

Edition de 1967.

Document N°2

Document (E)

Chien pour les Inox des circuits d'eau

Edition 1967.

- En fait nature des matériaux fige 4 § 2.1
- à savoir instruction d'Inchet N° 47 de 1962.
- et la délégation au § 2.1 autorisant
les stabilisateurs Titane et Niobium, - cause des problèmes de
Phénix, sur les circuits, aujourd'hui (circuits au Na)

9 Avril 99



MARTIN J. Paul

454

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
DIRECTION DES PILES ATOMIQUES
DEPARTEMENT DE CONSTRUCTION DES PILES



CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT DES PILES A EAU
CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES
RELATIVES AUX FABRICATIONS
EN ACIER INOXYDABLE

Edition de 1967

TABLE DES MATIERES

I - GENERALITES.

- 1.1. Domaine d'application et conditions de service
- 1.2. Etudes - Plans - Nomenclatures
- 1.3. Usines de construction
- 1.4. Programme de fabrication
- 1.5. Matériaux
- 1.6. Contrôle des approvisionnements, des fabrications et des montages

II - MATIERES PREMIERES.

- 2.1. Nature du métal
- 2.2. Analyses chimiques
- 2.3. Tôles
 - 2.3.1. Généralités
 - 2.3.2. Marquage des tôles
 - 2.3.3. Prélèvement des échantillons
 - 2.3.4. Préparation des éprouvettes
 - 2.3.5. Exécution des essais et analyses
 - 2.3.6. Résultats à obtenir
 - 2.3.7. Vérifications dimensionnelles
 - 2.3.8. Examen d'aspect
 - 2.3.9. Examen par ultra-sons
- 2.4. Pièces forgées
 - 2.4.1. Généralités
 - 2.4.2. Marquage des pièces
 - 2.4.3. Chûtage
 - 2.4.4. Prélèvement des échantillons
 - 2.4.5. Préparation des éprouvettes et exécution des essais et analyses
 - 2.4.6. Résultats à obtenir

- 2.4.7. Vérifications dimensionnelles
- 2.4.8. Examen d'aspect
- 2.4.9. Examen par ultra-sons
- 2.5. Pièces moulées
 - 2.5.1. Lot
 - 2.5.2. Analyse chimique
 - 2.5.3. Fabrication
 - 2.5.4. Contrôle
- 2.6. Tubes
 - 2.6.1. Tubes d'épaisseur supérieure à 2,5 mm
 - 2.6.1.1. Recette
 - 2.6.1.2. Aspect
 - 2.6.1.3. Essais mécaniques
 - 2.6.1.4. Vérifications dimensionnelles
 - 2.6.2. Tubes d'épaisseur inférieure à 2,5 mm
 - 2.6.3. Epreuve hydraulique
 - 2.6.4. Examen par ultra-sons
- 2.7. Conditions particulières de recette
- 2.8. Essais accélérés de corrosion intergranulaire

III - PROCEDES DE SOUDAGE.

IV - PRODUITS DE SOUDAGE.

- 4.1. Electrodes enrobées pour soudage manuel
 - 4.1.1. Analyse chimique
 - 4.1.2. Essais de résistance à la fissuration
 - 4.1.3. Essais de maniabilité-compacité
- 4.2. Fil d'apport pour soudage automatique, semi-automatique ou manuel sous gaz inerte
- 4.3. Fil d'apport pour soudage automatique sous flux électro-conducteur
- 4.4. Emballage
- 4.5. Décapage

V - ESSAIS DE QUALIFICATION.

- 5.1. Agrément du procédé de soudage
 - 5.1.1. Contrôle radiographique
 - 5.1.2. Essais mécaniques
 - 5.1.2.1. Traction
 - 5.1.2.2. Pliage
 - 5.1.3. Macrographie
- 5.2. Qualification du personnel soudeur ou opérateur.

VI - FABRICATION.

6.1. Chaudronnerie

6.2. Soudage

VII - CONTROLE DE FABRICATION - FICHES DE CONTROLE - DOSSIERS DE CONTROLE.

7.0. Généralités

7.1. Contrôle des matières premières

7.2. Contrôle de fabrication

7.2.1. Contrôle de chaudronnerie

7.2.2. Contrôle des produits de soudage

7.2.3. Contrôle de la préparation avant soudage

7.2.4. Contrôle de soudage

7.2.5. Contrôle des ensembles soudés

7.2.5.1. Contrôle des traitements thermiques

7.2.5.2. Contrôle des soudures par ressuage

7.2.5.3. Contrôle radiographique

7.2.6. Exécution du contrôle par ressuage

7.3. Essais sous pression et épreuve d'étanchéité

7.4. Contrôle dimensionnel

7.5. Réparations

CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT DES PILES A EAU
CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX
FABRICATIONS EN ACIER INOXYDABLE

Dans la suite de ce texte,
le fournisseur désigne l'Entreprise titulaire du marché auquel s'applique le présent Cahier des Charges,
le contrôleur l'Organisme auquel le C. E. A. aura confié la mission générale de contrôle des travaux du marché précité. En l'absence d'un tel organisme, la fonction qui lui est normalement dévolue est assurée par le C. E. A.

I - GENERALITES

1.1. Domaine d'application et conditions de service.

La fourniture à laquelle s'applique le présent Cahier des Prescriptions Techniques comprend toutes les pièces de circuits en acier inoxydable susceptibles de se trouver au contact :

- soit d'eau lourde ou d'eau légère déminéralisée

Résistivité	supérieure ou égale à $200\ 000\ \text{ohms cm}^2/\text{cm}$
pH	5 à 7
Température	100°C
Pression maximale de service	25 bars

- soit d'un gaz de couverture.

1.2. Etudes - Plans - Nomenclatures.

Au fur et à mesure de l'avancement de l'étude, les plans et nomenclatures relatifs à cette fourniture (ensemble et détails) seront communiqués au C. E. A. pour accord. Cet accord ne dégagera en aucune façon la responsabilité du Fournisseur dans le cadre de son contrat.

- Le Fournisseur adressera au C. E. A. et au Contrôleur, un certain nombre¹⁾ d'exemplaires des sous-commandes des matières premières et des différentes pièces entrant dans la fabrication du matériel commandé.

1) Le nombre d'exemplaires sera défini dans les contrats.

Ces sous-commandes feront ressortir clairement les contrôles et épreuves demandés dans les différentes spécifications, assorties des suppléments que le Fournisseur pourra juger utile de demander à ses sous-traitants.

L'état de livraison des approvisionnements sera indiqué. Pour les matériaux prélevés sur parc et les matériels provenant des magasins du Fournisseur, ce dernier substituera aux sous-commandes une nomenclature détaillée.

Sur les plans de fabrication, les différentes pièces seront repérées clairement. Une nomenclature se référant à chaque plan indiquera en face de chaque repère la désignation de la pièce, la quantité et le matériau constitutif défini conformément à l'AFNOR. Si le matériau n'est pas catalogué à l'AFNOR, on indiquera le Fournisseur et la désignation utilisée par ce dernier.

Les différents types de soudure entrant dans la fabrication seront affectés de repères permettant de se référer au Cahier des Procédés de Soudage (cf. 5.1).

Le type et la position des soudures seront choisis pour permettre l'exécution satisfaisante des contrôles radiographiques qui, même lorsqu'ils ne sont pas exigés sur la totalité des soudures, doivent pouvoir être faits sur n'importe quelle partie des cordons.

Le Fournisseur devra justifier toute demande de dérogation et proposer des processus de contrôle permettant de s'assurer de la qualité des soudures réalisées. La demande de dérogation devra être formulée lors de la remise des plans pour approbation avant exécution.

Les plans doivent être adressés en temps utile afin qu'il soit possible de disposer du temps nécessaire à la transmission, à l'examen, à la réalisation des modifications éventuelles.

1.3. Usines de construction.

Le Fournisseur indiquera les usines qui participeront à la réalisation des appareils, et éventuellement, les adresses et raisons sociales des sous-traitants. Il est rappelé que les sous-traitants éventuels doivent être, au préalable, proposés à l'acceptation du C.E.A.

1.4. Programme de fabrication.

Dès passation de la commande, le Fournisseur adressera au C.E.A. un programme de fabrication mettant en évidence :

- le processus de fabrication,
- les dates principales d'avancement de la fabrication,
- les temps réservés aux recettes, agréments et qualifications.

Chaque modification à ce programme sera aussitôt communiquée au C.E.A.

Le Fournisseur devra confirmer directement au responsable du contrôle, les dates de présentation du matériel ; ceci laissant au Contrôleur le droit d'accéder sans préavis aux ateliers et magasins du Fournisseur, aux jours et heures qu'il désire.

1.5. Matériaux.

Les matériaux tels que tôles, tubes, pièces forgées et moulées, produits d'apport, seront commandés avec recette, et selon spécifications qui seront portées à la connaissance du C.E.A.

Le Fournisseur garde la responsabilité des désignations des matériaux entrant dans la fabrication des appareils dont il reconnaît savoir les conditions de fonctionnement.

Le Fournisseur commandera les produits laminés et les produits forgés avec les sur-longueurs capables des échantillons décrits plus loin.

1.6. Contrôle des approvisionnements, des fabrications et des montages.

1.6.1. Le Fournisseur assure à ses frais tous les contrôles, essais et analyses nécessaires à la bonne exécution du Marché, depuis la passation de ce dernier jusqu'au prononcé de la réception définitive.

Le Contrôleur désigné par le C.E.A. exerce une surveillance des contrôles du Fournisseur. Cette surveillance ne dégage jamais le Fournisseur de l'obligation où il est d'effectuer ses propres contrôles.

