

MENTION COMPLÉMENTAIRE

Technicien(ne) en Soudage

DOSSIER RESSOURCES

E1 : Étude technique et préparation d'une intervention

Durée : 3 H 30

Coef : 2

CHAUDIÈRE GAZ À CONDENSATION

Ce dossier comporte 16 pages numérotées de DR 1/16 à DR 16/16

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 1/16

DOCUMENTS FOURNISSEUR MÉTAUX D'APPORT

MIG 312



AWS A-5.9
Werkstoff n°

ER 312
1.4337

EN ISO 14343-A

G 29 9

Fil déposant un acier inoxydable austénitique type 29%Cr, 9%Ni pour le soudage des aciers difficilement soudables et les soudures hétérogènes. La forte teneur en ferrite donne une très bonne tolérance à la dilution ce qui diminue le risque de fissuration à chaud. Le métal déposé s'écrouit et donne une bonne résistance à l'usure et à la friction. Non recommandé pour des températures de service > 300°C.

Applications principales

Service entretien - Maintenance - Agriculture - Fabrique de parpaings - Aciers à outils - Cardans
Aciers de décolletage - Aciers trempants

Analyse chimique type du métal déposé

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ferrite
0.1	0.4	1.8	30	9	WRC 50

Propriétés mécaniques type du métal déposé

	Charge Rupt.	Limite Élast.	Allongement	Résilience	Temp. D'essai	Dureté
	Rm N/mm ²	Rp (0.2) N/mm ²	A5d%	J	°C	HV
Brut de soudage	810	620	25	40	20	270

Gaz de protection

Ar
Ar + 30%He + 2.5% CO²
Ar + 2% O² ou CO²

Nature du courant

DC+

Préchauffage et températures entre passes en fonction du métal de base, pour indication pas de préchauffage sur aciers doux, jusqu'à 250°C sur aciers trempant.

Approbations

Conditionnements et intensités de soudage

Diamètre (mm)	Bobine	Poids/Bob.(kg)	Référence	Intensité (A)	Voltage (V)
0.8	D300	15.0	0170		
1.0	D300	15.0	0171	170-130	26-28
1.2	D300	15.0	0172	200-260	27-29
1.6	D300	15.0	0173		

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 2/16

DOCUMENTS FOURNISSEUR MÉTAUX D'APPORT

MIG 309LSi



AWS A-5.9
Werkstoff n°

ER 309LSi
1.4332

EN ISO 14343-A

G 23 12 L Si

Fil déposant un acier inoxydable austénitique de type 23% Cr, 13% Ni avec un fort taux de ferrite. Les teneurs élevées en éléments d'alliages et en ferrite permettent au métal déposé de tolérer une dilution importante avec des aciers au carbone ou faiblement alliés, éliminant ainsi le risque de fissuration à chaud. Température de service : - 120 à 400°C
Sous couches sur aciers avant revêtement inox.

Applications principales

Industries alimentaires - Industries pharmaceutiques - Accastillage - Service entretien
410 - 304L - 308L - 309L - 316L - 321

Analyse chimique type du métal déposé

C	Si	Mn	Cr	Ni	Ferrite
0.015	0.80	1.7	23.5	13.0	WRC 12

Propriétés mécaniques type du métal déposé

	Charge Rupt.	Limite Élast.	Allongement	Résilience	Temp. D'essai	Dureté
	Rm N/mm ²	Rp (0.2) N/mm ²	A5d%	J	°C	HV
Brut de soudage	560	430	39	100	20	195
				80	- 20	

Gaz de protection

Ar + 2% CO² - Ar + 1 à 2% O²

Nature du courant

DC+

Préchauffage et températures entre passes dépendent de l'aptitude à la trempe du métal de base.

