

SPECIFICATION TECHNIQUE 0-3-68.

---

SCHEMA.

1. GENERALITES.

1.1. Objet.

1.2. Terminologie - Définitions - Symboles.

1.3. Agréation des firmes.

1.4. Classification des constructions.

2. AGREATION ET RECEPTION DES MATIERES.

2.1. Réception de l'acier de base.

2.2. Agréation et réceptions des produits d'apport.

3. AGREATION DE LA MAIN-D'OEUVRE.

3.1. Soudage manuel à l'arc et soudage semi-automatique à l'arc  
(renvoi à la Sp. T. 0-7).

3.2. Soudage automatique à l'arc.

4. AGREATION DU MODE OPERATOIRE.

4.1. Généralités.

4.2. Domaine d'application.

4.3. Conditions générales d'exécution des épreuves.

4.4. Résultats insuffisants.

4.5. Confection de l'assemblage d'essai.

4.6. Exécution des essais.

4.7. Résultats à obtenir.

5. CONCEPTION DE L'OUVRAGE.

6. EXECUTION DE L'OUVRAGE.

6.1. Généralités.

6.2. Préparation des pièces à souder.

6.3. Montage des pièces.

- 6.4. Programme de soudage.
- 6.5. Exécution des soudures.
- 6.6. Parachèvement et correction des soudures.
- 6.7. Traitements thermiques.
- 6.8. Correction des assemblages - Réduction des déformations.
- 7. CONTROLE DE L'OUVRAGE.
- 7.0. Généralités.
- 7.1. Contrôle avant soudage.
- 7.2. Contrôle pendant le soudage.
- 7.3. Contrôle final.

## SPECIFICATION TECHNIQUE 0-3-68.

---

### PIECES ET ENSEMBLES ASSEMBLES PAR SOUDAGE.

---

#### 1. GENERALITES.

1.1. Objet. La présente spécification définit les conditions techniques de soudage des pièces et ensembles en acier assemblés par soudage au gaz et à l'arc, manuel, semi-automatique et automatique. Elle complète, en ce qui concerne le matériel roulant, la spécification technique 0-4.

1.2. Terminologie - Définitions - Symboles. La NBN 642 est d'application, notamment en ce qui concerne la représentation conventionnelle des soudures.

1.3. Agréation des firmes. Les entreprises qui désirent exécuter des travaux de soudage surveillés par la SNCB (même s'il s'agit de réparation) doivent être agréées par la SNCB. La demande d'agréation doit être introduite auprès du bureau d'où émane la demande de prix ou du bureau qui assure la surveillance.

1.4. Classification des constructions. Les éléments constitutifs du matériel roulant ont été classés en se basant sur les critères du document "Classe des constructions soudées" édité par l'Institut Belge de la Soudure.

La liste ci-après a été établie en tenant compte des conceptions actuelles en ce qui concerne le matériel roulant SNCB. Elle n'est pas limitative. Des renseignements complémentaires et des modifications seront éventuellement apportés par le cahier des charges ou les documents du marché relatifs à la construction envisagée.

---

Eléments soudés	Classe
1. Châssis de bogie de wagon, d'automotrice, de locomotive ou de voiture.	II
2. Châssis de caisse de wagon :	
- en profilés pliés en acier A 52 ou assimilés	I
- en acier A 37 ou en profils laminés en A 52 ou assimilés	II
3. Avant-corps y compris traverse de pivot de châssis d'automotrice, autorail ou voiture	I
4. Partie centrale de châssis d'automotrice, autorail ou voiture	II

---

5. Châssis de caisse de locomotive de route. Remarque : Les éléments 2, 3, 4, 5 comprennent les montants paratélescopiques mêmes ceux qui ne se trouvent pas sur la paroi d'about.	II
6. Longs-pans de wagon :	
- en profilés pliés en acier A 52 ou assimilés	II
- en acier A 37 ou en profilés laminés en A 52 ou assimilés.	III
7. Longs-pans d'automotrices, autorails, voitures	II
8. Longs-pans de locomotives :	
- portant	II
- non portant	III
9. Châssis de locomotive Diesel de manoeuvre.	II
10. Capots et cabines de locomotive Diesel de manoeuvre.	IV
11. Armoire électrique, armoire vestiaire, séparations intérieures.	IV
12. Toitures de wagons.	IV
13. Toitures d'automotrices et de voitures ou de locomotives.	III
14. Parois d'about de wagons, d'automotrices ou de voitures	
- en profilés pliés en acier A 52 ou assimilés	II
- en acier A 37 ou en profils laminés en A 52 ou assimilés	III
15. Parois d'about de locomotive de route.	III
16. Eléments mobiles tels que portes et trappes sauf portes de wagons.	IV
17. Portes de wagons.	III
18. Réservoirs soumis à pression	I
19. Réservoirs destinés au transport des produits des classes suivantes du RID : Id - II - IIIa - IIIb - IIIc - IVa - V	I
20. Autres réservoirs.	III

---

La sévérité du contrôle diminue dans l'ordre I, II, III, IV.

Les cordons soudés assemblant des éléments de classes différentes sont à considérer comme appartenant à l'élément de classe la plus élevée.

## 2. AGREATION ET RECEPTION DES MATIERES.

2.1. Réception de l'acier de base. Est choisi en corrélation avec la classe de la construction ou de l'assemblage et doit répondre aux conditions des NBN 253, 629, 630 et 631 et des spécifications techniques de la SNCB. Outre les essais repris à ces documents, la SNCB peut imposer la réalisation d'essais comportant l'exécution d'une soudure (essais de soudabilité).

2.2. Agréation et réception des produits d'apport. Le constructeur doit indiquer dans le programme de soudage (voir par. 6.4) la nature exacte des électrodes qu'il propose d'utiliser pour le soudage manuel à l'arc (nom du fabricant, marques, types, diamètres, dénomination suivant la NBN 564.1) et des produits qu'il propose d'utiliser pour le soudage semi-automatique ou automatique à l'arc (nom du fabricant, marques, types, diamètre de fil, nature des gaz de protection, granulométrie du flux, etc..).

### 2.2.0. Métal d'apport pour soudage manuel à l'arc.

2.2.0.0. Electrodes agréées par la SNCB. Si les électrodes proposées ont déjà été agréées antérieurement par la SNCB, conformément à la spécification technique D-7 ou à la NBN 564, une nouvelle agréation n'est plus nécessaire.

2.2.0.1. Electrodes non agréées par la SNCB. Si les électrodes proposées n'ont pas été agréées antérieurement par la SNCB, l'agréation conformément à la spécification technique D-7 ou aux NBN 564.2 et 564.3 est indispensable.

Sauf stipulations contraires, les épreuves d'agréation sont effectuées à la SNCB aux frais du demandeur; celui-ci peut assister aux essais.

2.2.0.2. Réception des électrodes. S'effectue conformément à la spécification technique D-7 ou aux NBN 564.2 et 564.3 suivant qu'il s'agit ou non d'une électrode reprise à la spécification technique D-7.

### 2.2.1. Produits d'apport pour soudage semi-automatique et automatique à l'arc.

2.2.1.0. Agréation. Elle s'effectue lors de l'agréation du mode opératoire de soudage (voir 4.).

2.2.1.1. Réception. Elle s'effectue conformément à la spécification technique D-5.

2.2.2. Métal d'apport pour soudage au gaz. L'agréation et la réception s'effectuent suivant la spécification technique D-10.

### 3. AGREATION DE LA MAIN-D'OEUVRE.

3.1. Soudage manuel à l'arc et soudage semi-automatique à l'arc. L'agrération des soudeurs s'effectue conformément aux prescriptions de la spécification technique 0-7 et du document "Recommandation pour l'unification des essais de qualification des soudeurs à l'arc électrique" édité par l'Institut Belge de la Soudure. Ces documents sont valables pour les travaux de soudage des pièces et des ensembles séparés.

#### 3.2. Soudage automatique à l'arc.

3.2.1. Généralités. L'agrération a pour but de déterminer si le soudeur est apte à conduire l'équipement de soudage dans les conditions définies par le mode opératoire. Le soudeur ayant participé à l'agrération du mode opératoire est agréé. Les autres soudeurs, appelés à participer à la construction suivant le même mode opératoire doivent satisfaire à une épreuve comprenant la réalisation d'une soudure bout à bout et d'une soudure d'angle.

3.2.2. Conditions d'exécution de l'épreuve. Se reporter aux points 4.3, 4.5 et 4.6 en se limitant aux essais mentionnés ci-après :

#### 3.2.3. Résultats à obtenir.

##### 3.2.3.1. Examen visuel.

Soudure bout à bout. La surface du cordon doit être régulière, exempte de soufflure, légèrement bombée au-dessus de la surface des tôles; l'épaisseur et la largeur du cordon doivent être uniformes, les tôles adjacentes ne peuvent présenter de morsures et la soudure doit se situer dans l'axe du joint.

Soudure d'angle. Le cordon doit être isocèle, les stries régulières, les tôles adjacentes ne peuvent présenter de morsures. Aucune soufflure n'est tolérée à la surface du cordon.

3.2.3.2. Examen interne (sur soudure bout à bout). Aucun défaut n'est toléré sauf aux extrémités du cordon (25 mm).

3.2.3.3. Essai de fracture (sur soudure bout à bout). L'essai de fracture est effectué comme pour l'agrération du mode opératoire. Aucun défaut n'est toléré.

3.2.3.4. Examen macrographique (sur soudure d'angle). La pénétration doit être positive.

### 4. AGREATION DU MODE OPERATOIRE.

4.1. Généralités. Cette agrération a pour but de vérifier si le mode opératoire proposé permettra d'obtenir en fabrication dans les conditions réelles d'exécution, les caractéristiques mécaniques, la compacité et les tolérances prévues.

4.2. Domaine d'application. Concerne le soudage à l'arc des aciers indiqués en 2.1.

Si deux aciers de nuances différentes sont soudés ensemble, les caractéristiques mécaniques de la soudure correspondent alors au moins à celles du matériau aux caractéristiques les plus faibles, compte tenu des nécessités métallurgiques de l'acier le moins soudable.

4.3. Conditions générales d'exécution des épreuves. L'agrément préalable du mode opératoire est basée sur l'exécution, avant tout commencement de fabrication, d'assemblages d'essai dans certaines conditions analogues à celles de la construction et équivalentes, dans le cas des soudures d'angle.

Dans le cas où le constructeur exécute couramment l'assemblage en question ou s'il a déjà subi avec succès une épreuve analogue, pour la SNCB, cette dernière peut dispenser le constructeur en tout ou en partie des essais d'agrément du mode opératoire.

Des témoins de fabrication peuvent toutefois apporter la preuve que le mode opératoire présenté donne lieu aux résultats demandés.

Le constructeur n'est toutefois pas dispensé d'exécuter tous les essais spéciaux supplémentaires prévus par le cahier des charges particulier de la construction.

4.3.1. Acier de base. Au cas où l'acier prévu pour la construction n'est pas disponible, il est permis d'utiliser un acier de même qualité et de même nuance que celui choisi pour la construction et ayant subi les épreuves de réception.

Les produits ont une épaisseur équivalente à celles rencontrées lors de l'exécution de la construction en considérant toutefois que l'agrément pour une épaisseur "e" implique l'agrément des autres épaisseurs de la construction comprise entre 0,5 e et 1,5 e.

Exemples : soit les épaisseurs principales E suivantes :

1er cas : E = 10 - 14 et 18 mm : 1 assemblage e = 14 mm

2e cas : E = 12 - 38 - 70 mm : 2 assemblages e = 12 et 70 mm

3e cas : E = 8 - 20 - 50 mm : 2 assemblages e = 8 et 35 mm

N.B. Cette règle concernant la validité des épaisseurs des assemblages d'essai n'est évidemment d'application que lorsque le procédé et le mode opératoire de soudage restent d'application pratique dans les limites d'épaisseur admises. Par exemple dans le cas du soudage en passe unique (autre que le procédé Electroslag) ou avec une seule passe de chaque côté de l'assemblage, les limites de validité pour la qualification des épaisseurs réelles de la construction sont ramenées à

$$0,75 e \leq E \leq 1,25 e.$$

4.3.2. Appareils de soudage. Doivent avoir les mêmes caractéristiques que ceux qui seront utilisés lors de la construction.

4.3.3. Produits d'apport. Doivent être du même type que ceux qui seront employés dans la construction et être agréés et réceptionnés suivant art. 2.2. En ce qui concerne les diamètres des métaux d'apport, ils doivent, en principe, être les mêmes que ceux qui seront employés dans la construction. Cependant, il peut se présenter des cas où le constructeur sera amené, en fabrication, à proposer une modification des diamètres, soit pour tenir compte d'imperfections de préparation ou d'accostage inhérentes à toute réalisation industrielle, soit pour lutter contre certains risques de fissuration dus au bridage ou à la rigidité structurale de la construction, soit pour parfaire le remplissage des joints d'épaisseur supérieure à celle de l'assemblage de qualification.

4.3.4. Préparation des joints. La préparation de l'assemblage d'essai est effectuée de la même façon que celle prévue dans la construction. Le constructeur doit présenter en même temps que le programme de soudage, les types de chanfreins et la position de soudage prévus dans la construction en vue de réaliser les essais de la qualification du mode opératoire et les communiquer en 3 exemplaires au bureau qui a passé la commande.

4.3.5. Position de soudage. Le soudage doit être réalisé dans les positions principales pouvant se présenter dans la construction; à savoir : à plat, verticale montante, verticale descendante, en plafond, en corniche.

La position en corniche est assimilée à la position au plafond lorsque ces deux positions se rencontrent dans la construction; cependant, si les travaux comportent la position en corniche et non le plafond, la qualification du mode opératoire a lieu dans la position en corniche.

Pour autant qu'il n'y ait pas de changement de type de produit d'apport, la position au plafond et en corniche couvrent les positions difficiles.

4.3.6. Exécution du soudage. Avant soudage, les assemblages sont poinçonnés par le délégué SNCB. Le ou les soudeurs doivent être préalablement agréés (voir 3). Ils sont choisis parmi ceux désignés pour l'exécution de l'ouvrage.

Les assemblages d'essai sont exécutés en respectant la séquence du joint et dans une mesure raisonnable les paramètres de soudage qui sont prévus dans la construction. Les assemblages exécutés en soudage manuel et semi-automatique doivent nécessairement comporter des reprises.

La régime thermique devrait être analogue à celui de la construction. Cependant, cette condition peut être difficile à respecter si les dimensions de la construction sont considérables par rapport à celles de l'assemblage d'essai. Il importe



donc d'imposer une limite supérieure au régime thermique réalisé. La cadence de soudage doit être telle qu'avant de déposer chaque passe, la température à 30 mm de part et d'autre du joint d'assemblage, mesurée au milieu de l'assemblage d'essai, ne dépasse pas la valeur prévue pour le préchauffage ou, s'il n'y a pas de préchauffage prévu, la valeur de 50°C pour le soudage manuel et 100°C pour le soudage semi-automatique et automatique. Il est également possible que le mode opératoire proposé pour la réussite du soudage de la construction prévoit un régime thermique particulièrement bas. Dans ce cas, ce dernier régime sera respecté entre les passes de soudure de l'assemblage d'essai.

4.3.7. Traitement thermique. Si un tel traitement est prévu pour l'ouvrage l'assemblage d'essai doit subir le même traitement.

4.4. Résultats insuffisants. Si les résultats des épreuves de qualification du mode opératoire ne sont pas satisfaisants, il appartient au constructeur d'en rechercher les causes et d'apporter au mode opératoire, les modifications correspondantes en vue d'une nouvelle qualification.

4.5. Confection de l'assemblage d'essai. Découper les tôles de façon que le long côté soit perpendiculaire au sens de laminage et les assembler suivant le long côté.

4.5.1. Soudure bout à bout.

- Soudage manuel à l'électrode. 2 tôles de 150 x 450 mm.
- Soudage semi-automatique. 2 tôles de 200 x 750 mm.
- Soudage automatique. 2 tôles de 300 x 1000 mm.

N.B. Voir aussi les particularités de confection indiquées en 4.6.1.2.6 et 4.6.1.2.7.

4.5.2. Soudure d'angle. Les tôles ont les dimensions indiquées au 4.5.1. Les épaisseurs  $e$  et  $e'$  sont les épaisseurs maximales normalement associées dans la construction.

Soudage manuel à l'électrode (fig. 7 a).

