
NORME INTERNATIONALE **ISO** 2405



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION · МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ · ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Pratiques recommandées pour l'examen radiographique des joints bout à bout soudés par fusion sur tôles d'acier d'épaisseurs allant de 50 à 200 mm

Première édition — 1972-09-01

*Retirée en 1985
remplacée par ISO 106:1985*

44

CDU 621.791.052.4 : 620.183.6 : 778.33

Réf. N° : ISO 2405-1972 (F)

Descripteurs : joint en about, soudure en about, soudage par fusion, tôle métallique, acier, essai non destructif, radiographie.

Prix basé sur 5 pages

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2405 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 44, *Soudure*.

Elle fut approuvée en janvier 1972 par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Inde	Suède
Autriche	Irlande	Tchécoslovaquie
Belgique	Israël	Thaïlande
Canada	Italie	Turquie
Egypte, Rép. arabe d'	Norvège	U.R.S.S.
Finlande	Roumanie	
France	Royaume-Uni	

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Allemagne
Japon
Suisse

Pratiques recommandées pour l'examen radiographique des joints bout à bout soudés par fusion sur tôles d'acier d'épaisseurs allant de 50 à 200 mm

0 INTRODUCTION

Les techniques radiographiques applicables à l'examen radiographique des joints bout à bout soudés par fusion sur tôles d'acier d'épaisseur inférieure à 50 mm sont décrites en ISO/R 1106. Ce nouveau document est élaboré sur le même modèle et concerne les soudures réalisées sur des épaisseurs allant jusqu'à 200 mm.

Il est à espérer que ces documents conduiront à une pratique plus unifiée, donc à une simplification de l'interprétation des résultats. Ce document ne fixe pas de normes d'acceptation des soudures.

Il n'y a qu'un nombre limité de matériels convenant à ce travail (par exemple, il n'existe pas d'appareils à rayons X commercialisés, pouvant opérer entre 400 et 1 000 kV). Ce document classe le matériel disponible en un certain nombre de groupes et détaille les techniques permettant de produire des radiographies satisfaisantes, avec le matériel de chaque groupe. Plusieurs dispositions contenues dans les pratiques recommandées sont communes à toutes les techniques.

L'épaisseur d'acier, pour laquelle chaque matériel est jugé convenable, est donnée dans le Tableau 1; il est possible d'utiliser les accélérateurs linéaires et les bêtatrons pour des épaisseurs plus élevées.

La Figure indique les possibilités relatives de divers matériels, exprimées en valeurs de sensibilité de l'I.Q.I. et en employant les techniques décrites. Ces valeurs de sensibilité ne sont pas impératives; elles sont indiquées pour servir de guide dans le choix d'une technique pour une épaisseur de soudure donnée.

Des notes explicatives sont ajoutées chaque fois qu'il est nécessaire.

1 OBJET

La présente Norme Internationale fournit des principes généraux relatifs aux techniques de radiographie à suivre pour obtenir des résultats satisfaisants et elle énonce des règles reposant sur la pratique généralement admise et la théorie fondamentale de la radiographie.

2 DOMAINE D'APPLICATION

Cette Norme Internationale se réfère à l'examen des joints bout à bout soudés par fusion sur tôles d'acier d'épaisseurs allant de 50 à 200 mm.

Elle ne doit pas être considérée comme une norme pour l'acceptation des joints et ne concerne que la radiographie en tant que telle.

* En l'absence de toute réglementation, se référer aux dernières Recommandations de la Commission Internationale pour la Protection Radiologique.

3 RÉFÉRENCES

ISO/R 1027, *Indicateurs de qualité d'image radiographique – Principe et identification.*

ISO/R 1106, *Pratiques recommandées pour l'examen radiographique des joints bout à bout soudés par fusion sur tôles d'acier d'épaisseur inférieure à 50 mm (2 in).*

ISO 2504, *Radiographie des soudures et conditions d'observation des films – Emploi des types recommandés d'indicateurs de qualité d'image (I.Q.I.).*

4 PROTECTION

L'exposition aux rayons X ou aux rayons gamma d'une partie quelconque du corps humain pouvant être très nocive, il est essentiel, partout où un équipement de rayons X ou des sources radioactives sont utilisées, de prendre des précautions adéquates pour la protection de l'opérateur et des personnes se trouvant à proximité.

Les mesures de précaution à prendre contre les rayons X et les rayons gamma sont celles en vigueur dans les différents pays*.