Approbations

Conditionnements et intensités de soudage

Diamètre (mm)	Bobine	Poids/Bob.(kg)	Référence	Intensité (A)	Voltage (V)
0.6	D300	15.0	215X		
0.8	D300	15.0	2150	80-150	17-25
1.0	D300	15.0	2151	120-200	18-26
1.2	D300	15.0	2152	150-260	21-28
1.6	D300	15.0	2153		

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 3/16

CCPU

S355JR

AFNOR	DIN	AISI	NF EN 10027-1
S355JR	-	-	-

1. Composition Chimique en %

%C	%S	%P	%Mn	%Si
0.24	≤ 0.035	≤ 0.035	1.60	0.55

2. Propriétés

Acier de construction non allié.

Acier s355 utilisation comprennent les ponts, les pièces de véhicules, les navires, les bâtiments à structure en acier, les appareils à pression, les équipements spéciaux, etc.

3. Caractéristiques mécaniques

Rm (N/mm ²)	Re (N/mm ²)	A%
510	355	22

4. Soudage

Bonne soudabilité

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 4/16

CCPU

316 LN

AFNOR	DIN	AISI	NF EN 10027-1
X2CrNiMo 17-12-2	X2CrNiMoN 17-12-2	316 LN	Z2 CND 17

1. Composition Chimique en %

%C	%S	%P	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%N
0.02	0.030	0.045	2	1	17	12	2	0.11

2. Propriétés

Acier inoxydable austénitique à base de chrome-nickel-molybdène avec azote.

Acier destiné aux constructions d’installations, construction navale, chimique, pharmacie, construction de machines, réservoir sous pression et équipements à la résistance chimique accrue

3. Caractéristiques mécaniques

<u>Rm</u> (N/mm ²)	Re (N/mm ²)	A%
850	350	12

4. Soudage

Bonne soudabilité

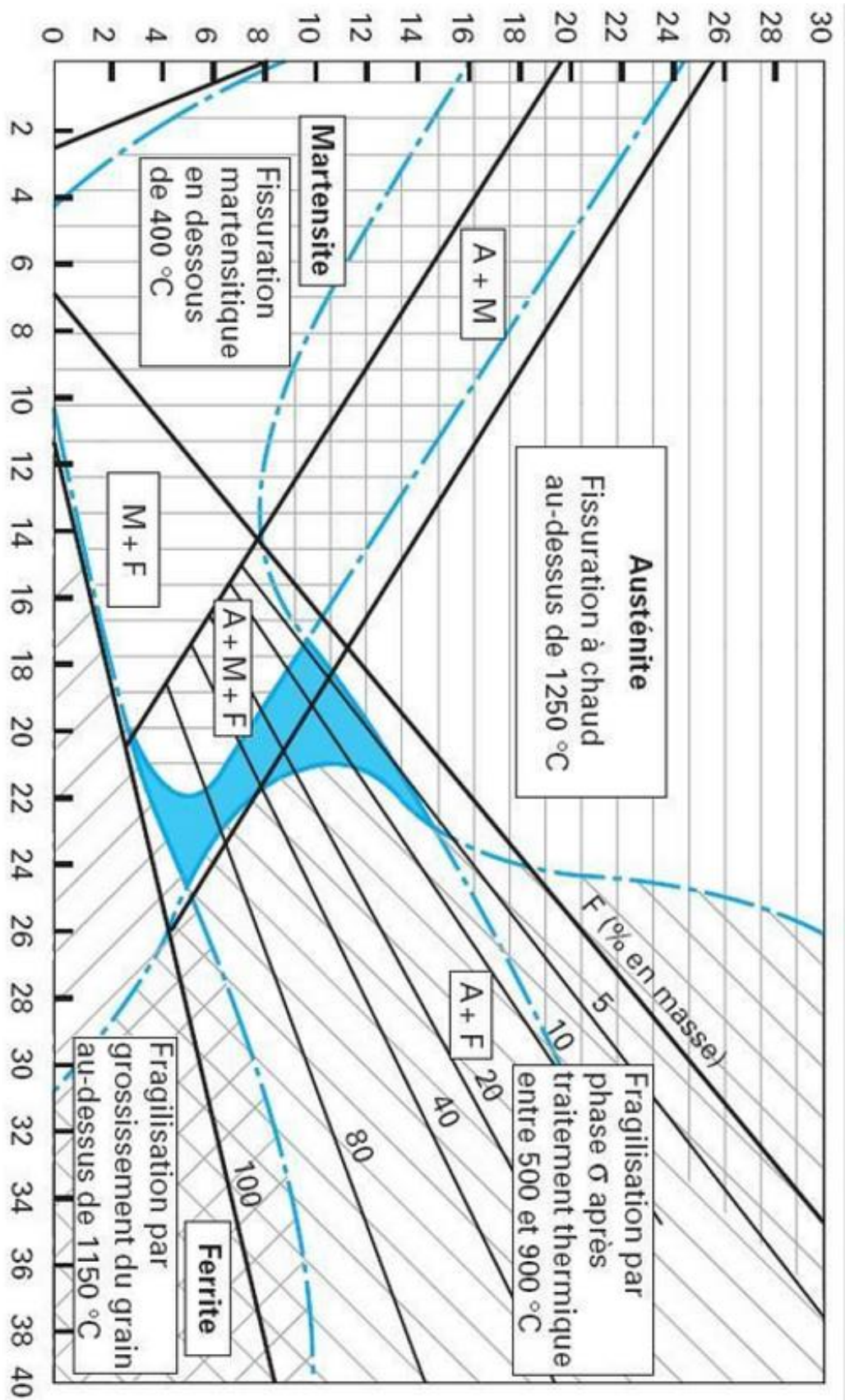
MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 5/16

