

MENTION COMPLÉMENTAIRE

Technicien(ne) en Soudage

DOSSIER RESSOURCES

E1 : Étude technique et préparation d'une intervention

Durée : 3h30

Coef : 2

Ce dossier comporte 15 pages numérotées de DR1 à DR15

Documents remis au candidat :

- DR01 à DR03 : Documents fabricant métaux d'apport
- DR04 à DR05 : Documents fabricant gaz de soudage
- DR06 à DR07 : Classification des groupes d'aciers ISO 15608
- DR08 : Extrait de la norme NF EN ISO 9606-1
- DR09 à DR10: Extrait de la norme ISO 5173
- DR11 : Tableau de correspondance – Norme des matériaux
- DR12 à DR14 : Exploitation du diagramme de Schaeffler
- DR15 : Extrait catalogue d'élingage / Extrait calcul d'élingage

DOCUMENTS FABRICANT MÉTAUX D'APPORT

FIL MIG POUR ACIERS INOXYDABLES

LNМ 309H

CLASSIFICATION

AWS A5.9 - ER309

CARACTERISTIQUES

Fil plein pour des applications à hautes températures (fours industriels).
Forte résistance à l'oxydation jusqu'à 1050°C
Forte quantité de carbone.

POSITIONS DE SOUDAGE



PA/1G



PB/2F



PC/2G



PD/4F



PE/4G



PF/3Gu

GAZ DE PROTECTION (SELON ISO 14175)

M12 Mélange de gaz Ar+ 0.5-5% CO₂
M13 Mélange de gaz Ar+ 0.5-3% O₂

ANALYSE CHIMIQUE DU FIL

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo
0.08	1.8	0.4	23.6	13.2	0.1

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU MÉTAL DÉPOSÉ

	Gaz de protection	Condition	Limite élastique à 0.2% [N/mm ²]	Résistance à la rupture [N/mm ²]	Allongement [%]	Résilience ISO-V[] +20°C
Valeurs typiques	M12	AW	400	640	35	110

NUANCES DES ACIERS À SOUDER

Nuances d'aciers	EN 10088-1/-2	EN 10213-4	Mat. Nr	ASTM/AISI	UNS
		G-X30CrSi6	1.4710		
X10CrAl7			1.4713	502	
X10CrAl13			1.4724	410/414-TP405-CA15	
		G-X40CrSi13	1.4729		
		G-X40CrSi17	1.4740		
X10CrAl18			1.4742	430-TP430-CB30	
X10CrAl24			1.4762	TP443	
		G25CrNiSi18-9	1.4825		J92502
		G-X40CrNiSi22-9			
X15CrNiSi20-12			1.4828	TP309	S30900
		G-X25CrNiSi20-14	1.4832		
X12CrNiTi18-9			1.4878		

CONDITIONNEMENTS

Diamètre [mm]	1.0	1.2
Bobine BS300 15 kg	X	X

Autres diamètres et conditionnements sur demande

LNМ309H: rev. C-FR22-01/02/15

Note : Lincoln Electric France se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques des produits présentés dans ce document. Leur description ne peut en aucun cas revêtir un caractère contractuel.

www.lincolnelectric.fr

LINCOLN
ELECTRIC

MC4 Technicien(ne) en soudage

Code : 2306-MC4 TS E1

Dossier
Ressources

Session 2023

ÉPREUVE : E1

Durée : 3h30

Coefficient : 2

Page DR1/DR15

LNM 309LSi

CLASSIFICATION

AWS A5.9 - ER309LSi

ISO 14343-A - G 23 12 LSi

CARACTERISTIQUES

Fil plein pour le soudage des aciers inoxydables aux aciers carbonés.
Contient plus de silicium pour améliorer la mouillabilité.

POSITIONS DE SOUDAGE



PA/1G



PB/2F



PC/2G



PD/4F



PE/4G



PF/3Gu

GAZ DE PROTECTION (SELON ISO 14175)

M12 Mélange de gaz Ar+ 0.5-5% CO₂
M13 Mélange de gaz Ar+ 0.5-3% O₂

HOMOLOGATIONS

ABS	BV	DB	DNV	GL	LR	TÜV
+	+	+	+	+	+	+

ANALYSE CHIMIQUE DU FIL

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo
0.02	1.8	0.8	23.3	13.8	0.14

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU MÉTAL DÉPOSÉ

	Gaz de protection	Condition	Limite élastique à 0.2%	Résistance à la rupture	Allongement (%)	Résilience ISO-V(J)	
			[N/mm ²]	[N/mm ²]		-20°C	+20°C
Valeurs typiques	M12	AW	436	582	37	80	87

NUANCES DES ACIERS À SOUDER

Nuances d'aciers	EN 10088-1/-2	Mat. Nr	UNS
Corrosion resistant cladsteels			
	X2CrNi18-10	1.4311	(TP)304LN
	X2CrNi19-11	1.4306	(TP)304L
			CF-3
	X4CrNi18-10	1.4301	(TP)304

Soudage hétérogène des aciers doux ou bas alliés aux aciers inoxydables
Rechargement sur aciers doux et bas alliés.