Les frais de vacation du Contrôleur désigné par le C.E.A. sont à la charge de ce dernier.

Par contre les interventions qui seraient rendues nécessaires et s'effectueraient en supplément du programme prévu parceque le Contrôleur n'aurait pu accepter un matériel pour cause de défectuosité, sont à la charge du Fournisseur.

La surveillance s'exerce dans les forges et usines productrices. Le fabricant devra mettre à la disposition du Contrôleur tous les moyens nécessaires à l'exécution de sa mission.

Au plus tard deux mois après la passation du Marché, le Fournisseur indiquera par écrit au C.E.A. quels contrôles il entend exercer, et par qui il les fera exécuter. Il les fera figurer sur les sous-commandes passées à l'extérieur et sur les ordres d'exécution donnés à ses propres ateliers. Des fiches de contrôle seront rédigées et seront adressées au C.E.A. conformément aux termes du Marché.

Le Fournisseur ou ses sous-traitants sont tenus d'en donner un exemplaire au Contrôleur lors de ses visites, au fur et à mesure de l'exécution des contrôles.

1.6.2. Sont à la charge du Fournisseur et seront inclus dans la proposition, les frais occasionnés par les opérations de contrôle, suivant les spécifications indiquées dans le Marché et notamment :

- les opérations de contrôle effectuées chez les Fournisseurs des matières premières ou produits semi-finis (sous-traitants),
- les contrôles par ultra-sons,
- les opérations de recette de produits d'apport,
- les épreuves de qualification des soudeurs et d'agrément des procédés de soudage,
- la réalisation et les essais d'échantillons témoins de fabrication,
- le contrôle radiographique,
- la vérification dimensionnelle des pièces,
- les relevés de température lors du traitement thermique,
- les épreuves hydrauliques,
- les épreuves d'étanchéité sous pression ou sous vide,

- les frais matériels et plus-values sur matières premières occasionnées par les opérations de contrôle,
- les contrôles de montage en usine et sur le site,
- la fourniture au Contrôleur et au C. E. A. des fiches de contrôle au fur et à mesure de leur établissement, et des dossiers de contrôle en fin de fabrication.

Les seules opérations qui ne sont pas à la charge du Fournisseur sont les contre-analyses chimiques ou autres essais éventuellement demandés par le C. E. A. et qui sont payés par lui.

1.6.3. Lorsque le matériel fait l'objet d'une série, le Contrôleur peut procéder à des vérifications par sondage ; l'importance de ce dernier sera défini dans chaque cas, mais il ne pourra porter sur moins de 20% des pièces.

Si les résultats du sondage ne sont pas satisfaisants, la totalité du matériel sera vérifiée. Dans ce cas, c'est le Fournisseur qui règlera les prestations du Contrôleur.

1.6.4. Il appartient au Fournisseur de convoquer le Contrôleur afin que ce dernier vérifie les contrôles effectués par lui ; mais il ne devra le faire que lorsqu'il considérera que son matériel peut être accepté. De son côté, le Contrôleur devra s'organiser pour être convoqué par le Fournisseur au moment qu'il jugera opportun pour le bien de l'affaire.

II - MATIERES PREMIERES.

2.1. Nature du métal.

Les produits finis, tels que tôles, pièces forgées, pièces moulées et tubes, seront en acier inoxydable austénitique dont la composition chimique sera conforme à celle :

- soit de la classe 2, catégorie 20,

soit de la classe 2, catégorie 25,

de l'Instruction n° 47 revue le 1.12.1962 de l'Etablissement d'INDRET²⁾, étant entendu qu'il faut lire 0,030% pour 0,03%.

Ces produits seront livrés hypereutectiques. Dans des cas particuliers bien définis, pièces mécaniques sujettes à usure par exemple, le Fournisseur pourra proposer à l'agrément du C. E. A. des aciers inoxydables de compositions différentes des précédentes. En principe, ces aciers n'entreront pas dans la réalisation de pièces soudées.

Pour les pièces de réalisation compliquée, rouets et diffuseurs de pompes par exemple, nécessitant l'emploi de matériaux sous forme moulée, le Fournisseur pourra utiliser des aciers inoxydables stabilisés au titane ou au niobium (catégorie 22, 22 bis, 26 et 26 bis d'INDRET n° 47).

Le Fournisseur devra éviter au maximum les contacts entre alliages légers et aciers inoxydables. En cas de non observation de cette clause, il devra prévoir des dispositifs permettant le remplacement aisé de certaines pièces.

2) Dans la suite du texte, cette instruction sera simplement désignée par INDRET n° 47.

2.2. Analyses chimiques.

Les compositions chimiques indiquées en 2.1. s'appliquent aux produits finis. Le Constructeur fournira les justifications suivantes :

- 1 - Résultats de l'analyse chimique au niveau de la coulée, dans la mesure du possible.
- 2 - Résultats de l'analyse chimique sur produits finis pour chaque lot.

En cas de léger dépassement de la valeur en carbone, le Constructeur pourra demander au C.E.A. une dérogation pour utiliser l'acier. Cette demande de dérogation sera accompagnée d'un procès-verbal d'essai de Corrosion Intergranulaire d'INDRET avec traitement de sensibilisation court dont les résultats devront être acceptables.

Pour les lots de faible importance, le Constructeur pourra demander à être dispensé d'exécuter l'analyse chimique sur produits. Dans ce cas, le matériel sera accepté au vu des résultats trouvés lors de l'analyse chimique au niveau de la coulée. Pour tenir compte d'un éventuel enrichissement en carbone pendant les opérations de transformation, la valeur de la teneur maximale en carbone sera abaissée de 0,005% pour les produits d'épaisseur inférieure à 1,5 mm et de 0,002% pour tous les autres produits.

Il sera remis au Contrôleur un échantillon de métal prélevé en sa présence, pour l'exécution de contre-analyses chimiques éventuelles.

Il est rappelé qu'il appartient au Constructeur de s'assurer de la conformité des produits qu'il met en oeuvre avec les Spécifications applicables. En conséquence, il ne doit pas attendre les résultats des contre-analyses faites par le Contrôleur pour entreprendre les travaux et supporter les conséquences des divergences que pourraient faire apparaître les dites contre-analyses, quel que puisse être l'avancement de la fabrication.

2.3. Tôles.

2.3.1. Généralités.

Les tôles d'une même épaisseur, provenant d'une même coulée, ayant subi les mêmes traitements thermiques et livrées dans le même état constitueront un lot.

Il est prévu par lot :

- | | |
|--|----------------------------------|
| - un prélèvement pour essais mécaniques | Traction
Pliage
Résilience |
| - un prélèvement pour analyse chimique et pour essai de corrosion d'INDRET éventuel. | |

2.3.2. Marquage des tôles.

Il est interdit d'apposer des marques poinçonnées sur les tôles recettées. Les marques seront portées à l'encre indélébile et comprendront toutes indications utiles, notamment la marque du Fournisseur, le numéro de la coulée et du lot, et un indice caractérisant la nuance. Lors de la mise en oeuvre de ces tôles, ces indications devront rester visibles le plus longtemps possible.

2.3.3. Prélèvement des échantillons.

Le prélèvement des échantillons sera effectué avant découpage des tôles, selon les recommandations générales de la N.F.A. 03-002, en présence du Contrôleur et sur une tôle de chaque lot désignée par lui.

Il appartient au Fournisseur qui commande les tôles de prévoir, le cas échéant, les surlongueurs nécessaires à l'obtention des échantillons.

Les échantillons et la tôle devront porter des marques permettant de déterminer la position de l'échantillon sur la tôle.

Les échantillons destinés aux éprouvettes d'essais mécaniques seront prélevés à l'extrémité et, dans la mesure du possible, côté tête de lingot, de façon que les éprouvettes aient leur axe perpendiculaire à la direction du laminage final et soient situées le plus près possible de l'axe longitudinal de la tôle.

Le prélèvement des échantillons pour analyse chimique et essais de corrosion d'INDRET intéressera toute l'épaisseur de la tôle, au premier sixième de la largeur à partir d'une rive, côté tête de lingot.

L'échantillon pour analyse chimique, d'un poids de 200 g, sera divisé en 2 parties. L'une sera remise au Contrôleur en vue d'une contre-analyse éventuelle. La deuxième sera destinée à une analyse supplémentaire au cas où la contre-analyse du Contrôleur serait en désaccord avec l'analyse déclarée par le Fournisseur.

L'échantillon destiné à l'essai de corrosion d'INDRET sera conservé par le Contrôleur.

2.3.4. Préparation des éprouvettes.

- Eprouvettes de traction.

Les éprouvettes de traction seront en principe plates et conserveront les deux peaux de laminage. Leur largeur et la longueur entre repères seront celles prescrites par le projet de norme P.N.A. 03-151 "Essais de traction".

- Eprouvettes de pliage.

Les éprouvettes de pliage auront les dimensions prescrites par le projet de norme P.N.A. 03-157 "Essais de pliage".

- Eprouvettes de résilience.

Les éprouvettes de résilience auront les dimensions prescrites par le projet de norme P.N.A. 03-156 "Essais de résilience".

- Eprouvettes pour essai accéléré de corrosion intergranulaire.

Ces éprouvettes auront les dimensions prescrites par INDRET n° 47. Il est rappelé que l'échantillon prélevé par lot pour les exécuter doit permettre de préparer 2 éprouvettes de 4 mm d'épaisseur au moins, ce qui éventuellement peut obliger à faire le prélèvement à l'issue d'une opération de laminage ou d'étirage intermédiaire (voir paragraphe 13 de l'Annexe III d'INDRET n° 47).