CODIFICATION DES PROCÉDÉS DE SOUDAGE SELON LA NORME NF-EN ISO 4063

- 1** Soudage à l'arc
- 11** Soudage à l'arc avec électrode fusible sans protection gazeuse
- 111 Soudage manuel à l'arc
- 112 Soudage à l'arc par gravité
Soudage à l'arc avec électrode enrobée par gravité
- 114 Soudage à l'arc avec fil fourré autoprotecteur
- 12** Soudage à l'arc sous flux (en poudre)
Soudage à l'arc submergé
- 121 Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec fil-électrode plein
soudage à l'arc submergé avec fil-électrode plein
- 122 Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec fil-électrode en feuillard
soudage à l'arc submergé avec fil-électrode en bande
- 124 Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec addition de poudre métallique
- 125 Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec fil fourré
- 126 Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec électrode en feuillard fourrée
- 13** Soudage à l'arc sous protection gazeuse avec électrode fusible
Soudage sous protection de gaz inerte (Soudage MIG)/Soudage sous protection de gaz (Soudage MAG)
- 131 Soudage MIG
Soudage MIG avec fil plein
- 132 Soudage MIG avec fil fourré de flux
- 133 Soudage MIG avec fil fourré de poudre métallique
- 135 Soudage MAG
Soudage MAG avec fil plein
- 136 Soudage MAG avec fil fourré de flux
- 138 Soudage MAG avec fil fourré de poudre métallique
- 14** Soudage à l'arc sous protection gazeuse avec électrode de tungstène
Soudage à l'arc sous protection gazeuse avec électrode réfractaire en tungstène
- 141 Soudage TIG avec produit d'apport plein
- 142 Soudage TIG autogène
- 143 Soudage TIG avec produit d'apport fourré
- 145 Soudage TIG avec gaz réducteur et produit d'apport plein
- 146 Soudage TIG avec gaz réducteur et produit d'apport fourré
- 147 Soudage TAG
Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec électrode de tungstène
Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec électrode réfractaire en tungstène

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 6/16

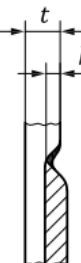
RISQUES MÉTALLURGIQUES DANS LE DIAGRAMME DE SCHAEFFLER

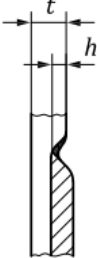


MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 7/16

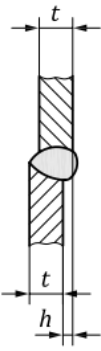
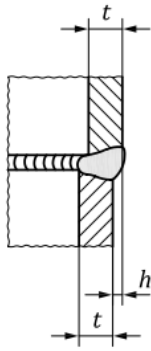
EXTRAIT DE LA NORME ISO 5817