CONDITIONNEMENTS

Diamètre [mm]	0.8	1.0	1.2	1.6
Bobine BS300 15 kg	X	X	X	X
Fût Accutrak® 250kg		X	X	

Autres diamètres et conditionnements sur demande

LNM 309LSi rev. C-FR22-01/02/15



Note : Lincoln Electric France se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques des produits présentés dans ce document.
Leur description ne peut en aucun cas revêtir un caractère contractuel.

www.lincolnelectric.fr

MC4 Technicien(ne) en soudage

Code : 2306-MC4 TS E1

Dossier
Ressources

Session 2023

ÉPREUVE : E1

Durée : 3h30

Coefficient : 2

Page DR2/DR15

LNT 316L

CLASSIFICATION

AWS A5.9 - ER316L
ISO 14343-A - W 19 12 3 L

CARACTÉRISTIQUES

Baguette TIG à très faible teneur en carbone pour le soudage des aciers Chrome Nickel Molybdène austénitique.
Haute résistance à la corrosion intergranulaire et aux conditions générales de corrosion.

GAZ DE PROTECTION (SELON ISO 14175)

It Gaz inerte Ar (100%)

ANALYSE CHIMIQUE DU FIL

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo
0.01	1.5	0.5	18.5	12	2.7

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU MÉTAL DÉPOSÉ

	Gaz de protection	Condition	Limite élastique 0.2% [N/mm²]	Résistance à la rupture [N/mm²]	Allongement [%]	Résilience ISO-V(J)		
						+20°C	-120°C	-196°C
Valeurs typiques	It	AW	400	620	35	100	80	40

NUANCES DES ACIERS À SOUDER

Nuances d'aciers	EN 10088-1/-2	EN 10213-4	Mat. Nr	ASTM/A312/A351	UNS
Très bas carbone [C < 0.03%]					
	X2CrNiMo17-12-2		1.4404	[TP]316L CF-3M	S31603 J92800
	X2CrNiMo18-14-3		1.4435	[TP]316L	S31603
	X2CrNiMoN17-11-2		1.4406	[TP]316LN	S31653
	X2CrNiMoN17-13-3		1.4429		
Moyen carbone [C > 0.03%]					
	X4CrNiMo17-12-2		1.4401	[TP]316	S31600
	X4CrNiMo17-13-3		1.4436		
		G-X5CrNiMo19-11	1.4408	CF 8M	J92900
Stabilisés au Ti, Nb					
	X6CrNiMoTi17-12-2		1.4571	316 Ti	S31635
	X6CrNiMoNb17-12-2		1.4580	316 Cb	S31640
	X6CrNiNb18-10		1.4550	[TP]347	S34700
		G-X5CrNiNb19-10	1.4552	CF-8C	J92710

CONDITIONNEMENTS

	Diamètre [mm]	1.6	2.0	2.4	3.2
Conditionnement :	Etui plastique 5 kg	X	X	X	X

LNT 316L rev. C-FR25-26/10/15

Note: Lincoln Electric France se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques des produits présentés dans ce document.
Leur description ne peut en aucun cas revêtir un caractère contractuel.

www.lincolnelectric.fr

LINCOLN
ELECTRIC

MC4 Technicien(ne) en soudage

Code : 2306-MC4 TS E1

Dossier
Ressources

Session 2023

ÉPREUVE : E1

Durée : 3h30

Coefficient : 2

Page DR3/DR15

ARCAL™ Prime

La solution gaz de protection haute performance pour les soudages TIG, MIG et PLASMA de tous les matériaux



Soudage MIG de l'aluminium



Soudage TIG de l'inox



Soudage plasma du titane

Fiabilité

Un produit de qualité

- Argon pur à plus de 99.998%
- Conforme à la norme ISO 14175-I1-Ar
- Très faible niveau d'impuretés H₂O, O₂ et N₂

Simplicité

Adapté à vos procédés

- Soudage TIG et Plasma de tous les matériaux y compris les plus sensibles : aluminium, titane, zirconium, magnésium et leurs alliages
- Soudage MIG des alliages d'aluminium, y compris en soudage pulsé
- Protection envers de tous les matériaux

Facilité d'utilisation

- Aucun risque de confusion : un seul gaz pour toutes vos applications TIG, MIG et PLASMA, sur tous types de matériaux

Performance

Qualité de soudage

- La haute pureté du gaz garantit l'obtention d'un cordon de soudure exempt de tout défaut
- Excellent aspect des soudures

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR4/DR15

ARCAL™ Chrome

La solution gaz de protection haute performance pour le soudage MAG de tous les aciers inoxydables



Soudage MAG de l'inox



Soudage toutes positions



Pot d'échappement en inox ferritique

Fiabilité

Un produit de qualité

- Ar-2% CO₂ avec un pouvoir oxydant contrôlé
- Conforme à la norme ISO 14175-M12-ArC-2
- Très faible niveau d'impuretés H₂O et N₂

Simplicité

Un seul produit pour tous les aciers inoxydables

- Soudage des aciers inoxydables en toutes positions et pour tout usage
- Brasage MAG avec fils CuSi et CuAl
- Utilisation en soudage manuel, automatique ou sur robots

Nombreuses applications

- Chaudronnerie, agro-alimentaire, systèmes d'échappement...

