ANNEXE N° 1

Méthode de soudage manuel à l'arc en ligne, avec électrodes enrobées, exécuté en descendant.

Article 1er. — *Généralités* (1).

Les chanfreins sont conformes au type défini à l'article 4.2.

Les soudures sont exécutées au minimum :

— en deux passes lorsque l'épaisseur nominale des tubes est supérieure ou égale à trois millimètres ;

— en trois passes lorsque cette épaisseur dépasse quatre millimètres.

L'épaisseur d'une passe ne doit pas excéder 3 mm.

Chaque passe est soigneusement nettoyée après achèvement. Les excès de soudure ou les inégalités du cordon sont éliminés de préférence à la meule. L'emploi du burin est proscrit sauf accord du maître d'œuvre.

Si une passe est exécutée par plusieurs soudeurs, ceux-ci opèrent en des points régulièrement répartis sur la circonférence de la soudure.

Chaque passe doit être complètement terminée avant de commencer la passe suivante.

L'amorçage de l'arc se fait dans l'intervalle des chanfreins.

Article 2. — *Première passe.*

La première passe peut être exécutée par un seul soudeur lorsque le diamètre nominal de la canalisation est inférieur à 400 mm.

Pour les canalisations de diamètre nominal supérieur ou égal à 400 mm, elles est exécutée par plusieurs soudeurs opérant simultanément.

Dans tous les cas, la passe doit être exécutée sans reprise par le même opérateur dans la zone avoisinant la génératrice inférieure.

La soudure est exécutée de préférence avec électrodes de ∅ 4 mm ou, à défaut, de ∅ 3,15 mm.

L'enlèvement du clamp intérieur est autorisé après éxécution d'au moins 50 p. 100 de la longueur du joint à condition que les éléments assemblés reposent alors sur cales (2).

Article 3. — *Seconde passe.*

La seconde passe est exécutée le plus tôt posible après la première et, pour les aciers dont la charge de rupture est supérieure à 49 hbar, dans les six minutes suivant son achèvement.

Pour une canalisation de diamètre supérieur ou égal à 400 mm, deux soudeurs au moins opèrent simultanément sur le même joint.

Les électrodes sont, de préférence, de ∅ 4 mm.

---

(1) Des précisions complémentaires peuvent être nécessaires notamment en ce qui concerne le préchauffage compte tenu des conditions climatiques et de l'épaisseur des tubes.

(2) Le C.P.S. peut imposer un pourcentage d'exécution de la première passe plus élevé avant l'enlèvement du clamp intérieur.

Article 4. — *Passes de remplissage.*

Les passes de remplissage sont exécutées avec des électrodes de ∅ 4 ou 5 mm (ou un ∅ intermédiaire).

Les soudeurs sont en nombre suffisant pour assurer la progression exigée du chantier de pose.

Les points de départ des différents cordons doivent être espacés d'au moins cinq centimètres.

Aux emplacements où l'épaisseur des passes de remplissage se révèlerait insufisante, un cordon de renfort est appliqué avant exécution de la passe de recouvrement.

Article 5. — *Passe de recouvrement.*

La passe de recouvrement donne à la soudure son aspect final.

Elle est exécutée avec des électrodes de ∅ 4 ou 5 mm (ou un ∅ intermédiaire).

Elle est suivie d'un nettoyage la débarrassant de toute trace de laitier, ainsi que de tout excédent et projection de soudure.

La soudure ne doit présenter ni manque de métal, ni caniveau. La surépaisseur est normalement comprise entre 0,5 mm et 2,5 mm compte tenu de la dénivellation éventuelle entre tubes.

ANNEXE N° 2

Epreuve d'agrément de la méthode de soudage.

Article 1er. — *Exécution des soudures.*

Sauf prescription du C. P. S. imposant l'essai sur tubes entiers, l'épreuve comporte le soudage bout à bout de manchettes d'au moins 200 mm de longueur prélevées sur deux tubes distincts. S'il y a lieu le cordon de soudure longitudinal est arasé et les chanfreins sont façonnés aux extrémités des manchettes.

Les tubes ou les manchettes diffèrent en diamètre intérieur autant que la livraison le permet, tout en restant à l'intérieur des tolérances prescrites par l'article 10.1.3.

Les tubes sont, si possible, choisis parmi ceux fabriqués avec les aciers les plus trempants, fournis au moment de l'essai (1).

La soudure est exécutée dans les conditions prévues avec le matériel, l'équipement, les outillages, les matériaux d'apport conditionnés ou traités et en particulier en respectant l'ordre d'exécution, les réglages et les cadences proposés. L'entrepreneur désigne pour l'exécution du soudage un ou plusieurs soudeurs parmi ceux présentés à l'agrément du maître d'œuvre.

Le nombre de soudures exécutées et le nombre de barreaux et d'échantillons prélevés (art. 6) sont (2) :

DIAMÈTRE NOMINAL du tube en mm.	NOMBRE DE	
	Soudures.	Barreaux ou échantillons.
0 à 80	Voir C.P.S.	Voir C.P.S.
81 à 150	6	12
151 à 250	5	16
251 à 350	4	16
351 à 500	3	20
501 à 1.000	2	24
au-dessus de 1.000	1	24

Il est procédé aux essais successifs ci-après ; chacun d'eux n'est effectué que si le précédent est satisfaisant.

---

(1) Il est rappelé que la trempe est favorisée par les fortes épaisseurs d'acier et par la teneur élevée de certains éléments (carbone, manganèse).

(2) Le C. P. S. peut proposer des nombres différents de barreaux et d'échantillons, compte tenu de la réglementation applicable à l'ouvrage.