Tableau 1 — Limites des défauts

N°	Référence ISO 6520-1	Désignation du défaut	Remarques	Limites des défauts pour les niveaux de qualité			
				t mm	D	C	B
1 Défauts superficiels							
1.1	100	Fissure		≥ 0,5	Non autorisé	Non autorisé	Non autorisé
1.2	104	Fissure de cratère		≥ 0,5	Non autorisé	Non autorisé	Non autorisé
1.3	2017	Piqûre	Dimension maximale d'une piqûre isolée pour	0,5 à 3	$d \leq 0,3 s$ $d \leq 0,3 a$		Non autorisé
			— soudures bout à bout				
			— soudures d'angle				
1.4	2025	Retassure ouverte de cratère	Dimension maximale d'une piqûre isolée pour	> 3	$d \leq 0,3 s$, mais max. 3 mm $d \leq 0,3 a$, mais max. 3 mm	$d \leq 0,2 s$, mais max. 2 mm $d \leq 0,2 a$, mais max. 2 mm	Non autorisé
			— soudures bout à bout				
			— soudures d'angle				
1.5	401	Retassure ouverte de cratère		0,5 à 3 > 3	$h \leq 0,2 t$ $h \leq 0,2 t$, mais max. 2 mm	Non autorisé Non autorisé	Non autorisé Non autorisé
1.5	401	Manque de fusion (collage)	Uniquement détectable par micro-examen	≥ 0,5	Non autorisé	Non autorisé	Non autorisé
1.5	401	Micromanque de fusion (microcol-lage)	Uniquement détectable par micro-examen	≥ 0,5	Autorisé	Autorisé	Non autorisé

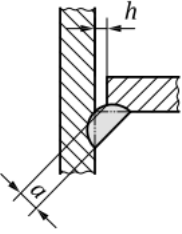


EXTRAIT DE LA NORME ISO 5817

N°	Référence ISO 6520-1	Désignation du défaut	Remarques	Limites des défauts pour les niveaux de qualité			
				t mm	D	C	B
3 Défauts géométriques							
3.1							
507		Défaut d'alignement	Les limites concernent les écarts par rapport à la position correcte. Sauf spécification contraire, la position correcte signifie que les axes à mi-épaisseur coïncident (voir aussi l'Article 1). t correspond à la plus faible épaisseur.				
5071		Défaut d'alignement entre tôles		0,5 à 3 > 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,25 t$ $h \leq 0,25 t$, mais max. 5 mm	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,15 t$ $h \leq 0,15 t$, mais max. 4 mm	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$ $h \leq 0,1 t$, mais max. 3 mm
			Tôles et soudures longitudinales				
5072		Soudures circulaires transversalement à sections cylindrique à profil creux		$\geq 0,5$	$h \leq 0,5 t$, mais max. 4 mm	$h \leq 0,5 t$, mais max. 3 mm	$h \leq 0,5 t$, mais max. 2 mm
			Soudures circumférentielles				

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 9/16

EXTRAIT DE LA NORME ISO 5817

N°	Référence	Désignation du défaut	Remarques	t mm	Limites des défauts pour les niveaux de qualité		
					D	C	B
3.2	617	Mauvais assemblage en soudure d'angle	Jeu entre les parties à assembler. Les jeux dépassant la limite appropriée peuvent dans certains cas être compensés par une augmentation correspondante de la hauteur du cordon. 	0,5 à 3 mm > 3	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$	$h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$
					$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 a$, mais max. 4 mm	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,2 a$, mais max. 3 mm	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$, mais max. 2 mm