Performance

Qualité de soudage

- Très bel aspect des cordons de soudure
- Résistance à la corrosion préservée grâce à une teneur en CO₂ spécifiquement étudiée

Gain et productivité

- Réduction des travaux de parachèvement grâce à un très faible taux de projections

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR5/DR15

Classification des groupes d'aciers ISO 15608

Groupe principal 1:

Aciers ayant une limite élasticité minimale spécifiée $ReH \leq 460 \text{ N/mm}^2$ a et avec analyse en%: C $\leq 0,25$; Si $\leq 0,60$; Mn $\leq 1,70$; Mo $\leq 0,70$; S $\leq 0,045$; P $\leq 0,045$; Cu $\leq 0,40$; Ni $\leq 0,5$; Cr $\leq 0,30$ (0,4 pour les pièces moulées) ; Nb $\leq 0,05$; V $\leq 0,12$; Ti $\leq 0,05$

Sous-groupe

- 1.1: Aciers ayant une limite d'élasticité minimale spécifiée $ReH \leq 275 \text{ N/mm}^2$
- 1.2: Aciers ayant une limite d'élasticité minimale spécifiée $275 \text{ N/mm}^2 < ReH \leq 360 \text{ N/mm}^2$
- 1.3: Aciers à grains fins normalisés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $ReH > 360 \text{ N/mm}^2$
- 1.4: Aciers présentant une résistance améliorée à la corrosion atmosphérique et dont l'analyse peut dépasser les exigences pour les éléments individuels indiqués au point 1

Groupe principal 2:

Aciers à grain fin traités thermo-mécaniquement et aciers moulés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $ReH > 360 \text{ N/mm}^2$

Sous-groupe

- 2.1 : Aciers à grain fin traités thermo-mécaniquement et aciers moulés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $360 \text{ N/mm}^2 < ReH \leq 460 \text{ N/mm}^2$
- 2.2 Aciers à grain fin traités thermo-mécaniquement et aciers moulés avec une limite d'élasticité minimale spécifiée $ReH > 460 \text{ N/mm}^2$

Groupe principal 3:

Aciers trempés et revenus et aciers trempés par précipitation, à l'exception des aciers inoxydables ayant une limite d'élasticité minimale spécifiée $ReH > 360 \text{ N/mm}^2$

Sous-groupe :

- 3.1 Aciers trempés et revenus ayant une limite d'élasticité minimale spécifiée $360 \text{ N/mm}^2 < ReH \leq 690 \text{ N/mm}^2$
- 3.2 Aciers trempés et revenus ayant une limite d'élasticité minimale spécifiée $ReH > 690 \text{ N/mm}^2$
- 3.3 Aciers durcis par précipitation sauf les aciers inoxydables

Groupe principal 4:

Aciers Cr-Mo-(Ni) faiblement alliés au vanadium avec Mo $\leq 0,7\%$ et V $\leq 0,1\%$

Sous-groupe:

- 4.1 Aciers avec Cr $\leq 0,3\%$ et Ni $\leq 0,7\%$
- 4.2 Aciers avec Cr $\leq 0,7\%$ et Ni $\leq 1,5\%$

Groupe principal 5:

Aciers Cr-Mo exempts de vanadium avec C $\leq 0,35\%$

Sous-groupe:

- 5.1 Aciers avec $0,75\% \leq Cr \leq 1,5\%$ et Mo $\leq 0,7\%$
- 5.2 Aciers avec $1,5\% < Cr \leq 3,5\%$ et $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$
- 5.3 Aciers avec $3,5\% < Cr \leq 7,0\%$ et $0,4\% < Mo \leq 0,7\%$
- 5.4 Aciers avec $7,0\% < Cr \leq 10\%$ et $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR6/DR15

Groupe principal 6:

Aciers Cr-Mo (Ni) à haut alliage de vanadium

Sous-groupe:

6.1 Aciers avec $0,3\% \leq \text{Cr} \leq 0,75\%$, $\text{Mo} \leq 0,7\%$ et $\text{V} \leq 0,35\%$

6.2 Aciers avec $0,75\% < \text{Cr} \leq 3,5\%$, $0,7\% < \text{Mo} \leq 1,2\%$ et $\text{V} \leq 0,35\%$

6.3 Aciers avec $3,5\% < \text{Cr} \leq 7,0\%$, $\text{Mo} \leq 0,7\%$ et $0,45\% \leq \text{V} \leq 0,55\%$

6.4 Aciers avec $7,0\% < \text{Cr} \leq 12,5\%$, $0,7\% < \text{Mo} \leq 1,2\%$ et $\text{V} \leq 0,35\%$

Groupe principal 7:

Aciers inoxydables ferritiques, martensitiques ou durcis par précipitation avec $\text{C} \leq 0,35\%$ et $10,5\% \leq \text{Cr} \leq 30\%$

Sous-groupe:

7.1 Aciers inoxydables ferritiques

7.2 Aciers inoxydables martensitiques

7.3 Aciers inoxydables durcis par précipitation

Groupe principal 8:

Aciers austénitiques avec Ni inférieur ou égal à 35%

Sous-groupe:

8.1 Aciers inoxydables austénitiques avec $\text{Cr} \leq 19\%$

8.2 Aciers inoxydables austénitiques avec $\text{Cr} > 19\%$

8.3 Aciers inoxydables austénitiques au manganèse avec $4\% < \text{Mn} \leq 12\%$

Groupe principal 9:

Aciers alliés au nickel avec $\text{Ni} \leq 10\%$

Sous-groupe:

9.1 Aciers alliés au nickel avec $\text{Ni} \leq 3\%$

9.2 Aciers alliés au nickel avec $3\% < \text{Ni} \leq 8\%$

9.3 Aciers alliés au nickel avec $8\% < \text{Ni} \leq 10\%$

Groupe principal 10:

Aciers inoxydables ferritiques austénitiques (duplex)

Sous-groupe:

10.1 Aciers inoxydables ferritiques austénitiques avec $\text{Cr} \leq 24\%$

10.2 Aciers inoxydables ferritiques austénitiques avec $\text{Cr} > 24\%$

10.3 Aciers inoxydables ferritiques austénitiques avec $\text{Ni} \leq 2,0\%$

Groupe principal 11 :

Acier approprié dans le groupe 1 mais avec C supérieur à 0,25% et inférieur ou égal à 0,85%

Sous-groupe:

11.1: Acier classé dans le groupe 11 avec C supérieur à 0,25% et inférieur ou égal à 0,35%

11.2: Acier classé dans le groupe 11 avec C supérieur à 0,35% et inférieur ou égal à 0,50%

11.3: Acier classé dans le groupe 11 avec C supérieur à 0,50% et inférieur ou égal à 0,85%

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR7/DR15

EXTRAIT DE LA NORME NF EN ISO 9606-1

8. Matériaux d'apport

Pour le soudage avec des matériaux d'apport en dehors du tableau ci-après, un assemblage de qualification séparé est requis.

Pour une qualification de soudage, un matériau de base approprié selon la norme ISO/TR 15608 (groupes de matériaux 1 - 11) doit être utilisé, puisque les critères de soudabilité sont de ce fait validés.

Tableau ci-dessous – Groupement des matériaux d'apport

Groupe	Matériaux d'apports pour le soudage des	Exemples de normes applicables
FM1	Aciers non alliés et aciers à grains fins	ISO 2560, ISO 14341, ISO 636 ISO14171, IS O 17632
FM2	Aciers à haute résistance	ISO 18275, ISO 16834, ISO 26304, ISO 18276
FM3	Aciers résistants au fluage $\leq \text{Cr}$	ISO 3580, ISO 21952, ISO 24598 ISO 17634
FM4	Aciers résistants au fluage $3.75 \leq \text{Cr} \leq 12 \%$	ISO 3580, ISO 21952, ISO 24598 ISO 17634
FM5	Aciers inoxydables et résistants aux températures élevées	ISO 3581, ISO 14343, ISO 17633
FM6	Nickel et alliages au nickel	ISO 14172, ISO 18274

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR8/DR15

EXTRAIT DE LA NORME ISO 5173

Figure 1 — Éprouvette de pliage transversal endroit sur soudure bout à bout (TFBB)

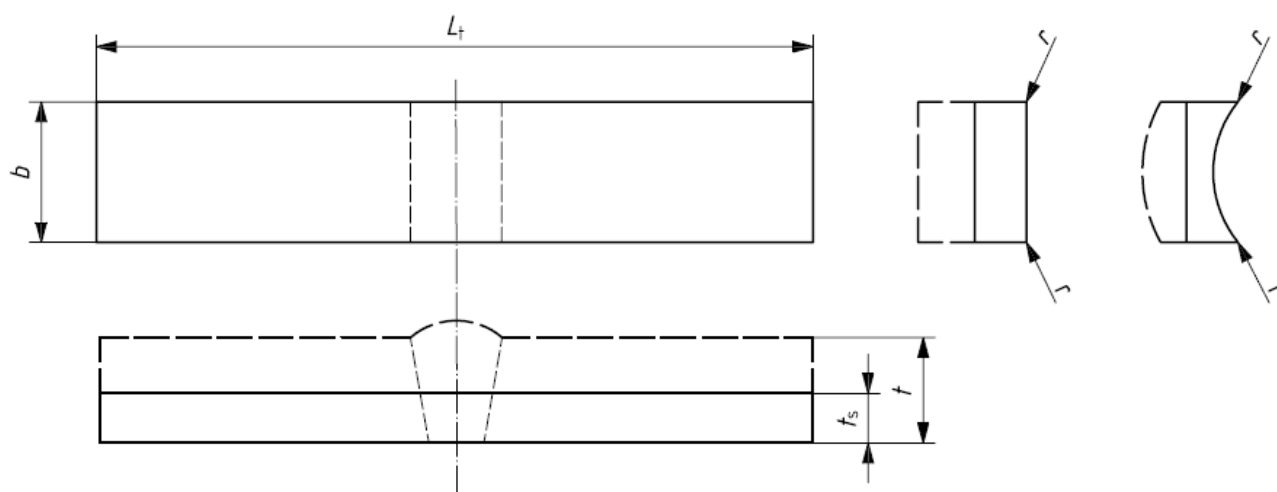
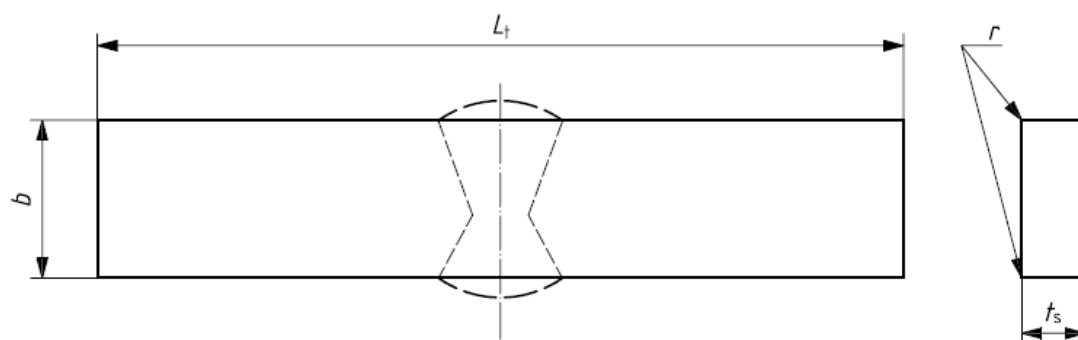


