

# Electrodes à enrobage rutile ou cellulosique pour le soudage des aciers non alliés **SAFER G 48 N**

SAF



ÉLECTRODES DE SOUDAGE / RUTILE OU CELLULOSIQUE POUR LE SOUDAGE DES ACIERS NON ALLIÉS

## CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Amorçage et réamorçage faciles.  
Bonne maniabilité, même en verticale descendante en angle (au contact).  
Dépôts plats à légèrement bombés.  
Laitier facile d'enlèvement.

## APPLICATIONS PRINCIPALES :

Electrode d'emploi général pour l'industrie et l'artisanat.  
Soudage de pièces mal préparées, de tubes, etc  
Menuiserie métallique, charpentes moyennes ou légères, tôlerie, travaux d'entretien, etc.

**TYPE D'ENROBAGE** Rutile faiblement cellulosique semi-épals.

## NORMALISATION

\* Remplace NFA 81-309 \* Remplacé par EN 499

ISO (2560)	NF (EN 499)*	NF (A 81-309)*	AWS (A 5.1)	DIN (1913)*	BS (639)*
E 43 2 R 12	E 380 RC 11	E 43 2/2 R 12	E 6013	E 43 22 R (C) 3	E 43 22 R 12

**NATURE DU COURANT** Courant alternatif ..... U<sub>0</sub> ≥ 45 V  
Courant continu ..... polarité: ■ à l'électrode

## POSITION DE SOUDAGE

Toutes, y compris descendante en "automatique manuelle" en angle.



## CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur dépôt ISO Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

Valeurs types			ANALYSE CHIMIQUE	
			%	Valeurs types
Re	MPa	440	C	0.07
Rm	MPa	520	Si	0.45
A 5d	%	26	Mn	0.6
strict. Z	%	60	S	0.012
KV à 0 °C	J	80	P	0.019
KV à -10 °C	J	50		
Dureté	HB	160		

## AGREMENTS / HOMOLOGATIONS (Voir pages 1400 et suivantes)

S.N.C.F. - B.V. - A.B.S. - CONTROLAS - D.N.V.

**IDENTIFICATION** Marquage de l'enrobage : ..... SAFER G48N-6013

## PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR: A 33 - A34 - E 24 (1,2,3) - E 28 (2,3) - E 30 (2,3) - A 37 CP - A A2 CP ■ DIN: St 33.1 - St 37.2 St 37.3 - St 44 (2,3) HI - HII ■ UNE: A 310.0 - A 360 (B,C) - A 430 (B,C) - A 37 RCI - A 42 RCI ■ ASTM: A 283 (B,C,D) - A 442 (55,60) ■ UNI: Fe 33 - Fe 37 (B,C) - Fe 44 (B,C) - Fe 360 1 KW - Fe 360 1 KG ■ JIS: 1 SS 34 ■ BS: 40 B - 40 C - 43 B - 43 C - 360.161 - 400.161 - 430.161 ■ MNC: 13 00 00 - 13 12 00 - 13 12 01 - 14 12 00 - 13 30 01 - 14 30 01

## PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	Taux de dépôt (g/min.)	Poids déposé par électrode (g)	SAFER G 48 N	
						Référence	Quantité par étui
1.6	300	7.1	30	4.5	4.0	1080-0021	220
2	350	11.3	55	9.5	6.9	1080-0014	355
2.5	350	16.8	70	11.5	10.7	1080-0015	250
3.15	350	26.9	110	15.4	16.4	1080-0016	155
4	350	43.0	160	21.8	27.1	1080-0017	100
5	450	89.3	200	27.0	51.1	1080-0018	65
6.3	450	144.3	290	49.9	90.3	1080-0013	40
3.15	450	35.0	110	15.4	22.1	1080-0019	155
4	450	55.4	160	21.8	36.2	1080-0020	100

# Electrodes à enrobage rutile ou cellulosique pour le soudage des aciers non alliés

## SAFER GTi

2106

SAF



### CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

La maniabilité : c'est une électrode réellement toutes positions (y compris verticale descendante en angle); elle est en particulier très performante pour le soudage de tubes en position. C'est une électrode appréciée des bons soudeurs professionnels.

La propreté : les utilisateurs de cette électrode apprécient la faible quantité de fumée émise.

Les caractéristiques mécaniques du métal déposé : vous constaterez des résiliences hors du commun pour une rutile.