TABLEAU 1 – Types de matériel et épaisseur d'acier

Groupe	Description du matériel	Épaisseur d'emploi mm
A	Rayons X : jusqu'à 400 kV	50 à 85
B (I)	Rayons X : 1 et 2 MV, foyer > 6 mm	50 à 125 ¹⁾
B (II)	Rayons X : 1 et 2 MV, foyer < 1 mm	50 à 125 ¹⁾
C	Rayons X : accélérateurs linéaires 3 à 8 MV	70 ²⁾ à 200
D	Rayons X : bêtatrons et accélérateurs linéaires 8 à 35 MV	70 ²⁾ à 200
E	Rayons gamma : Cobalt 60	50 à 150 ³⁾
F	Rayons gamma : Iridium 192	50 à 110 ³⁾

1) Pour les matériels de 2 MV, l'épaisseur maximale peut être portée à 200 mm.

2) Cette épaisseur peut être réduite à 60 mm si l'on fait usage de films à grain très fin et de densité optique d'environ 3.

3) Le contrôle des épaisseurs de la limite supérieure ne peut être réalisé qu'avec des sources de très grande puissance ou des temps d'exposition très longs.

5 MATÉRIEL

Le Tableau 1 fait état des types de matériels actuellement connus comme étant disponibles dans le commerce et indique les épaisseurs d'acier (dans les limites couvertes par ce document) pour lesquelles le matériel est considéré comme approprié à l'examen des soudures bout à bout.

6 PRÉPARATION DES SURFACES

D'une manière générale, la préparation des surfaces peut ne pas être nécessaire pour la radiographie, mais dans le cas où des irrégularités de surface pourraient être la cause de difficultés dans la détection des défauts internes des soudures, ces irrégularités doivent être éliminées par meulage. Il est toujours souhaitable de faire disparaître les défauts superficiels avant de prendre une radiographie.

7 LOCALISATION DE LA SOUDURE SUR LA RADIOGRAPHIE

Des marques désignant les limites de la soudure, habituellement sous la forme de flèches en plomb ou autres symboles, doivent être placées le long de la soudure de part et d'autre du cordon, de telle manière qu'elles soient visibles sur la radiographie. Cependant, cette disposition peut ne pas être nécessaire si la surépaisseur subsiste.

8 IDENTIFICATION DE LA RADIOGRAPHIE

Des lettres en plomb doivent être affectées à chaque partie de la soudure radiographiée. Les images de ces lettres doivent apparaître sur la radiographie de façon à permettre une identification certaine de la partie examinée.

9 MARQUAGE

Dans le cas général, des marques permanentes sur la pièce doivent fournir des points de référence pour la localisation ultérieure et précise de la position de chaque radiographie. Si la nature du matériau et ses conditions de service rendent le poinçonnage impossible, d'autres moyens de localisation ultérieure des radiographies doivent être recherchés. On pourra en particulier utiliser la peinture ou exécuter des croquis précis.

10 RECOUVREMENT DES FILMS

Dans la radiographie d'une longueur continue de soudure, les radiographies successives doivent se recouvrir suffisamment pour donner la certitude qu'aucune partie de cette longueur n'a échappé à l'examen. Il est rationnel que le recouvrement des films ne dépasse pas 20 mm.

11 INDICATEURS DE QUALITÉ D'IMAGE

Un indicateur de qualité d'image en acier doux, d'un type spécifié en ISO/R 1027 et agréé entre les parties contractantes, doit être placé à l'une, ou aux deux extrémités de chaque section à radiographier, sur la surface de la pièce exposée directement à la source de radiations, et de façon telle que la partie la plus mince ou de moindre

diamètre de l'indicateur soit placée du côté de l'extrémité du film où l'épaisseur traversée par le rayonnement est la plus importante. Suivant son type, l'indicateur doit être placé le long de la soudure ou en travers de celle-ci. Dans le cas où la surface côté source est inaccessible, et seulement dans ce cas, l'indicateur de qualité d'image doit être placé du côté film; sa position doit être alors mentionnée dans le relevé des données techniques, car les indications qu'il fournit dans ce cas n'ont pas la même signification. Pour les détails sur l'emploi des I.Q.I. recommandés, voir ISO 2504.

Les valeurs de sensibilité requises, déterminées à l'aide des indicateurs de qualité d'image, doivent être convenues entre les parties contractantes. Ces valeurs fournissent simplement une indication permettant d'apprécier la qualité de la technique radiographique utilisée. Elles ne sont pas nécessairement en relation avec la sensibilité de détection des défauts dans les soudures.