Figure 2 — Éprouvette de pliage transversal envers sur soudure bout à bout (TRBB)



5.2 Sens de prélèvement

Pour l'essai de pliage transversal des soudures bout à bout, l'éprouvette doit être prélevée transversalement dans l'assemblage soudé du produit manufacturé ou dans la pièce d'essai soudée, de manière qu'après usinage l'axe de la soudure demeure au centre de l'éprouvette ou dans une position permettant la réalisation de l'essai.

5.6.7.3 Largeur

a) Essais de pliage transversal envers ou endroit

1) Pour les tôles

Sauf spécification contraire dans la norme d'application correspondante, la largeur, b , de l'éprouvette doit être supérieure ou égale à $4t_s$.

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR9/DR15

6 Conditions d'essai

6.1 Attaque chimique

Avant de commencer l'essai de pliage, il est possible de faire apparaître la forme et la position de la zone de fusion ou de la ligne de fusion en pratiquant une légère attaque macrographique de la face de l'éprouvette à mettre en extension.

6.2 Essais

6.2.1 Essai avec un poinçon

Voir Figures 11 à 14.

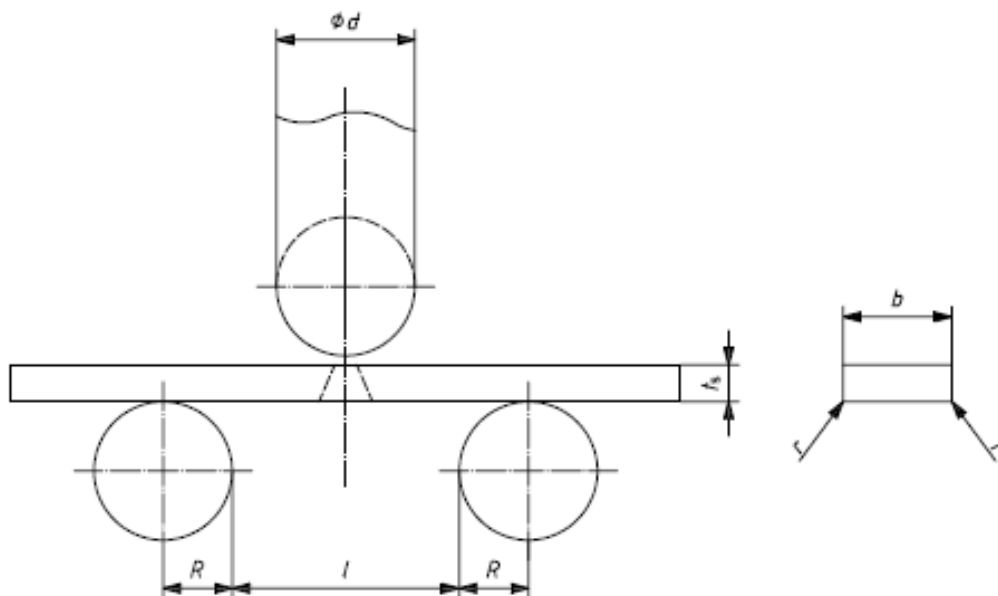
L'essai doit être effectué en plaçant l'éprouvette sur deux supports constitués de deux rouleaux parallèles (voir Figures 11 à 13) ou dans un gabarit en U (voir Figure 14).

La soudure doit se trouver à mi-distance des rouleaux, sauf pour les essais de pliage longitudinal. L'éprouvette doit être pliée de façon progressive et continue en appliquant au milieu de la portée, sur l'axe de la soudure, une charge transmise par un poinçon perpendiculairement à la surface de l'éprouvette (pliage en trois points).

Le rayon du piston et de la matrice pour le gabarit en U doit être conforme au Tableau 2.