Deux cas sont à distinguer :

- Assemblage dont le dessin laisse subsister une solution de continuité pour une partie de l'assemblage, dans un seul angle: ne déposer que la première passe; prélever les éprouvettes de fracture et de dureté sous cordon dans cette partie; prélever les coupes macrographiques dans le restant.
- Assemblage sans solution de continuité : déposer partout une soudure complète et ne prélever que des coupes macrographiques.

Soudage semi-automatique (fig. 7 b) et soudage automatique (fig. 7 c). Si plusieurs passes sont prévues soumettre la première à un examen magnétoscopique ou par ressuage; si la température est supérieure à 100° opérer cet examen par magnétosco-

pie à la poudre sèche. Prélever des coupes macrographiques.

4.5.3. Soudures complexes. Pour certaines constructions complexes, la SNCB se réserve le droit d'exiger que l'assemblage d'essai soit constitué par des éléments constitutifs analogues à ceux de la construction.

4.6. Exécution des essais.

4.6.1. Soudure bout à bout.

4.6.1.1. Examen non destructif. A opérer **préalablement au découpage**.

4.6.1.1.1. Examen visuel. Vérifier si l'aspect extérieur est satisfaisant suivant les résultats à obtenir (4.7.1.1.1.).

4.6.1.1.2. Examen interne. Comporte un examen radiographique ou gammagraphique. Dans certains cas, d'autres méthodes d'investigation peuvent être employées, telles que magnétoscopie, ressuage, etc moyennant accord préalable du délégué de la S.N.C.B. Pour ce qui est de l'examen radiographique, voir 7.3.2.3.

4.6.1.2. Essais destructifs.

4.6.1.2.1. Traction transversale. L'éprouvette est représentée à la fig. 1. Le rayon varie avec l'épaisseur.

e	r
0 à 10	24
➤ 10 à 16	40
➤ 16 à 30	60

Pour les épaisseurs égales ou inférieures à 30 mm, prélever une éprouvette d'épaisseur e; pour les épaisseurs supérieures à 30 mm, 2 éprouvettes; pour les épaisseurs supérieures à 60 mm, 3 éprouvettes (Voir fig. 2).

Les éprouvettes sont usinées, la face extérieure à sa sur-épaisseur de soudure arasée.

Si besoin est, redresser l'éprouvette déformée à une température inférieure à celle du traitement thermique de la construction à laquelle elle appartient. Ce redressage doit se faire avant le traitement thermique final. Si la construction ne doit pas subir de traitement thermique, redresser à froid pour autant que les déformations soient peu importantes.

4.6.1.2.2. Dureté du métal déposé. Mesurer la dureté HB (NBN 117.031) ou HV (NBN 117.033) sur l'éprouvette de pliage, sur le côté comprimé et avant essai; d'une part, dans le métal de base, d'autre part, dans le métal déposé dans l'axe de la soudure.

**4.6.1.2.3. Pliage du joint soudé.** Appliquer la NBN 117.02. Découper les éprouvettes perpendiculairement à la direction de la soudure. Par rabotage, ramener la largeur des éprouvettes à 1,5 fois l'épaisseur, avec un minimum de 35 mm. Conserver toute l'épaisseur dans les produits de 30 mm et moins.

Pour des épaisseurs supérieures, ramener l'épaisseur "a" des éprouvettes à 30 mm par rabotage de la face comprimée. Raboter également le plat support éventuel.

Préparer la face tendue en dressant en long la surface jusqu'à suppression de toute irrégularité ou sillon transversal (en cas de pièce dénivelée, éliminer le métal excédentaire). Arrondir les angles de la face tendue à un rayon de 5 mm au plus.

Nuance de l'acier	Diamètre D du mandrin	Ecartement E des rouleaux
A 37	2 a	5 a
A 52 et assimilés	4 a	7 a

Pour les épaisseurs inférieures à 6 mm, l'éprouvette est échancrée comme représenté à la fig. 3.

Pour les joints à préparation symétrique telle que le X, effectuer un seul essai de pliage, la face tendue étant choisie par le délégué de la S.N.C.B.

Pour les joints à préparation asymétrique telle que le V, plier une éprouvette à l'endroit et une deuxième à l'envers.

Remarque : Ecarter les éprouvettes où l'action du poinçon s'est déportée par rapport à l'axe de la soudure.

**4.6.1.2.4. Pliage sur tranche.** (Pour les joints en K ainsi que d'autres types tels que soudure sur semelle nervurée, recharges, etc.).

Prélever une éprouvette de 10 mm d'épaisseur, ayant comme largeur l'épaisseur du produit. Enlever les surépaisseurs de soudure sur les faces latérales. Arrondir les arêtes de la face tendue au rayon de 5 mm (fig. 4).

Opérer le pliage suivant NBN 117.02, le diamètre D du mandrin étant de 40 mm, l'écartement entre rouleaux de 70 mm et la soudure étant à cheval sur le mandrin.

**4.6.1.2.5. Résilience.** (Pour les constructions des classes I et II et produits de 7 mm et plus d'épaisseur). Voir fig. 5.

Prélever les éprouvettes transversalement à la soudure, c.à.d. avec l'entaille perpendiculaire à la surface du produit

fig. 5. Prélever 4 éprouvettes aussi près que possible de la peau de la pièce située du côté des dernières passes de soudure, l'entaille coïncidant avec l'axe du joint. Prélever 4 autres éprouvettes à mi-épaisseur l'entaille étant à cheval sur la zone de liaison; si le joint est symétrique prélever ces 4 éprouvettes dans l'autre demi-épaisseur.

Appliquer la NBN 117.04 (entaille en V) avec, pour les épaisseurs de 7 à 10 mm, une largeur d'éprouvette voisine de l'épaisseur du produit.

Effectuer l'essai à  $-20^{\circ}\text{C}$  pour la classe I ou  $0^{\circ}\text{C}$  pour la classe II.

4.6.1.2.6. Dureté sous cordon. (Lorsque l'acier de base est susceptible de durcissement par trempe c.à.d.  $R \geq 50 \text{ kg/mm}^2$ ).

Dans ce cas une extrémité de l'assemblage ne comporte sur une longueur de 50 mm que la passe de fond. Effectuer une coupe à mi-longueur de ce tronçon, polir et attaquer avec un réactif approprié afin de faire apparaître les diverses zones du métal. Pratiquer des essais de dureté HV suivant NBN 117.033 en des points alignés à intervalles rapprochés intéressant le métal de base, la zone de transition et le métal déposé.

4.6.1.2.7. Essai de fissilité. (Pour le soudage automatique et semi-automatique, sous flux ou sous protection gazeuse).

Exécuter un assemblage spécial constitué de 2 tôles de 500 x 150 mm d'épaisseur conforme au 4.3, mais non inférieure à 20 mm, en acier de la construction, suivant fig. 6. Les deux tôles sont accostées sans jeu et attachées aux extrémités avec une électrode basique d'un diamètre de 4 mm par des tirets de 30 mm, puis clamées. Déposer une seule passe de soudure dans le fond du chanfrein avec les produits de soudure prévus pour la construction et dans les conditions thermiques définies au 4.3. mais en modifiant, dans un sens défavorable, les paramètres officiellement proposés :

- courant de soudage : de plus d'environ 10%;
- tension d'arc : de moins environ 7%;
- vitesse de soudage : de plus d'environ 10%;
- inclinaison du fil : mesurée par l'angle compris entre le fil et le plan de la soudure déjà exécutée de plus de + 15 %.

Extraire le joint soudé par deux coupes situées à 30 mm de part et d'autre de l'axe du joint. Prélever une coupe macrographique à 50 mm avant le cratère final et rechercher les fissures. Dans le cas où aucune fissure n'est constatée, le restant du joint est radiographié et de nouvelles coupes sont effectuées suivant les indications radiographiques ou, à défaut d'indications, conformément à la fig. 6. La soudure est considérée comme

fissurée même si la fissure n'a que 1 mm de hauteur. Les fissures dans les cratères d'extrémité ne sont pas retenues.

Si le mode opératoire de soudage à agréer comporte plusieurs combinaisons de paramètres, l'essai de fissilité doit être répété pour chacune d'elles.

#### 4.6.2. Soudure d'angle.

##### 4.6.2.1. Examen non destructif.

4.6.2.1.1. Examen visuel. Vérifier si l'aspect extérieur est satisfaisant suivant les résultats à obtenir (4.7.2.1.1.).

4.6.2.1.2. Examen interne. L'examen magnétoscopique ou par ressuage sont généralement les seuls possibles et peuvent faire l'objet d'un accord préalable de la SNCB.

##### 4.6.2.2. Essais destructifs.

4.6.2.2.1. Essai de fracture. Découper un tronçon de 200 mm dans l'assemblage d'essai, rabattre les tôles l'une sur l'autre, au marteau ou à la presse, de manière à mettre la racine de la soudure sous traction. Si cette soudure a une forme peu favorable à la fracture suivant le plan bissecteur, y remédier, soit en déposant une légère passe de soudure le long des deux lignes de raccord avec les tôles, soit en entamant la soudure, à la scie, dans son plan bissecteur. Examiner la cassure en ce qui concerne la pénétration au fond de l'angle et les autres défauts de compacité, tels que collages, soufflures et inclusions (4.7.2.2.1.).

Utilisant une règle graduée, déterminer "S" la surface totale de la section rompue et "s" la surface totale des défauts de compacité observée.

4.6.2.2.2. Examen macrographique. Prélever une éprouvette de 25 mm de longueur dans l'assemblage d'essai. Dresser les deux coupes de l'éprouvette, polir et attaquer au moyen d'un réactif approprié, de façon à faire apparaître nettement les différentes zones : acier de base, zone de liaison et métal déposé ainsi que les défauts éventuels.

4.6.2.2.3. Dureté sous cordon. Opérer comme au point 4.6.1.2.6.

##### 4.6.2.2.4. Essai de fissilité.

Soudage manuel à l'électrode. Confectionner une éprouvette séparée de 200 mm de longueur, conformément à la procédure ci-après :

Déposer un premier cordon dans les conditions prévues dans la construction. Dans les 5 secondes qui suivent, déposer un second cordon dans le deuxième angle, dans le sens opposé au premier. La vitesse d'avancement pour le dépôt du second cordon est de 20% plus élevée, c.à.d. que sa hauteur ne doit valoir que 0,8 fois

celle du premier.

Examiner les deux soudures d'angle à la loupe ou à l'aide de toute autre méthode adéquate (ressuage, par exemple) pour y déceler les fissures éventuelles. Enlever le premier cordon par usinage ou gougeage et casser le deuxième cordon en rabattant les tôles l'une sur l'autre, au marteau ou à la presse <sup>1</sup>, de manière à mettre la racine du cordon sous traction. Relever la présence de fissures sauf celles de cratère.

Soudage automatique et semi-automatique sous flux ou sous protection gazeuse. Se baser sur l'essai d'une soudure bout à bout (4.6.2.2.4).

#### 4.7. Résultats à obtenir.

##### 4.7.1. Soudure bout à bout.

##### 4.7.1.1. Examen non destructif.

4.7.1.1.1. Contrôle visuel. Les cordons doivent avoir la forme et les dimensions demandées par les dessins. L'annexe I donne les tolérances admises. Noter que les nombres indiqués sont des mm sauf les coefficients sans dimension. Si plusieurs conditions figurent dans un rectangle, la moins sévère d'entre elles est à choisir. Toute condition figurant dans un cercle constitue une limite à ne jamais dépasser.

Dénivellations (fig. 1 à 7). 3 cas peuvent se présenter; dans les 2 premiers, l'alignement est effectué sur l'envers de la soudure principale où le défaut d'alignement est mesuré après exécution du soudage.

Cas 1. La soudure n'est pas reprise à l'envers (fig. 1): la dénivellation est désignée par la lettre a; si les éléments assemblés sont d'épaisseurs différentes, la dénivellation est également désignée par la lettre a dans le cas où elle existe du côté de la pièce la plus épaisse (fig. 2), par b dans le cas contraire (fig. 3).

Cas 2. La soudure est reprise à l'envers (fig. 4): la dénivellation est désignée par la lettre c; si les éléments assemblés sont d'épaisseurs différentes, la dénivellation est également désignée par la lettre c dans le cas où elle existe du côté de la pièce la plus épaisse (fig. 5) et d dans le cas contraire (fig. 6).

Cas 3. Dans le cas d'assemblage de 2 produits d'épaisseurs inégales c'est l'alignement de lignes neutres qui est prévu (fig. 7), l'écart est également désigné par la lettre d et est déduit de la dénivellation mesurée à l'envers de l'assemblage.

Les dénivellations a, b, c, d, ont des tolérances différentes dans chaque classe.

Brisures locales (fig. 8 et 9, quotient P 1). Pour la mesure tenir compte des dénivellations éventuelles.

Pentes de raccordement (fig. 10 et 11, quotient P 2). Lorsque deux éléments d'épaisseurs différentes ( $E > e$ ) sont à assembler.

Les fig. 12 à 15 représentent deux autres solutions pour raccorder des éléments d'épaisseurs inégales.

Largeur. Ne peut dépasser 1,5 fois l'épaisseur de la tôle soudée en soudage manuel et 2 fois en soudage automatique. Les cas particuliers sont soumis au délégué de la S.N.C.B.

Surépaisseur et bourrelets (fig. 16 à 18, symbole s et g).

Manque d'épaisseur (fig. 19 à 21) à l'endroit (symbole t 1) ou à l'envers (symbole t 2).

Caniveaux et morsures d'arc (fig. 22 à 24, symbole k). La signification des degrés (longueur et fréquence) est la suivante :

Tolérances	degré a	degré b	degré c
Longueur maximale d'un défaut continu	20 mm	40 mm	60 mm
Deux défauts voisins forment défaut continu si l'intervalle qui les sépare est inférieur à n fois la longueur du plus court d'entre eux n =	6	6	3
Sur une longueur de 300 mm de soudure, pas de longueur cumulée de défauts supérieure à	40 mm	60 mm	80 mm

Les valeurs pour la longueur cumulée indiquées dans le tableau sont à multiplier par le rapport  $L/300$  lorsque la soudure investiguée à une longueur totale L inférieure à 300 mm.

Manque de pénétration et de liaison des soudures non reprises (fig. 25 et 26, symbole m). Les manques de pénétration et les manques de liaison simultanés ajoutent leurs effets. Le principe des tolérances est le même que ci-dessus.

4.7.1.1.2. Examen interne. En aucun cas, il n'est admis de fissures dans les soudures.

Les autres tolérances sont reprises dans le tableau ci-dessous. Les manques de pénétration et les manques de liaison simultanés ajoutent leurs effets. La définition des degrés est indiquée plus haut.

Désignations		Tolérances			
		Classe IV	Classe III	Classe II	Classe I
Inclusions	Longueur et fréquence	degré c	degré b	degré a	0
Manque de pénétration et de liaison	profondeur	$\leq 0,5$ ou $\frac{e}{10}$ (5)	$\leq 0,5$ ou $\frac{e}{10}$ (5)	0	0
	Longueur et fréquence	degré c	degré a		
Soufflures	se référer à la collection de références de l'IIS (n° 5 et 11).				

A titre indicatif, des indications supplémentaires au sujet de l'interprétation des radiographiques sont données par :

- la norme NEN 62, chap. IV "Interprétation générale des essais";
- la collection de radiographiques de références de l'I.I.S.;
- la collection de l'A.S.M.E.;
- la collection de l'A.S.T.M., etc...

#### 4.7.1.2. Essais destructifs.

4.7.1.2.1. Traction transversale. La résistance à la rupture doit être au moins égale au minimum exigé pour le métal de base.

4.7.1.2.2. Dureté du métal déposé. Ne peut excéder de plus de 65 unités Brinell ou Vickers la dureté de l'acier de base mesurée au voisinage de la soudure, mais en dehors de la zone influencée. En cas d'assemblage de deux matériaux différents, cette règle se rapporte au métal de base le plus dur.

4.7.1.2.3. Pliage. Aucune crique ou fissure dans la zone de jonction ni dans le métal de base adjacent ne peut se produire après exécution du pliage. De petites criques superficielles qui ne s'étendent pas en profondeur quand le pliage progresse ne sont pas considérées comme défauts.

4.7.1.2.4. Résilience. Si la moyenne des résultats obtenus sur chaque série de quatre éprouvettes est supérieure ou égale à 3,5 kgm/cm<sup>2</sup> et trois valeurs au moins égales ou supérieures à 3,5 kgm/cm<sup>2</sup>, l'essai est satisfaisant.