La productivité : le taux de dépôt exprimé en g/min. est particulièrement élevé pour une rutile toutes positions.

### APPLICATIONS PRINCIPALES :

Electrode adaptée aux soudeurs professionnels pour tous travaux, en particulier en position et sur chantier.

### NORMALISATION

\* Remplace NFA 81-309

\* Remplacé par EN 499

ISO (2560)	NF (EN 499)*	NF (A 81-309)*	AWS (A 5.1)	DIN (1913)*	BS (639)*
E 43 3 R 12	E 380 RC 11	E 43 3/3 R 12	E 6013	E 43 33 RR (C) 5	E 43 33 R 12

**NATURE DU COURANT** Courant alternatif ..... Uo ≥ 45 V  
Courant continu ..... polarité : ■ à l'électrode

### POSITION DE SOUDAGE

Toutes, y compris descendante.



### CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

CARACTERISTIQUES MECANIKES			ANALYSE CHIMIQUE	
Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.			Sur dépôt ISO 6847.	
		Valeurs types	%	Valeurs types
Re	MPa	450	C	0.07
Rm	MPa	500	Si	0.3
A 5 d	%	28	Mn	0.5
strict. Z	%	68	S	0.012
KV à -20°C	J	60	P	0.018
KV à -30°C	J	47		

### AGREMENTS / HOMOLOGATIONS (Voir pages 1400 et suivantes)

B.V. - A.B.S. - D.N.V. - CONTROLAS - T.Û.V. - G.D.F. - L.R.S. - D.B.

**IDENTIFICATION** Marquage de l'enrobage : ..... SAFER GTi-6013

### PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR : A33 - A34 -2 - E24 (2.3.4) - E28 (2.3.4) - A 37 (CP.AP.FP) ■ DIN : ST 33.1 UST 37.2 - ST 37.3 - ST 44 (2.3) HI -HII - A ST 35 - A ST 41 ■ UNE : A 310.0 - A 360 B - A 360 C - A 360 D - A 430 B - A 430 C - A 430 D - 40 B - 40 C - 40 D - 43 B - 43 C - 43 D ■ ASTM : A 283 gr C ou D - A 284 gr D - A 285 gr C - A 414 gr C - A 414 gr D - A 442 gr 55 - A 442 gr 60 - A 515 gr 55 - A 515 gr 60 - A 516 gr 55 + A 20 - A 570 gr 33 - A 570 gr 40 - A 573 gr 58 - A 573 gr 70 - A 662 gr A ■ UNI : Fe 320 - Fe 330 B - Fe 360 B - Fe 360 C - Fe 360 D - Fe 360 1 KW - Fe 360 1 KG - Fe 360 2 KW - Fe 410 1 KW - Fe 410 1 KG - Fe 410 2 KG - Fe 410 2 KW - Fe 430 B - Fe 430 C et D ■ JIS : classe 1 SS 34. ISGV 42 .1 SPV 24 . SLA 2A - SLA 2B ■ BS : gr 360 - 161 - 360.164 - 400.161 - 400.164 - 400.224 - 40 B - 40 C - 40 D - 43 B - 43 C - 43 D ■ MNC : 13 00 00 - 13 12 00 - 13 30 01 - 13 30 31 - 14 12 00 - 14 14 00 - 14 14 01 - 14 30 01 - 14 32 01 ■ GOST : st 0 -st 2 kp - st 2 ps - st 2 sp - st 3 kp - st 3 ps - st 3 sp.

### PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	Taux de dépôt (g/min.)	Poids déposé par électrode (g)	SAFER GTi	
						Référence	Quantité par étui
2	300	10.1	55	9.30	6.50	1080-0002	360
2.5	350	18.1	70	11.95	10.35	1080-0003	230
3.2	350	30.8	110	17.05	18.20	1080-0004	150
4	350	45.5	160	23.60	26.35	1080-0005	100
5	450	90.5	200	27.25	54.00	1080-0006	60
3.2	450	39.6	110	17.05	24.30	1080-0008	150
4	450	57.8	160	23.60	35.15	1080-0009	100

ÉLECTRODES DE SOUDAGE / RUTILE OU CELLULOSIQUE POUR LE SOUDAGE DES ACIERS NON ALLIÉS

# Electrodes à enrobage basique pour assemblages de très haute sécurité des aciers non alliés

## SAFER N 48

2401

SAF



### CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Bonnes propriétés d'emploi.  
Faible tension d'amorçage en courant alternatif.  
Grande résistance à la fissuration à chaud.  
Bonne compacité.  
Hydrogène diffusible du métal fondu : < 7 ml/100 g (ISO 3690) après conditions optimales d'étuvage 1h30 à 300 °C-350 °C.