Le Fournisseur informera le Contrôleur en temps utile de la date à laquelle les prélèvements pourront être faits en sa présence.

2.3.5. Exécution des essais et analyses.

Il sera fait par lot sur produits finis, et au moyen de machines agréées par le Contrôleur:

- un essai de traction,
- un essai de pliage,
- un essai de résilience.

Le Contrôleur peut accepter que tout ou partie de ces essais mécaniques soit fait hors de sa présence.

- une analyse chimique,
- éventuellement un essai de corrosion d'INDRET.

Il est rappelé que tous ces essais sont à la charge du Fournisseur.

2.3.6. Résultats à obtenir.

- Analyse chimique,

Conforme à INDRET n° 47 pour la Classe et les Catégories considérées, avec $C \leq 0,030\%$.

- Caractéristiques mécaniques,

Au moins égales à celles définies dans INDRET n° 47 pour la Classe et les Catégories considérées, sauf en ce qui concerne la résilience dont la valeur minimale est réduite à 14 kgm/cm^2 .

- Essai accéléré de corrosion intergranulaire,

Résultats conformes à ceux définis dans INDRET n° 47.

2.3.7. Vérifications dimensionnelles.

Les tolérances dimensionnelles sont celles qui figurent dans la spécification AUTAAS n° 111-3 ; pour les tôles d'épaisseur supérieure à 5 mm, on se référera au tableau du GAPAVE n° 111, page 8.

2.3.8. Examen d'aspect.

La surface devra être plane, sans ondulation. Elle devra être exempte de stries, piqures, défournis de métal, criques, gerçures, gravelures, inclusions de corps étrangers. Les tôles livrées à l'état décapé ne doivent présenter aucune trace de calamine. Il sera autorisé l'élimination de petits défauts par un procédé mécanique d'enlèvement de matières conservant l'état de surface primitif, par exemple par meulage à l'aide d'une meule à grains fins (grade 80 minimum) et exempte de tous produits ferreux, à condition que l'épaisseur des parties meulées reste dans les limites des tolérances dimensionnelles. Aucune réparation de défauts par apport de métal par fusion ne sera, en principe, tolérée.

Le C.S.C.T. indiquera le degré de fini. En l'absence de cette indication, l'aspect obtenu sera conforme à l'échantillon n° 16 du RUGOTEST n° 3 (L.C.A. - C.E.A.) avec grenailage sphérique.

2.3.9. Examen par ultra-sons.

Pour les tôles d'épaisseur égale ou supérieure à 15 mm, on procédera à un examen aux ultrasons selon le R.C.C.N. 103, Annexe IX, pour les tôles de qualité exceptionnelle.

2.4. Pièces forgées.

2.4.1. Généralités.

Un lot est constitué, pour les grosses pièces dont le poids dépasse 500 kg :

soit d'une pièce forgée,

soit d'une barre laminée ou forgée.

Pour les pièces de poids inférieur, un lot est constitué de l'ensemble des pièces ou barres provenant de la même coulée et ayant été soumises au même traitement de charge. Le poids total d'un tel lot ne devra pas dépasser 750 kg.

Il est prévu par lot un prélèvement pour

essais mécaniques { traction
 résilience

analyse chimique et essai éventuel de corrosion d'INDRET.

2.4.2. Marquage des pièces.

Il sera porté sur chaque pièce :

le n° de coulée

le n° d'ordre du lot dans la coulée.

Ces indications seront reportées après opérations d'usinage pour rester visibles le plus longtemps possible.

2.4.3. Chûtage.

On s'assurera que les chutes habituelles pour l'élimination des retassures et ségrégations sont bien exécutées et qu'il ne reste plus trace de ces défauts. Eventuellement, à la demande du Contrôleur, il pourra être fait un examen macrographique côté tête de lingot.

2.4.4. Prélèvement des échantillons.

Il ne sera prélevé par lot qu'un seul échantillon qui doit pouvoir fournir toutes les éprouvettes d'une série d'essais (voir paragraphe 2.3.5.), y compris une éprouvette de 200 g pour analyse chimique.

Dans le cas des pièces dont le poids dépasse 500 kg, les échantillons seront prélevés à froid, en présence du Contrôleur, dans des appendices ménagés à cet effet sur les pièces et placés en principe du côté correspondant à la tête de lingot.

L'emplacement des appendices sera fixé par le Forgeron en accord avec le Fournisseur et le Contrôleur.

Dans le cas d'un lot de petites pièces, les échantillons seront prélevés dans une pièce identique supplémentaire.

Exceptionnellement, et après accord du Contrôleur, on pourra faire les prélèvements dans des surlongueurs ou dans une éprouvette provenant de la même billette, forgée séparément dans les mêmes conditions que les pièces maîtresses et ayant subi le traitement d'hypertrempe en même temps.

Des marques d'identification seront apposées en présence du Contrôleur sur les échantillons et les pièces dont ils proviennent.

Il sera remis par lot au Contrôleur :

- la moitié de l'éprouvette de 200 g, pour contre-analyse chimique éventuelle,
- les deux éprouvettes destinées à effectuer éventuellement un essai accéléré de corrosion d'INDRET.

2.4.5. Préparation des éprouvettes - Exécution des essais et analyses.

Analogues respectivement aux paragraphes 2.3.4 et 2.3.5. Toutefois les éprouvettes de pliage ne sont pas demandées, et les éprouvettes de traction seront cylindriques.

2.4.6. Résultats à obtenir.

Les résultats à obtenir sont identiques à ceux du paragraphe 2.3.6.

2.4.7. Vérifications dimensionnelles.

Le Forgeron fournira des ébauches capables des pièces usinées. Les vérifications dimensionnelles sont à la charge du Fournisseur.

2.4.8. Examen d'aspect.

Les pièces devront être exemptes de piqures, stries, fissures ou inclusions de corps étrangers. Les zones douteuses feront, à la demande du Contrôleur, l'objet d'un ressuage.

Aucune réparation de défaut par soudage ne sera tolérée.

2.4.9. Examen par ultra-sons.

L'état de surface devra permettre un contact satisfaisant entre le palpeur et la pièce. A la demande du Contrôleur, cet état devra être amélioré par meulage ou écroûtage.

Les tubes seront examinés suivant le R.C.C.N. 103, Annexe IX, paragraphe 32, et les plaques et couronnes suivant le paragraphe 4.1.2 du même document.

2.5. Pièces moulées.

Ces pièces satisferont aux conditions de fabrication et de recette définies par le fascicule B 131 de l'Etablissement d'INDRET, sous réserve des modifications ou additions ci-dessous.

2.5.1. Lot.

Un lot est constitué par une pièce moulée ou par l'ensemble des pièces moulées provenant d'une même coulée, ayant subi les mêmes traitements thermiques.

2.5.2. Analyse chimique (Article 17 du fascicule) et Essais de traction.

Il sera pratiqué, par lot, une analyse chimique et un essai de traction. Cette analyse sera conforme aux catégories 20, 25, 22, 22 bis, 26 ou 26 bis de la Classe 2 d'INDRET n° 47. Les caractéristiques mécaniques relevées au cours de l'essai de traction seront au moins égales à celles définies dans INDRET n° 47 pour les catégories 22 et 22 bis. Pour les autres catégories, ces valeurs seront spécifiées dans la sous-commande.

2.5.3. Fabrication.

Les refroidisseurs internes de coulée éventuels seront en acier inoxydable d'une nuance voisine de celle de la pièce.

Avant tout usinage ou meulage les pièces brutes de fonderie seront examinées par le C.E.A.

La peau de fonderie aura un aspect au moins aussi bon que celui donné par le RUGO-TEST n° 3, grenailage sphérique 19 fin et ne devra présenter ni inclusions de sable, ni cratères, ni amorces de fissures.

2.5.4. Contrôle.

Les pièces moulées subiront un ressuage ; l'état de surface devra être jugé satisfaisant par le Contrôleur qui pourra demander qu'il soit amélioré par meulage ou usinage ; il pourra être demandé un examen par ultrasons ou par gammagraphie (voir C. S. C. T. particuliers).

Les défauts seront affouillés jusqu'au métal sain. On s'en assurera par ressuage. Les réparations par soudure pourront être éventuellement envisagées. Le Constructeur soumettra à l'accord du C. E. A. et du Contrôleur, le processus de réparation. Le métal d'apport sera tel que, une fois déposé, sa résistance mécanique et sa tenue à la corrosion soient au moins équivalentes à celles du métal de base.

2.6. Tubes.

2.6.1. Tubes d'épaisseur supérieure à 2,5 mm.

2.6.1.1. Recette.

Pour les tubes épais ($e > 2,5$ mm) roulés et soudés, les opérations de recette seront effectuées sur les tôles utilisées pour leur fabrication. Ces opérations, de même que les résultats à obtenir, seront conformes en tout point aux prescriptions du paragraphe 2.3 "Tôles", sous réserve des modifications ci-après (voir paragraphes 2.6.1.2, 2.6.1.3, 2.6.1.4, et 2.6.3) et, pour les soudures, aux prescriptions des chapitres III à VII.

Pour les tubes épais ($e > 2,5$ mm) sans soudure, on appliquera les prescriptions d'INDRET n° 47 relatives aux "Tubes sans soudure en alliages inoxydables", sous réserve des modifications suivantes (voir paragraphes 2.6.1.2, 2.6.1.3, 2.6.1.4, 2.6.3 et 2.6.4).

2.6.1.2. Aspect.

Les tubes seront droits, parfaitement calibrés. Les surfaces extérieures et intérieures devront être très lisses, exemptes de crevasses, criques, gerçures, pailles, piqûres, replis de métal ou autres défauts pouvant nuire à la solidité des tubes. Les extrémités des tubes seront coupées nettement et d'équerre.