Article 2. — *Examen visuel.*

Après exécution, les soudures ne doivent présenter à l'examen visuel aucun défaut inadmissible ou hors tolérance.

Article 3. — *Examen non destructif.*

Toutes les soudures sont soumises à l'examen prévu en annexe 5. Aucun défaut inadmissible ou hors tolérance n'est admis.

Article 4. — *Prélèvements pour essais destructifs.*

Des barreaux de 25 à 30 mm de largeur environ sont découpés perpendiculairement à la soudure. Pour les aciers dont la résistance est supérieure à 49 hbar, le sciage à froid est seul autorisé. Le nombre de barreaux est indiqué au tableau ci-avant (art. 1er). Ils sont prélevés à intervalles réguliers le long de la ou des soudures. Quand la soudure est exécutée en position, le barreau n° 1 est prélevé sur une génératrice supérieure, un des autres barreaux sur une génératrice inférieure ; les numéros sont pris dans l'ordre de rencontre sur la ou les soudures.

Les échantillons nécessaires aux essais de texture (art. 7) sont découpés de la même manière dans les intervalles restants. Leur largeur est d'au moins 80 mm pour les tubes d'un diamètre au plus égal à 150 mm et d'environ 100 mm pour les tubes de diamètre supérieur.

La longueur des barreaux ou des échantillons est de 300 mm minimum, sauf si les machines d'essais permettent d'opérer avec une longueur différente.

Article 5. — *Essai de traction.*

L'essai de traction est exécuté sur la moitié du nombre total de barreaux prélevés ; ceux de numéros impairs dans le cas de soudure en position. Les barreaux bruts de découpage sont soumis à la traction jusqu'à rupture.

L'essai est satisfaisant lorsque la rupture se produit dans une zone exempte de défauts et située à plus de 3 mm du bord de la soudure.

Tous les essais doivent être satisfaisants.

Toutefois, si la quantité de barreaux rompus est au moins de 12 (diamètre supérieur à 500 mm) un seul essai non satisfaisant est toléré.

De plus, si la quantité de barreaux essayés est au plus égale à 10 (diamètre compris entre 0 et 500 mm) et si un seul essai n'est pas satisfaisant, un ou plusieurs barreaux supplémentaires sont prélevés en diférents emplacements des soudures pour porter à 11 le nombre de barreaux essayés. Tous les essais sur ces barreaux supplémentaires doivent être satisfaisants.

La charge unitaire de rupture peut être déduite de cet essai.

Article 6. — *Essai de pliage.*

L'essai de pliage est exécuté sur la moitié du nombre de barreaux ; ceux de numéros pairs dans le cas de soudure en position.

La surépaisseur de soudure est arasée.

Les stries d'usinage sont en long, chaque barreau dressé sur les quatre faces ; les carres sont arrondies.

Les barreaux sont soumis au pliage à branches parallèles, la zone soudée au centre du pliage, moitié d'entre eux face extérieure tendue, l'autre moitié en sens inverse sauf prescription contraire du C.P.S. Dans le cas de soudage en position, une de ces moitiés est constituée par le barreaux numérotés 2, 6, 10... l'autre moitié par ceux numérotés 4, 8, 12...

Si « *e* » est l'épaisseur du barreau arasé, le diamètre « D » du mandrin varie suivant la résistance réelle de rupture R*m* résultant soit des procès-verbaux d'essais en usine, soit du résultat de l'essai de traction (art. 5). Sauf prescription contraire du C.P.S. :

— $D = 4\,e$ si $Rm \leqslant 42$ hbar
— $D = 5\,e$ si $42 < Rm \leqslant 49$ hbar
— $D = 6\,e$ si $49 < Rm \leqslant 59$ hbar

Si R*m* est supérieure à 59 hbar, le C.P.S. précise le diamètre du mandrin.

Après essai aucune fissure de plus de 6 mm de longueur n'est admise.

Article 7. — *Essai de texture.*

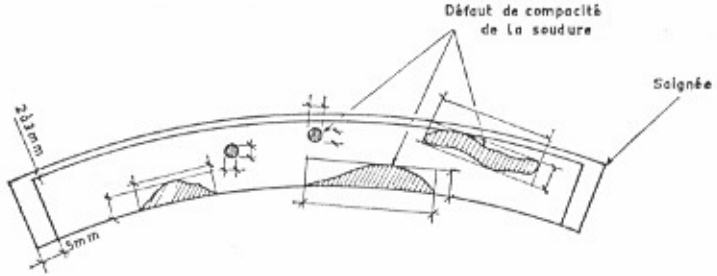
L'essai de texture n'est pas obligatoire, d'une part, pour les tubes dont l'épaisseur est inférieure à 4 mm, d'autre part, pour les aciers dont la résistance est inférieure à 42 hbar.

L'essai de texture est exécuté sur le nombre d'échantillons indiqué à l'article 1er.

Dans l'axe de la soudure de chaque échantillon, une saignée est pratiquée à la scie ou à la meule à découper ; sa profondeur est de 5 mm sur les chants et de 2 à 3 mm dans la passe de recouvrement suivant l'importance de la surépaisseur. Le bourrelet intérieur est meulé. Les échantillons sont rompus dans la soudure par pliage.

Pour chaque échantillon, après examen des deux faces de la cassure, la face présentant des défauts les plus apparents est retenue pour examen.

La surface « *s* » des défauts de compacité est évaluée approximativement en substituant à chacun d'eux la surface du rectangle circonscrit.



La surface totale « S » de la section rompue est calculée, les dimensions étant prises à partir du fond de la saignée.