### APPLICATIONS PRINCIPALES :

Electrode d'emploi général pour tous travaux sur aciers de charge de rupture inférieure à 550 MPa.

**TYPE D'ENROBAGE** Basique semi-épais.

### NORMALISATION

\* Remplace NFA 81-309

\* Remplacé par EN 499

ISO (2560)	NF (EN 499)*	NF (A 81-309)*	AWS (A 5.1)	DIN (1913)*	BS (639)*
E 51 4 B 24 (H)	E 424 B 12 H10	E 51 43 B 24 H	E 7016	E 51 43 B 10	E 51 33 B 24 (H)

**NATURE DU COURANT** Courant alternatif : ..... U<sub>0</sub> ≥ 65 V  
Courant continu ..... polarité : ■ à l'électrode

### POSITION DE SOUDAGE

Toutes, sauf descendante.



### CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

CARACTERISTIQUES MECANIKES			ANALYSE CHIMIQUE	
Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.			Sur dépôt ISO 6847.	
		Valeurs types	%	Valeurs types
Re	MPa	460	C	0.07
Rm	MPa	550	Si	0.6
A 5 d	%	28	Mn	1.1
strict. Z	%	70	S	0.010
KV à -20 °C	J	90	P	0.018
KV à -30 °C	J	80		
Dureté	HB	170		

### AGREMENTS / HOMOLOGATIONS (Voir pages 1400 et suivantes)

B.V. - A.B.S. - L.R.S. - CONTROLAS - S.N.C.F. - D.N.V. - T.Ü.V.

**IDENTIFICATION** Teinte de repérage (extrémité) : ..... JAUNE  
Marquage de l'enrobage : ..... SAFER N 48-7016

### PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ **AFNOR** : A33 - A34 - E24 - E 28 - E 30 - A 50 - toutes qualités - A 37 (CP,AP,FP) - A 42( CP,AP,FP) - A 48( CP,AP) - A 52( CP,AP) - E 355 R - A 510( CP,AP) - A 530( CP,AP) - A 550 ( CP AP) ■ **DIN** : ST 33-37-44-52 - toutes qualités-st 50.2 - st E 36-HI - HI- HIV - 17 Mn 4- Ast 35 - 41-45-52 - ft st 41 ■ **UNE** : A 310.D - A 360 (B.C.D) - A 430 (B.C.D) - A 510 (B.C.D) - A 490 - AE 355 KG - A 37-42- 47 -52-qualité RCI et RAll- A 37 RBll- A 42 RBll ■ **ASTM** : A 283 - A284- A 440- A 441- A 570- A 572 Gr 50- A 573- A 588 -A 709 Gr50,A 285- A 299- A 414- A 442- A 515- A 516 ■ **UNI** : Fe 33 - 34 B - 37 - 44 - 52- toutes qualités- Fe 50 - Fe E 355 - Fe 360 - 410 - 460 - 510 - toutes qualités ■ **JIS** : 2 SB 42 - 3 SB 46 - 4 SB 49 - 1 SGV 42 - 2 SGV 46 - 3 SGV 49- SPV 24 - 2 SPV 32 - 3 SPV 35-1 ASLA 2 A - 1 BSLA 2B ■ **MNC** : 14 32 01 - 21 01 00 -21 03 01 - 21 06 01 -21 34 01 - 21 33 01 - 21 32 01- 14 14 01 ■ **BS** : 40 (B.C.D) - 43 (B.C.D) - 50 (B.C.D) - 360.161 - 400.161 - 360.164 - 400.164 - 430.161 - 460.223 - 490.223 - 400.224 .

### PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	Taux de dépôt (g/min.)	Poids déposé par électrode (g)	SAFER N 48	
						Référence	Quantité par étui
2.5	350	18.8	90	12	11	1080-0422	205
3.2	450	45.5	115	21	28	1080-0450	115
4	450	62.4	150	26	39	1080-0424	80
5	450	98.0	190	44	65	1080-0425	50
3.2	350	34.6	115	19	21	1080-0400	115
4.0	350	48.3	190	26	31	1080-0401	80

ÉLECTRODES DE SOUDAGE / BASIQUE POUR ASSEMBLAGES DE TRÈS HAUTE SÉCURITÉ DES ACIERS NON ALLIÉS

2402

# Electrodes à enrobage basique pour assemblages de très haute sécurité des aciers non alliés **SAFER N 49**



ÉLECTRODES DE SOUDAGE / BASIQUE POUR ASSEMBLAGES DE TRÈS HAUTE SÉCURITÉ DES ACIERS NON ALLIÉS

## CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Très bonnes propriétés d'emploi (assimilable à une électrode rutile), particulièrement pour le soudage en position. Cette électrode a une faible tension d'amorçage. Le laitier se détache facilement. Conditions optimales d'étuvage 1h30 à 300 °C-350 °C.

## APPLICATIONS PRINCIPALES :

Électrode d'emploi général pour tous travaux sur aciers de charge de rupture inférieure à 550 MPa.

**TYPE D'ENROBAGE** Basique semi-épais.

**NORMALISATION** \* Remplace NFA 81-309 \* Remplacé par EN 499

ISO (2560)	NF (EN 499)*	AWS (A 5.1)	DIN (1913)*
E51 4 B 26 (H)	E 380 B 12H10	E 7016	E51 43B R 10

**NATURE DU COURANT** Courant alternatif : ..... U<sub>o</sub> ≥ 65 V  
Courant continu ..... polarité : ■ à l'électrode

## POSITION DE SOUDAGE

Toutes positions y compris verticale descendante.



## CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

		Valeurs types	ANALYSE CHIMIQUE	
			Sur dépôt ISO 6847.	
			%	Valeurs types
Re	MPa	440	C	0.05
Rm	MPa	540	Si	0.6
A 5 d	%	26	Mn	1.1
strict. Z	%	60	S	0.018
KV à -20 °C	J	80	P	0.020

**IDENTIFICATION** ..... E 7016

## PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ **AFNOR** : A33 - A34 - E24 - E 28 - E 30 - E 36 - A 50 - toutes qualités - A 37 (CP,AP,FP) - A 42 (CP,AP,FP) - A 48 (CP,AP) - A 52 (CP,AP) - E 355 R-A 510 (CP,AP) - A 530 (CP,AP) - A 550 (CP,AP). ■ **DIN** : ST 33-37-44-52- toutes qualités - st 50.2 - st E 36-HI - HI- HI-17 Mn 4- Ast 35 - 41-52 - tt st 41 ■ **UNE** : A 310.0 - A 360 (B.C.D) - A 430 (B.C.D) - A 510 (B.C.D) - A 490-AE 355 KG - A 37- 42- 47 -52-qualité RCI et RAII- A 37 RBII- A 42 RBII ■ **ASTM** : A 283 - A284- A 440- A 441- A 570- A 572 Gr 50- A 573- A 588- A 709 Gr60, A 285- A 299- A 414- A 442- A 515- A 516. ■ **UNI** : Fe 33 -34 B - 37 - 44 - 52- toutes qualités- Fe 50 - Fe E 355 -Fe 360,410-460-510- toutes qualités. ■ **JIS** : 2 SB 42 - 3 SB 46 - 4 SB 49 - 1 SGV 42 - 2 SGV 46 - 3 SGV 49 - ISPV 24 - 2 SPV 32 - 3 SPV 36- 1 ASLA 2 A - 1 BSLA 2B. ■ **MNC** : 14 32 01 - 21 01 00 -21 03 01 - 21 06 01 -21 34 01 - 21 33 01 -21 32 01- 14 14 01. ■ **BS** : 40(B.C.D) - 43(B.C.D)- 50(B.C.D)- 360.161 - 400.161 - 360.164 -400.164. 430.161 - 460.223 - 490.223 - 400.224 .

## PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	SAFER N 49	
				Référence	Quantité par étui
2.5	350	20.2	75	1080-0754	200
3.2	350	33.6	105	1080-0755	115
4	350	45.5	140	1080-0756	75
3.2	450	43.6	105	1080-0757	115
4	450	66.0	140	1080-0758	70
5	450	92.9	180	1080-0763	50

# Electrodes pour le soudage des aciers fortement alliés (aciers austénitiques au nickel) **SAFINOX B 011**

2784

SAF



## CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Conditions optimales d'étuvage: 1 h 30 à 300 °C - 350 °C.  
Conservation des électrodes au sec en paquet clos.  
Très grande résistance à la fissuration à chaud du métal déposé.  
Excellentes caractéristiques de résilience à basse température.

