amorçage accidentel
- Inclusion de cuivre

Ces défauts
sont les défauts
survenant
régulièrement.

Il en existe d'autres, c'est pourquoi il faut relire et utiliser régulièrement la norme d'acceptation des défauts.

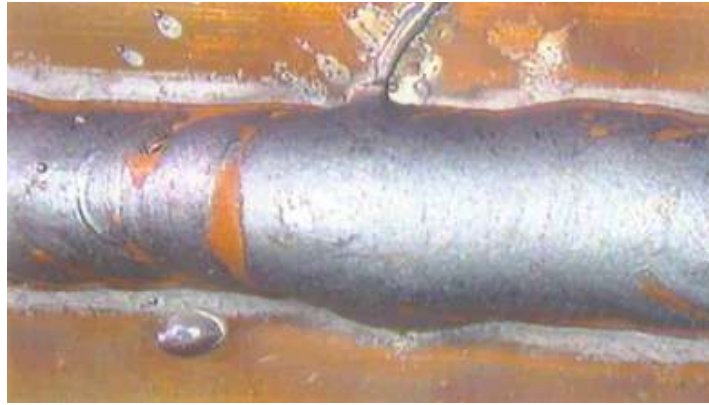
ILLUSTRATION DE QUELQUES DÉFAUTS

MORSURE

(CANIVEAU LOCALISÉ)



**FIL NON FONDU
ET PROJECTION**



**SILICATE EN
SURFACE**



RETASSURE

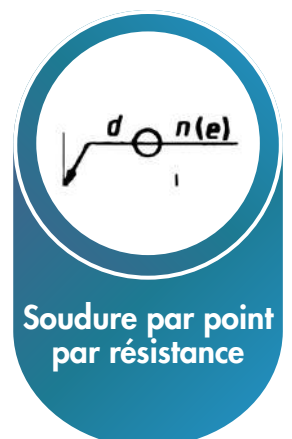
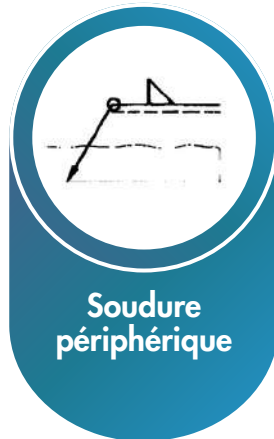
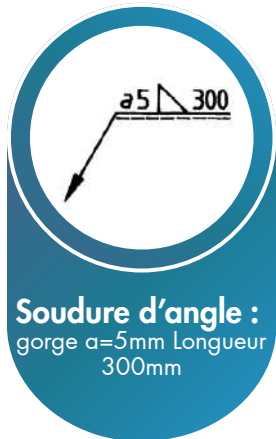


SYMBOLISATION DES SOUDURES

Lors du contrôle visuel, en plus de vérifier l'état de la soudure, il faut également vérifier ses dimensions (longueur, nombre de soudure, dimension à avoir, position de la soudure).

Le plan, indique parfois la dimension que la soudure doit avoir par sa symbolisation. La symbolisation des soudures est faite en fonction de la norme ISO 22553.

EXEMPLES DE SYMBOLISATIONS DE SOUDURES



Bien vérifier les longueurs en fonction des plans et le nombre de soudures. Concernant les longueurs, si aucune tolérance n'est indiquée sur le plan, il faut prendre en compte la classe B du tableau 1 de la norme ISO 13920.

Tableau 1 : Tolérances relatives aux dimensions linéaires

Classe de tolérance	Dimensions nominales l (en mm)										
	2 à 30	> 30 à 120	> 120 à 400	> 400 à 1 000	> 1 000 à 2 000	> 2 000 à 4 000	> 4 000 à 8 000	> 8 000 à 12 000	> 12 000 à 16 000	> 16 000 à 20 000	> 20 000
	Tolérances t (en mm)										
A	± 1	± 1	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9
B		± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16
C		± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24	± 27
D		± 4	± 7	± 9	± 12	± 16	± 21	± 27	± 32	± 36	± 40

LA NORME EN15085

Pour avoir l'autorisation de fabriquer des produits ferroviaires, les entreprises doivent être certifiées par un organisme.

Le nom de la norme selon laquelle l'entreprise est certifiée est une norme européenne : la norme NF EN 15085. Cette norme impose aux entreprises une façon de gérer le soudage.

Concernant la réalisation du contrôle visuel, elle impose au personnel le réalisant, d'être à minima formé dans leur entreprise.