Pour chaque échantillon examiné, le rapport s/S exprime le défaut de texture de l'échantillon. Pour l'ensemble des échantillons, le rapport des sommes de s et de S exprime le défaut de texture de la soudure. Ces rapports sont arrondis au centième près le plus proche.

L'examen de texture est satisfaisant lorsque sont remplies les trois conditions suivantes :

1. Aucun des défauts n'intéresse plus des 2/5 de l'épaisseur du tube ;
2. Pour chaque échantillon, le défaut de texture est au plus égal à 0,10 ;
3. Pour l'ensemble des échantillons, le défaut de texture est au plus égal à 0,06.

Article 8. — *Essai de résilience.*

Sauf pour les soudures oxyacétyléniques, un essai de résilience est effectué sur trois éprouvettes prélevées dans la même soudure dans le sens des génératrices du tube, la soudure placée dans leur centre.

La forme et les dimensions de l'éprouvette, ainsi que les conditions d'exécution de l'essai sont définies par le projet de recommandation I. S. O. n° 148 de février 1960.

Le fond d'entaille est normal à la surface du tube. L'entaille en V est exécutée dans l'axe de la soudure.

Si l'épaisseur du tube est supérieure à 10 mm, la largeur de l'éprouvette est obtenue par rabotage de la face interne du tube. A 0° C la moyenne arithmétique des trois essais est d'au moins 3,5 daJ/ cm^2 et aucun de ces essais ne doit donner un résultat inférieur à 2daJ/cm^2. Le C. P. S. peut imposer des résultats supérieurs.

Si l'épaisseur du tube est comprise entre 5 et 10 mm, la largeur des éprouvettes est réduite à l'épaisseur de la tôle et le C. P. S. fixe les valeurs à obtenir.

Si l'épaisseur du tube est inférieure à 5 mm, le C. P. S. définit soit les conditions d'exécution de l'essai de résilience, soit les essais à effectuer en vue de s'assurer que l'acier n'est pas fragile.

Quelle que soit l'épaisseur du tube, le taux de cristallinité relevé sur chaque cassure doit toujours être inférieur à 50 p. 100.

ANNEXE N° 3

Epreuve de sensibilité à la fissuration.

Cette épreuve est applicable seulement dans le cas de sondage en passes multiples. Elle ne concerne que les aciers dont la résistance à la rupture effective est au moins égale à 49 hbar. Le nombre des épreuves et leurs modalités d'exécution sont fixés par le C. P. S. selon les directives générales ci-après.

Dans chaque nuance d'acier, un tube est choisi dans la mesure des disponibilités lors de l'épreuve, de l'épaisseur maximale à employer et dans la coulée la plus sensible à la trempe.

L'épreuve consiste à exécuter une première et, éventuellement, une deuxième passe dans les conditions prévues par la méthode de sondage, et à procéder à un examen de la soudure.

Deux méthodes peuvent être utilisées :

1° Une plaquette de 75 × 75 mm est boulonnée et soudée sur deux côtés sur une portion de tube de 250 mm de long et 200 mm au moins de large. L'essai consiste à exécuter une première passe sur les deux autres côtés de la plaquette, suivant la circonférence du tube et à exécuter six coupes transversales.

Après polissage des faces de ces coupes et légère attaque au réactif de sauveur à 4 p. 100 de NO^3H aucune fissure ne doit apparaître au grossissement 100 à 150, ni dans le métal de base ni dans le métal fondu ;

2° Une première passe est exécutée sur toute la circonférence et une deuxième passe sur une demi-circonférence.

L'absence de fissure est vérifiée par essais macrographiques après polissage.

Après attaque au nitral mettant en évidence les limites de la zone fondue on vérifie que la dureté sous cordon n'excède pas une valeur fixée par le C. P. S.

ANNEXE N° 4

Epreuve de qualification de soudeur.

Article 1er. — *Exécution des soudures.*

L'épreuve consiste à souder bout à bout, par un ou plusieurs soudeurs, des manchettes d'au moins 200 mm de longueur, pouvant être prélevées dans le même tube.

La soudure est exécutée dans les conditions prévues avec le matériel, l'équipement, les outillages et les matériaux d'apport conditionnés ou traités et en particulier en respectant l'ordre d'exécution, les réglages et les cadences de la méthode de soudage. Toutefois, l'emploi du clamp intérieur n'est pas exigé.

Le nombre de soudures exécutées est de :

DIAMÈTRE NOMINAL du tube en mm.	NOMBRE DE SOUDURES
0 à 80	Suivant C.P.S.
81 à 150	3
151 à 250	2
251 à 500	1
au-dessus de 500	1/2

Dans le cas de soudage en position, la demi-soudure est comprise entre la génératrice inférieure et la génératrice supérieure du tube.

Il est procédé aux essais successifs ci-après ; chacun d'eux n'est effectué que si le précédent est satisfaisant.

Article 2. — *Examen visuel.*

Après exécution, les soudures ne doivent présenter à l'examen visuel aucun défaut inadmissible ou hors tolérance.

Article 3. — *Examen non destructif.*

La moitié de la longueur des soudures est soumise à l'examen prévu en annexe 5. Si les défauts décelés sont à la limite des conditions d'acceptation définies à l'annexe 6, l'autre moitié de la longueur de soudures est également soumise à l'examen.

Aucun défaut inadmissible ou hors tolérance n'est admis.

Article 4. — *Prélèvements pour essais destructifs.*

Pour les tubes de diamètre au plus égal à 80 mm, le C.P.S. définit les essais à effectuer et l'interprétration de leurs résultats.

