

MINISTÈRE DES ARMÉES

DÉLÉGATION MINISTÉRIELLE
POUR L'ARMEMENT

**DIRECTION TECHNIQUE
ET INDUSTRIELLE
DE L'AÉRONAUTIQUE**

SERVICE
GRATUIT

AIR 9113/A

CONDITIONS DE RECETTE

DES ACIERS DESTINÉS AU SOUDAGE PAR FUSION

EN CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE

ÉDITION N° 2 DU 16 NOVEMBRE 1964

COMPOSITION DU DOCUMENT

PAGES N°s	DATE CORRESPONDANTE
1 et 2 Annexes I à III	16 Novembre 1964

Documents référencés : AIR 9112, 9160, 9161, 9162, 9163, 9164

OBSERVATION IMPORTANTE. — En cas de reproduction de ce document, il est essentiel de reproduire exactement et séparément chaque feuille (même texte, mêmes indications, même numéro d'ordre).

Tous droits de reproduction réservés

RÉPERTOIRE

	PAGES
1 Domaine d'application	1
1,1 Matières	1
1,2 Produits	1
2 Essais de recette	1
2,1 Généralités	1
2,2 Conditions supplémentaires de soudabilité	2
2,21 Analyse chimique	2
2,22 Caractéristiques mécaniques	2
2,23 Sensibilité à la fissuration au soudage	2
2,24 Corrosion intergranulaire	2
3 Procès-verbal et poinçons de recette	2
ANNEXE I	3
<i>Tableau 1 : Compositions chimiques admissibles. Caractéristiques mécaniques à contrôler</i>	3
<i>Tableau 2 : Conditions générales d'application des procédés de soudage</i>	4
ANNEXE II. — Épreuve de sensibilité à la fissuration au soudage	5
1 Définition	5
2 Nombre d'essais	5
3 Lotissement	5
4 Prélèvement des éprouvettes	5
5 Métal d'apport	6
6 Exécution de l'essai	6
7 Examen	6
8 Résultats	7
<i>Planche I</i>	8
<i>Planche II</i>	9
ANNEXE III. — Procédure d'autorisation pour l'emploi d'acier ne figurant pas à l'annexe I	10

CONDITIONS DE RECETTE des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique	16 Novembre 1964	AIR	9113/A 1
1 DOMAINE D'APPLICATION 1,1 Matières. Le présent Règlement précise les conditions de recette à appliquer aux aciers autorisés (à l'exclusion des aciers réfractaires) pour la construction par soudage autogène par fusion d'éléments, pièces et ensembles d'aérodynes (classés en catégorie A ou en catégorie B suivant le Règlement AIR 9112). Il annule et remplace le Règlement AIR 9113 du 31 mai 1952. L'annexe I du présent Règlement énumère les aciers destinés au soudage, retenus dans la nomenclature des aciers d'emploi autorisé figurant au Règlement AIR 9160 et indique pour ces aciers : — les limites des compositions chimiques admissibles et les limites des caractéristiques mécaniques à contrôler (tableau 1); — les conditions générales d'application des procédés de soudage (tableau 2). Les caractéristiques d'identification : composition chimique et propriétés mécaniques, reproduisent en général les indications figurant à l'annexe IV du Règlement AIR 9160. Les conditions générales d'application des procédés de soudage ne présentent pas un caractère obligatoire. En cas de besoin dûment justifié, notamment pour des raisons techniques, les Services Officiels peuvent autoriser un constructeur à employer une nuance qui ne figure pas dans la sélection fournie dans l'annexe I. Pour obtenir une telle dérogation, une procédure spéciale est définie en annexe III. 1,2 Produits. Le présent Règlement concerne : — les demi-produits : « blooms » (brames, billettes); — les produits finis tels que : ronds, carrés, tôles, bandes et feuillards, tubes, plats, etc. 2 ESSAIS DE RECETTE 2,1 Généralités. Les essais de recette des aciers soudables sont exécutés : — d'une part, conformément aux spécifications des Règlements AIR : — 9160, pour les conditions générales; — 9161, pour les demi-produits, barres, profilés;			

CONDITIONS DE RECETTE**des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique****16
Novembre
1964****AIR****9113/A****2**

- 9162, pour les tôles;
- 9163, pour les bandes et feuillards;
- 9164, pour les tubes;
- d'autre part, conformément aux conditions supplémentaires de soudabilité précisées ci-après.