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 10/16

EXTRAIT DE LA NORME ISO 15614 – 1

Assemblage de qualification	Type d'essais	Étendue des essais	Note
Assemblage bout à bout à pleine pénétration — Figure 1 et Figure 2	Contrôle visuel	100 %	—
	Contrôle par radiographie ou ultrasons	100 %	a)
	Contrôle de surface	100 %	b)
	Essai de traction transversale	2 éprouvettes	—
	Essai de pliage transversal	4 éprouvettes	c)
	Essai de flexion par choc	2 jeux d'éprouvettes	d)
	Essai de dureté	exigé	e)
	Examen macroscopique	1 coupe	—
Assemblage en T à pleine pénétration — Figure 3 Piquage à pleine pénétration — Figure 4	Contrôle visuel	100 %	f)
	Contrôle de surface	100 %	b) et f)
	Contrôle par ultrasons ou radiographie	100 %	a), f) et g)
	Essai de dureté	exigé	e) et f)
	Examen macroscopique	2 coupes	f)
Soudures d'angle — Figure 3 et Figure 4	Contrôle visuel	100 %	f)
	Contrôle de surface	100 %	b) et f)
	Essai de dureté	exigé	e) et f)
	Examen macroscopique	2 coupes	f)

a) Le contrôle par ultrasons ne doit pas être utilisé pour $t < 8$ mm et pour les groupes de matériaux 8, 10, 41 à 48.

b) Contrôle par ressuage ou par magnétoscopie. Contrôle par ressuage pour les matériaux non magnétiques.

c) Pour les essais de pliage, voir 7.4.3.

d) Un jeu dans le métal fondu et un jeu dans la ZAT pour les matériaux d'épaisseur ≥ 12 mm et dont la résistance à la flexion par choc est spécifiée. Les normes d'application peuvent exiger un essai de flexion par choc pour une épaisseur inférieure à 12 mm. La température d'essai doit être choisie par le fabricant, en fonction de l'application ou de la norme d'application mais ne doit pas être inférieure à celle spécifiée pour le métal de base. Pour les essais complémentaires, voir 7.4.5.

e) Non exigé pour les métaux de base : — sous groupe 1.1 et groupes 8, 41 à 48.

f) Les essais ainsi détaillés ne fournissent pas d'informations sur les propriétés mécaniques de l'assemblage. Lorsque ces propriétés correspondent à l'application une qualification supplémentaire doit être aussi réalisée, par exemple une qualification sur une soudure bout à bout.

g) Pour un diamètre extérieur ≤ 50 mm, aucun contrôle par ultrasons n'est exigé.

Pour un diamètre extérieur > 50 mm et lorsque le contrôle par ultrasons n'est pas techniquement possible, le contrôle par radiographie doit être réalisé à condition que la configuration de l'assemblage permette d'obtenir des résultats significatifs.

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 11/16

EXTRAIT DE LA NORME ISO 15614 – 1

Page 23
EN ISO 15614-1:2004

8.4.6 Dimensions du matériau d'apport

Il est permis de modifier les dimensions du matériau d'apport à condition de satisfaire aux exigences de 8.4.8.

8.4.7 Type de courant

La qualification obtenue est limitée au type de courant [courant alternatif (CA), courant continu (CC) ou pulsé], et à la polarité utilisés pendant l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage. Pour le procédé 111, le courant alternatif qualifie également le courant continu (les deux polarités) lorsque l'essai de flexion par choc n'est pas exigé.

8.4.8 Apport de chaleur

Lorsque des exigences sur la résistance à la flexion par choc s'appliquent, la limite supérieure de l'apport de chaleur qualifié est de 25 % supérieure à celui utilisé pour le soudage de l'assemblage de qualification.

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 12/16

FISSURATION À FROID

3 grands facteurs de la fissuration à froid.