## CONDITIONS OPERATOIRES :

Tenir un arc court.  
Pour un travail de qualité, il est conseillé de meuler les cratères en fin de cordon.

## APPLICATIONS PRINCIPALES :

Soudage des aciers austénitiques au nickel.  
Soudage des aciers au chrome, molybdène entre eux sans traitement thermique.  
Cette électrode peut être utilisée pour le soudage de matériaux dissemblables notamment lorsqu'il est exigé une grande résistance au fluage à haute température.  
Ce produit peut également être utilisé dans toutes les applications cryogéniques.

**TYPE D'ENROBAGE** basique.

## NORMALISATION

NF (A 81-347)	AWS (A 5.11)	WNIr	DIN (1736)
EF 20 70 Ni Cr Mn Fe B 20 BH	E Ni Cr Fe 3	2.4807	EL-Ni Cr 15 Fe Mn

**NATURE DU COURANT** Courant continu : ..... polarité: ■ à l'électrode

## POSITION DE SOUDAGE

Toutes positions sauf verticale descendante.



## CARACTERISTIQUES MECANIKES

En brut de soudage sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

Valeurs types			ANALYSE CHIMIQUE	
			%	Valeurs types
Re	MPa	400	C	0.04
Rm	MPa	680	Si	0.5
A 5 d	%	40	Mn	8.5
KV + 20 °C	J	85	S	0.012
KV - 196 °C	J	70	P	0.010
			Ni	67
			Cr	14
			Nb + Ta	1.7
			Fe	7.5

**IDENTIFICATION** Marquage de l'enrobage : ..... Ni Cr Fe 3

## PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR : 9 Ni - Z 8 N 9 ■ DIN : X 8 Ni 9 ■ ASTM : A 353 - A 553 ■ UNI : X 10 Ni 9 ■ DIVERS : NICRAL C, D, H - MANAURITE 12, 20, 36 X, 800, 900 - 9 D 6 - INCONEL - MONEL - INCOLOY - HASTELLOY - Alliage réfractaires non ferreux - Aciers réfractaires à haute teneur en Cr et Ni.

## PRÉSENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Taux de dépôt (g/min)	Intensité moyenne (A)	SAFINOX B 011	
					Référence	Quantité par étui
2.5	225	13.7	13.5	60	1081-1326	95
3.2	300	31.6	23.0	90	1081-1329	125
4.0	350	54	28.7	120	1081-1328	85

ÉLECTRODES DE SOUDAGE / POUR ACIERS FORT. ALLIÉS, INOX, RÉFRACT., DE BLINDAGE, AU MANGANÈSE, SPÉCIAUX

## Composition chimique du S355

EN 10025:1990+A1:1993

Tableau 3 : Composition chimique de l'analyse sur produit sur la base du tableau 2 <sup>1)</sup>

Désignation		Type de désoxydation	Sous-groupe <sup>4)</sup>	C en % max pour une épaisseur nominale de produit (mm)			Mn % max	Si % max	P % max	S % max	N % max <sup>2) 3)</sup>
Selon EN 10027-1 et ECISS IC 10	Selon EN 10027-2			≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 <sup>5)</sup>					
S185 <sup>6)</sup>	1.0035	au choix	BS	—	—	—	—	—	—	—	—
S235JR <sup>6)</sup>	1.0037	au choix	BS	0,21	0,25	—	1,50	—	0,055	0,055	0,011
S235JRG1 <sup>6)</sup>	1.0036	FU	BS	0,21	0,25	—	1,50	—	0,055	0,055	0,009
S235JRG2	1.0038	FN	BS	0,19	0,19	0,23	1,50	—	0,055	0,055	0,011
S235J0	1.0114	FN	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	—	0,050	0,050	0,011
S235J2G3	1.0116	FF	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	—	0,045	0,045	—
S235J2G4	1.0117	FF	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	—	0,045	0,045	—
S275JR	1.0044	FN	BS	0,24	0,24	0,25	1,60	—	0,055	0,055	0,011
S275J0	1.0143	FN	QS	0,21	0,21	0,21 <sup>7)</sup>	1,60	—	0,050	0,050	0,011
S275J2G3	1.0144	FF	QS	0,21	0,21	0,21 <sup>7)</sup>	1,60	—	0,045	0,045	—
S275J2G4	1.0145	FF	QS	0,21	0,21	0,21 <sup>7)</sup>	1,60	—	0,045	0,045	—
S355JR	1.0045	FN	BS	0,27	0,27	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
S355J0 <sup>8)</sup>	1.0553	FN	QS	0,23	0,23 <sup>9)</sup>	0,24	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
S355J2G3 <sup>8)</sup>	1.0570	FF	QS	0,23	0,23 <sup>9)</sup>	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
S355J2G4 <sup>8)</sup>	1.0577	FF	QS	0,23	0,23 <sup>9)</sup>	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
S355K2G3 <sup>8)</sup>	1.0595	FF	QS	0,23	0,23 <sup>9)</sup>	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
S355K2G4 <sup>8)</sup>	1.0596	FF	QS	0,23	0,23 <sup>9)</sup>	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
E295	1.0050	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011
E335	1.0060	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011
E360	1.0070	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011