Si la moyenne des résultats obtenus sur quatre éprouvettes est supérieure ou égale à 3,5 kgm/cm<sup>2</sup> et deux valeurs inférieures à 3,5 kgm/cm<sup>2</sup> dont une seule peut être inférieure à 2,5 kgm/cm<sup>2</sup>, les essais sont poursuivis avec 4 nouvelles éprouvettes. L'essai est considéré comme satisfaisant si la moyenne des 8 éprouvettes



est supérieure ou égale à 3,5 kgm/cm<sup>2</sup> et 5 valeurs au moins étant supérieures ou égales à 3,5 kgm/cm<sup>2</sup> et dont une seule valeur peut être inférieure à 2,5 kgm/cm<sup>2</sup>.

Dans les autres cas, le résultat est inacceptable.

4.7.1.2.5. Essai de dureté sous cordon. En aucun point de l'assemblage, la dureté HV<sub>30</sub> ne peut dépasser 350 unités.

4.7.1.2.6. Essai de fissilité. Aucune fissure n'est tolérée.

4.7.2. Soudure d'angle.

4.7.2.1. Examen non destructif.

4.7.2.1.1. Examen visuel. Les cordons doivent avoir la forme et les dimensions demandées par les dessins. L'annexe II donne les tolérances admises, les symboles ayant la signification indiquée sous 4.7.1.1.1.

Allongement éventuel du cordon (fig. 1 à 4. Symboles C1 ou C2).

Bombement (fig. 5 à 8. Symbole **S**. Soudure en angle intérieur ou à recouvrement.

N.B. Pour les soudures en angle extérieur le bombement est favorable et n'est pas limité.

Aspect.

- En classe I le cordon doit être bien régulier et d'aspect lisse et bien raccordé aux faces de l'angle de l'assemblage; le cas échéant, le raccordement peut être parachevé.

- En classe II le cordon doit être régulier sans cratère ni soufflures apparentes.

- En classe III le cordon peut présenter des irrégularités mais ne doit comporter ni cratère ni soufflures apparentes.

- En classe IV pas de conditions particulières.

Gorge (fig. 5 à 8 symbole a').

Caniveaux et morsures d'arc (fig. 9 à 12 symbole k). Pour la signification des degrés (longueur et fréquence) voir 4.7.1.1.1.

4.7.2.1.2. Examen interne. Voir 4.7.1.1.2.

4.7.2.2. Essais destructifs.

4.7.2.2.1. Essai de fracture.

Classes	I	II	III	IV
s/S en ‰ maxi	2	4	6	15

4.7.2.2.2. Examen macrographique. La somme des diamètres des soufflures ne peut dépasser 3 mm.

Les résultats à obtenir sont données par le tableau ci-après (voir fig. 8) :

Classe	I	II	III	IV
Manque de liaison m	0	$\frac{a'}{5}$ ②	$\frac{a'}{4}$ ④	$\frac{a'}{3}$
Jeu j	$j < \frac{e}{20} + 1$ ②		$\frac{e}{5} + 1$ ②	libre

Dans le cas du soudage semi-automatique et automatique, la pénétration au sommet de l'angle doit intéresser tous les éléments assemblés; il doit notamment y avoir fusion complète de l'arête de chaque pièce ayant sa face terminale dans le joint.

4.7.2.2.3. Essai de dureté sous cordon. Voir par. 4.7.1.2.5.

4.7.2.2.4. Essai de fissilité. Aucune fissure n'est tolérée.

## 5. CONCEPTION DE L'OUVRAGE.

Les principes généraux et recommandations relatifs à la conception de l'ouvrage repris à la NBN 204 et aux documents CECM sont d'application.

Dans le choix des types d'assemblages, on doit :

- s'efforcer de concevoir des cordons accessibles et facilement soudables;
- assurer la continuité de la forme et de la transmission des efforts. Les variations de forme doivent être progressives, les effets d'entaille sont à proscrire;
- éviter un nombre exagéré de cordons affectant un volume limité de matière ainsi que l'intersection de cordons de soudure;
- prévoir une pénétration totale de la soudure.

On ne pourra, dans la résistance d'un assemblage, tenir compte des soudures exécutées dans de mauvaises conditions, par exemple des soudures dont l'ouverture d'angle est inférieure à 60°.

## 6. EXECUTION DE L'OUVRAGE.

6.1. Généralités. Les principes généraux et recommandations relatifs à l'exécution de l'ouvrage repris à la NBN 207 et aux documents CECM sont d'application.

6.2. Préparation des pièces à souder.

6.2.1. Remarque importante. Lors de la préparation des pièces, le constructeur doit prévoir les surlongueurs nécessaires pour que, compte tenu des retraits, les pièces terminées de soudure soient conformes au point de vue dimensions. Le rabotage systématique de pièces débitées trop courtes n'est pas admis.

6.2.2. Soudage à l'arc et au gaz. Le découpage et le chanfreinage peuvent être effectués par les procédés suivants.

A la cisaille, au grugeoir et au chalumeau à main. Il est nécessaire de réserver un excédent de matière suffisant pour que toute trace de métal altéré (écroui ou brûlé) ainsi que toute irrégularité importante de surface puissent être éliminées des coupes ou des chandreins à souder. Cette élimination se fait par usinage à la scie, à l'étau-limeur, à la fraiseuse ou à la meule (pour autant que le meulage ne soit pas grossier). Le burinage pneumatique est également autorisé si l'exécution est confiée à un ouvrier qualifié et si les outils sont choisis en fonction du travail à exécuter et affûtés avec soin.

Dans le cas du cisailage ou du grugeage, le métal écroui est enlevé sur une profondeur de 3 à 4 mm. Toutefois, pour les aciers doux (Rr 35 à 47 kg/mm<sup>2</sup>), un simple meulage peut être jugé suffisant pour les éléments de 7 à 10 mm d'épaisseur tandis que la soudure peut être autorisée sur bords cisailés bruts pour les épaisseurs inférieures à 7 mm. S'il désire bénéficier de cette tolérance, le constructeur doit obtenir l'autorisation du fonctionnaire surveillant ou de son délégué qui jugera d'après l'aspect des coupes réalisées. Les coupes doivent être nettes, exemptes d'arrachement, de matage ou d'écrouissage.

A la scie, à la fraiseuse, à l'étau-limeur, à la meule, au burin pneumatique et au chalumeau découpeur guidé mécaniquement et commandé automatiquement. Avec ces appareils, il n'est pas nécessaire de laisser subsister un excédent de matière.

L'utilisation du burin pneumatique est autorisée aux conditions exprimées ci-dessus. Les opérations au chalumeau doivent être suivies d'un enlèvement de la couche d'oxyde au moyen d'une brosse métallique.

Autres procédés. Leur utilisation doit faire l'objet d'une autorisation préalable de la SNCB, après réalisation d'un programme d'essais portant sur le métal de base ainsi préparé, ainsi que sur l'aspect et la qualité des soudures réalisées.

Au moment de l'emploi des pièces, quel que soit le procédé de préparation qui ait été utilisé, les chanfreins et leur voisinage immédiat doivent être propres, exempts de rouille, peinture, graisse, huile, chaux de traçage, sels divers et autres impuretés.

6.2.3. Soudage automatique et semi-automatique.

Les modes de préparation et de nettoyage doivent faire l'ob-

jet d'un accord préalable du délégué de la SNCB. Ils doivent être plus soignés que pour le soudage manuel; aussi le chalumeau à main est interdit.

#### 6.2.4. Tolérances sur la préparation des chanfreins pour soudage à l'arc.

##### 6.2.4.1. Soudage manuel.

##### 6.2.4.1.0. Electrodes à pénétration normale.

Préparation des pièces. Voir Annexe III.

##### Accostage des pièces.

- Dénivellation des becs de chanfrein (fig. 9) : tolérance 1,5 mm.
- Dénivellation des éléments en surface: se référer aux tableaux des tolérances 4.7.1.1.1. et 4.7.2.1.1.

##### 6.2.4.1.1. Electrodes à forte pénétration.

Soudage d'un seul côté. Le soutien est obtenu par métal déposé avec une électrode à pénétration normale.

Soudure bout à bout : écartement entre bords 1 à 2 mm.

Soudure d'angle : écartement entre bords de 1 à 2 mm.

##### Soudage de deux côtés.

Joint	Exécution	Epaisseur		Ecartement
		au-delà de	jusqu'à	
Bout à bout	Une passe de chaque côté	6	10	$0,25 \pm 0,25$
		10		$2,5 \pm 0,5$
En angle	id.	5	10	$0,25 \pm 0,25$
		10		$2,5 \pm 0,5$

Remarque : Même si un écartement entre les tôles n'est pas requis par les conditions de pénétration, cet écartement est néanmoins fort utile sinon indispensable pour permettre au soudeur de bien suivre le joint à travers son écran. En effet, s'il s'en écarte, il est possible que les deux zones de pénétration ne se recouvrent pas et qu'elles laissent dans le centre de la tôle une partie non soudée, bien que la profondeur de chacune d'elles soit suffisante pour qu'il n'y ait aucun défaut. Dans le cas où le joint doit absolument être préparé sans aucun écartement, il y a lieu d'abattre légèrement l'arête des tôles pour rendre bien visible l'emplacement du joint.

##### 6.2.4.2. Soudage automatique et semi-automatique.

##### Joint bout à bout.

- sur les angles :  $\pm 5^\circ$ .

- sur l'écartement des bords parallèles :  $\pm 10\%$  de l'épaisseur de la plus mince des pièces à assembler avec un minimum de 0,5 mm et un maximum de 1,5 mm; dans le cas de soudure sur support de soudure manuelle ou de support constitué de flux, la tolérance est portée à  $\pm 20\%$ , les valeurs maximales et minimales n'étant pas modifiées.

Sur la hauteur et la position des méplats :  $\pm 1$  mm.

Dans le cas d'un support métallique (non obtenu par soudage manuel), il ne peut exister aucune différence de niveau entre les arêtes des bords du joint qui se trouvent en contact avec ce support; le contact doit être réalisé en tous points.

### Joint d'angle.

Sur l'écartement de l'arête à fondre à la face de l'autre pièce:  $\pm 10\%$  de l'épaisseur de l'élément dont la tranche est fondue entièrement ou en partie par la soudure, avec un minimum de 0,75 mm et un maximum de 1,5 mm.

## 6.3. Montage des pièces.

6.3.1. Gabarits. Le constructeur doit disposer de mannequins, gabarits et manipulateurs permettant la mise en place exacte relative des pièces de la construction et une position optimum pour une soudure convenable. Le document D-24 de la CECM indique les conditions à remplir par un gabarit bien étudié.

Les délégués de la SNCB auront le droit d'exiger que les gabarits satisfassent, notamment, aux conditions suivantes :

- Etre robustes et suffisamment rigides de manière à ne pas se déformer sous l'action des efforts auxquels ils sont soumis pendant le montage des pièces, le pointage et éventuellement pendant le soudage. Ces efforts dépendent d'ailleurs des programmes de pointage et de soudage adoptés;

- Permettre un placement suffisamment précis des éléments à assembler;

- Permettre la réalisation sans gêne du programme de pointage et (ou) de soudage;

- Pouvoir être mis dans une position favorable à l'exécution des soudures dans les meilleures conditions d'emploi de l'électrode utilisée;

- Ne pas s'échauffer ni se déformer de lui-même si le soudage est exécuté dans le gabarit;

- Permettre un enlèvement facile et sans coincement des pièces terminées de manière à éviter les déformations des pièces et des gabarits.

6.3.2. Outillage de montage. La note technique D-24 de la CECM donne des indications sur les outillages de montage couramment utilisés. Les outillages de montage sont utilisés pour maintenir sur les gabarits et sur les mannequins les éléments constitutifs de l'assemblage pendant le pointage et (ou) pendant le soudage. Tout montage provisoire nécessitant des trous à boucher ultérieurement dans les pièces à souder est pros crit. Les montages doivent être judicieusement étudiés pour assurer la rigidité voulue, tout en permettant le maximum de libre dilatation et de retrait afin de ne pas créer des tensions de retrait dangereuses.

Il est défendu d'utiliser toute disposition de montage qui empêche le retrait ou qui prévoit la fixation sur les éléments de l'assemblage de pièces soudées provisoirement et qui doivent être enlevées après terminaison du travail.

L'enlèvement après soudage, des moyens provisoires d'assemblage ne peut être préjudiciable au travail exécuté.

6.3.3. Pointage. Il est parfois nécessaire de procéder au pointage des pièces. Cette opération consiste à rendre les pièces solidaires par des points de soudure provisoires. Lorsque possible, le pointage s'exécute à l'envers du cordon principal. Le pointage se fait sur des pièces non bridées. La longueur et l'écartement des points sont choisis judicieusement en tenant compte des dimensions des pièces à souder. Pour l'exécution de ces points, il faut suivre une séquence qui permette d'éviter leur fissuration ainsi que la naissance de tensions résiduelles dans la construction. Le pointage ne doit pas nécessairement être réalisé par un soudeur agréé. Les pointeurs devront néanmoins faire la preuve qu'ils sont aptes à déposer des points de soudure de qualité. A cet effet, ils devront réaliser une pièce d'épreuve simple consistant en la réalisation d'une soudure d'angle acceptable. Nonobstant la réussite de cette épreuve, les délégués de la SNCB conservent le droit d'écarter un pointeur dont le travail ne donnerait pas satisfaction.

Dans les constructions de classe I, les points doivent être supprimés au fur et à mesure de l'avancement du soudage. Dans les autres constructions, il est permis d'effectuer une soudure définitive sur un point de fixation provisoire, à condition que celui-ci ne soit pas fissuré et ne présente aucun défaut; dans ce cas, le point doit être considéré comme une première passe locale de la soudure définitive et, avant le dépôt de celle-ci, la surface du point doit être soigneusement décapée à la brosse métallique comme il est dit pour l'exécution des soudures en plusieurs passes. Dans tous les cas, tout point provisoire fissuré (ou présentant des défauts) situé à l'emplacement d'une soudure définitive doit être soigneusement enlevé par tout procédé mécanique avant l'exécution de celle-ci.

6.4. Programme de soudage. Avant de passer à l'exécution des parties soudées du matériel roulant, le constructeur doit établir un programme de soudage et le communiquer en 3 exemplaires au bureau qui a passé la commande. Des croquis explicatifs accompagnent

le programme de soudage qui doit comprendre les travaux en sous-chaînes et en chaînes.

Le programme de soudage spécifie notamment :

Pour chaque cordon :

- en soudage manuel : la nature et l'épaisseur du métal de base, les préparations, la position de soudage, le type et le diamètre des électrodes ou du métal d'apport utilisé, l'ordre dans lequel les passes sont déposées, la direction du dépôt, les reprises à l'envers, les préparations en vue de ces reprises et l'emploi éventuel de supports à envers (slip-joint). Des dispositions spéciales doivent être prises pour éviter les soudures en position difficile (verticale, au plafond) et les soudures difficilement accessibles. Si malgré tout, il reste des soudures à réaliser dans une position difficile, les soudeurs qui les exécuteront devront être d'une qualification correspondant à la difficulté.

- en soudage automatique ou semi-automatique à l'arc : le mode opératoire, la nature et l'épaisseur du métal de base, les préparations, le type et le diamètre du fil et le type de flux ou de gaz.

Pour chaque ensemble soudé :

- l'ordre de succession de la réalisation des joints soudés. Cet ordre est établi de manière à réduire les efforts secondaires internes (tensions résiduelles) et les déformations dues aux inégalités de retrait;

- les précautions spéciales qui sont prises pour éviter ou pour diminuer ces efforts secondaires et ces déformations de retrait;

- les retournements de pièces ou les gabarits tournants prévus pour éviter les soudures en position difficile;

- les phases de fabrication après lesquelles le contrôle non destructif des soudures peut être systématiquement effectué;

- les soudures à parachever;

- éventuellement, les traitements thermiques à réaliser (voir 6.7).

Au programme de soudage sont éventuellement annexées des propositions de modification d'assemblages ou de groupes d'assemblages ayant pour but :

- d'améliorer la conception en ce qui concerne l'effet d'entaille, les soudures à recouvrement et les accumulations locales de soudures; de réduire les efforts secondaires et les déformations de retrait; d'éviter ou de faciliter les soudures en position difficile; de faciliter le contrôle non destructif des soudures.