12 TYPE DE FILM

12.1 Avec les matériels des groupes A, B, E et F, le film utilisé doit être un des types dits à rapidité moyenne, à grain fin ou à grain très fin. Ces films sont habituellement décrits comme étant du «type direct» pour usage avec écrans renforçateurs métalliques ou type «sans écran».

12.2 Avec les matériels des groupes C et D, le film doit être du type direct à grain fin ou très fin. Une rapidité moyenne n'est, généralement, pas nécessaire.

13 ÉCRANS RENFORÇATEURS

Le film doit être utilisé dans une cassette assurant un bon contact entre le ou les écrans renforçateurs et l'émulsion.

NOTE — Avec des écrans épais, les cassettes du modèle courant ne donnent pas toujours satisfaction à ce point de vue, et il peut être avantageux d'utiliser des cassettes du type à vide.

Les épaisseurs et matériaux des écrans doivent être les suivants :

Groupe A :

Écrans de plomb : antérieur 0,02 à 0,1 mm;
: postérieur 0,02 à 0,1 mm.

Groupe B :

Écrans de plomb : antérieur 0,2 à 1,0 mm;
: postérieur 0,5 à 1,6 mm.

Groupe C :

Écrans de cuivre ou de plomb : antérieur 1,0 à 1,6 mm;
: postérieur 1,0 à 1,6 mm.

Groupe D :

Écrans de tantale et de tungstène ou de plomb :
antérieur 1,0 à 1,6 mm;
postérieur néant.

NOTE — Les écrans de tantale et de tungstène donnent une meilleure sensibilité.

Groupe E :

Écrans de cuivre ou de plomb : antérieur 0,2 à 1,0 mm;
: postérieur 0,1 à 0,5 mm.

NOTE — Au lieu d'écrans de cuivre ou en alliages à base de cuivre, on peut employer des écrans constitués par d'autres matériaux de faible numéro atomique et de densité élevée (Ni, Zn et ses alliages).

Groupe F :

Écrans de plomb : antérieur 0,05 à 0,2 mm;
: postérieur 0,05 à 0,2 mm.

14 FILTRES

Lorsqu'on utilise des sources des rayons gamma, c'est-à-dire les matériels des groupes E et F, un filtre peut être interposé entre la pièce à examiner et la cassette. Ce filtre doit être en plomb, de 1,0 mm d'épaisseur avec des sources d'iridium 192; de 2,0 mm d'épaisseur avec des sources de Cobalt 60.

15 DIRECTION DU RAYONNEMENT

L'axe du faisceau de rayonnement doit être dirigé vers le centre de la partie de la soudure à examiner, suivant une direction normale à la surface en ce point, excepté pour l'examen de certains défauts particuliers, par exemple le collage sur la face d'un chanfrein, dont la mise en évidence est facilitée par le choix d'une direction différente.

16 PROTECTION CONTRE LE RAYONNEMENT SECONDAIRE

La cassette doit être protégée aussi complètement que possible contre tout rayonnement secondaire par une épaisseur de plomb suffisante placée à l'intérieur ou derrière la cassette.

Pour les matériels des groupes A, B, E et F, il est souhaitable que l'épaisseur minimale de plomb soit d'environ 2,5 mm.

Afin de réduire l'effet indésirable du rayonnement secondaire imputable à la pièce elle-même ou à son environnement, on doit utiliser, aussi souvent que possible, un cache pour limiter la zone irradiée aux dimensions du film et un coin compensateur doit également être utilisé si l'extrémité de la soudure ou une variation de section importante se trouve dans la zone d'irradiation.

17 DISTANCE FOYER-FILM/DISTANCE SOURCE-FILM (d.f.f./d.s.f.)

Deux faits distincts sont à considérer. Avec le matériel des groupes A, B, E et F la d.f.f. (ou d.s.f.) est déterminée à partir des dimensions du foyer d'émission ou de la source, en tenant compte du flou et d'un temps d'exposition raisonnable.

Avec des matériels des groupes C et D, la zone irradiée est habituellement de dimensions limitées et la d.f.f. est choisie en fonction d'une dimension de zone utile (longueur de soudure couverte en une exposition).

Le Tableau 2 indique des valeurs minimales de d.f.f. et de d.s.f. basées sur ces critères et se rapportant à un certain nombre d'épaisseurs de pièces. Des valeurs intermédiaires peuvent être interpolées pour d'autres épaisseurs de pièces, mais la valeur exacte de la d.f.f. n'est pas à ce point essentielle.