2.6.1.3. Essais mécaniques.

L'essai d'évasement sera poursuivi jusqu'à ce que l'accroissement de diamètre du tube atteigne 35%.

L'essai de cintrage sera fait sur $1/4$ de circonférence suivant un rayon mesuré à l'intérieur du coude, et au plus égal à 2,5 fois le diamètre extérieur nominal du tube.

2.6.1.4. Vérifications dimensionnelles.

Les tolérances dimensionnelles, longueur, diamètre, épaisseur, courbure sont celles définies dans la spécification technique n° 421 du G. A. P. A. V. E.

2.6.2. Tubes d'épaisseur inférieure ou égale à 2,5 mm.

Pour les tubes minces ($e \leq 2,5$ mm), on appliquera les spécifications AUTAAS

- n° 201 Tubes minces sans soudure, étirés à froid, pour canalisations.
- n° 202 Tubes minces, roulés, soudés, étirés à froid pour canalisations.
- n° 203 Tubes minces, roulés, soudés, non étirés, pour canalisations.
- n° 211 Tubes minces sans soudure, étirés à froid, pour échangeurs.
- n° 212 Tubes minces, roulés, soudés, étirés à froid, pour échangeurs.
- n° 213 Tubes minces, roulés, soudés, non étirés, pour échangeurs,

en ce qui concerne

- l'allotissement,
- les tolérances,
- l'aspect,
- l'aptitude au formage,
- l'essai d'évasement et
- l'essai d'aplatissement et de pliage.

2.6.3. Epreuve hydraulique.

Tous les tubes, quelle que soit leur épaisseur, seront soumis à une épreuve hydraulique de pression intérieure, à une pression et pendant un temps défini dans chaque cas au C.S.C.T. En l'absence d'indication on se réfèrera au paragraphe 25 du G.A.P.A.V.E. 421.

2.6.4. Examen par ultrasons.

Il pourra être demandé un examen par ultrasons de l'ensemble des tubes (voir C.S.C.T. particuliers).

2.7. Conditions particulières de recette.

Toutes les opérations de contrôle définies jusqu'ici supposent que l'intervention du Contrôleur est possible à certains stades de l'élaboration des produits finis.

Au cas où cette intervention serait impossible pour des raisons indépendantes de la volonté du Fournisseur (produits existant sur parc avant passation de la commande par exemple) toutes les prescriptions précédentes des paragraphes 2.3, 2.4, 2.5 et 2.6 restent valables mais la définition du "lot" devient la suivante :

- Tôles :

Un lot est constitué par une tôle, à moins que le Fournisseur ne soit en mesure de présenter au Contrôleur toutes justifications lui permettant de s'assurer que plusieurs tôles font partie d'un même lot tel que défini au paragraphe 2.3.1 : attestation de l'Acieriste, procès-verbaux des laboratoires de celui-ci, bordereaux d'expédition ...

- Pièces forgées :

Pas de changement.

- Pièces moulées :

Un lot est constitué par une pièce moulée.

- Tubes :

Un ensemble de tubes présenté par le Fournisseur comme constituant un lot devra répondre aux conditions définies au paragraphe 2.6 et ne pourra être considéré comme tel que dans le cas où le Fournisseur sera en mesure de présenter au Contrôleur toutes justifications utiles : attestation du fabricant de tubes, procès-verbaux de ses laboratoires, bordereaux d'expédition.

Dans le cas contraire, les opérations de recette seront effectuées sur la totalité des tubes.

Le cas échéant, le C.E.A. se réserve la possibilité de faire porter la recette sur une partie seulement de l'ensemble.

2.7.1. Dans le cas où le Contrôleur estime insuffisants les documents techniques présentés par le Fournisseur, ce dernier est tenu d'exécuter les divers essais et analyses spécifiés aux paragraphes 2.3, 2.4, 2.5 et 2.6. Les frais entraînés par cette exécution sont à sa charge.

2.7.2. Par contre, si le Fournisseur est capable d'offrir un stock parfaitement contrôlé de pièces nanties des certificats requis, le contrôle devient une vérification des caractéristiques avancées par l'aciériste, et ce contrôle est exercé par sondage, aux frais du Fournisseur, en présence du Contrôleur pour ce qui est des essais mécaniques. En ce qui concerne les analyses chimiques, le Contrôleur procède, aux frais du C.E.A., à un certain nombre de contre-analyses qui portent, sauf avis contraire, sur les teneurs en carbone, chrome et nickel.

Si les résultats du sondage sont en accord avec les certificats, le lot de pièces sera accepté. Si le moindre désaccord se manifeste, on reviendra à l'application de l'article 2.7.1.

Le nombre de ces vérifications sera, dans chaque cas, défini avec l'accord du C.E.A., mais elles ne sauraient porter sur moins d'un cinquième des lots présentés.

2.8. Essai accéléré de corrosion intergranulaire (INDRET n° 47).

Cet essai sera effectué par le Contrôleur, et seulement en cas de litige entre lui et le Fournisseur sur la teneur en carbone, chrome et nickel, des matériaux proposés, ou alors à la demande expresse du C.E.A. Il est à noter que pour les nuances d'acier intéressées, le traitement des éprouvettes avant corrosion consiste en l'application du traitement de sensibilisation court.

III - PROCEDES DE SOUDAGE.

Les procédés à utiliser sont

- a) Soudage manuel avec électrode enrobée,
- b) Soudage manuel sous gaz inerte avec électrode réfractaire,
- c) Soudage automatique ou semi-automatique sous gaz inerte,
- d) Soudage automatique sous flux électro-conducteur.

Le Fournisseur proposera pour accord, une liste des postes de soudure réservés pour l'exécution des soudures, aussi bien pour ses homologations que pour la fabrication. Sur cette

liste seront mentionnés : marque, type, numéro de série et de fabrication, caractéristiques électriques.

Ces postes devront être en excellent état. Les caractéristiques des appareils de contrôle et de dévidage du fil seront aussi mentionnées.

Les prises de masse se feront par un moyen agréé au préalable : elles devront être de même nature que le matériel soudé.

Les câbles d'alimentation et des prolongateurs seront en parfait état.

Les bords des parties à souder et leur voisinage seront convenablement nettoyés. S'il est fait usage de produits décapants ou de solvants, on procédera à la neutralisation et à l'élimination totale avant soudage des réactifs et de leurs résidus.

Lorsque l'on aura à raccorder bout à bout des tôles d'épaisseurs différentes et lorsque la largeur du joint soudé sera insuffisante pour tenir la pente de raccordement de $1/4$, il sera nécessaire de recourir à un débardage de la tôle la plus épaisse.

La disposition des soudures devra être choisie de façon que

- Les règlements en vigueur soient respectés si l'appareil est soumis à une réglementation.

L'ordre d'exécution des soudures soit celui donnant le minimum de tensions et de déformations de retrait,

- Les accumulations, la superposition et le croisement des cordons soient évités,

- Les soudures circulaires soient effectuées après achèvement des soudures longitudinales,

- Dans toute la mesure du possible, les soudures soient visibles à l'envers après leur exécution et ceci pour l'ordre selon lequel les soudures sont prévues,

- Soit évitée toute zone d'eau morte entre cuir et chair, ceci afin de supprimer toute poche de rétention de produits décapants ou actifs.

Chaque passe sera soigneusement examinée et les défauts apparents seront dégagés avant reprise ; le métal sera soigneusement avivé par gougeage.

La passe dont le métal doit être en contact avec le fluide (eau lourde, gaz de couverture, eau déminéralisée) sera obligatoirement faite sous argon. Un gaz de soutien sera appliqué à l'envers ; il sera maintenu pendant la réalisation de la deuxième passe.

Le gaz de soutien est en principe l'argon. Si le Fournisseur désire utiliser un autre gaz de soutien, il ne peut le faire qu'après accord du C. E. A.

Dès achèvement, les soudures seront marquées à l'indicatif du soudeur.

Le soudeur ne recevra que des apports ou produits de soudage agréés, d'une même nuance et ceci après avoir préalablement restitué les autres apports ou produits qu'il pourrait posséder.

L'accès au lieu où les produits recettés sont emmagasinés sera toujours autorisé au Contrôleur.

Il y aura lieu d'éviter les morsures d'arc et les crachements d'électrodes. Il est interdit d'amorcer l'arc sur le bord des tôles. Les morsures d'arc éventuelles seront soigneusement meulées.

Il ne sera toléré aucun défaut débouchant en surface, ou des manques de pénétration, caniveaux, amorçages d'électrodes en pleine tôle, etc ...

Résultats à obtenir :

Les résultats à obtenir sont ceux définis au paragraphe 5.1 du présent Cahier.

IV - PRODUITS DE SOUDAGE.

Les assemblages soudés sont réalisés par le Fournisseur.

D'après le procédé de soudage adopté par le Fournisseur, il peut être utilisé

- des électrodes enrobées pour soudage manuel,
- un fil d'apport pour soudage manuel sous gaz inerte avec électrode réfractaire,
- un fil d'apport pour soudage automatique ou semi-automatique sous gaz inerte,
- un fil d'apport pour soudage automatique sous flux électro-conducteur.

Les Fournisseurs d'électrodes, fils, baguettes, flux, fourniront une attestation sur l'homogénéité de la fourniture. Les produits d'apport seront réceptionnés par lots homogènes correspondant à une même coulée et à un même diamètre ; leur poids sera limité à 500 kg.

Les opérations de recette seront effectuées en présence du Contrôleur.