Après examen du programme de soudage, la SNCB communique au constructeur ses observations et contre-propositions. Nonobstant cette intervention de la SNCB, le constructeur garde l'entière responsabilité des travaux qu'il exécute.

Les modifications apportées au programme de soudage en cours d'exécution du travail doivent être portées à la connaissance du fonctionnaire surveillant ou de son délégué. Le programme de soudage est mis à jour et le programme définitif est envoyé en 3 ex. également au bureau qui a passé la commande.

### 6.5. Exécution des soudures.

Les soudeurs et les pièces à souder sont protégés contre les intempéries (pluie, vent, neige, froid, etc...).

La température ambiante des locaux dans lesquels on soude doit être au moins de 0°C pour les aciers doux et au moins de 5°C pour les aciers demi-durs. Si la température ambiante est inférieure aux minima ci-dessus, le travail de soudage doit être suspendu à moins que des dispositions ne soient prises pour préchauffer les pièces. Le préchauffage doit intéresser une zone suffisamment étendue de manière à éviter le refroidissement brusque. La température des pièces au moment du soudage doit être de 50°C au moins. Si nécessaire, le préchauffage est poursuivi pendant l'exécution des premières passes et même jusqu'à terminaison de la soudure.

Des mesures adéquates sont prises pour empêcher le refroidissement brusque (à l'eau par ex.) des cordons déposés.

Les extrémités des soudures bout à bout sont particulièrement soignées. Dans certains cas, les délégués de la SNCB peuvent exiger de commencer et de terminer la soudure en dehors de la longueur utile du joint en prévoyant à chaque extrémité des appendices qui contiennent les fins de cordons et qui sont enlevés au chalumeau obligatoirement suivi d'un meulage ou mécaniquement après l'exécution complète du joint.

Deux cordons d'angle latéraux, alignés de part et d'autre d'un élément sont raccordés à leurs extrémités par des retours s'étendant sur l'épaisseur de l'élément.

Pour les soudures en plusieurs passes, avant dépôt d'une passe couvrante, la passe sous-jacente est nettoyée énergiquement à la brosse métallique de façon à obtenir une surface propre. Si cette passe sous-jacente présente des inclusions de scories, des piqûres, des souillures, des gouttes froides, des sillons étroits, elle doit être rafraîchie à la meule, à la fraise, au burin ou à la lime de manière que ces défauts disparaissent et que la passe couvrante se fasse partout sur métal sain. Si une passe contient des fissures, il faut enlever le métal fissuré jusqu'au-delà de l'extrémité visible de la fissure et ressouder en employant un mode opératoire évitant la fissuration. En outre les mesures particulières suivantes seront prises.



6.5.1. Soudage manuel à l'arc. L'alimentation, les postes de soudage et les réglages doivent être appropriés aux travaux à réaliser. Les pinces porte-électrodes doivent être propres au contact des électrodes. Les électrodes sont tenues à l'abri de l'humidité ou préchauffées suivant les indications du fournisseur. L'amorçage ne peut se faire que dans le joint, sur appendice, ou sur une pièce prévue à cet effet.

Si la reprise à l'envers est exigée, elle est précédée obligatoirement d'un gougeage. Dans certains cas, la délégué de la SNCB peut autoriser la reprise sans gougeage. L'envers de la soudure doit alors être nettoyé énergiquement à la brosse métallique de façon à obtenir une surface propre. Le gougeage doit enlever les défauts inhérents à la première passe déposée dans le fond du joint, notamment le manque de pénétration, les fissures éventuelles, les cratères d'extrémité, les cordons de pointage, etc. En général, le gougeage s'effectue au marteau pneumatique à l'aide d'une gouge arrondie ou à la meule et doit être pratiqué avec des outils bien affûtés et de forme convenable afin d'éviter un matage sous lequel les défauts ou leurs racines pourraient subsister sans être perceptibles extérieurement.

La forme de la rainure résultant du gougeage doit être soignée et le fond ne doit présenter aucune arête vive, ni irrégularité brutale.

D'autres méthodes de gougeage peuvent éventuellement être proposées. Elles devront faire l'objet d'essais préalables. En outre, au début de l'application, le contrôle sera renforcé.

Lorsque la reprise à l'envers est impossible, il peut être exigé de réaliser les soudures sur pièces d'appui provisoires ou définitives. Dans le cas du soudage sur pièces d'appui provisoires, il est préconisé d'utiliser de préférence un support en cuivre de dimensions appropriées aux épaisseurs des pièces à assembler. Dans le cas de soudage sur pièces d'appui définitives, il est fait usage de slips en acier de 3 mm d'épaisseur minimale qui doivent réaliser un contact parfait avec les pièces à souder, de manière à éviter les défauts à la racine. Un écartement de 3 mm au moins doit être prévu à la base des chanfreins.

6.5.2. Soudage automatique et semi-automatique à l'arc. Les caractéristiques de fonctionnement des machines doivent être dans les tolérances prévues lors de l'agrément. Les pièces doivent être correctement positionnées et il sera fait usage de montages spécialement étudiés.

En général, la reprise à l'envers s'exécute sans gougeage préalable pour autant que les essais d'agrément aient été réalisés de cette façon, que les examens du coupon d'essai n'aient pas permis de déceler des défauts et que les contrôles **en cours de fabrication soient satisfaisants.**

L'épaisseur de la soudure manuelle éventuelle devant servir de support à la soudure automatique ou semi-automatique doit être

au minimum de 3 mm.

6.5.2.1. Soudage à l'arc submergé. Pendant la soudure, le débit du flux doit être suffisant et constant de façon à obtenir une bonne protection du bain de fusion. Le flux vitrifié ne peut être réutilisé.

6.5.2.2. Soudage sous protection gazeuse. Pendant la soudure, le débit de gaz doit être suffisamment élevé et constant de façon à obtenir une protection adéquate du bain de fusion. Le givrage du manodétendeur doit être évité; à cette fin, l'utilisation d'un réchauffeur avant détente est conseillée.

6.5.3. Soudage au gaz. Pendant le soudage, la pression du gaz doit être suffisamment élevée et constante, de façon à obtenir une bonne fusion du métal de base et une pénétration à la racine.

Le givrage du robinet de la bouteille d'oxygène et du manodétendeur doit être évité; à cette fin, l'utilisation d'un réchauffeur de l'oxygène avant détente est conseillée. L'orifice du chalumeau doit être maintenu propre.

6.6. Parachèvement et correction des soudures. Les soudures et les zones avoisinantes seront nettoyées énergiquement de façon à obtenir une surface nette et exempte de projections et autres irrégularités.

Les soudures doivent avoir, aux tolérances près, les dimensions indiquées par les dessins. Les tolérances admises sont précisées à l'art. 4.7 de la présente spécification technique.

6.6.1. Soudures à parachever. Les soudures exigeant un parachèvement à la meule, à la fraise, à la lime ou aux machines outils sont indiquées aux dessins et au programme de soudage.

6.6.2. Soudures à corriger. Le constructeur est tenu de corriger dans le plus bref délai les soudures présentant des défauts localisés jugés inacceptables par le délégué de la SNCB.

6.6.2.1. Soudures présentant des défauts localisés. Les soudures présentant localement des cratères, des reprises défectueuses, des inclusions de scories, des piqûres, des soufflures, des sillons étroits, des défauts d'angle, des fissures, sont corrigées par rechargement après rafraîchissement des surfaces conformément au par. 6.5 précédent concernant les soudures en plusieurs passes et les soudures reprises à l'envers. Les morsures dans le métal de base doivent être corrigées par rechargement après nettoyage à la brosse métallique des surfaces à recharger et, éventuellement, rafraîchissement de celles-ci si elles présentent des défauts localisés.

6.6.2.2. Soudures insuffisantes. Les soudures, dont les dimensions sont inférieures à celles demandées par les dessins et le programme de soudage sont rechargées par des passes additionnelles après nettoyage à la brosse métallique et, éventuellement, rafraîchissement des surfaces à recharger si celles-ci présentent des

défauts localisés.

6.6.2.3. Soudures excessives. Les soudures présentant des surépaisseurs dépassant les tolérances admises doivent être mises à dimensions par usinage à la meule, à la fraise, au burin, à la lime ou aux machines-outils si le délégué de la SNCB l'exige.

## 6.7. Traitements thermiques.

Le constructeur d'une part, le cahier spécial des charges, les dessins et le service de contrôle de la SNCB d'autre part, peuvent éventuellement prévoir un traitement thermique défini par la NEN 204 ch. IV par. E c.à.d. :

- Un préchauffage des pièces à souder, prolongé, s'il y a lieu, par un chauffage pendant l'exécution et même parfois après l'exécution de la soudure;

- Un recuit exécuté postérieurement à la soudure et qui peut être de détente ou de normalisation.

Chaque fois qu'un traitement thermique est prévu, le constructeur doit en faire mention au programme de soudage en précisant notamment la nature du traitement et la température de chauffage.

L'atelier de traitement doit disposer des installations appropriées et spécialement de fours munis de pyromètres enregistreurs dont les diagrammes sont tenus à la disposition du délégué de la SNCB pour contrôle.

6.8. Correction des assemblages. Réduction des déformations. Après soudage, les pièces soudées et les ensembles soudés doivent avoir, aux tolérances près, les dimensions indiquées aux dessins. Les tolérances admises sont reprises aux dessins ou aux fiches de contrôle dressées par le service de réception.

Le constructeur est autorisé, après accord de la SNCB, à faire disparaître les déformations de retrait présentant un défaut d'aspect ou susceptibles de provoquer des difficultés ultérieures de montage. Chaque fois que la chose est possible, les pièces subissent une prédéformation de sens contraire et de valeur égale à celle qui peut résulter de la soudure. Les déformations peuvent également être réduites dans de nombreux cas par un choix judicieux de la disposition et de l'ordre d'exécution des cordons.

Le martelage à froid des cordons de soudure est proscrit. Il est toutefois autorisé pour le redressement des tôles dont l'épaisseur est inférieure ou égale à 5 mm. Il ne pourra être effectué qu'à l'aide d'outils de forme appropriée de manière à réduire les traces de martelage. Le redressement à froid à la presse ne peut être autorisé que pour des assemblages peu importants et lorsque la température ambiante est au moins égale aux minima exigés pour le soudage. Le redressement à chaud et les "chaudes de

retrait" ne peuvent être appliqués qu'avec prudence. Le refroidissement à l'eau, à l'air sous pression ou par tout autre procédé brutal des parties chauffées est de toute manière interdit pour les aciers mi-durs.

Le redressage par cordon de soudure n'est pas autorisé.

## 7. Contrôle de l'ouvrage.

7.0. Généralités. Les délégués de la SNCB ont libre accès dans tous les ateliers du constructeurs ou de ses sous-traitants. Ils peuvent exercer leur surveillance aussi bien avant qu'au cours de l'exécution des travaux.

Toutes les mesures de sécurité et d'hygiène prescrites par les lois en vigueur doivent être prises envers les délégués de la Société.

### 7.1. Contrôle avant soudage.

7.1.1. Programme général de contrôle. Le constructeur doit désigner nominativement le technicien compétent, chargé du contrôle de toutes les conditions convenues ou imposées à la construction et notamment :

- l'agrément et la réception des matières mises en oeuvre: toutes les matières doivent être agréées suivant art. 2;
- l'agrément de la main-d'oeuvre suivant art. 3;
- l'agrément du mode opératoire de soudage (éventuellement) suivant art. 4;
- la préparation des pièces à souder (art. 6.2);
- le montage des pièces (art. 6.3);
- l'appareillage et son état (art. 6.5).

Les travaux de soudage ne pourront, en aucun cas, être entamés avant que la SNCB n'ait vu les plans d'exécution, le programme de soudage (voir article 6.4) et approuvé le programme de contrôle non destructif.

### 7.1.2. Programme de contrôle non destructif.

Le programme de contrôle non destructif (radiographie ou autre procédé) est dressé en commun accord avec le délégué SNCB ou prescrit au cahier spécial des charges ou au document du marché. Ce programme donne :

- la position, le nombre de cordons, la longueur totale  $L_0$  de cordons à radiographier par pièce, ensemble ou véhicule;
- la phase du travail après laquelle ce contrôle peut être effectué;
- le numéro de repérage des cordons susceptibles d'être radiographiés.

La longueur totale de cordons à radiographier (L) pour l'ensemble de la fourniture est calculée par la formule  $L = kL_0$ .

Les annexes n° IV et n° V donnent, pour chaque classe, en fonction du nombre de pièces, ensembles ou véhicules à contrôler, le coefficient k.

Exemple : 25 parties centrales de châssis de voiture classe II.

$L_0 = 1,7 \text{ m}$   $k = 3,5$ .  $L = 3,5 \times 1,7 = 5,95 \text{ m} \approx 6 \text{ m}$ .

L'agent réceptionnaire choisit les emplacements à radiographier, principalement là où les chances de défauts sont les plus grandes et où les conséquences de ces défauts sont les plus à redouter (aux croisements de soudure en particulier).

Toutefois, le contrôle est total lorsqu'il y a une prescription légale ou figurant aux documents de marché.

**7.2. Contrôle pendant le soudage.** La SNCB doit être immédiatement informée de toute anomalie (fissures, doublures, porosité, etc..) décelée par le constructeur.

Le contrôle portera sur toutes les conditions convenues ou imposées à la construction et, notamment, sur :

- le respect des conditions d'exécution indiquées aux dessins et au programme de soudage;
- tension et intensité pour le soudage manuel;
- tension, intensité, vitesse d'avancement, débit du produit d'apport, etc... pour le soudage automatique et semi-automatique (valeurs fixées lors de l'agrément du mode opératoire, tolérances suivant chapitre 22);
- état des produits d'apport lors de leur utilisation (absence d'humidité dans l'enrobage ou flux, absence de traces de rouille sur les fils pour le soudage automatique et semi-automatique, etc...);
- le contrôle de la température ambiante (voir art. 6.5);
- la tenue à jour par le constructeur du registre des soudeurs (voir Spécification Technique 0-7).

**7.3. Contrôle final.** Aucune soudure ne peut être peinte avant réception.

**7.3.1. Contrôle visuel.** Les tolérances sur les défauts éventuels sont reprises aux articles 4.7.1.1.1. et 4.7.2.1.1.

**7.3.2. Contrôle non destructif.** Pour déceler les défauts internes des soudures, le contrôle radiographique doit être organisé d'une façon permanente par le service de contrôle du constructeur (fabricant). A cet effet, ses ateliers doivent utiliser un appareil de contrôle par rayon X en parfait état de fonctionnement et dont la manipulation est confiée à un personnel compétent, qualifié et parfaitement entraîné à la radiographie des soudures.

Le constructeur doit mettre un écran diffusant et uniformément éclairé (négatoscope) à la disposition du délégué SNCB.

Les fabricants devront pouvoir prouver que les prescriptions légales (A.R. du 28.2.63 et modifications ultérieures) sont appliquées. Les agents de la SNCB s'assurent que les dispositifs de protection établis par le service de contrôle physique sont en bon ordre (interdiction efficace de l'approche des sources, blindage des sources, écrans, etc...).

#### 7.3.2.1. Repérage des cordons.

Les cordons et les films portent les indications suivantes :

- la marque du constructeur;
- le n° du marché;
- le n° de repérage du cordon prévu dans l'art. 7.1.2.;
- le n° d'ordre de l'ensemble soudé;
- la marque du soudeur;
- la marque du contrôleur.

L'emplacement sur la pièce des radiographiques prises doit être repéré avec soin, de manière à identifier à coup sûr la position exacte des défauts éventuels.

Remarque : lorsque les cordons sont trop longs pour être radiographiés sur un seul film, les films consécutifs se chevauchent sur deux cm au moins.

#### 7.3.2.2. Classement et dépôt des films.

Pour prévenir le rayage des films, on interpose entre eux des feuilles protectrices. Sur ces feuilles on colle une étiquette du modèle fig. 10 dûment complétée. Les films et leurs feuilles protectrices du même ensemble (pièce ou véhicule) sont perforés du côté étroit et reliés à l'aide d'une ligature solide assez lâche pour permettre un examen aisé de chaque film et dont les extrémités sont fixées par un plomb qu'appose et revêt de sa marque, le délégué de la SNCB.

Tous les films formant l'objet d'un même marché doivent être emballés ensemble. Sur l'emballage, on indique :

- le nom du constructeur;
- éventuellement, le nom de l'organisme qui a exécuté les radiographies pour le compte du constructeur;
- le nom du délégué SNCB qui a assisté aux essais;
- le numéro du marché.