La norme EN15085, classe les produits ferroviaires soudés en 6 catégories : CP A / CP B / CP C1 / CP C2 / CP C3 / CP D.

Les produits ferroviaires à risques seront situés vers la classe de performance CP A (châssis de train / essieux...).

Les produits à faible risque seront situés plutôt vers la classe CP D (bar de train, table...)

En fonction de la classe de performance du produit fabriqué, les types de contrôles à réaliser sont imposés. On distingue 4 classes de contrôle : CT1 / CT2 / CT3 / CT4.



LA NORME EN15085

Tableau 3 — Correspondance entre les classes de performance de soudure et les classes de contrôle

Classe de performance de soudure	Classe de contrôle Exigence minimale
CP A	CT 1
CP B	CT 2
CP C1	CT 2
CP C2	CT 3
CP C3	CT 4
CP D	CT 4

Tableau 1 — Contrôles qui doivent être documentés en cours de fabrication

Classe de contrôle	Contrôles volumétriques RT ou UT	Contrôles de surface MT ou PT	Contrôle visuel VT
CT 1	100 % a)	100 %	100 %
CT 2	10 % a) b)	10 % b)	100 %
CT 3	Non exigé	Non exigé	100 %
CT 4	Non exigé	Non exigé	100 %

Le pourcentage 100% : veut dire 100% de la longueur soudée et sur toutes les pièces.

Le pourcentage 10% : veut dire 10% de la longueur totale de la soudure sur toutes les pièces ou contrôle à 100% de la soudure d'une pièce fabriquée sur 10.

Les CND (Ressuage, Magnétoscopie, Ultrason, Radiographie) doivent être fait par des personnes certifiées COFREND Niveau 2 dans leur domaine.

En CT1 et CT2, les personnes pour les contrôles doivent être COFREND Niveau 2.

En CT3, la personne doit être formée et qualifiée par son entreprise.

En CT4, la personne doit être formée par son entreprise mais pas qualifiée.

CRITÈRES D'ACCEPTATION DES DÉFAUTS

En fonction de la classe de performance, un niveau de critère d'acceptation est défini en fonction des types de défaut et de la matière.

5.2.1.1 Acier

Les niveaux de qualité par rapport aux défauts conformes à l'EN ISO 5817 sont donnés dans le Tableau 5.

Tableau 5 — Niveaux de qualité par rapport aux défauts pour l'acier par rapport à la classe de performance de la soudure

Type de défaut selon EN ISO 5817	Classe de qualité des soudures			
	CP A	CP B	CP C1 / CP C2 / CP C3	CP D
1.1 à 1.6, 1.13, 1.15, 1.18, 1.19, 1.22, 2.1, 2.7, 2.8, 2.11 à 2.13	B	B	C	D
1.7, 1.8, 1.9, 1.11, 1.14, 1.17, 1.23, 2.2, 2.3 à 2.6, 2.9, 2.10, 3.1	Interdit	B	C	D
1.10, 1.16, 1.20, 1.21, 3.2	Non applicable	B	C	D
1.12 ^{a)} , 4.1, 4.2	Ces défauts ne sont pas examinés			
a) Pour CP A, voir aussi 7.3.15.				

5.2.1.2 Aluminium et ses alliages

Les niveaux de qualité par rapport aux défauts conformes à l'ISO 10042 sont donnés au Tableau 6.

Tableau 6 — Niveaux de qualité par rapport aux défauts pour l'aluminium et ses alliages par rapport à la classe de performance de la soudure

Type de défaut selon EN ISO 10042	Classe de qualité des soudures			
	CP A	CP B	CP C1 / CP C2 / CP C3	CP D
1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.7 à 1.9, 1.15, 2.1, 2.3, 2.6, 2.10	B	B	C	D
1.3	Interdit	Interdit	Interdit	D
1.6, 1.10, 1.11, 1.14, 1.16, 1.18, 2.2, 2.4, 2.5, 2.7 à 2.9, 3.1	Interdit	B	C	D
1.12, 1.13, 1.17, 2.11, 2.12, 3.2	Non applicable	B	C	D
4.1	Ces défauts ne sont pas examinés			

La soufflure sphéroïdale est interdite sauf en CPD pour les assemblages soudés en aluminium.

PROCÉDURES TFCM



TFCM, possède plusieurs procédures internes au contrôle visuel :

IAT N°970

IAT N°5817

IAT N°10042

IAT N°22553