Par lot unitaire il sera prélevé la quantité de métal d'apport nécessaire à la réalisation des essais suivants, qui sont à la charge du Fournisseur

4.1. Electrodes enrobées pour soudage manuel.

4.1.1. Analyse chimique.

L'analyse chimique du métal déposé sera exécutée sur prélèvement par perçage dans l'épaisseur d'un rechargement en ayant soin de ne pas atteindre les deux premières passes.

Résultats à obtenir :

L'analyse sera conforme à celle de la Classe E2, Catégorie E 25 de l'Instruction n° 111 revue le 1.10.1961 de l'Etablissement d'INDRET.

Cette instruction prévoit un enrobage basique ; toutefois, l'emploi des électrodes rutilles est autorisé dans la mesure où il est compatible avec les procédés et les positions de soudage envisagés.

Les électrodes rutilles proposées devront toutefois, après accord du C.E.A., satisfaire à l'analyse chimique définie dans ce paragraphe, à l'essai de résistance à la fissuration défini en 4.1.2, et à l'essai de maniabilité-compacité défini en 4.1.3.

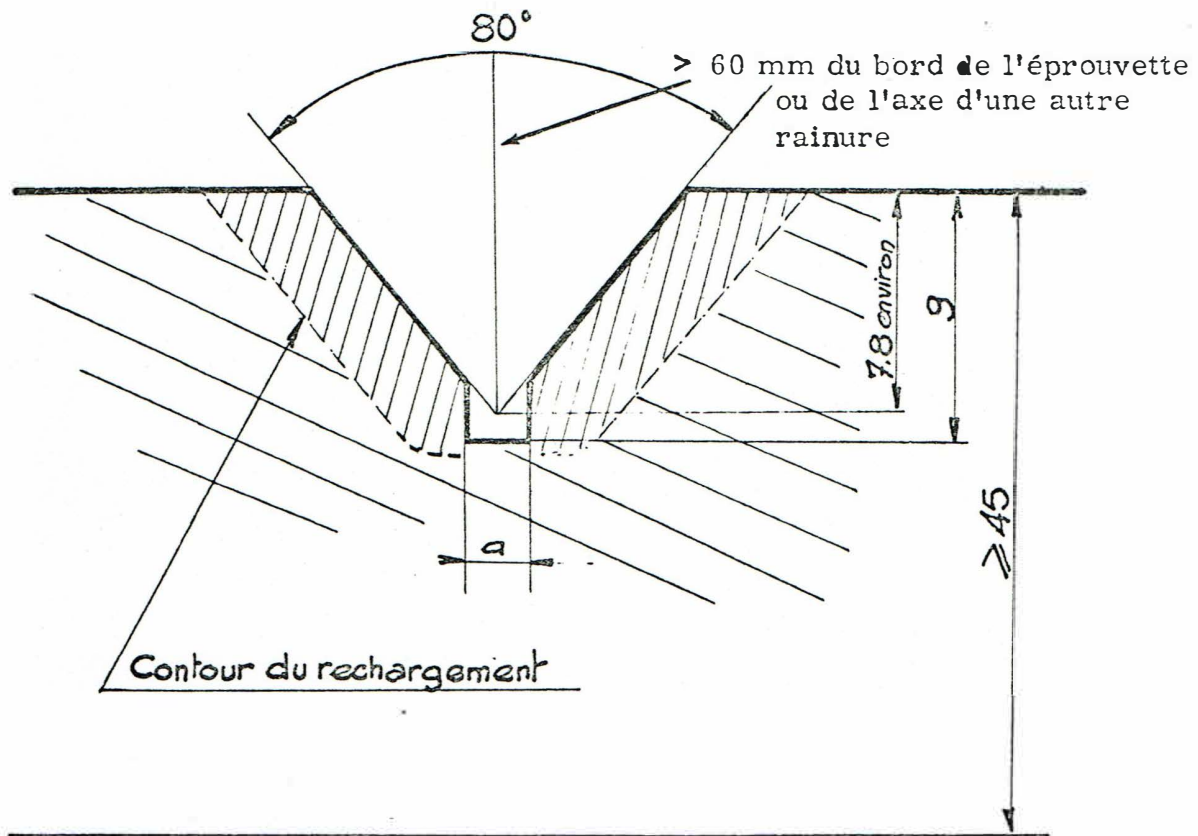
4.1.2. Essai de résistance à la fissuration.

La résistance à la fissuration des électrodes sera contrôlée par l'essai de dépôt en rainure défini ci-après :

- Définition. Réalisation de l'essai.

Il sera réalisé des dépôts en une passe dans des rainures de dimensions définies par le croquis joint en annexe au présent cahier, ces rainures étant réalisées dans des tôles de forte épaisseur, de désignation au moins égale à A 56 (A 48 serait admis).

ESSAIS DE RÉSISTANCE A LA FISSURATION



Diamètres d'électrodes	Valeurs de a
2,5	1,7
3,2	2
4	2,5
5	3
6,3	3,5

Valeurs à noter

I = (Mesurée)

(Intensité maximale prévue en fabrication)

U =

U₀ =

Opérateur ; Nom, agrégations, ... , date de l'essai
 Désignation et n° du poste et indications de la ou des plaques
 signalétiques

Afin d'éliminer l'influence du métal de base, la rainure sera, au préalable, rechargée avec les électrodes du lot à recetter de telle sorte qu'il subsiste après usinage de la rainure au moins la deuxième couche du rechargement.

Avec les électrodes du lot à essayer, il sera effectué cinq dépôts de 6 cm de longueur séparés les uns des autres par une distance minimale de deux centimètres. Ils seront réalisés avec la fin d'une électrode ayant été consommée sur un échantillon autre que l'éprouvette, la fusion n'étant interrompue que le minimum de temps possible.

- Examen. Relevé des défauts :

Après refroidissement de l'éprouvette, les dépôts seront examinés par ressuage ou par toute autre méthode au moins aussi sensible. La longueur des fissures et leur écartement seront relevés, de même que toute autre constatation. Il pourra être procédé à des coupes pour examen macrographique ou micrographique.

- Résultats à obtenir :

Toute fissure entraîne le rebut du lot présenté.

4.1.3. Essais de maniabilité - compacité.

La vérification des caractéristiques de maniabilité sera effectuée pour chaque position de soudage rencontrée en cours de fabrication sur éprouvette soudée : 300 x 150 x épaisseur.

Ces éprouvettes seront débitées en barreaux qui seront rompus dans l'axe de la soudure pour examen de la compacité du métal déposé.

- Résultats à obtenir :

- le rapport s/S de la surface des défauts à la surface rompue devra être :

$s/S \leq 0,5\%$ pour la moyenne des barreaux,

$s/S \leq 2\%$ pour le barreau le plus défavorable.

4.2. Fil d'apport pour soudage automatique, semi-automatique ou manuel, sous gaz inerte.

Analyse chimique :

- L'analyse chimique du métal déposé doit être conforme à la Classe F2, Catégorie F 25 de la Spécification 111 de l'Etablissement d'INDRET revue le 1.10.1961.

4.3. Fil d'apport pour soudage automatique sous flux électro-conducteur.

- L'analyse chimique du métal déposé en moule ou en rechargement en employant le flux utilisé pour la construction et les conditions de dépôts identiques devra être conforme à celle indiquée ci-dessus pour le fil d'apport sous gaz inerte.

Essais mécaniques :

Traction

Résilience

suyvant Spécification d'INDRET n° 111.

Les essais mécaniques de réception des métaux d'apport pour l'acier inoxydable pourront être confondus avec les essais faits pour l'agrément des procédés de soudage, si du métal d'apport provenant du lot à contrôler est utilisé pour la réalisation de ceux-ci .

4.4. Emballage.

A l'occasion des opérations de contrôle, le Contrôleur s'assure de l'efficacité de l'emballage et de son bon état ainsi que des conditions de stockage et, éventuellement, d'étuvage.

En cas de défaillance à ces conditions, le Contrôleur refuse le prélèvement ou prononce le rebut des fournitures non protégées convenablement. Il doit s'assurer des précautions prises pour que les apports rebutés ne soient pas utilisés pour la fabrication destinée au C. E. A.

4.5. Dégraissage.

Les fils d'apport seront obligatoirement dégraissés.

V - ESSAIS D'AGREMENT ET DE QUALIFICATION.

Chaque procédé de soudage doit faire l'objet d'un essai d'agrément, sauf dérogation du C. E. A.

De même chaque soudeur (ou opérateur)³⁾ doit être qualifié par un essai.

Le soudeur (ou opérateur) qui réalise l'essai d'agrément du procédé, se trouve qualifié par le même essai si celui-ci est satisfaisant.

Le Fournisseur devra obligatoirement assurer au minimum la qualification de deux soudeurs pour chaque procédé employé.

Les essais sont sanctionnés par une décision du C. E. A. ou du Contrôleur désigné par lui. L'accord n'est valable que pour les conditions opératoires réalisées au cours du soudage des échantillons d'essais.

5.1. Agrément du procédé de soudage.

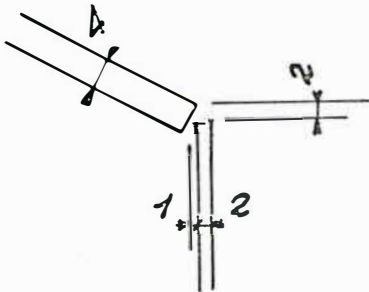
Le Fournisseur fera parvenir au C. E. A. , avec les plans de fabrication, un tableau récapitulatif et explicatif des différents types de soudures entrant dans la fabrication (Cahier des procédés de soudage). Ce document, dont un modèle est donné aux pages 18, 19 et 20, fera ressortir :

- la préparation des chanfreins,
- le procédé et la méthode de soudage (position de soudage, nombre de passes, diamètre correspondant de l'électrode, ordre d'exécution de ces passes),
- les opérations intermédiaires (meulage, gougeage ...),
- les différents contrôles (ressuage première passe par exemple),
- les caractéristiques des groupes de soudage,
- la désignation des électrodes et du fil d'apport,
- présence et nature de gaz de soutien,
- les opérations de finition.