1) Voir ISO 2504.

TABLEAU 2 – Distances minimales source-film
(distance foyer-film)

Matériel du groupe	Distance minimale source-film (ou d.f.f.) en mm					Voir Notes
	Épaisseur des pièces, mm					
	50	75	100	150	200	
A	1 000	1 250	—	—	—	1
B (I)	1 500	1 800	2 000	3 000	3 800	
B (II)	1 000	1 000	1 000	1 250	1 500	
C	—	1 000	1 500	1 500	1 500	2 et 3
D	—	—	—	—	—	4
E	500	650	750	900	—	5
F	750	900	1 100	—	—	5

NOTES

1 Ces valeurs sont basées sur une dimension de foyer de 5 mm; si le foyer est de dimension différente, la d.f.f. doit être modifiée proportionnellement.

2 Ces valeurs sont basées sur une dimension de foyer de 2 mm ou moins.

3 Si une grande surface doit être couverte, il peut être nécessaire d'augmenter ces valeurs sans tenir compte de la dimension du foyer, mais en fonction de la divergence du faisceau issu de l'appareil.

4 La d.s.f. à utiliser doit être choisie en considérant la longueur de la soudure à radiographier en une exposition et la divergence du faisceau issu de l'appareil.

5 Ces valeurs sont basées sur un diamètre de source de 4 mm; pour d'autres dimensions, elles doivent être modifiées proportionnellement, avec une valeur minimale de 250 mm pour la d.s.f.

18 DISTANCE PIÈCE-FILM

Certains appareils des groupes B (II) et D peuvent avoir des dimensions de foyer inférieures à 0,5 mm. Avec de tels appareils, des techniques d'agrandissement par projection sont applicables et la cassette peut être éloignée de la pièce. On obtiendra une meilleure sensibilité, mais la longueur de soudure couverte sur chaque radiographie sera réduite. Les valeurs typiques d'agrandissement par projection sont comprises entre 2 : 1 et 3 : 1. De telles techniques ne doivent être nécessaires que pour des applications spéciales.

Avec tous les autres appareils, la cassette doit être placée près de la pièce à examiner. S'il y a de grandes variations brusques d'épaisseur dans la soudure, on peut recommander de prévoir un petit intervalle de 10 mm environ entre le film et la pièce, afin d'éliminer, dans une certaine mesure, les hétérogénéités gênantes du rayonnement secondaire diffusé. S'il est nécessaire que la cassette soit à une plus grande distance de la pièce à examiner, les valeurs minimales de distance film-foyer indiquées au chapitre 17 doivent être augmentées.

19 DENSITÉ DES FILMS

Sur l'image de la soudure examinée, la densité du film correspondant à un métal sain ne doit pas être inférieure à 2,0 et ne pas excéder 3,0; ces valeurs comprennent la densité de voile qui ne doit pas être supérieure à 0,3.

Il n'y a aucune objection à avoir des densités de film supérieures à 3,0, si des conditions d'examen des films satisfaisantes peuvent être assurées¹⁾.

20 TRAITEMENT DES FILMS

Les films doivent être développés conformément aux prescriptions des fabricants, en portant une attention particulière à la température et au temps de développement. Les radiographies doivent être exemptes de toute imperfection provenant du traitement ou autres causes qui pourraient rendre l'interprétation difficile.

21 SENSIBILITÉ ET EXAMEN DES FILMS

Les radiographies doivent être examinées et la sensibilité donnée par l'I.Q.I. doit être calculée conformément aux indications de ISO 2504. Il importe en particulier de noter ce qui suit :

La sensibilité d'I.Q.I. requise doit faire l'objet d'un accord entre les parties contractantes, mais la Figure donne une indication des valeurs qu'il convient de prévoir. Ces valeurs ne sont pas impératives, mais si celles obtenues en pratique ne sont pas semblables à celles mentionnées, cela constitue une indication que la technique d'exécution n'est pas appliquée correctement.

Les radiographies doivent être examinées sur un écran diffusant éclairé (négatoscope), dans une pièce sombre et la zone éclairée doit être limitée au minimum nécessaire à l'examen des radiographies. L'éclairage de l'écran doit être réglable, de manière à permettre une lecture satisfaisante des radiographies¹⁾.