2,2 Conditions supplémentaires de soudabilité.**2,21 ANALYSE CHIMIQUE.**

Quelle que soit la nuance d'acier, l'analyse chimique est obligatoire pour les produits destinés à la construction soudée par fusion. Les teneurs en différents éléments doivent être conformes à celles définies au tableau 1 de l'annexe I.

2,22 CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES.

Les caractéristiques mécaniques sont vérifiées obligatoirement suivant les conditions fixées par les Règlements AIR 9161, 9162, 9163 et 9164 pour chaque catégorie de produit.

Les valeurs obtenues doivent correspondre à celles qui sont indiquées au tableau 1 de l'annexe I.

La résilience n'est mesurée que sur les produits d'épaisseur supérieure ou égale à 10 millimètres.

2,23 SENSIBILITÉ A LA FISSURATION AU SOUDAGE.

En ce qui concerne les aciers faiblement alliés et si la commande le spécifie, une épreuve de sensibilité à la fissuration au soudage est effectuée. Ce contrôle doit être exécuté suivant les indications de l'annexe II du présent Règlement. Les résultats obtenus doivent satisfaire aux conditions du paragraphe 8 de l'annexe II.

2,24 CORROSION INTERGRANULAIRE.

Cet essai sera effectué sur demande du Constructeur; les conditions d'essai seront alors définies en commun accord par le Constructeur et le fabricant du produit.

3**PROCÈS-VERBAL ET POINÇONS DE RECETTE**

Les conditions de rédaction du procès-verbal et d'application des poinçons de recette sont celles indiquées par le Règlement AIR 9160.

CONDITIONS DE RECETTE

des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique

AIR 9113/A

16
Novembre
1964

Annexe I 3

TABLEAU 1

SYMBOLES	COMPOSITIONS CHIMIQUES ADMISSIBLES										CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES A CONTRÔLER										
	NUANCES		C	Mn	Si _{max}	Ni	Cr	Mo	AUTRES ÉLÉMENTS		INDICE POROSITÉ	TRAITEMENTS THERMIQUES			R hbar	E _{0,2} % mmil libar	A % mmil 3,65 √ s	DURETÉ HB	KUF _{mini} L daJ/cm²	KUF _{mini} T daJ/cm²	FORMES LIVRÉES
XC18S	Mi-doux	0,15 à 0,22	0,45 à 0,65	0,25						0,035	0,04	/	Normalisé. Recuit 875° C. Refroidissement air calme. Trempe E 875° C. Revenu 550° C.	41 à 49	26	28	118 à 142	9		Tôles, bandes, tubes, barres, fils	
25CD4S	Mi-dur Tremplant	0,21 à 0,28	0,4 à 0,8	0,25 à 0,3	0,8 à 1,2	0,15 à 0,3				0,025	0,03	h	Recuit 850°-875° C. Refroidissement lent < 4°/mn. Normalisé (1). Recuit 850°-875° C (1). Refroidissement air calme (1). Trempe H 860°-880° C. Revenu 550° C.	67 à 86	49	13	196 à 259	8	4	Pièces forgées, tôles, tubes, barres, boulonnerie	
15CDV6	Mi-dur Tremplant	0,10 à 0,16	0,8 à 1,1	0,20 à 0,5	1,25 à 1,50	0,8 à 1,0			Va 0,2 à 0,3	0,03	0,03		Recuit. Trempe A 975° C (2). Revenu A 650° C (2). Trempe H 975° C. Revenu H 650° C.	≤ 64	74	22	≤ 191			Tôles, tubes, barres, pièces forgées	
Z10CNT18	Inoxydable Stabilité	≤ 0,12	≤ 2	1	9 à 13	17 à 20			Ti ≥ C × 5	≤ 0,03	0,045		Trempe E 1 100° C. Demi-écroui.	49 à 64	20	42		14		Barres, fils, profilés au gâlet, tubes, tôles	
Z3CN18	Inoxydable Bas carbone	≤ 0,04	≤ 2	1	9 à 12	17 à 20				0,03	0,045		Trempe E 1 100° C. Demi-écroui.	44 à 64	17	47		14		Barres, fils, profilés au gâlet, tubes, tôles	