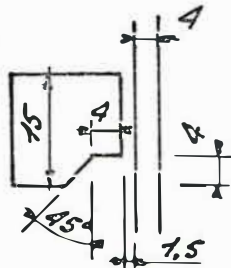
3) Scudeur : soudage manuel

Opérateur : soudage automatique ou semi-automatique

POSITION DE LA SOUDURE	MATIERE DE BASE	MODE DE SOUDAGE		POSITION DE LA SOUDURE	MATIERE DE BASE	MODE DE SOUDAGE	
		EXT.	INT.			EXT.	INT.
Tubulure fond	Z3 CH 18.10	TIG	TIG	Couronne support de virole	Z3 CH 18.10	MA	

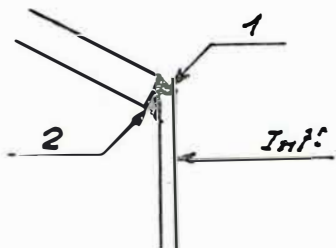


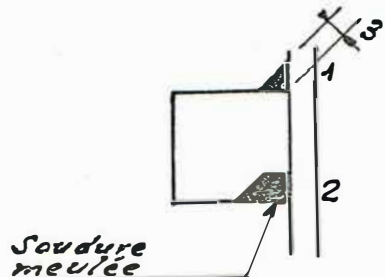
1 PROCEDE DE SOUDAGE



2 PROCEDE DE SOUDAGE

BORDS PREPARES PAR: Meulage				BORDS PREPARES PAR: Usinage			
MATERIAUX DE SOUDAGE		EXT.	INT.	MATERIAUX DE SOUDAGE		EXT.	INT.
ELECTRODES OU APPORT		MSMKS	MSMKS	ELECTRODES OU APPORT		SIVBF	
COURANT POLARITE		DC -	DC -	COURANT POLARITE		DC +	
FLUX				FLUX			



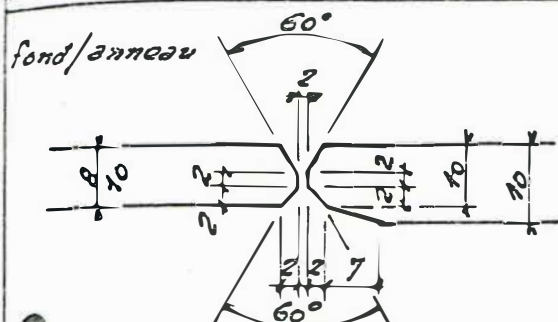


POSITION ET NOMBRE DE PASSES					POSITION ET NOMBRE DE PASSES						
PASSE	ELECTRODES		POSITION SOUDAGE	REMARQUES		PASSE	ELECTRODES		POSITION SOUDAGE	REMARQUES	
	Ø	REFERENCES					Ø	REFERENCES			
1	2	F25	à plat	TIG			4	F 25	à plat	MA	
2	2.5	F25	"	TIG							

FINITION SOUDURE:				FINITION SOUDURE:			
RADIOGRAPHIE:				RADIOGRAPHIE:			
OBSERVATIONS:				OBSERVATIONS:			
Ressuage 1 et 2							

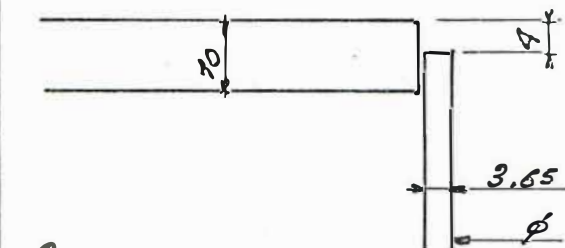
Abréviations utilisées	Soudage à l'électrode enrobée MA	Soudage manuel à l'argon avec élec. trode réfractaire.	T. I. G.
------------------------	----------------------------------	--	----------

POSITION DE LA SOUDURE	MATIERE DE BASE	MODE DE SOUDAGE		POSITION DE LA SOUDURE	MATIERE DE BASE	MODE DE SOUDAGE	
		EXT.	INT.			EXT.	INT.
Circulaire fond/virole et circulaire	Z3 CN 18.10	TIG MA	TIG	Tubulaires arasées	Z3 CN 18.10	TIG	TIG



3

PROCEDE DE SOUDAGE



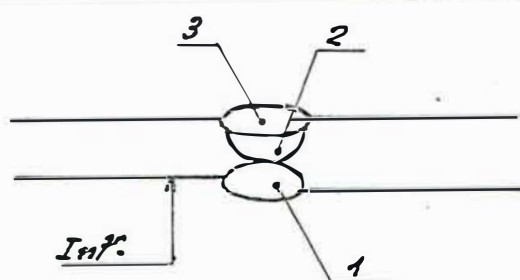
4

PROCEDE DE SOUDAGE

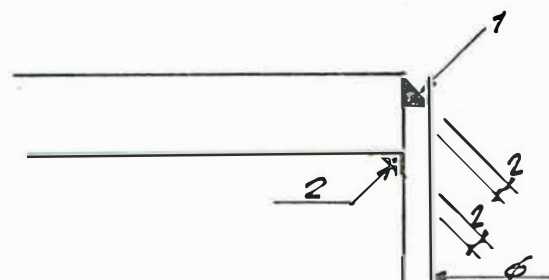
BORDS PREPARES PAR: Usinage

BORDS PREPARES PAR: Meulage

MATERIAUX DE SOUDAGE	EXT.	INT.	MATERIAUX DE SOUDAGE	EXT.	INT.
ELECTRODES OU APPORT	NS MKS SIVBF	NS MKS	ELECTRODES OU APPORT	NS MKS	NS MKS
COURANT POLARITE	DC +	DC -	COURANT POLARITE	DC -	DC -
FLUX			FLUX		



POSITION ET NOMBRE DE PASSES



POSITION ET NOMBRE DE PASSES

PASSE	ELECTRODES		POSITION	REMARQUES	PASSE	ELECTRODES		POSITION	REMARQUES
	Ø	REFERENCES	SOUDAGE			Ø	REFERENCES	SOUDAGE	
1	3.2	F 25	à plat	TIG	1	2.5	F 25	à plat	TIG
2	3.2	F 25	"	TIG	2	2.5	F 25	"	TIG
3	5		"	MA					

FINITION SOUDURE:

FINITION SOUDURE:

RADIOGRAPHIE: 5% + noeuds

RADIOGRAPHIE

OBSERVATIONS: Gouage avant passe 2. Ressuage après passes 1 et 3.

OBSERVATIONS:

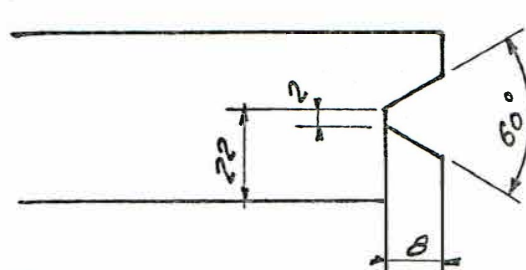
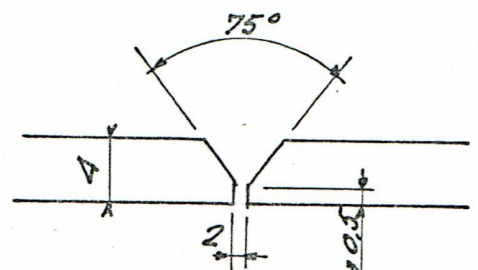
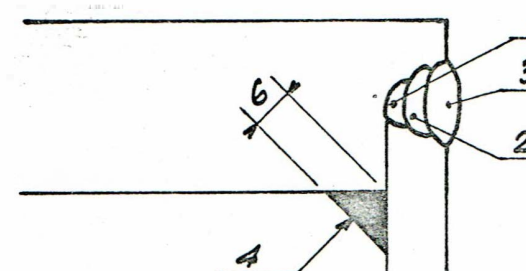
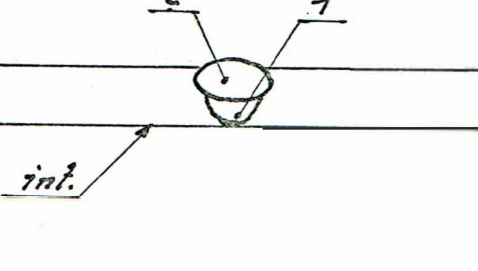
Ressuage 1 et 2

Abreviations utilisées.

Soudage à l'électrode enrobée MA

Soudage manuel à l'argon avec elec. d'ode réfractaire.

T.I.G.