1) Voir 7.3.

2) Un dépassement des valeurs spécifiées est admis à condition que pour chaque augmentation de 0,001 % de N la teneur maximale en P soit réduite de 0,005 % ; la teneur en N sur coulée ne doit cependant pas dépasser 0,014 %.

3) La valeur maximale exigée pour l'azote ne s'applique pas lorsque la composition chimique présente une teneur minimale en Al total de 0,020 % ou lorsque d'autres éléments fixant l'azote sont présents en quantités suffisantes. Les éléments fixant l'azote doivent être mentionnés dans le document de contrôle.

4) BS = acier de base ; QS = acier de qualité.

5) Pour les profilés et laminés marchands d'épaisseur nominale &gt; 100 mm : teneur en C selon accord.

Option 25.

6) Disponibles uniquement en épaisseurs nominales ≤ 25 mm.

7) Pour épaisseur nominale &gt; 150 mm : C = 0,23 % max.

8) Voir 7.3.3.2 et 7.3.3.3.

9) Pour les épaisseurs nominales &gt; 30 mm et pour les nuances aptes au profilage à froid sur galets (voir 7.5.3.2) : C = 0,24 % max.

# Carbone équivalent et températures de préchauffage

## Notions de métallurgie carbone équivalent et températures de préchauffage

1624

SAF



### SOUDABILITÉ des ACIERS NON ALLIÉS et/ou FAIBLEMENT ALLIÉS

La soudabilité métallurgique d'un acier peut être relativement quantifiée par le calcul du « Carbone Équivalent » qui conduit à la détermination d'une température de préchauffage de cet acier.

Cette disposition permet de limiter les risques lors du soudage d'aciers non alliés ou faiblement alliés. Toutefois la littérature technique propose un certain nombre de formules différentes plus ou moins équivalentes (selon les auteurs) que nous rappelons ci-dessous.

#### • FORMULE de DARDEN et O'NEIL

- Carbone équivalent chimiquement  $C_e$

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13}$$

- Température de préchauffage :  $T_p$

$C_e < 0.45$   $T_p$ : à discrétion

$0.45 < C_e < 0.6$   $T_p$ : de 100 à 200° C

$C_e > 0.6$   $T_p$ : de 200 à 370° C

#### • FORMULE DE SEFERIAN

Cette formule consiste à calculer la température de préchauffage  $T_p$  qui est une fonction du carbone équivalent total  $C$  :

$$T_p = 350 \sqrt{C - 0,25}$$

• Le carbone équivalent total  $C$  est la somme du carbone équivalent chimique  $C_c$  et du carbone équivalent épaisseur  $C_e$

$$C = C_c + C_e$$

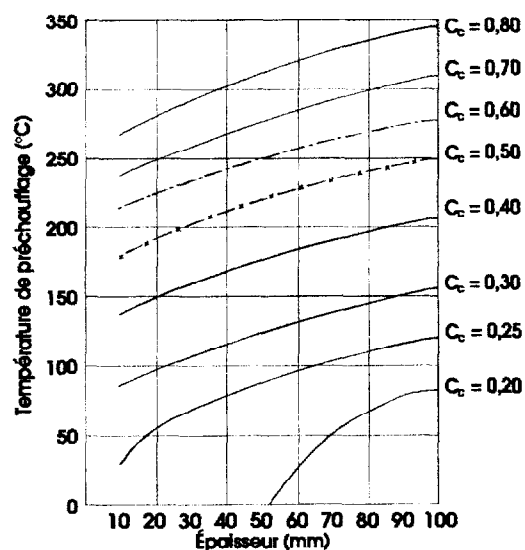
- le carbone équivalent chimique  $C_c$  se calcule de la manière suivante :

$$C_c = \frac{360 C + 40 (Mn + Cr) + 20 Ni + 28 Mo}{360}$$

- et le carbone équivalent épaisseur  $C_e$  s'obtient à l'aide de la formule :

$$C_e = 0,005 \times \text{épaisseur (mm)} \times C_c$$

Les différentes valeurs de température de préchauffage en fonction de l'épaisseur des tôles à souder et du carbone équivalent chimique  $C_c$  sont présentées dans le graphe ci-contre.