Pour les tubes de diamètre supérieur à 80 mm, 6 barreaux et 6 échantillons sont prélevés dans les mêmes conditions que ceux destinés à l'épreuve d'agrément de la méthode de soudage (annexe 2, article 4).

Le C.P.S. précise les nombres de barreaux soumis respectivement à un essai de traction ou à un essai de pliage.

a) Essai de traction :

Les barreaux prévus au C.P.S. sont soumis à l'essai de traction jusqu'à rupture.

Les conditions de l'essai sont définies dans l'épreuve d'agrément de la méthode de soudage (annexe 2, art. 5).

Tous les essais doivent être satisfaisants.

Pour les tubes de diamètre inférieur à 80 mm, l'essai de traction est exécuté sur tube entier si le C. P. S. le prescrit.

b) Essai de pliage ($\varnothing > 80$ mm) :

Les conditions de l'essai et l'interprétation des résultats sont définis dans l'épreuve d'agrément de la méthode de soudage (annexe 2, art. 6).

c) Essai de texture ($\varnothing > 80$ mm) :

Les 6 échantillons sont soumis à l'essai de texture. Les conditions de l'essai et l'interprétation des résultats sont définis dans l'épreuve d'agrément de la méthode de soudage (annexe 2, art. 7).

Article 5. — *Certificat de qualification.*

Lorsque les résultats sont satisfaisants, le maître d'œuvre ou son représentant spécialisé établit un certificat précisant :

— date de l'essai ;
— nom, prénoms, date de naissance du soudeur ;
— identification de l'entrepreneur présentant le soudeur ;
— diamètre et épaisseur nominaux des tubes ;
— qualité de l'acier (désignation commerciale ou résistance à la rupture) ;
— nature des matériaux d'apport ;
— description du soudage (nombre de passes, vitesses d'exécution, nettoyage après chaque passe, sens d'exécution) ;
— opérations de soudage exécutées par le soudeur (1re passe, 2e passe, passes de remplissage).

Les soudeurs sont qualifiés individuellement ou en équipe pour les passes qu'ils ont réellement exécutées.

Les soudeurs qualifiés pour la première passe sont qualifiés pour toutes les passes.

ANNEXE N° 5

Examens radiographiques des soudures.

Le contrôle radiographique des soudures est effectué selon les directives générales suivantes.

Article 1er. — *Source de rayonnement.*

La source de rayonnement peut être placée à l'intérieur ou à l'extérieur de la canalisation. Pour les gazoducs, et si la résistance de l'acier est supérieure à 49 hbar, l'emploi de source intérieure panoramique à faisceau orthogonale et positionnée dans le plan de la soudure est exigé. La nature de la source de rayonnement dépend de l'épaisseur de l'acier et conditionne la qualité des films. La combinaison de ces trois éléments doit permettre la lecture des défauts les plus fins susceptibles de nuire à la qualité de l'ouvrage.

Le tableau ci-dessous donne des combinaisons généralement admises.

NATURE de la source.	ÉPAISSEUR D'ACIER traversée au droit du cordon de soudure. m/m	FILM	
		Facteur d'exposition relative (1).	Finesse de grains (2).
Rayon X :			
140 kV.....	$4 < e < 10$	Environ 1.	Moyen.
200 kV.....	$10 < e < 16$		
300 kV.....	$16 < e < 22$		
400 kV.....	$e > 22$		
Iridium 192	$e > 4$	Environ 2.	Fin.
Césium 137 dont énergie > iridium 192.	$10 < e < 22$	Environ 10.	Très fin.
Cesium 137 — cobalt 60	$e > 22$		

(1) Pour un même degré de noircissement, le facteur d'exposition relative d'un film est exprimé par le rapport $\frac{I_1\ t_1}{I_0\ t_0}$ dans lequel :

I est l'intensité du rayonnement reçu ;
t est le temps de pose ;
l'indice 1 se rapporte au film proposé ;
l'indice 0 est relatif au film Gevaert D 7 choisi pour base de comparaison.

Dans les tableaux de résultats d'essai, les facteurs d'exposition de différents types et marques de films radiographiques sont indiqués en fonction de la nature de la source de rayonnement et des conditions de développement.

(2) La finesse de grain est définie pour chaque marque et type de film.

Article 2. — *Films.*

2.1. Voile de base :

La densité optique du voile de base, compte tenu de l'absorption du support de l'émulsion, doit toujours être inférieure à 0,25 quand le film vierge est développé dans les conditions de durée et de température identiques à celles du cliché courant (NF S 20.002).

2.2. Flou du cliché :

Seul le flou géométrique est aisément déterminé. Il devra être inférieur à 0,4 mm sauf en cas d'examen aux rayons γ de canalisation dont la pression maximale de service est supérieure à 16 bars. Si le flou dépasse 0,4 mm, il devra faire l'objet d'un accord préalable du maître d'œuvre.

2.3. Densité optique :

La densité optique est mesurée en lumière blanche diffuse avec des moyens appropriés permettant d'obtenir les résultats désirés. La précision de mesure doit atteindre au moins 0,1 en densité, celle-ci étant définie par la norme NF S 20.001 (photographie, sensitométrie, détermination de la sensibilité et de l'indice de pose des émulsions négatives à haute sensibilité, septembre 1954) et dans le projet de norme PN S 20.002 (photographie, sensitométrie, octobre 1954).

La densité du film dans la région correspondante au cordon de soudure examiné ne doit pas être inférieure à 2 sans excéder 3 (voile de base y compris). Il n'y a pas cependant objection à exploiter des densités supérieures à 3 si des conditions satisfaisantes d'examen de tels films sont assurées.