Après terminaison de la construction, les radiographiques sont envoyées au bureau de la SNCB qui gère le marché.

7.3.2.3. Réalisation des radiographies. Les examens radiographiques ne peuvent être faits que sous le contrôle d'un délégué de la SNCB qui a droit de juger si les conditions proposées pour

la radiographie sont conformes aux règles de l'art. Le délégué est avisé d'avance du jour où les radiographiques sont prises : au moins 48 h dans le cas des ateliers où le contrôle de la SNCB est permanent, et au moins une semaine dans les autres cas.

Les prescriptions suivantes doivent être respectées pour la réalisation des radiographies :

- la sensibilité des clichés doit être au moins de 1,5 % pour les ép. de moins de 10 mm et de 2 % pour les ép. comprises entre 10 et 40 mm. Elle est mesurée au moyen de deux indicateurs de qualité d'image (I.Q.I.) agréés par le délégué de la SNCB. Les indicateurs doivent être placés aux extrémités du film en contact étroit avec la pièce à radiographier sur la face située côté émission des rayons X. Ils doivent être orientés de telle façon que le fil le plus mince se trouve vers les bords extérieurs du film. Les fils doivent se placer en travers du cordon soudé;
- le faisceau de rayons X frappe normalement la face à radiographier. Toutefois si, exceptionnellement, on est obligé d'incliner le faisceau de rayons X, le P.V. mentionne l'angle formé par le faisceau et la normale;
- l'utilisation de pièces ou produits compensateurs doit être soumise à l'autorisation préalable de la SNCB;
- les films sont appropriés aux épaisseurs à radiographier. Ils ne peuvent pas présenter des signes de détérioration et en aucun cas, dépasser la date de péremption indiquée sur l'emballage.

7.3.2.4. Choix des cordons à radiographier. Les cordons de soudure à radiographier sont désignés par le délégué de la SNCB parmi ceux repris au programme de contrôle non destructif.

Indépendamment de la longueur de radiographies fixée dans l'art. 7.1.2., dès qu'un défaut grave est révélé ou qu'une réparation non signalée a été effectuée, le délégué de la SNCB a le droit de faire procéder rétrospectivement à la radiographie d'un nombre d'éléments <sup>ou d'extrémités</sup> variable suivant l'importance de la construction et du ou des défauts constatés. La SNCB ou son délégué reste seul juge des radiographies à exécuter en supplément au programme établi. Si le défaut est imputable au soudeur, le délégué de la SNCB a le droit de contrôler toutes les soudures suivantes, jusqu'à élimination du défaut constaté.

La SNCB a le droit de faire procéder à la radiographie de cordons non repris au programme de contrôle non destructifs. Si les résultats sont satisfaisants, ces radiographies sont déqualifiées de la longueur totale à radiographier. Dans le cas contraire, la SNCB reste seule juge du nombre de radiographies à exécuter en supplément au programme prévu.

7.3.2.5. Interprétations des résultats et réparations éventuelles.  
Les tolérances sur défauts éventuels sont reprises à l'article  
4.7.1.1.2.

Les défauts décelés à réparer sont repérés par le délégué SNCB sur les films et les pièces. Dans le cas où l'interprétation de la nature d'un défaut ou de sa gravité est litigieuse, l'avis de la SNCB est prépondérant. Toutefois, la SNCB peut dans le cas d'un litige grave, accepter l'arbitrage d'un expert désigné de commun accord. Dans les 2 jours ouvrables qui suivent la réception des films, le délégué SNCB indique les réparations à effectuer. Le mode d'exécution des réparations doit être approuvé par le délégué de la SNCB.

Le cordon réparé doit être radiographié. Son marquage doit être celui du film précédent, en y ajoutant le repère de la réparation (R).

7.3.2.6. Essais spéciaux. Le constructeur peut proposer et la SNCB peut imposer des essais spéciaux en remplacement ou en complément de la radiographie (examen par ressuage fluorescent ou non, essais magnétiques, ultra-sons, etc..). Ces essais sont réalisés avec un outillage et des produits agréés par la SNCB en présence de son délégué.

---



Fig. 1

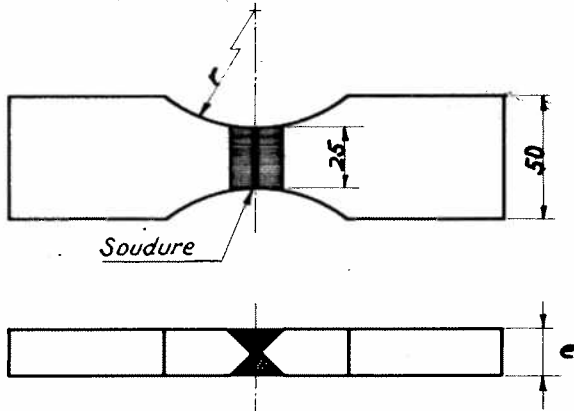
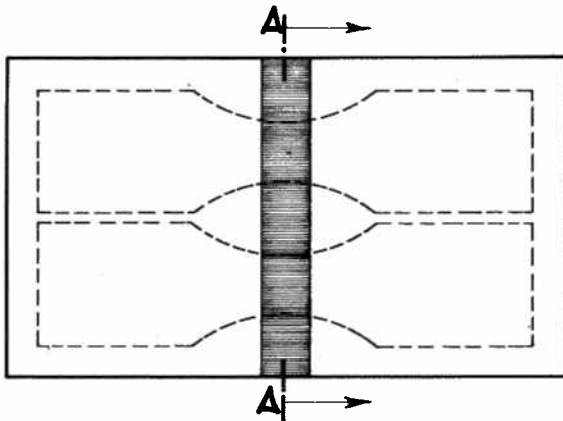
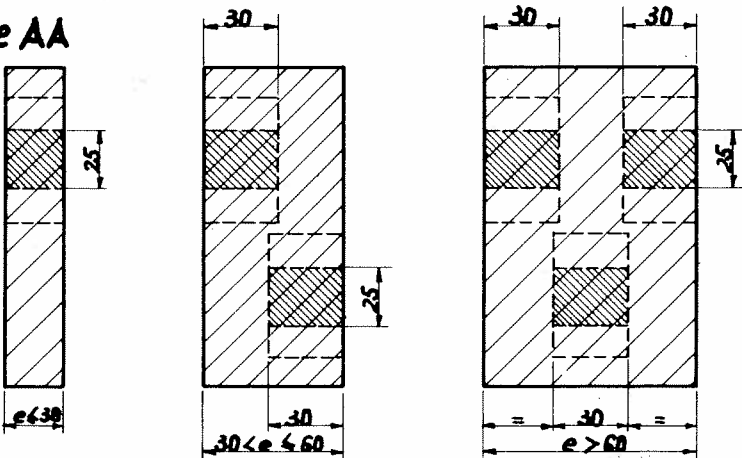


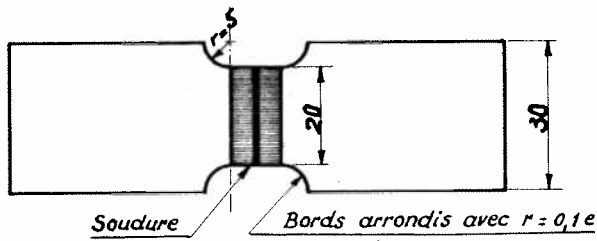
Fig. 2



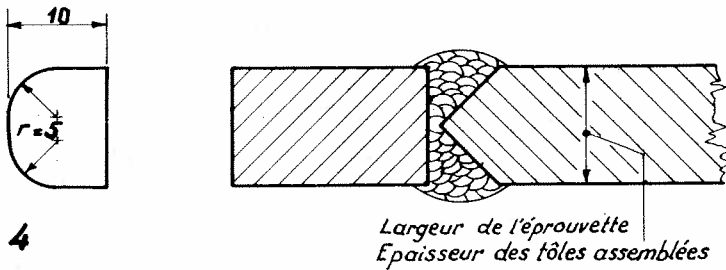
Coupe AA



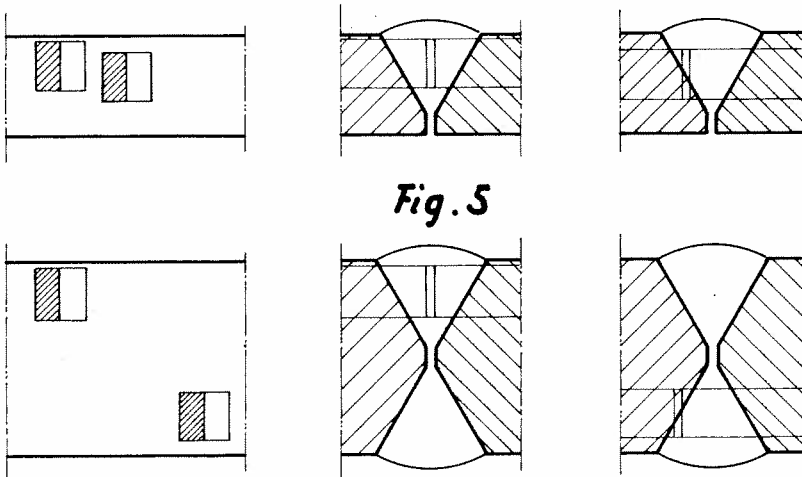
**Fig : 3**



**Fig . 4**



**Fig. 5**



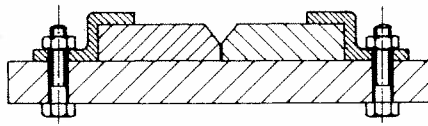
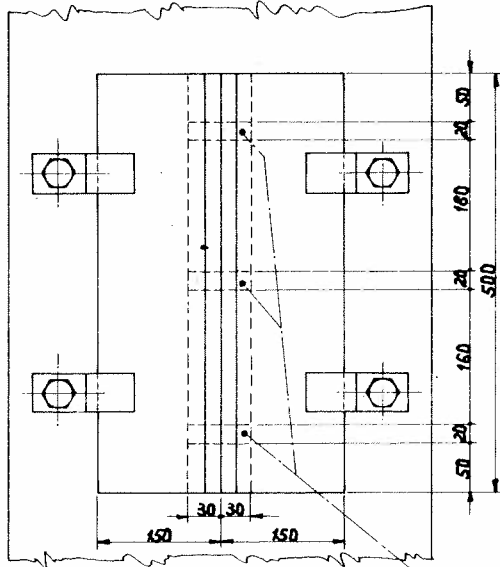


Fig. 6



Coupes macrographiques.

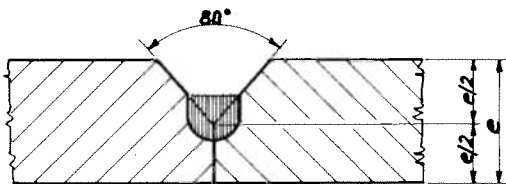


Fig. 7a

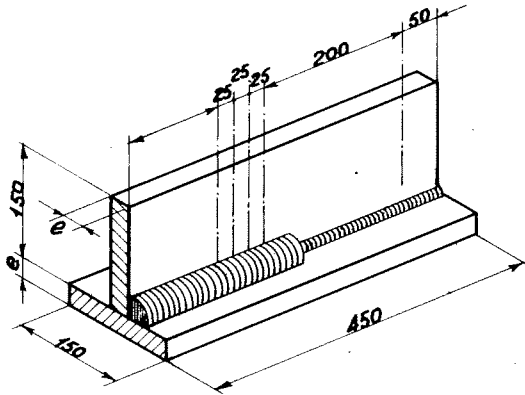


Fig. 8

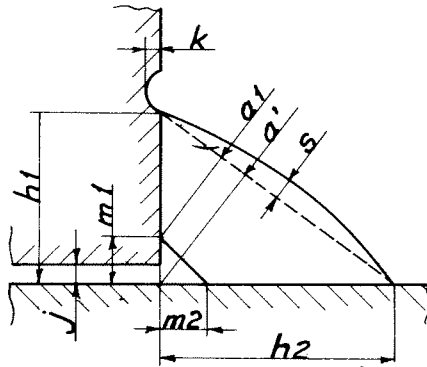


Fig. 9

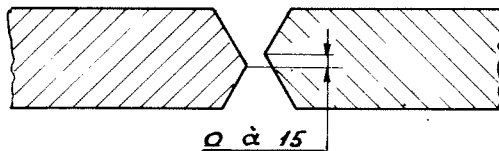


Fig. 7 b

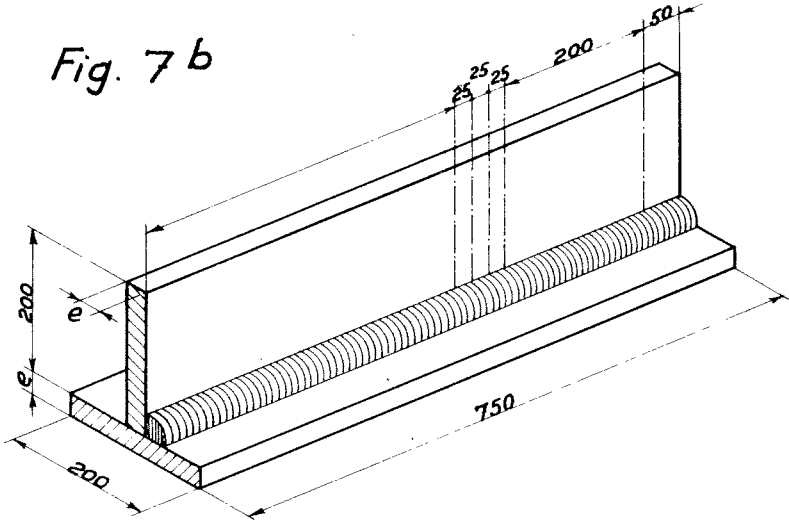
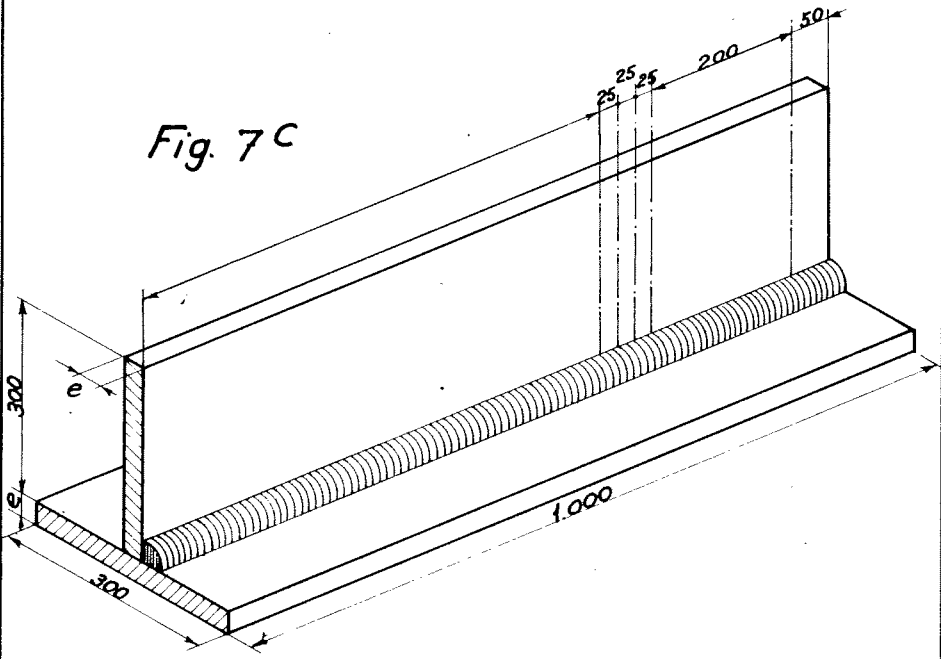
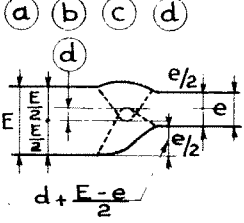
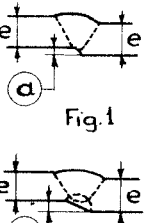
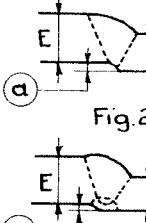
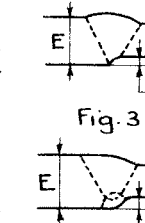
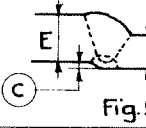
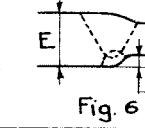