$C_e$  : équivalent carbone compensé

#### • Formule selon IIS doc. IX 646-69

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$C_e C = C_e + 0.0254 e$   $e$  : épaisseur de la pièce en cm

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Examen ou Concours : \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_

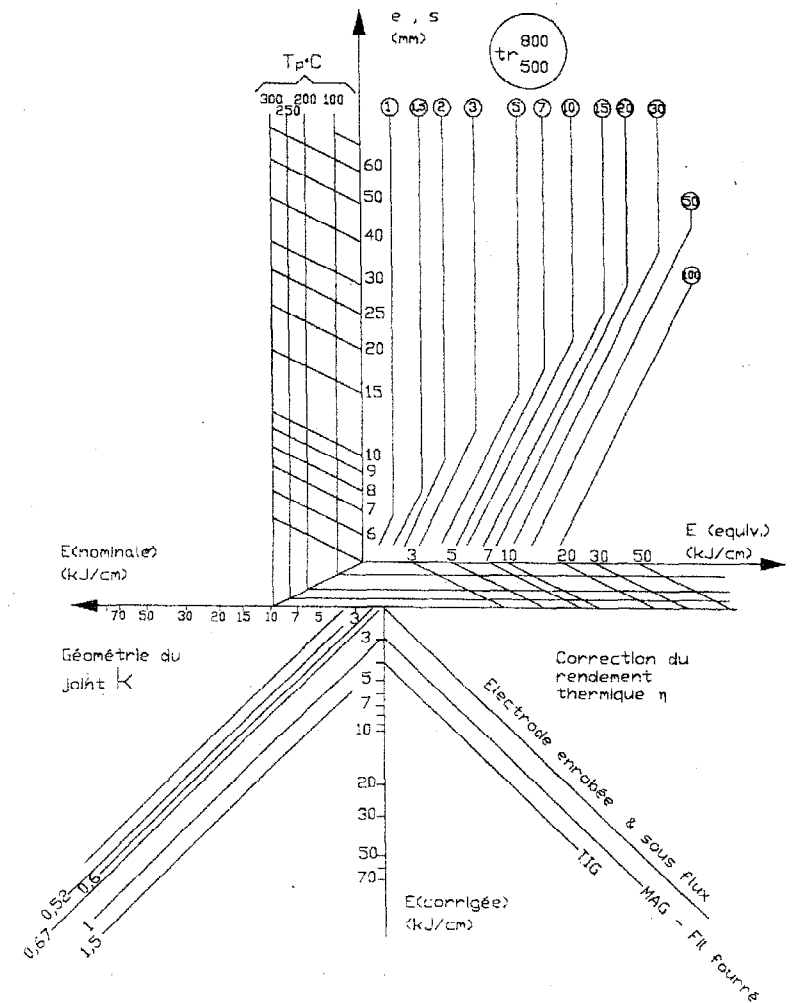
NOM : \_\_\_\_\_ N° du candidat : \_\_\_\_\_

Prénoms : \_\_\_\_\_

Né(e) le : \_\_\_\_\_

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Uniquement s'il s'agit d'un examen.



### Géométrie du joint

Soudage sur plat et en angle

		Soudage sur plat k=1				
a/s	k	0	0,25	0,5	0,75	1
1	k	1	0,97	0,89	0,78	0,67

### 5) Calcul de l'énergie équivalente.

Pour la suite de l'étude on se basera sur les paramètres de soudage de la première passe donnée dans le tableau suivant.