Article 3. — *Mode opératoire.*

a) Si la source est à l'intérieur du tube, la longueur totale du film doit être interprétable et respecter les conditions de flou géométrique et de densité. Le film utilisé est en formats ou en bandes continus.

b) Si la source est à l'extérieur du tube dont le diamètre est inférieur à 80 mm, deux expositions successives doivent être effectuées à partir de deux positions de la source.

La distance de la source au tube est d'environ 3 fois le diamètre du tube.

Dans chaque position le rayonnement est dirigé sur le centre de la circonférence de la soudure de manière que ces deux directions forment entre elles un angle de 90° et que chacune d'elles forme avec le plan de la soudure un angle de 5°.

Le décalage de 5° permet d'obtenir sur le cliché des images nettement séparées des deux portions de soudure traversées par le rayonnement.

c) Si la source est à l'extérieur d'un tube dont le diamètre est supérieur ou égal à 80 mm, elle est placée en bordure de la soudure. La source et le film sont approximativement aux extrémités d'un même diamètre. Le décalage de 5° de la source est obtenu en la déplaçant sur une génératrice du tube d'une longueur d'environ le douzième du diamètre du tube. La longueur du film utilisable est indiquée au tableau 1 pour certaines conditions d'utilisation.

Article 4. — *Moyens d'apprécier la qualité de l'image radiographique.*

La qualité de l'image peut s'apprécier suivant l'une des deux techniques suivantes :

4.1. Utilisation d'un indicateur de qualité d'image.

La qualité minimale des radiographies est définie comme suit :

L'indice de visibilité des radiographies exprimé suivant la norme NF A 04 304 (Indicateur de qualité d'image — Examen radiographique de pièce en acier ou en fonte d'épaisseur allant jusqu'à 180 mm. — Juin 1958) est au moins égal à + 2. Toutefois, l'intérieur du tube étant inaccessible, l'indicateur de qualité d'image est, contrairement aux prescriptions du premier alinéa de l'article 5 de ladite norme, placé sur la face sortie du rayonnement.

Dans ces conditions la qualité de l'image obtenue s'apprécie en deux temps de la manière suivante :

4.1. *a*) Radiographie type :

Les conditions de radiographie choisies sont contrôlées en radiographiant une soudure circulaire témoin sur une portion de tube de mêmes caractéristiques que la canalisation et de longueur permettant la mise en place, en plus d'un indicateur de qualité d'image A disposé sur la face de sortie du rayonnement, d'un indicateur de qualité d'image B placé sur la face d'entrée du rayonnement. L'image de l'indicateur B sert à exprimer l'indice normal de visibilité pour la radiographie type ainsi obtenue. La différence d'indices réels entre A et B doit être aussi faible que possible.

4.1. *b*) Radiographie de production :

La qualité d'image des radiographies de production prises sur le chantier avec la même technique opératoire est appréciée en comparant l'indice de visibilité de comparaison, donné par l'image de leur indicateur placé sur la face de sortie du rayonnement, et l'indice de visibilité donné par l'indicateur A de la radiographie type.

4.2. Utilisation d'un indicateur de technique opératoire.

Le dispositif suivant est particulièrement approprié lorsque la face d'incidence est inaccessible et que l'on met en œuvre des techniques entraînant des flous géométriques importants. Ce dispositif comprend deux plaquettes respectivement en cuivre et en tungstène de 10 mm de côté et d'épaisseur de 2,6 et 2 mm $\pm$ 1/100 mm. Ce dispositif est placé sur la face d'incidence de la cassette renfermant le film, contre la face d'émergence du tube. On mesure la densité optique du film dans la portion adjacente de la plaquette de cuivre lorsque le rayonnement est constitué par des rayons X ou de la plaquette de tungstène lorsqu'il est constitué par des rayons gamma.

Soit : $\triangle$ la densité sur la zone adjacente à la plaquette ;
$\triangle'$ celle qui correspond à la densité sous-adjacente à la plaquette choisie.

La fraction $K = \triangle/\triangle'$ est caractéristique de la technique opératoire.

Article 5. — *Lecture des clichés.*

L'appareil de lecture des clichés doit être tel que pour les portions les plus denses l'éclairement émergeant du film reste compris entre 10 et 100 lux. Le local dans lequel se fait l'examen doit avoir lui-même un éclairement ambiant pouvant différer au maximum de plus ou moins 20 % de celui qui sort du cliché en cours d'examen. L'écart maximal des densités sur la plage du cliché examiné ne doit jamais excéder 1,5. La distance de lecture entre l'œil de l'opérateur et la plage d'examen doit être égale à 40 cm $\pm$ 10 cm. La plage observée pourra être limitée, par exemple à 6 cm. La durée de lecture n'excède pas les deux tiers du temps de travail journalier de chaque observateur. Le maître d'œuvre peut fixer une cadence maximale de lecture et imposer la double interprétation.

Article 6. — *Conservation des clichés.*

Les clichés sont la propriété du maître d'œuvre. Ils doivent être conservés pendant le délai de garantie du fabricant dans des conditions telles qu'aucune altération ne soit observable.

TABLEAU

Longueur maximale (cm)
en fonction du diamètre du tube

DISTANCE SOURCE FILM (en cm).	DIAMÈTRE NOMINAL DU						
	* 6 5/8	8 5/8	10 3/4	12 3/4	14	16	18
	** 168,3	219,1	273	323,9	355,6	406,4	457
18	18						
23	14	24					
28	12	20	28				
33	11	17	24	33			
35	11	16	22	30	39		
41	10	14	20	27	34	44	
46	10	14	19	25	32	40	48
51	10	14	18	24	30	37	45
56	10	13	17	23	28	34	42
61	9	13	17	22	27	33	39
66	9	13	17	21	26	31	38
71	9	13	16	21	25	30	36
76	9	12	16	20	25	29	35
81	9	12	16	20	24	28	34
86	9	12	16	20	24	28	33
91	9	12	16	19	23	27	32
102							
107							
112							
117							
137							
152							
168							
183							
203							

N° 1

de film utilisable
et de la distance source film.