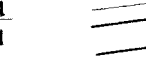
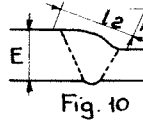
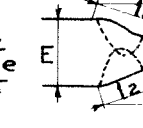
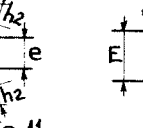
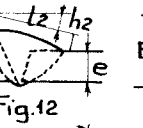
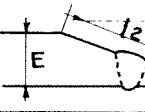
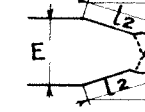
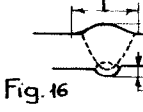
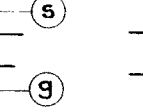
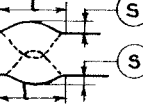
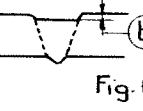
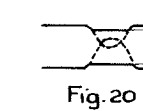
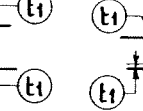
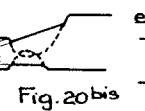
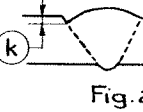
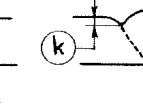
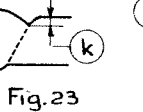

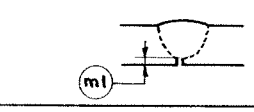
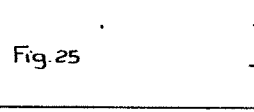


Fig. 7 c



<b>Agrégation: des soudures ; du soudeur ; du mode opératoire .</b>			
<b>Reception:</b>			
N° du marché	Rep. Assemblage	Type de film	Date de la radio
Type de véhicule	N° du véhicule	Type d'écran	Sensibilité obtenue
Constructeur	Metal de base	Distance foyer-film	Type de défaut et
Nom du soudeur	Epaisseur :	Temps d'exposition	décision ;
Nom du récepteur	Metal d'apport	T° et durée dévelop.	Fig. 10
	Tension au tube		
	Courant filament		

Désignations	SOUDURES BOUT A BOUT			
Définitions				
Dénivelations ou défauts d'alignement	 <p>Fig. 7</p>	 <p>Fig. 4</p>	 <p>Fig. 2</p>	 <p>Fig. 3</p>  <p>Fig. 5</p>  <p>Fig. 6</p>
Soudures circulaires des réservoirs				
Brisures locales	 <p>Fig. 8</p>	$\textcircled{P1} = \frac{h1}{l1}$	 <p>Fig. 9</p>	
Pente rattrapant niveau	 <p>Fig. 10</p>	 <p>Fig. 11</p>	 <p>Fig. 12</p>	 <p>Fig. 13</p>  <p>Fig. 14</p> $\textcircled{P2} = \frac{h2}{l2}$  <p>Fig. 15</p>
Surépaisseurs «S» et bourrelets «g»	 <p>Fig. 16</p>	 <p>Fig. 17</p>	 <p>Fig. 18</p>	
Manque d'épaisseur	 <p>Fig. 19</p>	 <p>Fig. 20</p>	 <p>Fig. 20 bis</p>	 <p>Fig. 21</p>
Caniveaux et Morsures d'arc	 <p>Fig. 22</p>	 <p>Fig. 23</p>	 <p>Fig. 23 bis</p>	 <p>Fig. 24</p>
Manque de pénétration et de liaison (Soudures non-reprises)	 <p>Fig. 25</p>	 <p>Fig. 26</p>		

SOUDURES BOUT A BOUT				
Tolérances				
	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe I
a	$\leq 2 \text{ ou } \frac{e}{5}$ (8)	$\leq 1 \text{ ou } \frac{1}{10}$ (4)	$\leq 0,5 \text{ ou } \frac{e}{20}$ (2)	$\leq 0,3$
b	$\leq 2 \text{ ou } \frac{e}{5} \text{ ou } E-e$ (8)	$\leq 1 \text{ ou } \frac{e}{20} \text{ ou } \frac{E-e}{5}$ (5)	$\leq 0,5 \text{ ou } \frac{e}{20} \text{ ou } \frac{E-e}{5}$ (3)	$\leq 0,3 \text{ ou } \frac{E-e}{5}$ (1)
c	$\leq 2 \text{ ou } \frac{e}{5}$ (10)	$\leq 1 \text{ ou } \frac{e}{5}$ (6)	$\leq 1 \text{ ou } \frac{e}{5}$ (5)	$\leq 1 \text{ ou } \frac{e}{10}$ (4)
d	$\leq 2 \text{ ou } \frac{e}{5} \text{ ou } E-e$ (10)	$\leq 1 \text{ ou } \frac{E}{5}$ (8)	$\leq 1 \text{ ou } \frac{E}{5}$ (7)	$\leq 1 \text{ ou } \frac{E}{10}$ (5)
a - b - c - d = + 1 mm				a et b sans changements c et d + 1 mm
R <sub>1</sub>	$\leq \frac{1}{3}$	$\leq \frac{1}{5}$	$\leq \frac{1}{5}$	$\leq \frac{1}{10}$
P <sub>2</sub>	libre	$\leq \frac{1}{5}$	$\leq \frac{1}{5}$	$\leq \frac{1}{5}$
s	$\leq \frac{1}{5} + 2$ (12)	$\leq \frac{1}{5} + 1$ (10)	$s \leq \frac{1}{5}$ (8)	$\leq \frac{1}{10} + 1$ (4)
g	$\leq \frac{e}{5} + 2$ (8)	$\leq \frac{e}{5} + 1$ (8)	$\leq \frac{e}{5}$ (6)	$\leq \frac{e}{10} + 1$ (4)
t <sub>1</sub>	$\leq \frac{e}{10}$ (4)	o	o	o
t <sub>2</sub>	$\leq 0,5 \text{ ou } \frac{e}{5}$ (4)	o	o	o
Profondeur k Longueur et fréquence	$\leq 0,5 \text{ ou } \frac{e}{10}$ (3) Défaut continu toléré	$\leq 0,5 \text{ ou } \frac{e}{10}$ (1) degré b	$\leq 0,3 \text{ ou } \frac{e}{20}$ (0,5) degré a	o o
Profondeur m 1 Longueur et fréquence	$\leq 0,5 \text{ ou } \frac{e}{5}$ (5) degré c	$\leq 0,5 \text{ ou } \frac{e}{10}$ (3) degré a	o	o



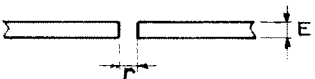
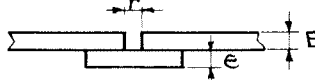
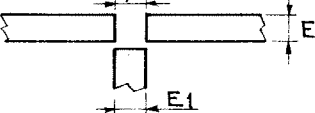
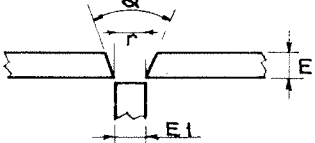
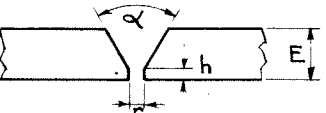
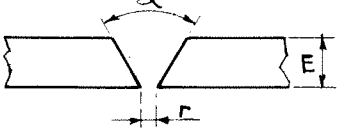
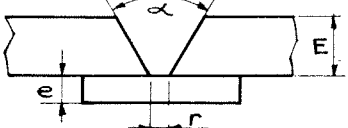
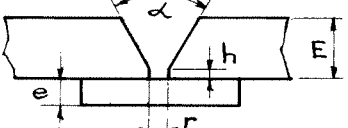
Designations	SOUDURES D'ANGLE		
	Définitions		
	Electrodes normales	A forte pénétration	Avec chanfrein
Allongement du cordon	<p>Fig. 1 <math>C_1 = \frac{h_2}{e}</math></p>		
	<p>Fig. 2 <math>C_2 = \frac{h_2}{h_1}</math></p>	<p>Fig. 3</p>	<p>Fig. 4</p>
Bombement	<p>Fig. 5</p>	<p>Fig. 7 <math>\alpha' = \alpha_0</math></p>	<p>Fig. 8</p>
Gorge	<p>Fig. 6</p>	<p>Fig. 7 <math>\alpha' = \alpha_0</math></p>	<p>Fig. 8</p>
Aspect			
Caniveaux	<p>Fig. 9</p>		
	<p>Fig. 10</p>	<p>Fig. 11</p>	<p>Fig. 12</p>

SOUDURES D'ANGLE				
Tolérances				
	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe I
C <sub>1</sub>	libre	0,8	> 1	
C <sub>2</sub>		0,7 < C <sub>2</sub> < 1,4		
S	libre	$\frac{a'}{3}$	$\frac{a'}{4}$	$\frac{a'}{6}$
a'	$\geq a_0$ (gorge théorique)			
	libre	voir remarques dans le texte		
Profondeur k	$< \boxed{0,5 \text{ ou } \frac{e}{10}} \textcircled{3}$	$< \boxed{0,5 \text{ ou } \frac{e}{10}} \textcircled{1}$	$< \boxed{0,3 \text{ ou } \frac{e}{20}} \textcircled{0,5}$	0
Longueur et fréquence	Défaut continu toléré	degré b	degré a	0

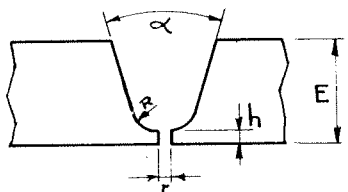
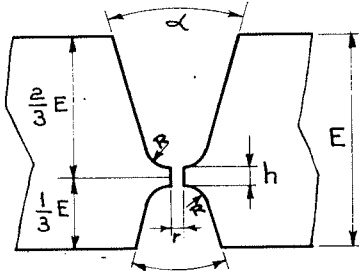
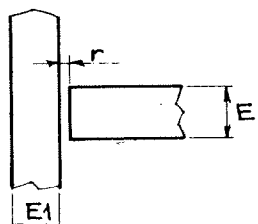
## Préparation des joints pour le soudage manuel avec électrodes à pénétration normale

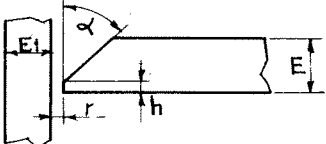
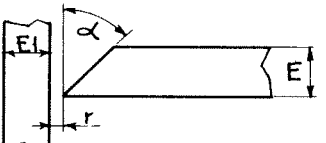
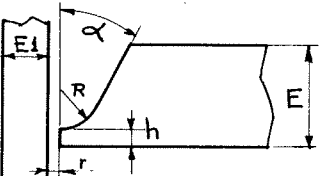
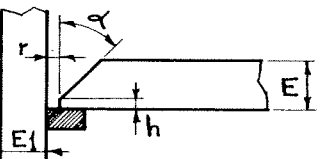
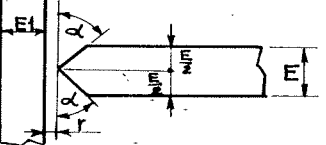
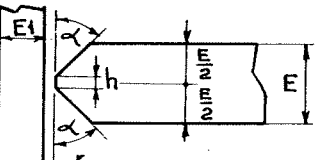
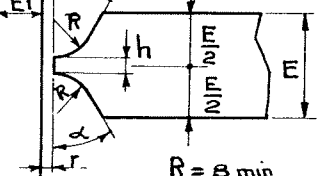

## A- Soudage à plat et verticale montante

## I- Joint bout à bout

1- bords droits	E mm	r mm	$\alpha$ (°)	h mm	Remarques
	1-2	$E \pm 1$			-pour soudure d'un seul côté
	1-6	0 à $\frac{E}{2}$			-pour soudure des deux côtés
Joint soutenu à l'envers 	1-3	$E \pm 1$			$e \geq r$
	6-12	$E_1 \text{ max.}$			à plat
	6-12	$E_1 \text{ max.}$	$30^\circ \pm 10^\circ$		* verticale montante
<b>2-en V</b> 	6-≤10	$2 \pm \frac{1}{2}$	$70^\circ \begin{smallmatrix} +0^\circ \\ -10^\circ \end{smallmatrix}$	$2 \begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	burinage et reprise à l'envers
	>10-25	$2 \pm \frac{1}{2}$	$60^\circ \pm 5^\circ$	$2 \begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	
	3-≤10	$2 \pm \frac{1}{0}$	$70^\circ \begin{smallmatrix} +0^\circ \\ -10^\circ \end{smallmatrix}$		burinage et reprise à l'envers impossible
	>10-25	$2 \pm \frac{1}{0}$	$60^\circ \pm 5^\circ$		
	3-≤12	$3 \pm \frac{2}{0}$	$55^\circ \pm 5^\circ$ $70^\circ \begin{smallmatrix} +0^\circ \\ -10^\circ \end{smallmatrix} *$		* verticale montante
	>12-25	$5 \pm \frac{3}{0}$	$55^\circ \pm 5^\circ$		
	6-≤12	$3 \pm \frac{2}{0}$	$55^\circ \pm 5^\circ$ $70^\circ \begin{smallmatrix} +0^\circ \\ -10^\circ \end{smallmatrix} *$	$2 \begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	* verticale montante
	>12-25	$5 \pm \frac{3}{0}$	$55^\circ \pm 5^\circ$	$2 \begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	

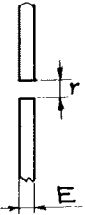
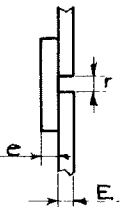
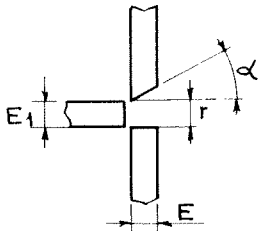
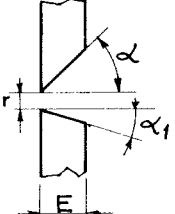
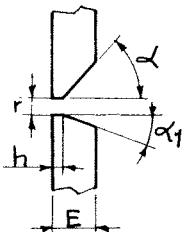
3-en demi V		E mm	r mm	$\alpha$ (°)	h mm	Remarques	
	6-≤10	2 ±1	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub> 45° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub> *	2 ±1	burinage et reprise à l'envers * verticale montante		
	>10-25	3 ±1	45° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>	2 ±1			
	3-≤10	2 ±1	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>	burinage et reprise à l'envers impossible			
	>10-25	2 ±1	45° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>				
	3-≤12	5 ±2	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>				
	>12-25	5 ±4	45° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>				
	6-≤12	5 ±2	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub> 45° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub> *	2 ±1	* verticale montante		
	>12-25	5 ±4	45° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>	2 ±1			
4-en X		E mm	r mm	$\alpha$ (°)	$\alpha_1$ (°)	h mm	Remarques
	12-≤20	3 ±1	70° <sup>+0°</sup> <sub>-10°</sub>				
	>20	3 ±1	60° <sup>±5°</sup>				
	12-≤20	3 ±1	70° <sup>+0°</sup> <sub>-10°</sub>	2 ±1			
	>20	3 ±1	60° <sup>±5°</sup>	2 ±1			
	≥16-≤20	3 ±1	60° <sup>±5°</sup>	80° <sup>+10°</sup> <sub>-0°</sub>			
	>20	3 ±1	55° <sup>±5°</sup>	80° <sup>+10°</sup> <sub>-0°</sub>			
	≥16-≤20	3 ±1	60° <sup>±5°</sup>	80° <sup>+10°</sup> <sub>-0°</sub>	2 ±1		
	>20	3 ±1	55° <sup>±5°</sup>	80° <sup>+10°</sup> <sub>-0°</sub>	2 ±1		

5-en U	E mm	r mm	$\alpha$ (°)	h mm	Remarques
	20-40	$2 \pm 1$	$30^\circ \pm 10^\circ$	$3 \pm 1$	simple $R = 5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -0 \end{smallmatrix}$
6-en double U	$> 40$	$2 \pm 1$	$30^\circ \pm 10^\circ$	$3 \pm 1$	symétrique $R = 5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -0 \end{smallmatrix}$
	$> 40$	$2 \pm 1$	$30^\circ \pm 10^\circ$	$3 \pm 1$	dissymétrique $R = 5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -0 \end{smallmatrix}$
II - Joint en T					
1-bords droits	E mm	r mm	$\alpha$ (°)	h mm	Remarques
	toutes épaisseurs	$0 \text{ à } \frac{E}{5}$ avec 2mm max.			