(1) Pour les tôles et tubes d'épaisseur ≤ 20/10, les caractéristiques mécaniques doivent être R = 67 à 93 hbar, E ≥ 49 hbar, A % ≥ 10.

(2) Pour produits d'épaisseur inférieure à 6 mm.

(1) Pour les tôles et tubes d'épaisseur ≤ 20/10, les caractéristiques mécaniques doivent être R = 67 à 93 hbar, E ≥ 49 hbar, A % ≥ 10.

(2) Pour produits d'épaisseur inférieure à 6 mm.

CONDITIONS DE RECETTE
des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique

16
Novembre
1964

AIR 9113/A

Annexe I | 4

TABEAU 2

CONDITIONS GÉNÉRALES D'APPLICATIONS DES PROCÉDÉS DE SOUDAGE						
SYMBOLES	PROCÉDÉS		NATURE DE L'APPORT OU DE L'ÉLECTRODE	FLUX OU PROTECTION	PRÉCHAUFFAGE	TRAITEMENTS THERMIQUES
XC18S	ACIER NON ALLIÉ					
	OA		A 50	Néant	Néant	Traitement de détente facultatif.
	E		E 343 R ou E 345 B	Néant	Néant	
	TIG		A 50	Néant	Néant	
25CD4S	ACIERS FAIBLEMENT ALLIÉS					
	OA		A 50	Néant	Néant	Traitement de détente facultatif.
	E		25 CD 4	Néant	Néant	Traitement nécessaire : normalisation ou trempé et revenu.
	TIG		E 343 R ou E 345 B ou E 445 B ou E 534 B ou AIR 85	Néant	Sur pièces épaisses Sur pièces épaisses et sur pièces minces très bridées	Traitement de détente facultatif; conseillé sur pièces épaisses ou très bridées.
15CDV6	ACIERS INOXYDABLES					
	OA		25 CD 4	Renvoi d'argon à l'envers	Sur pièces épaisses et sur pièces minces très bridées	Traitement recommandé : normalisation ou trempé et revenu.
	E		A 50 ou 15 CDV 6	Néant	Néant	Traitement de détente facultatif; conseillé sur pièces épaisses ou très bridées.
	TIG		E 534 B ou AIR 100	Néant	Sur pièces épaisses et sur pièces minces très bridées	
Z10CNT18	ACIERS INOXYDABLES					
	OA		Z 3 CN 18 ou Z 3 CND 18 ou Z 10 CNNb 18	Flux sur apport et à l'envers	Néant	Traitement d'hypertrempe facultatif.
	E		Z 10 CNNb 18	Néant	Néant	Traitement d'hypertrempe facultatif.
	TIG		Z 3 CN 18 ou Z 3 CND 18 ou Z 10 CNNb 18	Renvoi d'argon à l'envers	Néant	Traitement d'hypertrempe facultatif.
Z3CN18	OA		Z 3 CN 18 ou Z 3 CND 18	Flux sur apport et à l'envers	Néant	Traitement d'hypertrempe facultatif.
	E		Z 3 CN 18 ou Z 3 CND 18	Néant	Néant	Traitement d'hypertrempe facultatif.
	TIG		Z 3 CN 18 ou Z 3 CND 18	Renvoi d'argon à l'envers	Néant	Traitement d'hypertrempe facultatif.

CONDITIONS DE RECETTE**des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique****16
Novembre
1964****AIR 9113/A****Annexe II****5****ANNEXE II****ÉPREUVE DE SENSIBILITÉ A LA FISSURATION AU SOUDAGE****1 Définition.**

L'essai à pratiquer nécessite deux plaquettes de tôles de 50×75 mm et d'épaisseur maximale 1,5 mm prélevées dans le matériau à expérimenter, bridées dans le montage défini planches I et II et soudées au chalumeau dans ce montage.