TUBE { * en pouces. ** en mm.

20	22	24	26	28	30	32	34	36	40	42
508	559	610	660	711	762	813	863	914	1.016	1.067
56										
51	62									
47	56	67								
44	53	62	73							
42	50	57	66	78						
41	47	54	62	72	83					
39	46	52	59	68	77	89				
38	44	50	57	65	73	82	95			
37	43	48	55	62	70	78	88	100		
36	41	46	52	58	65	71	79	89	111	
35	40	45	50	56	62	68	75	84	105	116
34	39	44	49	55	61	66	73	80	99	109
34	39	43	48	54	60	65	70	77	94	104
32	36	40	45	50	55	59	65	73	83	89
					52	56	61	66	77	83
					50	54	59	63	74	79
					49	53	57	61	71	75
					47	51	55	59	67	72

ANNEXE N° 6

Défauts des soudures et conditions d'acceptation.

Les fissures et les collages sont des défauts inadmissibles. Les autres défauts sont tolérés sous certaines conditions ; si l'une de ces conditions n'est pas satisfaite, le défaut est hors tolérance.

Un défaut de longueur L est considéré comme isolé si sa distance au défaut de même nature le plus voisin est égale à KL. Sauf indication contraire du C. P. S., K est égal à 1, et L est la longueur du plus petit défaut pour les oléoducs et du plus grand défaut pour les gazoducs.

Lorsque deux défauts de références différentes sont présents dans une même section (ou suffisamment voisins pour que leur combinaison puisse affecter la résistance ou l'étanchéité de la canalisation) :

1. Dans la mesure du possible, les conditions d'acceptation les plus sévères sont appliquées à l'ensemble, notamment les clauses relatives aux longueurs cumulées des défauts ;
2. Les conditions d'acceptation de chacun d'eux peuvent être abaissées en particulier s'ils sont de nature voisine.

La liste ci-dessous accompagnée de schémas de coupes et d'images radiographiques définit les défauts des soudures et leurs conditions d'acceptation.

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 1

Nom du défaut :

Fissure longitudinale.

Description du défaut :

Fissure sensiblement parallèle à la fibre moyenne du cordon de soudure.

Conditions d'acceptation :

Inadmissible.

Coupe de la soudure :

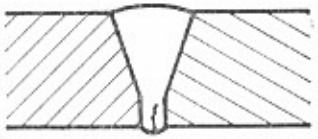


Image sur le film :

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 2

Nom du défaut :

Fissure transversale.

Description du défaut :

Fissure sensiblement perpendiculaire à la fibre moyenne du cordon de soudure.

Conditions d'acceptation :

Inadmissible.

Coupe de la soudure :

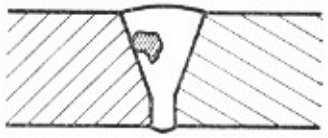
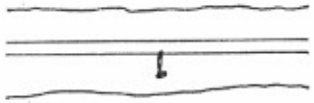


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 3

Nom du défaut :

Fissure sous cordon.

Description du défaut :

Fissure en zone trempée bordant le cordon de soudure.

Conditions d'acceptation :

Inadmissible.

Coupe de la soudure :

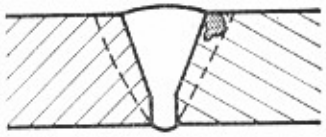
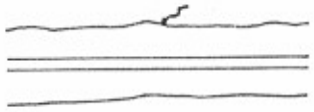


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 4

Nom du défaut :

Collage sur méplat ou chanfrein.

Description du défaut :

Solution de continuité due au manque de fusion en dehors de la racine de la soudure.

Conditions d'acceptation :

Inadmissible.

Coupe de la soudure :

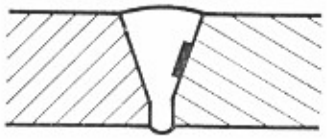


Image sur le film :

Très difficilement détectable.

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 5

Nom du défaut :

Manque de pénétration continu ou discontinu (section en V).

Description du défaut :

Manque de métal à la racine de la soudure par absence de fusion d'un ou des talons.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après, page 141.

Oléoduc : toléré si :

— la longueur d'un défaut $<$ 30 mm ;
— pour 300 mm de soudure, la longueur cumulée $<$ 50 mm.

Coupe de la soudure :

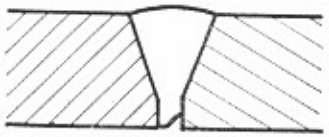
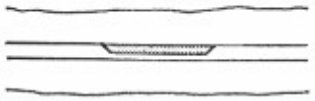


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 6

Nom du défaut :

Manque de pénétration (section en X).

Description du défaut :

Cas d'une soudure sur chanfrein en X.
Absence de fusion à la racine.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : toléré si :

— la longueur d'un défaut $<$ 30 mm ;
— pour 300 mm de soudure, la longueur cumulée $<$ 50 mm.

Coupe de la soudure :

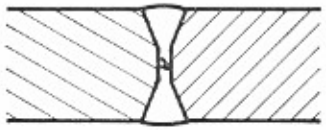
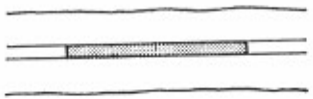


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 7

Nom du défaut :

Cratère de soudure.