POSITION DE LA SOUDURE		MATIERE DE BASE		MODE DE SOUDAGE		POSITION DE LA SOUDURE		MATIERE DE BASE		MODE DE SOUDAGE	
				EXT. INT.						EXT. INT.	
Virole effond sur bride porte joint		Z3CN 18.10		MA TIG		circulaire fond/virole et génératrice après enroulage		Z3CN 18.10		TIG MA	
											
5 PROCÉDE DE SOUDAGE						6 PROCÉDE DE SOUDAGE					
BORDS PRÉPARÉS PAR: Usinage						BORDS PRÉPARÉS PAR: Usinage					
MATÉRIAUX DE SOUDAGE		EXT.		INT.		MATÉRIAUX DE SOUDAGE		EXT.		INT.	
ELECTRODES OU APPORT		SIVBF		MSMKS		ELECTRODES OU APPORT		MSMKS SIVBF			
COURANT POLARITE		DC +		DC -		COURANT POLARITE		DC +			
FLUX						FLUX					
											
POSITION ET NOMBRE DE PASSES						POSITION ET NOMBRE DE PASSES					
PASSE	ELECTRODES		POSITION SOUDAGE	REMARQUES	PASSE	ELECTRODES		POSITION SOUDAGE	REMARQUES		
	Ø	REFERENCES				Ø	REFERENCES				
1	3.2	F25	à plat	TIG	1	3.2	F25	à plat	TIG		
2	3.2	"	"	TIG	2	4	"	"	MA		
3	3.2	"	"	TIG							
4	4	"	"	MA							
FINITION SOUDURE:					FINITION SOUDURE:						
RADIOGRAPHIE:					RADIOGRAPHIE: 5% + noeuds						
OBSERVATIONS:					OBSERVATIONS: Protection argon intérieure. Ressuage 1 et 2						
Ressuage 1-3 et 4											
Abréviations utilisées		Soudage à l'électrode enrobée MA			Soudage manuel à l'argon avec électrode réfractaire.		T.I.G.				

Les matériaux utilisés lors de l'agrément proviendront des mêmes coulées ou, à défaut, de la même nuance et de la même usine que les matériaux utilisés en fabrication. Les métaux d'apport seront prélevés dans les mêmes lots que ceux utilisés en fabrication. Les bridages et difficultés d'accès éventuels seront reproduits. On ne pourra en aucun cas considérer que les types de joints ayant fait l'objet d'un agrément ou d'une dérogation sont acceptés sans réserve. Si la qualification des soudeurs fait apparaître un défaut systématique dans l'exécution d'un joint, le Fournisseur devra proposer un autre type d'assemblage qui fera l'objet d'un agrément.

Sauf contradiction avec l'opération à effectuer dans la réalité (petit piquage sur une virole par exemple), la longueur du cordon de soudure sera de 300 mm par éprouvette.

Les échantillons seront soumis aux essais et contrôles suivants :

- ressuyages,
- contrôle radiographique,
- essais mécaniques,
- macrographie.

5.1.1. Contrôle radiographique.

L'éprouvette d'essai sera entièrement radiographiée, les conditions de radiographie et les critères de jugement seront identiques à ceux prévus pour la construction dans le chapitre : "Contrôle radiographique".

5.1.2. Essais mécaniques.

5.1.2.1. Traction.

Il sera réalisé deux éprouvettes transversales de soudure arasée, faces dressées, largeur calibrée 20 mm.

- Résultats à obtenir :

Rupture hors soudure ou dans la soudure pour un effort au moins égal à la résistance à la rupture minimale imposée pour le métal de base.

5.1.2.2. Pliage.

Il sera réalisé deux éprouvettes transversales de pliage permettant respectivement de mettre en extension l'endrait et l'envers de la soudure par pliage à 180 degrés.

La surépaisseur de soudure est arasée, les faces sont dressées, les angles arrondis avec un rayon de $\frac{e}{10}$ (e étant l'épaisseur des éprouvettes).

La largeur calibrée des éprouvettes est de 30 mm.

- diamètre du mandrin $D = 3 \quad e$
- écartement entre rouleaux $P = 5,2 \quad e$

- Résultats à obtenir :

Il ne devra être constaté sur la face tendue, aucune crique ou fissure de longueur supérieure à 3 mm (sens travers de l'éprouvette). Un pliage où l'action du mandrin est déportée par rapport à la soudure est sans valeur.

5.1.3. Macrographie.

Il sera exécuté par assemblage une ou plusieurs macrographies afin de vérifier la répartition des passes, leur interpénétration correcte, l'absence de collage, fissure, etc ...

Dans le cas du soudage de tubes sur plaque tubulaire, l'essai d'agrément se déroulera très exactement dans les mêmes conditions que celles prévues pour la fabrication (dudgeonnage préalable par exemple). Les coupes pour examen macro ou micrographique seront pratiquées de préférence dans les zones d'extinction de l'arc.

5.2. Qualification du personnel soudeur ou opérateur.

Le Fournisseur définira d'après les plans d'exécution tous les types d'assemblage qui sont susceptibles d'être utilisés. Il sera demandé à chaque soudeur ou opérateur présenté pour homologation d'effectuer un certain nombre d'éprouvettes choisies parmi les différents types de soudure entrant dans la fabrication. La longueur du joint exécuté pour chaque éprouvette est de 300 mm en principe.

Cette opération se déroulera en respectant les conditions de soudage imposées par le choix du procédé :

- plaquettes, électrodes, fils ou métaux d'apport réceptionnés pour la fabrication ou reconnus de même nuance par le Contrôleur,
- postes de soudage réservés pour la construction des appareils,
- préparation d'éprouvettes identiques à celles prévues sur plans,
- position de soudage identique à celle correspondant à la fabrication.

Toute modification à ces conditions peut provoquer de la part du C. E. A. ou du Contrôleur, une demande d'essais supplémentaires.

La qualification est valable un an. En cas de défaillance lors de l'exécution des travaux, le renouvellement de l'épreuve pourra être exigé. Le Fournisseur s'engage formellement à ne pas faire travailler un soudeur sur des assemblages pour lesquels il n'a pas été qualifié.

Les conditions opératoires seront mesurées avec des appareils de mesure agréés par le Contrôleur.

Les échantillons seront soumis aux essais et contrôles suivants :

a) Soudure bout à bout.

- examen d'aspect.

L'aspect extérieur des soudures ne devra pas présenter de défauts superficiels tels que caniveaux, morsures d'arc, soufflures, fissures, manque de métal.

Aucun manque de pénétration ne sera toléré.

La pénétration devra être régulière, continue, sans excès (voir 6.2.).

La dénivellation des bords ne devra pas excéder $e/10$ avec maximum de 0,5 mm.

- examen radiographique.

Cet examen sera effectué avec des tolérances identiques à celles prévues pour la construction dans le chapitre "Contrôle radiographique".

- examen de texture.

Chaque éprouvette d'essai sera débitée en barreaux qui seront rompus dans l'axe du métal déposé.

Le rapport s/S de la surface des défauts à la surface rompue devra être :
inférieur à 1% pour l'ensemble des barreaux,
inférieur à 3% pour le barreau le plus défavorable.

b) Soudure en angle.

- examen d'aspect.

Les cordons de soudure d'angle devront présenter un aspect régulier bien raccordé aux faces de l'angle d'assemblage. La pente du cordon sera dimensionnée par la hauteur de gorge efficace c'est-à-dire, dans le cas d'éprouvettes à angle droit, inclinée à 45° sans bombement excessif.

Le cordon ne doit présenter ni sillons, ni cratères, ni soufflures superficielles, ni fissures.

La hauteur de gorge sera égale à celle qui figure sur les plans si ceux-ci comportent des assemblages de ce type.

- examen de texture.

Dans la mesure du possible, suivant les épaisseurs et les dimensions des cordons d'angle. Chaque éprouvette d'essai sera débitée en barreaux qui seront rompus dans l'axe du métal déposé après entaille suffisante du cordon.

Les tolérances seront les mêmes que pour les soudures bout à bout.

- macrographie.

Une macrographie, ou plusieurs si l'essai de texture n'est pas possible, seront exécutées par soudeur et par type d'éprouvette pour vérifier l'accrochage correct du cordon de soudure.

Aucun manque de pénétration ne sera toléré.

VI - FABRICATION.

6.1. Chaudronnerie.

Lors de la fabrication, le Fournisseur devra observer, entre autres, les prescriptions suivantes :

- aucun acier ordinaire ne devra pénétrer dans l'atelier réservé aux fabrications en inoxydable,
- l'outillage utilisé sera réservé exclusivement au travail des aciers inoxydables.

Tout contact des pièces en acier doux avec l'acier inoxydable sera évité dans la mesure du possible.

Dans le cas où il ne serait pas possible de l'éviter, d'une part les outils seront soigneusement nettoyés et ne devront présenter aucune aspérité, d'autre part les pièces en acier inoxydable subiront un décapage et un rinçage immédiatement après l'opération d'usinage.

Pour le pliage et l'emboutissage certains vernis pelables ou solubles pourront être employés (BIRLON) afin d'éviter les rayures ou les inclusions ferreuses ; on pourra employer également dans le même but de simples feuilles de papier kraft.

- Les clames et autres dispositifs employés pour l'assemblage des bords à souder devront être en acier inoxydable, en excellent état, et seront utilisés selon les principes ayant recueilli l'accord du Contrôleur,
- Si, au cours du montage, des difficultés surviennent entraînant des retouches, celles-ci ne peuvent être entreprises qu'avec l'accord du Contrôleur,
- Une vérification dimensionnelle des détails sera effectuée par le Fournisseur, afin d'éviter les retouches,
- Les opérations de forgeage se feront selon des instructions précises ayant recueilli l'accord du C.E.A. Ce dernier sera prévenu de ces opérations afin qu'il puisse vérifier la bonne exécution de ces instructions. Pour cela, le Fournisseur mettra à sa disposition les moyens nécessaires.
- Après cisailage ou oxycoupage (oxycoupage à la poudre par exemple), la préparation des bords à souder sera achevée par meulage ou usinage,
- Le martelage des soudures est en principe interdit ; il pourra faire l'objet d'une dérogation de la part du C.E.A.,
- L'usage de la masse ou du marteau sans interposition de la chasse en acier inoxydable est proscrit.