2 Nombre d'essais.

Sauf conditions particulières, une seule série de trois essais est faite pour chaque lot.

3 Lotissement.

Un lot est constitué par l'ensemble des produits provenant de la même coulée.

Lorsque l'acier sera élaboré au creuset, au four HF, on admettra un lotissement artificiel (1 t à 3 t au maximum), étant entendu que les charges d'élaboration sont similaires, préparées ensemble et que les analyses chimiques des lingots (qui doivent toutes figurer au procès-verbal d'essais) sont peu différentes.

4 Prélèvement des éprouvettes.

4,1 LAMINÉS OU ÉTIRÉS D'ÉPAISSEUR UNIFORME $\leq 1,5$ mm.

4,11 Tôles.

Les plaquettes sont prélevées directement (parallèlement ou perpendiculairement au sens du laminage) par cisailage ou sciage dans le lot à réceptionner.

4,12 Tubes.

Le tube débité sur une longueur de 75 mm est fendu longitudinalement, déroulé et plané au maillet de bois. La bande obtenue est coupée à 50 mm de large pour les tubes de diamètre supérieur à 16 mm. La largeur des éprouvettes, pour les tubes de diamètre compris entre 16 et 10 mm est réduite au développement obtenu. Pour les tubes de diamètre inférieur à 10 mm il n'est pas procédé à l'épreuve de fissilité.

Lorsque les tubes sont livrés normalisés ou traités, un traitement de recuit avant déroulage est nécessaire.

4,2 LAMINÉS OU ÉTIRÉS D'ÉPAISSEUR SUPÉRIEURE A 1,5 mm.

L'épaisseur du matériau est ramenée à 1,5 mm par usinage.

Si $e \leq 4$ mm, raboter une seule face.

Si $e > 4$ mm, raboter les deux faces, de façon à essayer la couche médiane de l'échantillon puis opérer comme indiqué en 4,1.

CONDITIONS DE RECETTE**des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique****16
Novembre
1964****AIR 9113/A****Annexe II****6****4,3 PIÈGES FORGÉES OU DE FORTE ÉPAISSEUR.**

Prélever, suivant les formes, par rabotage, tournage ou tronçonnage, un élément d'épaisseur 1,5 mm, puis opérer comme indiqué en 4,1. Le prélèvement peut se situer plus particulièrement dans la zone susceptible d'être intéressée par la ségrégation.

5 Métal d'apport.

Le métal d'apport est prélevé par cisailage dans le matériau même, après son amenée éventuelle à l'épaisseur à expérimenter, la largeur « l » étant fonction de cette épaisseur « e » :

$e^{(1)}$	0,5	1	1,5
$l^{(1)}$	1,5	2	2

(1) Les dimensions sont exprimées en millimètres.

6 Exécution de l'essai.

Les éprouvettes seront serrées énergiquement dans le montage prévu jusqu'à contact direct de la pièce d'appui, et de façon à obtenir entre éprouvettes une fente de largeur égale à l'épaisseur de celles-ci.

Le chalumeau doit être réglé de façon à assurer un débit horaire d'acétylène de 75 litres par millimètre d'épaisseur à souder.

Les tôles ne doivent pas être pointées, le soudage est fait rapidement, sans reprise, d'une extrémité à l'autre du joint. Il n'est utilisé de métal d'apport que la quantité strictement nécessaire à l'exécution d'une soudure non chargée.

L'assemblage reste bridé dans le montage, à l'air calme jusqu'à complet refroidissement.

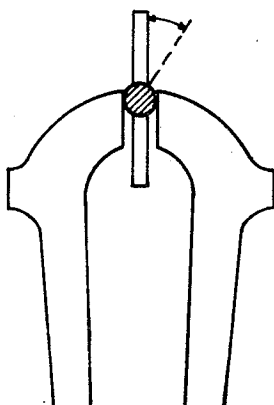
7 Examen.