Description du défaut :

Défaut de compacité à l'extrémité d'un cordon de première passe ou de passe de finition.

Conditions d'acceptation :

Toléré s'il n'y a pas fissure ; voir piqûre (référence 20).

Coupe de la soudure :

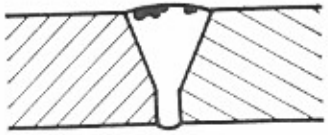


Image sur le film :

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 8

Nom du défaut :

Manque d'épaisseur.

Description du défaut :

Passe de finition concave.

Conditions d'acceptation :

Toléré si :

— la longueur d'un défaut < 50 mm ;
— la longueur cumulée par soudure < D/5 (D : diamètre nominal de la canalisation) ;
— la profondeur < e/10 (e : épaisseur nominale du tube).

Coupe de la soudure :

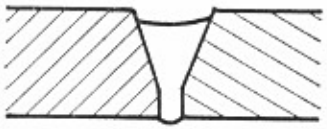
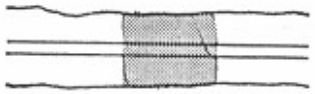


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 9

Nom du défaut :

Dénivellation.

Description du défaut :

Décalage des génératrices des tubes soudés.

Conditions d'acceptation :

Toléré dans les limites fixées à l'article 10.1.3.

Coupe de la soudure :

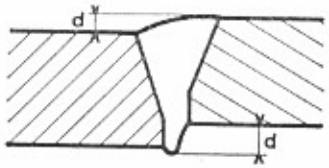
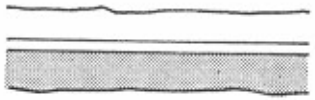


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 10

Nom du défaut :

Caniveau extérieur.

Description du défaut :

Sillon en bordure de la passe de finition.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : toléré si :

— la longueur d'un défaut < 50 mm ;
— la profondeur < e/10 ;
— pour 300 mm de soudure, la longueur cumulée < 50 mm.

Coupe de la soudure :

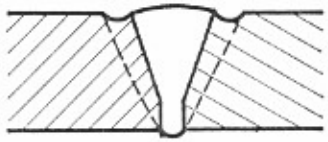


Image sur le film :

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 11

Nom du défaut :

Caniveau intérieur.

Description du défaut :

Sillon en bordure de la première passe.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : toléré si :

— la longueur d'un défaut < 50 mm ;
— la profondeur < e/10 ;
— pour 300 mm de soudure, la longueur cumulée < 50 mm.

Coupe de la soudure :

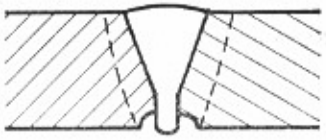


Image sur le film :

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : **12**

Nom du défaut :

Cordon de pénétration concave.

Description du défaut :

Dépression à la racine de la soudure.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : toléré comme le manque d'épaisseur (réf. 8).

Coupe de la soudure :

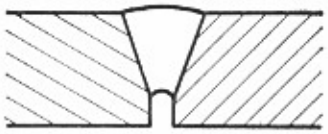


Image sur le film :

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : **13**

Nom du défaut :

Effondrement.

Description du défaut :

Effondrement local de profondeur variable à la racine (soudage au plafond).

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : toléré si la longueur d'un défaut est inférieure soit à l'épaisseur du tube, soit à 10 mm si e $>$ 10 mm.

Coupe de la soudure :

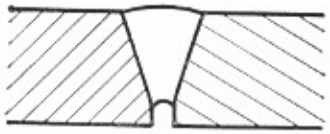
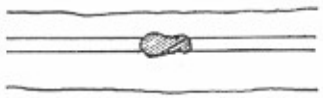


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : **14**

Nom du défaut :

Goutte de pénétration.

Description du défaut :

Effondrement local et écoulement de métal fondu en forme de goutte à la racine de la soudure (soudure à plat).

Conditions d'acceptation :

Gazoduc et oléoduc : toléré si la hauteur est inférieure à 4 mm.
Longueur du défaut : voir effondrement (13).

Coupe de la soudure :

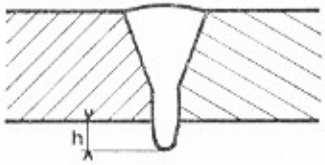
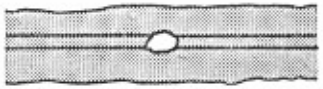


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : **15**

Nom du défaut :

Inclusion de laitier isolée.

Description du défaut :

Laitier emprisonné.
Inclusion de forme et d'orientation quelconque.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : toléré si :

1. La largeur maximale du défaut $<$ 3 mm ;
2. La longueur maximale d'un défaut $<$ 2 e et à 20 mm ;
3. Par 300 mm de soudure, la longueur cumulée des défauts $<$ 8 e.

Coupe de la soudure :

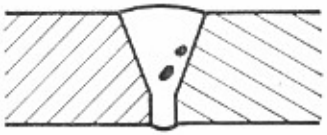


Image sur le film :

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 16

Nom du défaut :

Inclusions de laitier alignées (chapelet).

Description du défaut :

Inclusions de laitier allongées ou formant une ou deux lignes parallèles.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : toléré si :

1. La largeur du défaut < 1,6 mm (pour une ou pour les deux lignes parallèles) ;
2. La longueur < 50 mm ;
3. Pour 300 mm de soudure, la longueur cumulée < 50 mm.

Coupe de la soudure :

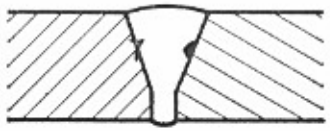
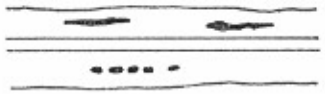


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 17

Nom du défaut :

Soufflure isolée.