Tableau 2 — Dimensions des dispositifs de serrage — Gabarit en U

Épaisseur de l'éprouvette mm	Rayon du piston mm	Rayon de la matrice mm
10	20	32
t_s	$2 t_s$	$r_P + t_s + 2$



$$d + 2t_s + 3 \leq l \leq d + 3t_s$$

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR10/DR15

TABLEAU DE CORRESPONDANCE **NORMES DES MATÉRIAUX**

Désignation symbolique ISO	AWS	UNS	DIN
X2CrNi19-11	304L	S30403	
X2CrNi18-10	304LN	S30453	
X6CrNi18-11	304H	S30409	
X5CrNi18-12	305	S30500	
X5CrNiMo17-12-2	316	S31600	X5CrNiMo17 12 2
X5CrNiMo18-14-3			X5CrNiMo17 13 3
			X5CrNiMo 19 11
			X5CrNiMo 18 11
X2CrNiMo17-12-2	316L	S31603	
X2CrNiMoN17-12-2	316LN	S31653	
X2CrNiMoN17-13-3			
	316Ti	S31635	X6CrNiMoTi17-12
X2CrNiMo18-15-4	317L	S31703	

LES ACIERS DE CONSTRUCTION

Les aciers de construction métallique :

Pour ces aciers de construction, leurs dénominations comportent la lettre qui désigne leur usage :

- la lettre S (Structure) pour un usage général de construction métallique
- la lettre E (Engine) pour construction mécanique.

Cette lettre est suivie de la limite élastique (Re) exprimée en méga-pascal (MPa). Cette limite élastique est une donnée caractérisant ses propriétés mécaniques puisque c'est cela qui importe quand on choisit un acier de construction. Les constructions exigeant toujours une certaine rigidité, les aciers sont toujours choisis avec une limite élastique minimale. Plus cette limite élastique est élevée, moins l'acier est déformable. Exemple : l'acier S355J0 et l'acier S235JR. Ce dernier est un acier de construction destiné à un usage général avec une limite élastique minimal de 235MPa ;

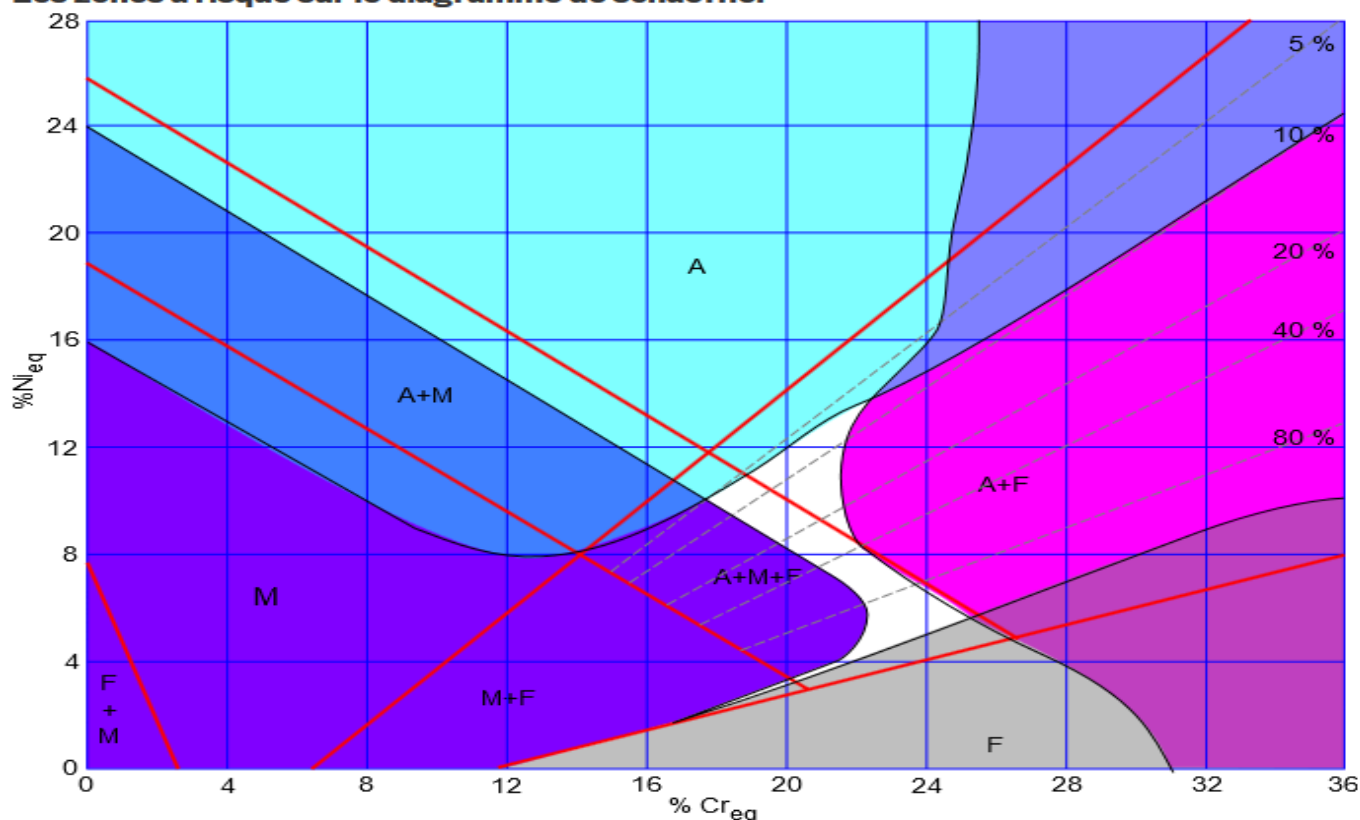
Cette dénomination est suivie d'un indice qui classe l'acier selon sa qualité : JR, J0 (J zéro), J2, J3.... Cet indice est la résultante d'un test mesurant une caractéristique mécanique qu'est la ténacité (résilience). Il traduit le comportement d'un acier à qui l'on fait subir des chocs pour mesurer sa déformation et sa résistance avant sa rupture. Ce test, dit test de Charpy, est réalisé à différentes températures (20°, 0°, -20°, -40°) car l'acier se comporte différemment selon la température. C'est un indice important pour mesurer la qualité d'un acier de construction.