- **Une structure fragile (martensite) facile à obtenir** : composition chimique du matériau trempant, entraînant un tr800-500 trop court ;
- **De l'hydrogène** : provenant de l'humidité de l'air, sur MA ou absorbée dans le flux ou l'enrobage de l'EE, de la condensation ou des saletés sur la pièce, ou simplement de la composition chimique du MB ;
- **Des contraintes de soudage** : pièces de forte épaisseur, soudure encastrée (réparation).

IMPORTANT : pour déclencher la FAF, ces trois facteurs doivent atteindre leur "seuil critique" ensemble. Théoriquement, maintenir au moins l'un de ces trois facteurs sous son seuil critique suffit à éviter la FAF.

Prévention

- **Souder à chaud** : augmenter l'Énergie de Soudage, permet d'augmenter le tr800-500 ;
- **Préchauffer la pièce** : laisser le temps à l'hydrogène de se dissiper et se diffuser ;
- **Post-chauffer la pièce** : pour laisser le temps à l'hydrogène de se diffuser ;
- **Traitement thermique après soudage (TTAS) de détente** : revenu sur la martensite ;
- **Réduire l'hydrogène** : étuver les électrodes et les flux, choisir un procédé de soudage "bas hydrogène", choisir un MA "bas hydrogène", nettoyer les surfaces à souder, dégourdir la pièce avant soudage ;
- **Éviter l'hydrogène dans le gaz de protection** ;
- **Limiter les gaz actifs type CO₂ et O₂** : une faible quantité ne dérange pas trop cependant, tel 2 % ;
- **Modérer le bridage** si possible, ou adapter le chanfrein pour réduire les contraintes (X plutôt que V).





MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 13/16

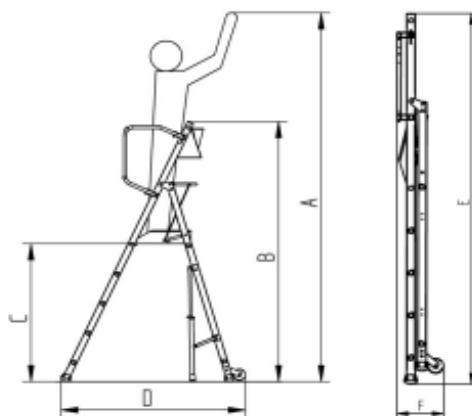
NOTICE D'UTILISATION PIRL

Utilisation : Les T-REX sont des plateformes utilisées par les professionnels, pour tous types de travaux en hauteur et en sécurité par un seul opérateur.

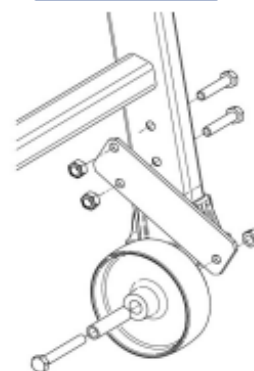
Charge d'utilisation maximum sur le plancher : **150kg**. Charge maximum dans le sac porte-outils : **15kg**. Efforts horizontaux maximum au niveau du plancher : **30kg**.

Caractéristiques : Les T-REX sont conformes à la norme "Plateformes Individuelles Roulantes Légères" (PIRL - NF P 93-353) et au décret du 1er décembre 2004 (n° 2004-924). Deux roues sont prévues pour le déplacement de la PIRL, elles ne sont pas orientables. Pour le modèle 5 marches, deux stabilisateurs indépendants et télescopiques, dont le verrouillage est automatique, assurent la stabilité de la PIRL.

				
	18162	18163	18164	18165
Poids	12,00 kg	13,20 kg	14,40 kg	17,00 kg
Hauteur travail A	2,50m	2,69m	2,90m	3,20m
Hauteur hors-tout B	1,49m	1,68m	1,89m	2,19m
Hauteur Plancher C	0,50m	0,70m	0,90m	1,20m
Longueur hors tout D	0,97m	1,13m	1,28m	1,51m
Largeur au sol	0,65m	0,70m	0,78m	1,37m
Longueur replié E	1,62m	1,84m	2,08m	2,40m
Largeur replié	0,65m	0,70m	0,78m	0,53m
Épaisseur replié F	0,30m			



Montage des roues:



Uniquement sur les modèles 2 et 5 marches avec roues pré-montées sur patte de fixation.