Description du défaut :

Inclusion gazeuse dans le sein de la soudure.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : voir conditions d'acceptation communes aux soufflures, page 140.

Coupe de la soudure :

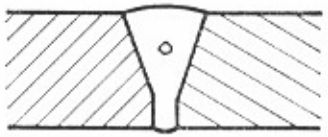
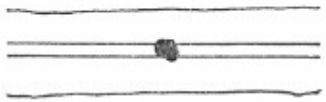


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 18

Nom du défaut :

Soufflures disséminées.

Description du défaut :

Inclusions gazeuses réparties dans le sein de la soudure ou alignées.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : voir conditions d'acceptation communes aux soufflures, page 140.

Coupe de la soudure :

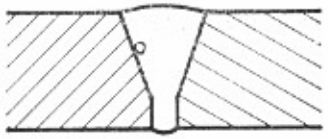


Image sur le film :

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : 19

Nom du défaut :

Nid de soufflures.

Description du défaut :

Soufflures de petites dimensions accumulées sur une zone.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : voir conditions d'acceptation communes aux soufflures, page 140.

Coupe de la soudure :

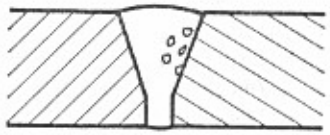
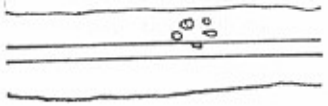


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : **20**

Nom du défaut :

Piqûre.

Description du défaut :

Inclusion gazeuse ayant débouché à la surface de la soudure.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : voir ci-dessous.

Coupe de la soudure :

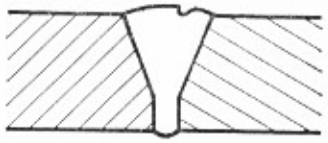
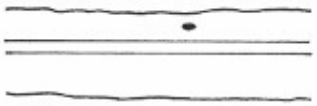


Image sur le film :



NUMÉRO DE RÉFÉRENCE : **21**

Nom du défaut :

Soufflure vermiculaire.

Description du défaut :

Soufflure de forme allongée ou soufflures alignées jointives.

Conditions d'acceptation :

Gazoduc : voir tableau ci-après.

Oléoduc : voir ci-dessous.

Coupe de la soudure :

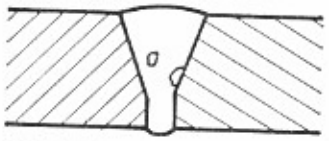
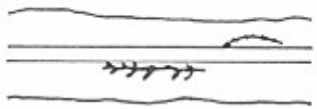


Image sur le film :



CONDITIONS D'ACCEPTATION COMMUNES AUX SOUFFLURES

Oléoduc : toléré si :

1. La largeur d'un défaut $<$ e/3 ou 4 mm.
2. Nid de soufflures inscrit dans un rectangle de 10 $\times$ 30 mm.
3. Pour 300 mm de soudure, moins de 30 défauts dont la longueur cumulée $<$ 80 mm.
4. La longueur d'une soufflure vermiculaire $<$ e/2 ou 5 mm.

NOTA. — Des soufflures, surtout si elles sont sur une ligne de préparation, peuvent être l'indice d'un manque de fusion.

Gazoducs. — Conditions d'acceptation des défauts.

1. *Défauts fins ou alignés* (cotes en mm).

NUMÉRO de référence.	NOM DU DÉFAUT	LONGUEUR maximale d'un défaut. Pression de service. P $\leq$ 16	P $>$ 16	DISTANCE entre deux défauts (1). Diamètre du gazoduc. de 48,3 à 114,3	114,3 à 273	273 à 406,4	$>$ 406,4
5	Manque de pénétration continu	30	20	13 L	10 L	15 L	20 L
5	Manque de pénétration discontinu	50	30	7 L	6 L	9 L	12 L
10	Caniveau extérieur	30	20	7 L	5 L	7 L	10 L
11	Caniveau intérieur	60	40	7 L	5 L	7 L	10 L
12	Cordon de pénétration concave	60	35	6 L	5 L	7 L	10 L
16	Inclusions de laitier en chapelet	50	30	10 L	6 L	8 L	12 L

(1) L = longueur du plus grand défaut.

2. *Défauts de forme arrondie* (e = épaisseur du tube).

NUMÉRO de référence.	NOM DU DÉFAUT	DIMENSION MAXIMALE d'un défaut isolé. Longueur.	Largeur.	LONGUEUR CUMULÉE ou nombre de défauts pour 300 mm de soudure.
13	Effondrement local à la racine	4 mm		15 mm.
15	Inclusion de laitier isolée....		e/3	22 défauts.
17	Soufflure isolée.		e/3	22 défauts.
18	Soufflures disséminées (2)....		e/3	44 mm.
21	Soufflure vermiculaire	e/2 ou 5 mm		30 mm.

(2) Y compris les soufflures alignées.

3. *Longueur cumulée maximale de tous défauts par soudure.*

DIAMÈTRE DU GAZODUC en millimètres.	PRESSION DE SERVICE		
	$P \leq 16$	$40 \geqslant P > 16$	$P > 40$ bars
De 48,6 à 114,3	60 mm	40 mm	40 mm
De 114,3 à 273	100 mm	70 mm	50 mm
De 273 à 406,4	160 mm	170 mm	100 mm
Supérieur à 406,4.....	200 mm	150 mm	120 mm

Imprimerie des Journaux officiels, 26, rue Desaix, Paris.