QUALITE du Matériau	Température d'essai
JR (room temperature=température ambiante)	20
J0	0
J2	-20
J3	-30
J4	-40

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR11/DR15

EXPLOITATION DU DIAGRAMME DE SCHAEFFLER

Les zones à risque sur le diagramme de schaeffler



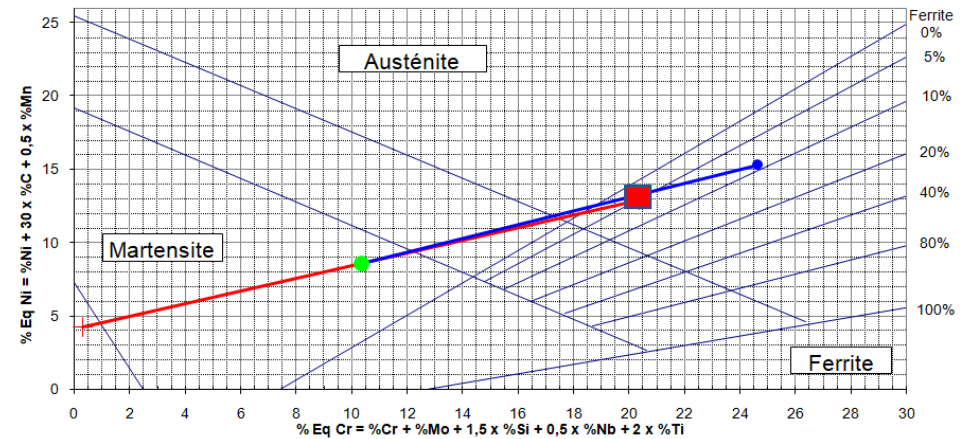
Descriptif des zones à risque

Zone sur le diagramme	Risques encourus	Solutions à apporter
Martensitique	Fissuration à froid	Préchauffage 200 à 300 °C. Post chauffage 300 °C. Prévoir un traitement thermique postopératoire.
Austénitique	Fissuration à chaud	Limiter les énergies de soudage. Températures entre passe 150°C maxi. Utiliser un métal d'apport adéquat.
Ferritique	Fragilisation par grossissement des grains	Réduire l'apport d'énergie pour limiter le grossissement du grain (éviter la surchauffe).

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR12/DR15

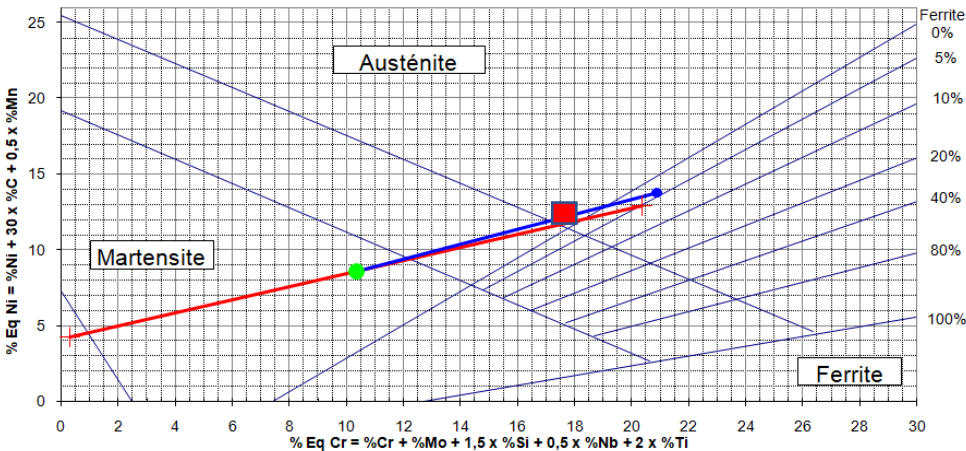
Métal d'apport 1: LNM 309LSi

	Désignation		% Cr 1	% Mo 1	% Si 1.5	% Nb 0.5	% Ti 2	Eq Cr	% Ni 1	% C 30	% Mn 0.5	Eq Ni	Dilution
Métal A	S 235 JO (E 24-3)	▼	0	0	0,22	0	0	0,33	0	0,13	0,71	4,255	15,0%
Métal B	316L (X 2 Cr Ni Mo 17 12)	▼	17	2,25	0,75	0	0	20,38	11	0,03	2	12,9	15,0%
Mét. Apport	LNM 309LSi	▼	23,3	0,14	0,8	0	0	24,64	13,8	0,02	1,8	15,30	70,0%
Joint			18,86	0,44	0,71	0,00	0,00	20,35	11,31	0,04	1,67	13,28	####