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 14/16

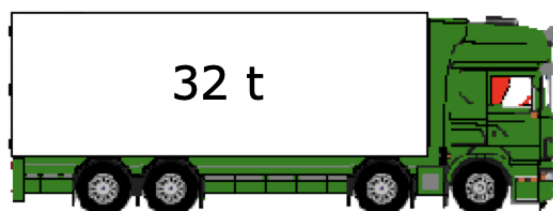
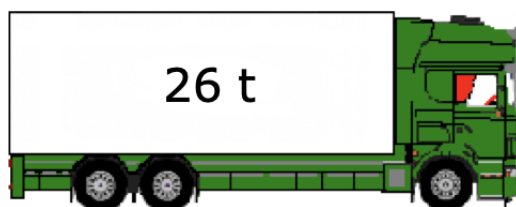
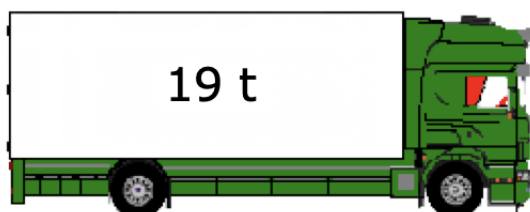
POIDS, COÛT ET DIMENSIONS DES POIDS LOURDS

Poids et dimensions des poids-lourds

Les poids et les dimensions des poids-lourds sont les caractéristiques d'un véhicule hors normes sur la chaussée. Il est important de connaître le gabarit du véhicule, notamment dans les situations difficiles (croisement, dépassement, obstacles, démarrage en côte etc...). Le code de la route impose des restrictions particulières de circulation qui, si elles ne sont pas respectées, peuvent mettre le conducteur dans une situation embarrassante.

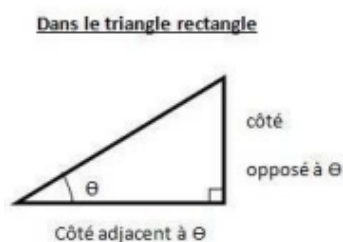


Type de véhicule	Charge transportable	Coût du déplacement par Km
Véhicule porteur à 2 essieux	19 Tonnes	1, 60 € TTC
Véhicule porteur à 3 essieux	26 Tonnes	1, 92 € TTC
Véhicule porteur à 4 essieux	32 Tonnes	2, 46 € TTC



MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 15/16

RAPPEL FORMULES



$$\sin \theta = \frac{\text{côté opposé}}{\text{hypoténuse}}$$

$$\cos \theta = \frac{\text{côté adjacent}}{\text{hypoténuse}}$$

$$\tan \theta = \frac{\text{côté opposé}}{\text{côté adjacent}}$$

Volume :

- Cylindre : $\pi \times r^2 \times h$
- Pavé : $l \times L \times h$

Masse volumique :

- Acier : **7,85 Kg/dm³**
- Acier Inoxydable : **8,02 Kg/dm³**

Énergie de soudage :

$$En = \frac{U \times I}{V} \times 10^{-3}$$

U en Volt
I en Ampère
V en mm/s
En en kJ/mm

Taux d'oxydation :

$$T\% = \frac{1}{2} CO^2 + O^2$$

Calcul Chrome équivalent :

$$Cr_{eq} = Cr + Mo + (1,5 \times Si) + (0,5 \times Nb)$$

Calcul Nickel équivalent :

$$Ni_{eq} = Ni + (30 \times C) + (0,5 \times Mn)$$

Calcul dilution :

$$d\% = \frac{(SA+SB) \times 100}{SA+SB+SMA}$$

MC4 Technicien(ne) en soudage	Code : 2406-MC4 TS E1 1	Dossier Ressources	Session 2024
ÉPREUVE : E1	Durée : 3 H 30	Coefficient : 2	DR 16/16