Quantité de métal à déposer → MAD g/cm		3 g/cm	1.9 g/cm	
Étude des conditions de soudage	Ø de l'électrode mm	3.15	5	
	I Intensité A	125	220	
	Vitesse de soudage cm/mn	20	22	
Poids de métal déposé	MD	22	44	
Tableau électrodes	g/mn			
Métal déposé par passe	MD	1.1	2	
	MD/P		VS	
Nombre de passes identiques		1	1	
Métal restant à déposer		1.9	0	
Rep. N° des passes		1iere	2ieme	

E.N. Energie nominale en Kj/cm	E.N. = $60 \times U \times I / 1000 \times V$	U = $0.04 \times I + 20$ mini
--------------------------------	---	-------------------------------

Déterminer l'énergie nominale EN :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

On donne  $E_{eq} = EN \times \eta \times K$  avec  $\eta = 1$  pour l'électrode enrobée.

Déterminer K d'après le document de l'IRSID en considérant :

$a = s/2 : K =$  \_\_\_\_\_

Déterminer  $E_{eq} =$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 6) Détermination graphique des temps de refroidissement d'après le document de l'IRSID (à gauche).

Sans préchauffage (à température ambiante de 20°) :  $T_{20} =$  \_\_\_\_\_

En fonction de l'éventuelle température de préchauffage calculée à la question (4) :  $T_{\dots} =$  \_\_\_\_\_



Session :

Académie :

Examen ou Concours

Série\* :

Spécialité/option\* :

Repère de l'épreuve :

Epreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, sans «y» à la fin, et non d'apostrophe)

Prénoms :

Né(e) le :

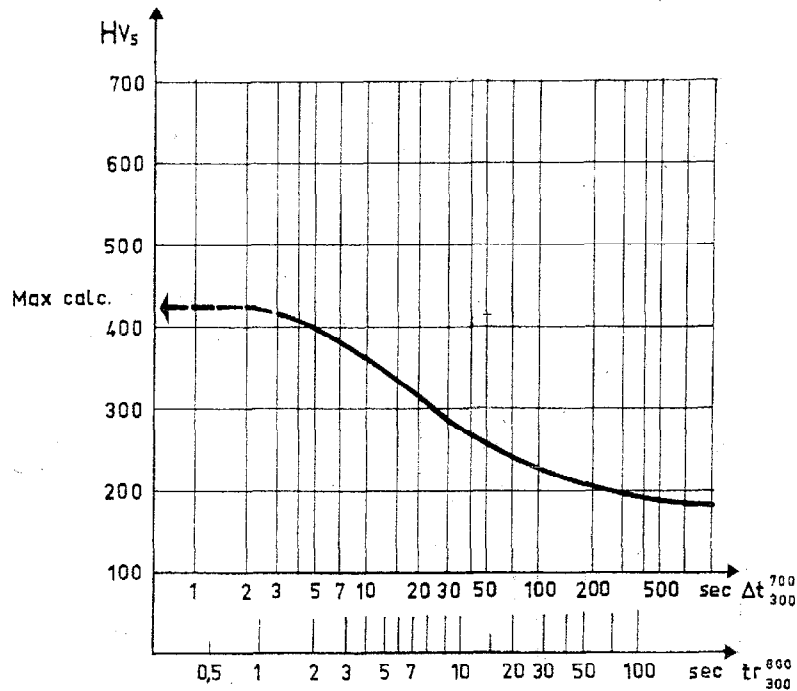
N° du candidat

(le numéro est inscrit au figuré sur le convocation ou la liste d'inscription)

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

ROE5DOS/D

Document à usage uniquement pédagogique



7) Dureté sous cordon d'après la courbe «dureté-paramètre de refroidissement dans les conditions de soudage d'un E36 »ci-joint.

Déterminer graphiquement la dureté maxi de la courbe :

On considère la dureté prévisible sous cordon d'un S 355 J2G3 à 85% de la dureté maxi indiquée par la courbe à gauche.

Déterminer par le calcul la dureté prévisible sous cordon :

En déduire le temps de refroidissement minimum pour ne pas dépasser cette valeur :

8) A l'aide du document de l'IRSID (page 5/13), graphiquement vérifier la température de préchauffage.  Tp =  °C

9) Analyse et conclusions de l'étude :

### Exploitation d'essais

1) Une filiation de dureté faites en laboratoire sur un échantillon réalisé dans les conditions que vous avez déterminées par votre étude donne :

Métal de base	296 HV10
Zone affectée thermiquement	329 HV10
Zone fondue	284 HV10

Conclusion de l'essai :

2) Qu'envisageriez-vous de modifier comme paramètres prévisionnels de soudage sur échantillons avant d'effectuer un nouvel essai de dureté ? Justifier votre choix :