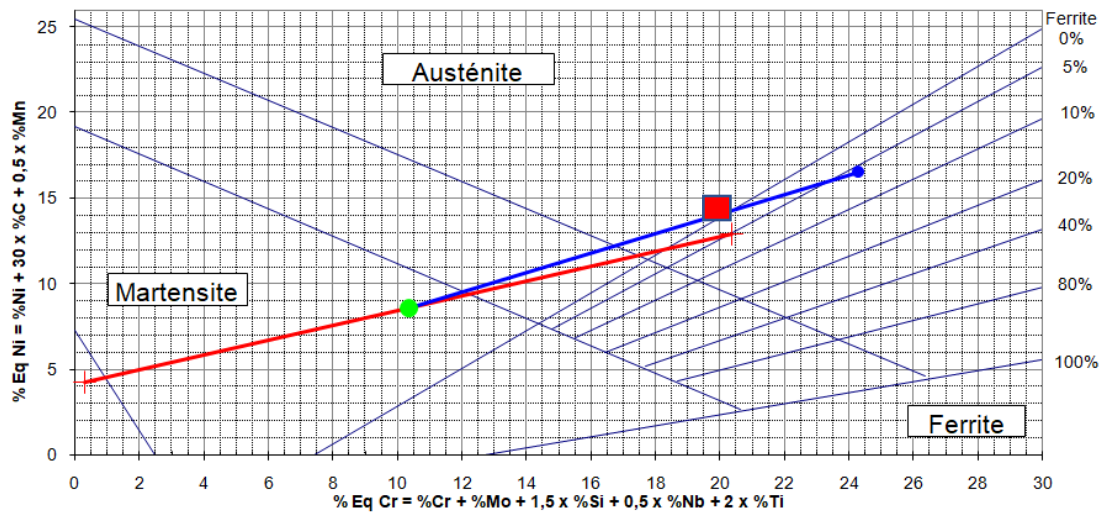
Métal d'apport 2: LNM 304L

	Désignation		% Cr 1	% Mo 1	% Si 1.5	% Nb 0.5	% Ti 2	Eq Cr	% Ni 1	% C 30	% Mn 0.5	Eq Ni	Dilution
Métal A	S 235 JO (E 24-3)	▼	0	0	0,22	0	0	0,33	0	0,13	0,71	4,255	15,0%
Métal B	316L (X 2 Cr Ni Mo 17 12)	▼	17	2,25	0,75	0	0	20,38	11	0,03	2	12,9	15,0%
Mét. Apport	LNM 304L	▼	20	0,3	0,4	0	0	20,9	10	0,1	1,6	13,80	70,0%
Joint			16,55	0,55	0,43	0,00	0,00	17,74	8,65	0,09	1,53	12,23	####



Métal d'apport 3: LNM 309H

	Désignation		% Cr 1	% Mo 1	% Si 1.5	% Nb 0.5	% Ti 2	Eq Cr	% Ni 1	% C 30	% Mn 0.5	Eq Ni	Dilution
Métal A	S 235 JO (E 24-3)	▼	0	0	0,22	0	0	0,33	0	0,13	0,71	4,255	15,0%
Métal B	316L (X 2 Cr Ni Mo 17 12)	▼	17	2,25	0,75	0	0	20,38	11	0,03	2	12,9	15,0%
Mét. Apport	LNM 309H	▼	23,6	0,1	0,4	0	0	24,3	13,2	0,08	1,8	16,50	70,0%
Joint			19,07	0,41	0,43	0,00	0,00	20,12	10,89	0,08	1,67	14,12	####



EXTRAIT CATALOGUE D'ELINGAGE

ÉLINGUES-CHAÎNE Grade 80 - 2 brins

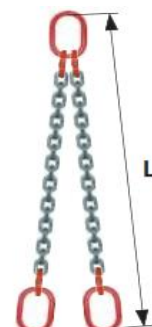


Réf. 4300 à 4327 (Grade 80)

Chaîne et accessoires en acier à haute résistance - Coefficient de sécurité 4/1

La fabrication, les méthodes de calculs, d'essais et de certification des élingues chaîne sont soumises à la norme européenne EN 818-4 à l'appui des exigences essentielles de la directive machine 2006/42/CE.

Les **charges maximales d'utilisation** présentées (entre 0 et 90°) sont données pour des applications générales de levage. Pour des utilisations autres, se référer au début du catalogue ou nous consulter pour en faire l'étude.



2 anneaux

EXTRAIT CALCUL D'ELINGAGE

Angle par rapport à la verticale (β)	Élingue simple (à 1 brin)	Élingue double (à 2 brins)		Élingue à 3 et 4 brins	
	0° 	de 0° à 45°	> 45° à 60°	de 0° à 45°	> 45° à 60°
Charge maximale d'utilisation (en tonnes)					
Diamètre nominal de la chaîne (en mm)					
4	0,5	0,71	0,5	1,06	0,75
5	0,8	1,12	0,8	1,6	1,18
6	1,12	1,6	1,12	2,36	1,7
7	1,5	2,12	1,5	3,15	2,24
8	2	2,8	2	4,25	3
10	3,15	4,25	3,5	6,7	4,75
13	5,3	7,5	5,3	11,2	8
16	8	11,2	8	17	11,8
18	10	14	10	21,2	15
19	11,2	16	11,2	23,6	17
20	12,5	17	12,5	26,5	19

Fig. 15 CMU des élingues chaînes de classe 8

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2306-MC4 TS E1	Dossier Ressources	Session 2023
ÉPREUVE : E1	Durée : 3h30	Coefficient : 2	Page DR15/DR15