2-en demi V	E mm	r mm	$\alpha$ (°)	h mm	Remarques
	5-≤20	3 ±1	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>	2 <sup>+0</sup> <sub>-1</sub>	
	5-≤20	2 ±1	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>		
	>20	2 ±1	25° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>	2 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	R = 8 min
	5-≤10 >10	5 <sup>+2</sup> <sub>0</sub> 5 <sup>+3</sup> <sub>0</sub>	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub> 45° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>	2 <sup>+0</sup> <sub>-1</sub> 2 <sup>+0</sup> <sub>-1</sub>	
<p><b>3-en K</b></p>					
	6-≤12	0-3 max	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>		Si la pénétration complète est exigée il y a lieu de prendre des dispositions spéciales (écartement, gougeage à l'envers, cordon de soudure, etc....)
	>12-20	0-3 max	55° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>	2 <sup>+0</sup> <sub>-1</sub>	
<p><b>4-en deux demi-U</b></p>					
 <p>R = 8 min</p>	>20	0-3 max	25° <sup>+5°</sup> <sub>-0°</sub>	2 <sup>+0</sup> <sub>-1</sub>	 <p>Cordon de soudure de 3mm</p>

## B- Soudage en corniche

## I- Joint bout à bout

1- bords droits	E mm	r mm	$\alpha$ (°)	$\alpha_1$ (°)	h mm	Remarques
	1-3	$E \pm 1$				pour soudure d'un seul côté
	1-3	$E \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$				$e \geq r$
	6-12	$E_1 \text{ max.}$	$30^\circ \begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$			
	3-≤10	$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	$45^\circ \begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	$0^\circ$		soudage d'un seul côté
	>10-20	$3 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	$45^\circ \begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	$15^\circ \begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	$2 \begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	soudage des deux côtés burinage et reprise à l'envers

3-en K	E mm	r mm	$\alpha$ (°)	$\alpha_1$ (°)	h mm	Remarques
	10 ≤ 20	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	45° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	0°		Si la pénétration complète est exigée il y a lieu de prendre des dispositions spéciales
	> 20	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	45° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	0°	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	
	> 20	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	45° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	45° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$		
	> 20	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	45° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	15° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	

## II - Joint en T

1-en demi V	E mm	r mm	$\alpha$ (°)	h mm	Remarques
	5 ≤ 20	$\frac{E}{5}$ $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	55° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	
	5 ≤ 20	$\frac{E}{5}$ $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	55° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$		
	> 20	$\frac{E}{5}$ $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	25° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	R = 8 min
	5 ≤ 10	3 $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0 \end{smallmatrix}$	50° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	
	> 10	4 $\begin{smallmatrix} +2 \\ -0 \end{smallmatrix}$	45° $\begin{smallmatrix} +5^\circ \\ -0^\circ \end{smallmatrix}$	2 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -1 \end{smallmatrix}$	



Annexe IV

k

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

5

10

15

20

25

30

35

40

45

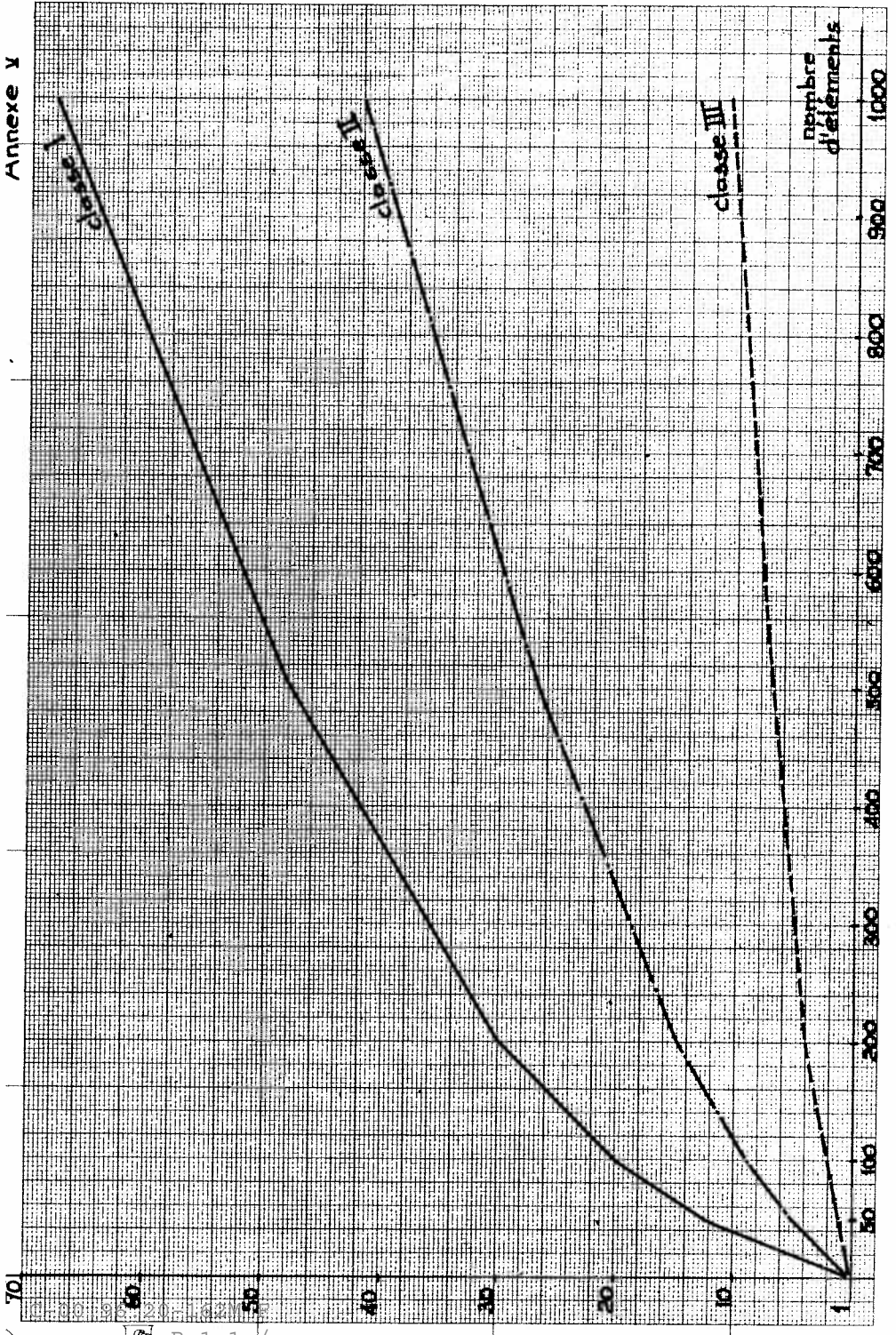
50

nombre d'éléments

classe I

classe II

classe III



0-3-68.

Addenda n° 1 (avril 1971).

## 2.2. Agréation et réception des produits d'apport.

Supprimer à la dernière ligne "granulométrie du flux".

### 2.2.1. Produits d'apport pour soudage semi-automatique et automatique à l'arc.

Remplacer le texte actuel par le suivant :

#### 2.2.1.0. Produits agréés par la S.N.C.B.

Si la combinaison de produits proposée a déjà été agréée antérieurement par la S.N.C.B., conformément à la spécification technique D-5, une nouvelle agréation n'est plus nécessaire.

#### 2.2.1.1. Produits non agréés par la S.N.C.B.

Si la combinaison de produits proposée n'a pas été agréée antérieurement par la S.N.C.B., l'agréation conformément à la spécification technique D-5 est indispensable. Toutefois, les paramètres de soudage indiqués dans la spécification peuvent être modifiés à la demande du constructeur.

Sauf stipulations contraires, les épreuves d'agréation sont effectuées à la S.N.C.B. aux frais du demandeur; celui-ci peut assister aux essais.

#### 2.2.1.2. Réception des produits.

La réception peut s'effectuer lors de l'exécution d'un mode opératoire, pour autant que l'épaisseur des tôles ou l'assemblage permette la réalisation des éprouvettes d'essais prévues au chapitre 4 et que les produits présentés en réception soient entièrement utilisés sur un métal de base de même nuance que celui utilisé lors de l'exécution du mode opératoire, ainsi que dans la même classe.

Si la réception ne peut s'effectuer lors de l'exécution d'un mode opératoire, il y a lieu de procéder aux essais repris à la spécification technique 0-8.

Les essais de réception sont à charge du constructeur. Ils sont effectués en présence d'un délégué de la S.N.C.B.

### 3.1. Soudage manuel à l'arc et soudage semi-automatique à l'arc.

Remplacer le texte actuel par le suivant :

Tous les soudeurs utilisés à l'exécution des commandes de la SNCB auxquelles s'applique la présente spécification, y compris le soudage des pièces et des ensembles séparés, doivent être agréés.

(B) 290590. 5. 7 (300)

L'agréation s'effectue suivant la note technique n° 1 "Note technique relative à la qualification des soudeurs; parties 1, 2 et 3 et Appendice", éditée par l'Institut Belge de la Soudure.

Les frais résultant de l'agréation sont à charge du constructeur ou du fournisseur qui demande l'agréation. Les tarifs ainsi que les modalités d'application font l'objet de la circulaire 2626-0.3.68.

#### 4.6.1.2.1. Traction transversale.

Le premier alinéa du texte devient :

L'éprouvette est représentée à la fig. 1. Le rayon est de 24 mm.

Le tableau est annulé. Les alinéas suivants restent inchangés.

#### 4.6.1.2.5. Résilience.

Modifier le dernier alinéa de ce paragraphe comme suit : "Effectuer l'essai à - 20° C ou 0° C pour la classe I, 0° C pour la classe II".

#### 4.6.1.2.7. Essai de fissibilité.

Ajouter à la fin de la 2e ligne : "Cet essai n'est effectué que pour les épaisseurs égales ou supérieures à 20 mm".

#### 4.7.1.1.2. Examen interne.

Lire dans le tableau page 14 :

Soufflures : se référer à la collection de l'IIS (n° 11).

#### 6.2.4.2. Soudage automatique et semi-automatique.

Ajouter à la page 19 avant "Joint d'angle" l'alinéa suivant :

"Les préparations doivent faire l'objet d'une agréation préalable par mode opératoire. Toutefois, cette agréation n'est pas nécessaire lorsque le constructeur utilise les préparations reprises à l'annexe VI et, pour le soudage automatique, les préparations reprises à la note technique n° 4 "Note technique relative à la préparation des joints bout à bout en vue du soudage automatique", éditée par l'Institut Belge de la soudure.

A la brochure "Figures et Annexes" ajouter les figures de l'annexe VI ci-jointes.

A la suite de la page 30, ajouter le nouveau paragraphe 8 ci-après :

## 8. PRESCRIPTIONS SPECIFIQUES POUR LE SOUDAGE EN BOUT DES BARRES RONDES.

### 8.1. Généralités.

Les prescriptions qui suivent, s'appliquent au soudage des barres rondes réalisées dans des nuances d'acier soudables sans précautions spéciales et d'un diamètre inférieur ou égal à 50 mm.

Elles s'appliquent notamment aux barres en acier B 37 k, B 42 k ou assimilés, utilisées dans les tringleries de frein.

Les soudures sont réalisées sur barres à l'état brut de laminage ou sur barres ayant subi le recuit N si des opérations de forge ont été pratiquées ou si le dessin ou la commande le prescrit.

Il ne peut jamais être procédé à un recuit de normalisation des pièces après soudure et ce, quel que soit le procédé utilisé. Seul, est autorisé un recuit de relaxation si le fabricant l'estime nécessaire.

### 8.2. Procédés de soudage admis et préparation des pièces à souder.

Sont admis tous procédés permettant une liaison par fusion franche et simultanée des bords avec ou sans métal d'apport.

Pour tout autre procédé que le soudage manuel à l'arc, à l'électrode enrobée, la procédure **suivante doit être suivie:**

- a) Agréation du mode opératoire.
- b) Agréation de la main-d'oeuvre.
- c) Contrôle de la qualité des soudures réalisées.

Dans le cas de soudage par étincelage, les barres sont sciées<sup>S</sup> ou coupées proprement au chalumeau de manière à éviter les stries trop importantes. De toute manière, les coupes sont perpendiculaires à l'axe des barres (tolérance d'équerrage : 5 % sur le diamètre).

Dans le cas du soudage manuel à l'arc, à l'électrode enrobée, il n'est pas procédé à l'agréation du mode opératoire. Les extrémités des tringlages sont chanfreinées en X à biseaux plats de 60° d'ouverture avec des méplats de 2 à 3 mm et un intervalle de 2 mm est laissé entre les pièces avant soudage.

Pour les autres procédés, la préparation des pièces doit être effectuée comme celle qui a été prévue par le fabricant pour l'agréation du mode opératoire.

### 8.3. Agréation du mode opératoire.

Le fabricant doit faire agréer par le service de réception le procédé de soudage qu'il compte utiliser.

Il fixe notamment :

- la préparation des pièces à assembler;
- éventuellement le type de métal d'apport;
- les paramètres de réglage;
- le mode de réalisation du joint.

Le mode opératoire est agréé si deux pièces constituées de bouts de 30 cm minimum satisfont aux essais de contrôle de fabrication définis ci-après.

### 8.4. Agréation de la main-d'oeuvre.

Le soudeur qui réalise suivant le mode opératoire admis, deux joints donnant satisfaction lors du contrôle, est agréé pour ce diamètre et pour ceux compris entre + 5 et - 5 mm.

Est admis d'office, le soudeur qui a réalisé les éprouvettes d'agrément du mode opératoire pour autant que ce dernier soit accepté.

### 8.5. Contrôle de la qualité des soudures réalisées.

Le contrôle de la qualité des soudures réalisées comporte un examen visuel du joint soudé et des essais de pliage.

#### 8.5.1. Examen visuel des soudures.

L'aspect doit être régulier, le cordon doit être exempt de morsures et de piqûres.

Seule, la surépaisseur est admise pour autant qu'elle soit régulière et inférieure à 3 mm.

#### 8.5.2. Essai de pliage.

##### Réalisation et proportion des essais.

Après avoir arasé la soudure, on procède au pliage à  $180^\circ$  sur mandrin égal à 4 diamètres, l'axe de la soudure étant situé dans l'axe de pliage.

Dans le soudage par étincelage, le pliage s'exécute sur éprouvettes réalisées en présence de l'agent réceptionnaire sur les barres de même qualité d'acier, de même diamètre et soudées en respectant les paramètres utilisés en fabrication.

Pour les autres modes de soudage, les pliages sont réalisés sur les pièces elles-mêmes. Les proportions d'essais à respecter sont :

<u>Nombre de pièces.</u>	<u>Nombre de pièces à essayer.</u>
Moins de 50	3
De 50 jusqu'à 200	6
De 201 jusqu'à 500	9
De 500 jusqu'à 1000	12
Plus de 1000 pièces	15

#### 8.6. Résultats à obtenir.

Il ne peut se produire aucune crique ni trace de fissuration dans le joint ou dans les zones de liaison.

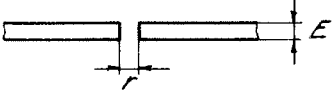
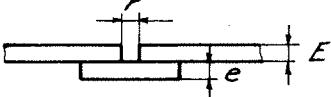
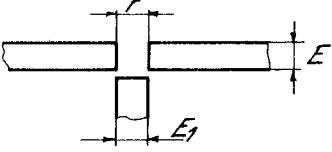
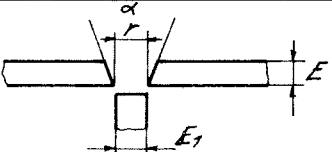
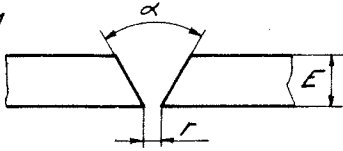
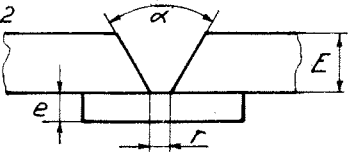
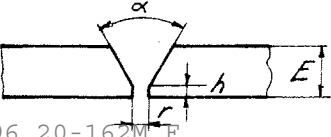
De petites criques superficielles qui ne s'étendent pas en profondeur quand le pliage progresse ne sont pas considérées comme défauts.

Les pièces pliées peuvent être réutilisées en éliminant la zone pliée et en réalisant 2 soudures distantes de 500 mm au moins.

---

## Types de sections des joints et genres de préparations pour le soudage semi-automatique sous protection gazeuse avec fils massifs.