22 RELEVÉ DES DONNÉES TECHNIQUES

Chaque radiographie, ou chaque série de radiographies, doit être accompagnée de précisions sur la technique mise en oeuvre ainsi que sur toute autre particularité éventuelle, susceptible de contribuer à une meilleure interprétation des résultats. En particulier, doivent être précisés :

- a) le type de rayonnement et éventuellement, s'il s'agit de rayons X, la tension et le courant anodique;
- b) le temps d'exposition, le type de film et d'écran, le type d'I.Q.I., la distance source-film;
- c) le système de marquage utilisé.

1) Voir ISO 2504.

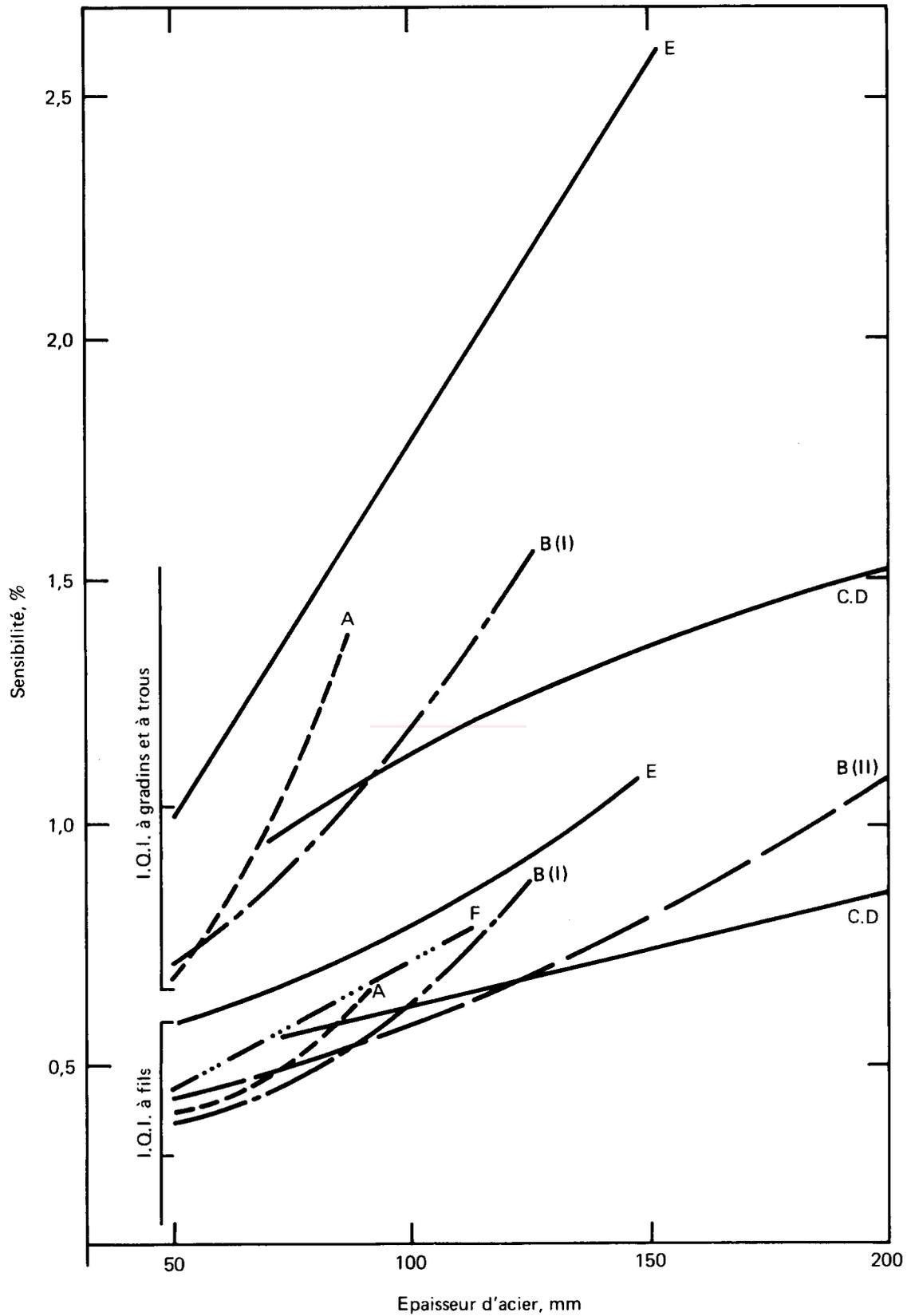


FIGURE - Valeur de sensibilité déterminée par l'emploi des I.Q.I. pour les différentes sources de rayonnement