6.2. Soudage.

- Les soudures seront exécutées conformément aux règles édictées aux chapitres III, IV et V.

- La réalisation et les essais d'échantillons témoins seront pratiqués, soit lorsque les moyens classiques non destructifs de vérification ne pourront être appliqués, soit lorsque la qualité de la fabrication sera jugée très importante par le C.E.A. Ces questions seront discutées en préalable des contrats.

- Examen d'aspect des soudures.

Cet examen sera fait lorsque la soudure aura été entièrement terminée, c'est-à-dire après élimination des projections et des traces de laitier.

Il portera sur les caractéristiques des soudures bout à bout et des soudures d'angle. Il ne sera toléré aucun défaut débouchant en surface, ou des manques de pénétration, caniveaux, amorçages d'électrodes en pleine tôle, rochage ou formation importante d'oxyde.

Les tolérances dimensionnelles admises seront les suivantes :

- dénivellation ou défauts d'alignement inférieurs à :

$\frac{e}{10}$ avec max. de 1 mm pour les tôles de même épaisseur,

$\frac{E - e}{10}$ pour les tôles d'épaisseurs différentes, E étant l'épaisseur de la tôle la plus

forte et e l'épaisseur de la tôle la plus mince.

Il est entendu que les défauts d'alignement des tôles sont caractérisés par la distance entre les axes passant par la mi-épaisseur des tôles

- pente de raccordement de tôles d'épaisseurs différentes (délardage) : inférieure à 1/4
- surépaisseur du cordon de soudure :

surépaisseur à l'endroit : $\leq \frac{e}{10} + 1 \text{ mm}$

pénétration à l'envers : $\leq \frac{e}{5}$

- oxydes, manques d'épaisseur : néant.

VII - CONTROLE DE FABRICATION, FICHES DE CONTROLE ET DOSSIERS DE CONTROLE.

7.0. Généralités.

Chaque vérification effectuée au cours de la fabrication donnera lieu à l'établissement par le Fournisseur d'une fiche de contrôle qui sera remise dans un très court délai au Contrôleur.

Un dossier complet de contrôle sera remis par le Fournisseur au C.E.A. à la fin des approvisionnements. Un deuxième dossier, couvrant la fabrication sera remis au C.E.A. au moment de la recette en usine.

7.1. Contrôle des matières premières.

Les essais de recette prévus au Chapitre II seront exécutés.

7.2. Contrôle de fabrication.

Le Fournisseur préviendra le C.E.A. et le Contrôleur huit jours à l'avance avant chaque opération de contrôle aux différents stades de la fabrication.

7.2.1. Contrôle de chaudronnerie.

Il sera constaté la bonne exécution des règles édictées au paragraphe 6.1.

7.2.2. Contrôle des produits de soudage.

Le contrôle des produits sera effectué conformément au chapitre IV.

7.2.3. Contrôle de la préparation avant soudage.

- contrôle dimensionnel (chanfrein, écartement des bords),
- contrôle de découpage (absence d'oxydation, de calamine, de graisse, de dépôts métalliques),
- contrôle d'assemblage (rigidité).

7.2.4. Contrôle de soudage.

Il sera constaté la bonne exécution des règles édictées au paragraphe 6.2.

Le Contrôleur vérifiera que le personnel exécutant les soudures est qualifié et opère conformément aux procédés agréés.

7.2.5. Contrôle des ensembles soudés.

7.2.5.1. Contrôle des traitements thermiques.

Le Contrôleur vérifiera que les traitements réalisés sont conformes à ceux qui ont été acceptés.

7.2.5.2. Contrôle des soudures par ressuage.

Un contrôle par ressuage sera exécuté sur toutes les soudures une première fois après la première passe et une autre fois après la dernière passe. On opérera conformément au paragraphe 7.2.6. Aucune crique ne sera tolérée.

7.2.5.3. Contrôle radiographique.

Tous les noeuds de soudure et 5% de longueurs courantes seront radiographiés.

L'emplacement des zones à radiographier sera désigné par le Contrôleur.

La qualité des films radiographiques sera conforme aux recommandations de l'Institut International de la Soudure. Chaque radio sera faite avec un indicateur de qualité d'image placé à côté de la soudure sur la face d'entrée du rayonnement ; cet indicateur sera conforme à la norme française N.F. 04 304 (agréé par l'Institut International de la Soudure).

Le Fournisseur devra remettre au C.E.A. un dossier complet d'examen radiographique de l'appareil comportant :

- les clichés radiographiques repérés convenablement,
- les conditions de prises de vue,
- le plan de repérage précis des films,
- l'interprétation des films.

L'acceptation des radiographies s'effectuera après accord du C.E.A. suivant les critères ci-dessous :

- aucune fissure,
- aucun défaut de longueur supérieure à $\frac{e}{3}$ avec limitation supérieure absolue à 3 mm,
- deux défauts sont considérés comme isolés s'ils sont séparés par un intervalle égal à 3 fois le plus petit d'entre eux,
- sur une longueur de 300 mm de joint soudé, pas de longueur cumulée de défaut supérieure à 15 mm.

Dans le cas où l'un des sondages révèle des défauts au-dessus des tolérances, la radiographie défectueuse est encadrée de radiographies supplémentaires faites aux frais du Fournisseur jusqu'à ce que la zone présentant des défauts hors tolérances soit délimitée.

Tout défaut au-dessus de ces tolérances ne sera accepté qu'avec l'accord exprès du C.E.A.

Si le contrôle radiographique, effectué par sondage, révèle un trop grand nombre de défauts inacceptables, le C.E.A. se réserve d'exiger que toute la longueur des cordons de soudure soit radiographiée aux frais du Constructeur.

7.2.6. Exécution du contrôle par ressuage.

Le mode opératoire sera le suivant :

a) Nettoyage des surfaces.

Les surfaces seront soigneusement nettoyées et dégraissées. Le dégraissage à la vapeur sous pression est le moyen le plus efficace. Le dégraissage par solvants volatils (essence, dissolvant pour peinture cellulosique, trichloréthylène) donne de bons résultats.

Eviter tout nettoyage de surfaces avec des solvants non volatils qui risqueraient de boucher les défauts.

b) Application du colorant.

Le colorant peut être appliqué :

- soit avec une brosse à poils souples (pinceau, écouvillon),
- soit par immersion si la pièce le permet,
- soit par pulvérisation.

Le pénétrant utilisé sera le J.138 ou l'ARDROX 996.

Une mince couche de colorant est suffisante. Le colorant doit être laissé entre 5 et 10 minutes.

- 10 minutes par temps froid ou si l'on recherche des défauts très fins,
- 5 minutes si la pièce est tiède ou si l'on recherche des défauts importants.

NOTA : Ne jamais mélanger le colorant avec l'eau qui "mouille" très mal.

c) Nettoyage du colorant en surface.

Le nettoyage le plus efficace est le nettoyage à l'eau. Ne pas employer de solvants qui risqueraient de nettoyer également le colorant se trouvant dans les défauts.

Sécher la surface à l'air chaud, dans un four, à la flamme d'un chalumeau, etc ...

Si les surfaces nettoyées sont rugueuses (cas de cordons de soudure), le colorant risque d'être retenu dans des anfractuosités ; procéder alors à un lavage rapide à l'alcool isopropylique (rapide car l'alcool enlèvera un peu du colorant se trouvant dans les fissures).

d) Application du révélateur.

Le révélateur utilisé sera l'ARDROX 996 ou le révélateur cictrique.

Bien agiter le flacon avant de s'en servir. L'application au pistolet à peinture donne les meilleurs résultats (attention : bien ventiler pour éviter les risques d'inflammation du nuage de révélateur qui se forme ; procéder à l'abri de toute flamme).

L'application par aspersion à l'aide d'une brosse ou pinceau donne également de bons résultats.

Si la pièce le permet, l'immersion est le moyen le plus recommandé.

e) Interprétation des indications de défauts.

Les défauts sont décelés par l'apparition de marques rouges sur le révélateur blanc. La vitesse avec laquelle la marque rougit indique la largeur et la profondeur du défaut, la largeur de la marque donne une idée sur le volume du défaut. Un défaut large et profond apparaît immédiatement alors que des fissures plus étroites ne sont marquées qu'au bout d'un certain laps de temps.

- des points rouges éparpillés indiquent la porosité,
- des traits nets indiquent des fissures,
- une ligne de points indique une fissure très étroite.

NOTA - Des défauts très petits retiennent une trop petite quantité de colorant pour que celui-ci puisse rougir une couche épaisse de révélateur. Dans ce cas, il faut diluer le révélateur de façon à pouvoir l'étendre en couche très mince.

A cet effet, utiliser de l'alcool à 95° ou de l'alcool isopropylique à 99° ou encore de l'acétone.

Ne jamais utiliser d'alcools ordinaires contenant toujours de 10 à 30% d'eau.

7.3. Essais sous pression et épreuve d'étanchéité.

Voir C. S. C. T. particulier.

7.4. Contrôle dimensionnel.

Les cotes à respecter rigoureusement seront bien repérées sur les plans, avec les tolérances correspondantes. Le non respect des tolérances pourra entraîner le refus des pièces.

7.5. Réparations.

Les décisions consécutives aux essais et examens seront soumises à l'approbation du C.E.A.

Le Contrôleur décidera de la non acceptation de pièces présentant un défaut local par exemple.

Toute réparation devra être soumise à l'accord préalable du C.E.A.

Le Contrôleur pourra demander le sondage à la meule ou à la lime rotative de zones défectueuses ou suspectes ; le sondage se fera en sa présence.