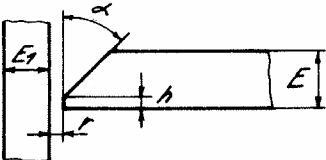
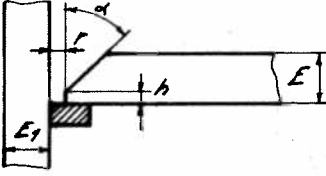
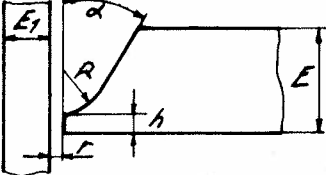
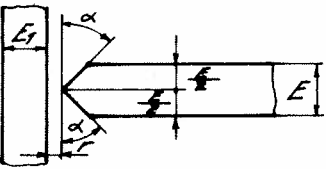
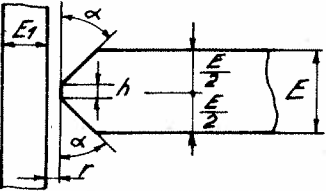
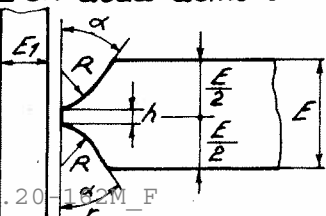
## 1 - Joint bord à bord.

1.1 - bords droits.	$E$ mm	$r$ mm	$\alpha$ $\left(\begin{smallmatrix} +5 \\ -0 \end{smallmatrix}\right)$ (°)	$h$ mm	Remarques
1.1.1 	1 1,5-2 3 4-5	$0,5^{+1}_0$ $1^{+1}_0$ $1,5^{+1}_0$ $2^{+1}_0$			pour soudure d'un seul côté
	3-4 5-6	$1,5^{+1}_0$ $2^{+1}_0$			
Joint soutenu à l'envers. 1.1.2 	1 2-5	$2^{+1}_0$ $E^{+1}_0$			$e \geq r$
1.1.3 	6-8	$E_1^{+1}_1$			
1.1.4 	$\geq 8$	$E_1^{+1}_2$	$30^\circ$	0-2	
1.2 - en V 1.2.1 	$5 \leq 10$ $> 10$	$2^{+1}_0$ $2^{+1}_0$	$50^\circ$ $45^\circ$	1 max. 1 max.	burinage et reprise à l'envers impossible
1.2.2 	$6 \leq 10$ $> 10$	$3^{+1}_0$ $3^{+1}_0$	$50^\circ$ $45^\circ$	2 max. 2 max.	
1.2.3 	$6 \leq 10$ $\geq 10$	$2^{+1}_2$ $2^{+1}_2$	$50^\circ$ $45^\circ$	$2^{+1}_1$ $2^{+1}_1$	burinage et reprise à l'envers

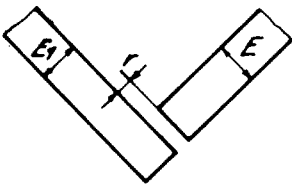
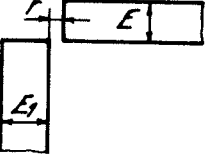
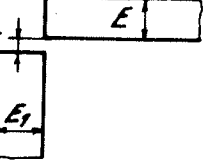
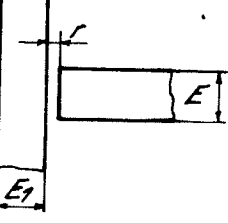


1.3 - en demi V		$E$ mm	$r$ mm	$\alpha$ $\begin{matrix} +5 \\ -0 \end{matrix}$ (°)	$h$ mm	Remarques
1.3.1		6-≤10 >10	$2^{+1}_0$ $2^{+1}_0$	45° 45°	1max. 1max.	reprise à l'envers
1.3.2		6-≤10 >10	$4^{+2}_0$ $4^{+4}_0$	45° 45°	2max. 2max.	
1.3.3		6-≤10 >10	$2^{+1}$ $3^{+1}$	45° 45°	$2^{+1}$ $2^{+1}$	reprise à l'envers
1.4 - en X						
1.4.1		≥12	$3^{+1}$	50°	1max.	
1.4.2		≥12	$3^{+1}$	50°	$3^{+1}$	
1.4.3		≥10	$3^{+1}$	50°	1max.	
1.4.4		≥10	$3^{+1}$	50°	$3^{+1}$	

## 2 - Joint en T

2.1 - en demi V	E mm	r mm	$\alpha$ °	h mm	Remarques
2.1.1 	$\geq 5$	$3 \pm 1$	$45^\circ$	$3 \pm 1$	reprise à l'envers sous forme d'un cordon d'angle
2.1.2 	$\geq 5$	$3 \pm 2$	$45^\circ$	$2 \pm 1$	
2.2 - en demi U 2.2.1 	$\geq 20$	$2 \pm 1$	$25^\circ$	$2 \pm 1$	reprise à l'envers sous forme d'un cordon d'angle $R = 8 \text{ min.}$
2.3 - en K 2.3.1 	$\geq 6$	0 à 3	$45^\circ$	1 max	
2.3.2 	$\geq 6$	$3 \pm 1$	$45^\circ$	$2 \pm 1$	
2.4 - en deux demi U 2.4.1 	$\geq 20$	0 à 3	$25^\circ$	$3 \pm 1$	$R = 8 \text{ min.}$

## 3 - Soudure d'angle

	E mm	r mm	$\alpha$ $\frac{+3}{-0}$ (°)	h mm	Remarques
3.1 	toutes épaisseurs	2 max.			
3.2 	toutes épaisseurs	2 max.			
3.3 	toutes épaisseurs	2 max.			
3.4 	toutes épaisseurs	0 à $\frac{E}{8}$ avec 2 mm max.			

Circulaire 2626.0.3.68.  
(juillet 1971)

CIRCULAIRE RELATIVE A LA TARIFICATION DES EPREUVES DE QUALIFICATION DES SOUDEURS SUIVANT "NOTICE TECHNIQUE N° 1" DE L'INSTITUT BELGE DE LA SOUDURE.

(Complément à la Spécification technique 0.3.68).

La qualification des soudeurs est demandée par le constructeur ou le fournisseur au moyen du formulaire "Demande de réception" n° 2600 x 78 p (anciennement SP 78 - MA Service 26) complété par l'indication du nom et des prénoms des candidats, du numéro de leur carte d'identité, de la commune de délivrance et de la qualification demandée.

Les tableaux I et II ci-après sont établis en unités de tarification. Pour l'année 1971, une unité de tarification est fixée à 68 F. Il sera revu chaque année.

Les frais d'agrégation sont calculés sur la base de la qualification demandée et non de la qualification obtenue. Ils sont facturés, quel que soit le résultat de l'épreuve.

Le constructeur fournit les tôles et les électrodes nécessaires aux essais ainsi que les films radiographiques. Il prépare les éprouvettes et il met à la disposition de l'agent de la S.N.C.B. les machines d'essais ainsi que le service de radiographie nécessaire. Les essais qui devraient éventuellement être effectués dans les laboratoires de la S.N.C.B. à défaut d'équipement du fournisseur seraient facturés en supplément au tarif en vigueur pour les essais de laboratoire.

#### Epreuves de qualification.

Le tableau I (4 feuilles) reprend :

- Pour le soudage à l'arc électrique avec électrodes enrobées et pour les différentes classes d'épaisseurs :
  - les agrégations courantes de qualification;
  - les passages d'un repère à un autre avec même type d'électrode;
  - l'extension de qualification à un autre type d'électrode.
- Pour le soudage semi-automatique sur tôles d'acier et pour les différentes épaisseurs :
  - les agrégations courantes de qualification;
  - les passages d'une qualification à une autre.

Il est évidemment toujours loisible au constructeur de demander la qualification d'un soudeur dans une catégorie non reprise au tableau I ou de demander le passage d'un soudeur d'une qualification à une autre ne figurant pas audit tableau. Le coût de ces agrégations sera communiqué au préalable au constructeur qui en exprimera le désir.

Un constructeur ne peut présenter en même temps plus de cinq soudeurs. Le tarif appliqué sera dégressif suivant tableau ci-après :

1 soudeur	100 % du tarif
2 soudeurs	90 % "
3 "	85 % "
4 "	80 % "
5 "	75 % "

Epreuves de qualification non satisfaisantes.

Les soudeurs n'ayant pas satisfait à l'épreuve de qualification sont autorisés à représenter en double exemplaire les épreuves dans lesquelles ils ont échoué.

Le tableau II (2 feuilles) donne la tarification appliquée aux cas les plus courants.

Pour obtenir le nombre d'unités de tarification, il faut :

1. pour chaque éprouvette réalisée en double exemplaire, appliquer le tarif de base de la colonne 5.
2. pour chaque groupe d'éprouvettes groupées par une accolade, ajouter une fois le tarif complémentaire de la colonne 6.

Il n'est pas appliqué de tarif dégressif lorsque plusieurs soudeurs sont présentés en même temps.

Si un cas non repris aux tableaux II devait se présenter, le tarif serait communiqué au préalable au constructeur qui en exprimerait le désir.

Exemple d'application des tableaux II.

1. Si pour être qualifié avec le symbole 3.3.3.1 un soudeur doit recommencer en double exemplaire les éprouvettes de soudure d'angle à plat et en verticale montante, le coût de l'épreuve sera de :  $1 + 2 + 4 = 7$  unités de tarification.
2. Si pour être qualifié avec le même symbole 3.3.3.1, un soudeur doit recommencer en double exemplaire les éprouvettes de soudure bout-à-bout en verticale montante et de soudure d'angle en verticale montante également, le tarif à appliquer sera :  $4 + 6 + 2 + 4 = 16$  unités de tarification.

EPAISSEURS INFERIEURES A 3 mm.

Qualification	Unités de tarification
1.2.1.1 ou 5.2.1.1	4
1.3.1.1 ou 5.3.1.1	4
2.2.1.1 ou 6.2.1.1	5
2.3.1.1 ou 6.3.1.1	5
1.2.1.1 - 1.3.1.1 ou 5.2.1.1 - 5.3.1.1	5
2.2.1.1 - 2.3.1.1 ou 6.2.1.1 - 6.3.1.1	7

Extension de qualification à un autre type d'électrode.

De	vers	Unités de réception
1.2.1.1 ou 1.3.1.1	1.2.1.1 - 1.3.1.1	4
5.2.1.1 ou 5.3.1.1	5.2.1.1 - 5.3.1.1	4
2.2.1.1 ou 2.3.1.1	2.2.1.1 - 2.3.1.1	5
6.2.1.1 ou 6.3.1.1	6.2.1.1 - 6.3.1.1	5

QUALIFICATION DE SOUDEURS EN SOUDAGE SEMI-AUTOMATIQUE SUR TOLES D'ACIER.

EPAISSEURS EGALES OU SUPERIEURES A 6 mm.

Qualification	Unités de tarification
1.6.3.1 ou 5.6.3.1	8
2.6.3.1 ou 6.6.3.1	14
3.6.3.1 ou 7.6.3.1	20

Passage d'une qualification à une autre.

De	vers	Unités de tarification
1.6.3.1	2.6.3.1	8
5.6.3.1	6.6.3.1	8

EPAISSEURS INFÉRIEURES A 6 mm ET ÉGALES OU SUPÉRIEURES A 3 mm.

Qualification	Unités de tarification
1.6.2.1 ou 5.6.2.1	6
2.6.2.1 ou 6.6.2.1	8

Passage d'une qualification à une autre.

De	vers	Unités de tarification
1.6.2.1	2.6.2.1	6
5.6.2.1	6.6.2.1	6

EPAISSEURS INFÉRIEURES A 3 mm.

Qualification	Unités de tarification
1.6.1.1 ou 5.6.1.1	4
2.6.1.1 ou 6.6.1.1	6

Passage d'une qualification à une autre.

De	vers	Unités de tarification
1.6.1.1	2.6.1.1	4
5.6.1.1	6.6.1.1	4

TABLEAU I.

QUALIFICATION DES SOUDEURS A L'ARC ELECTRIQUE AVEC ELECTRODES ENROBEES.

EPAISSEURS EGALES ET SUPERIEURES A 6 mm.

Qualification demandée	Unités de tarification
1.2.3.1	7
1.3.3.1	7
5.2.3.1	7
5.3.3.1	7
2.2.3.1	12
2.3.3.1	12
6.2.3.1	12
6.3.3.1	12
3.2.3.1	16
3.3.3.1	16
7.2.3.1	16
7.3.3.1	16

Passage d'un repère à un autre avec même type d'électrode.

De	vers	Unités de tarification
N 1	S 1	6
N 2	S 2	9
N 2	N 3	9
S 2	S 3	9
N 1	N 2	8
S 1	S 2	8
N 3	S 3	13



Extension de qualification à un autre type d'électrode.

De	vers	Unités de réception
1.2.3.1	1.2.3.1 - 1.3.3.1	6
5.2.3.1	5.2.3.1 - 5.3.3.1	6
2.2.3.1	2.2.3.1 - 2.3.3.1	7
6.2.3.1	6.2.3.1 - 6.3.3.1	7
3.2.3.1	3.2.3.1 - 3.3.3.1	10
7.2.3.1	7.2.3.1 - 7.3.3.1	10
1.3.3.1	1.2.3.1 - 1.3.3.1	4
5.3.3.1	5.2.3.1 - 5.3.3.1	4
2.3.3.1	2.2.3.1 - 2.3.3.1	5
6.3.3.1	6.2.3.1 - 6.3.3.1	5
3.3.3.1	3.2.3.1 - 3.3.3.1	4
7.3.3.1	7.2.3.1 - 7.3.3.1	4

EPAISSEURS INFÉRIEURES A 6 mm ET ÉGALES OU SUPÉRIEURES A 3 mm.

Qualification	Unités de tarification
1.2.2.1 ou 5.2.2.1	6
1.3.2.1 ou 5.3.2.1	6
2.2.2.1 ou 6.2.2.1	9
2.3.2.1 ou 6.3.2.1	9
1.2.2.1-1.3.2.1 ou 5.2.2.1 - 5.3.2.1	8
2.2.2.1-2.3.2.1 ou 6.2.2.1 - 6.3.2.1	14

Extension de qualification à un autre type d'électrode.

De	vers	Unités de réception
1.2.2.1 ou 1.3.2.1	1.2.2.1 - 1.3.2.1	6
5.2.2.1 ou 5.3.2.1	5.2.2.1 - 5.3.2.1	6
2.2.2.1 ou 2.3.2.1	2.2.2.1 - 2.3.2.1	9
6.2.2.1 ou 6.3.2.1	6.2.2.1 - 6.3.2.1	9

TABLEAU II (1971)

EPREUVES EN DOUBLE EXEMPLAIRESOUDEGE A L'ARC ELECTRIQUE AVEC ELECTRODES ENROBEES

Qualification demandée. 2 premiers chiffres du symbole	Epaisseur. 3e chiffre du symbole	Eprouvette à réaliser en double exemplaire.	Position de soudage.	Tarif de base.	Tarif complet.
1	2	3	4	5	6
1.2 ou 1.3	3	Bout à bout	à plat	3	6
5.2 ou 5.3		en angle	à plat	1	4
2.2 ou 2.3		Bout à bout	à plat	3	6
6.2 ou 6.3		en verticale montante	4		
		en angle	à plat	1	4
		en verticale montante	2		
3.2 ou 3.3	2	bout à bout	à plat	3	6
7.2 ou 7.3		en verticale montante	4		
			plafond	6	
		en angle	à plat	1	4
		en verticale montante	2		
		1/2 plafond à 45°	2		
1.2 ou 1.3	2	Bout à bout	à plat	2	6
5.2 ou 5.3		en angle	à plat	1	2
2.2 ou 2.3		Bout à bout	à plat	2	6
6.2 ou 6.3		en verticale montante	3		
			en angle	à plat	1
		en verticale montante	1	4	

1	2	3	4	5	6
1.2 ou 1.3	1	Bout à bout	à plat	1	2
5.2 ou 5.3		en angle	à plat	1	2
2.2 ou 2.3		Bout à bout	à plat	1	2
6.2 ou 6.3			en verticale montante	2	
		en angle	à plat	1	2

SOUDAGE SEMI-AUTOMATIQUE

1.6 ou 2.6 ou 5.6 ou 6.6	3	Bout à bout	à plat	4	6
			en verticale	5	
	en angle	à plat	1	4	
		en verticale	1		
	1 ou 2	Bout à bout	à plat	2	6
			en verticale	2	
en angle	à plat	1	4		
	en verticale	1			