Fig. 1

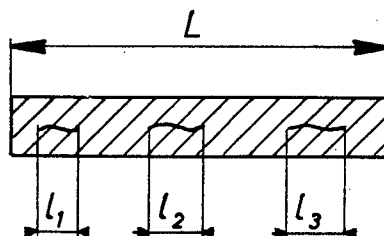


Fig. 2

L'assemblage est ensuite libéré du montage. Le cordon de soudure est serré sur toute sa longueur dans un étau suivant figure 1 et l'éprouvette est rompue au ras du cordon par une série de pliages alternés. La même opération est répétée sur l'autre rive du cordon.

CONDITIONS DE RECETTE**des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique****16
Novembre
1964****AIR 9113/A****Annexe II****7**

Les deux cassures obtenues sont soumises chacune à l'évaluation suivante :

- soit L la longueur de soudure (généralement 50 mm);
- soit l les longueurs additionnées des zones fissurées (ces zones sont reconnaissables à leur coloration par oxydation à chaud) (*fig. 2*).

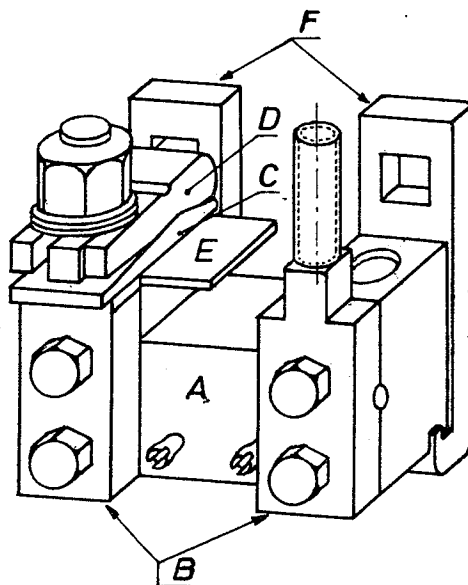
Le rapport $\frac{l \times 100}{L}$ définit la sensibilité à la fissuration au soudage pour chaque cassure.

8 Résultats.

La valeur la plus défavorable du rapport $\frac{l \times 100}{L}$ parmi les six résultats enregistrés au cours des trois essais, doit être inférieure à 10 %.

CONDITIONS DE RECETTE**des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique****16
Novembre
1964****AIR 9113/A****Annexe II****8**

Planche I



CONDITIONS DE RECETTE**des aciers destinés au soudage par fusion en construction aéronautique****16
Novembre
1964****AIR 9113/A****Annexe III 10****ANNEXE III****PROCÉDURE D'AUTORISATION POUR L'EMPLOI D'ACIER
NE FIGURANT PAS A L'ANNEXE I**

L'emploi d'acier de nuance différente de celles qui figurent à l'annexe I du présent Règlement ne sera autorisé que dans le cas de nécessité technique.

Pour obtenir l'autorisation d'emploi d'un acier, dans une fabrication soudée par fusion, un dossier technique doit être établi et transmis au Service Technique de l'Aéronautique par l'intermédiaire des Services de surveillance officiels contrôlant le Constructeur.

Ce dossier doit être présenté par le Constructeur responsable vis-à-vis de l'État de la qualité du matériel.

Il doit comprendre :

- les désignations de la nuance d'acier, de l'état de livraison de l'aciérie élaboratrice, ou de la forge;
- le dessin des pièces et l'emplacement des soudures;
- le processus complet de fabrication : état des éléments avant soudage, procédé de soudage, conditions d'exécution, gamme de soudage, traitements thermiques;
- les expériences préalables : essais métallurgiques, essais sur pièces, résultats d'utilisation de pièces analogues, etc., qui ont permis de décider l'emploi de cette nuance d'acier.

Dans le choix de la nuance d'acier à utiliser, le Constructeur tiendra compte de ce que les aciers 35 CD 4, 40 CDV 20, 30 CD 12 ont donné lieu déjà, en construction soudée, à des applications satisfaisantes.