

norme européenne

norme française

NF EN 1435
Octobre 1997

Indice de classement : **A 89-510**

ICS : 19.100 ; 25.160.40

Contrôle non destructif
 des assemblages soudés

**Contrôle par radiographie
 des assemblages soudés**

E : Non-destructive examination of welds — Radiographic examination
 of welded joints

D : Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —
 Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 septembre 1997 pour
 prendre effet le 20 octobre 1997.

Remplace les normes homologuées NF A 89-550, NF A 89-551, NF A 89-552 et
 NF A 89-562 de février 1987.

Correspondance

La norme européenne EN 1435:1997 a le statut d'une norme française.

Analyse

Le présent document spécifie les techniques fondamentales du contrôle par
 radiographie des assemblages soudés par fusion des matériaux métalliques.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : assemblage soudé, soudage par fusion,
 soudure bout à bout, acier, tube en acier, aluminium, titane, alliage de cuivre,
 alliage de nickel, contrôle de qualité, essai non destructif, méthode radiogra-
 phique, acceptabilité.

Modifications

Par rapport aux documents remplacés, reprise des travaux européens et
 refonte totale du document.

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex

Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

Diffusée par le Comité de Normalisation de la Soudure (CNS), Z.I. Paris Nord II, 90, rue des Vanesses, 93420 Villepinte —

Tél. : 01 49 90 36 00 — Tél. international : + 33 1 49 90 36 00 — bp 50362 — 95942 Roissy CdG Cedex



Membres de la commission de normalisation

Président : M TCHILIAN

Secrétariat : M BEAUFILS — CNS

M	ADAM	BUREAU VERITAS
M	AMBROSIANI	INERIS
M	ARMAGHANIAN	KSB SA
M	BAILLET	GEC ALSTHOM
M	BEAUFILS	LE RESERVOIR
M	BERGER	EDF
M	BROCHARD	DELATTRE LEVIVIER
MME	BRUN-MAGUET	AFNOR
M	BRUYAS	BOCCARD
M	CAGLIESI	APAVE
M	CALMEL	AUXITROL
M	CHAUVEAU	INSTITUT DE SOUDURE
M	CHONEZ	EDF
MME	CORMIER	GDF
MLLE	COTTIN	LINCOLN ELECTRIC
M	COTTINEAU	MANITOU
M	CRUCHAUDET	STEIN INDUSTRIE
M	DARDEVET	GDF
M	DAVID	RENAULT
M	DE MARTIN	INSTITUT DE SOUDURE
MLLE	DELVALLEE	CEP
M	DESBAZEILLE	SYMAP
M	DESVIGNES	SNCF
M	DUBOIS	GDF
M	DUQUENNE	FIVES CAIL BABCOCK
M	DYRLA	GAPAVE
M	ESCH	BABCOCK ENTREPRISE
M	FERRO	TUCKER
M	GALLET	INTERCONTROLE
M	GAUTHE	SNCF
M	GENOT	PLS
M	GERANDAL	BSL INDUSTRIE
M	GERARD	SGS QUALITEST
M	GOELLNER	MINISTERE DE L'INDUSTRIE
M	GOUCOVITCH	DCN CHERBOURG
M	GRASSER	EDF
M	HENNEQUIERE	PECQUET-TESSON
M	LAXENAIRE	PLS
M	LE GRANDAIS	GDF
M	LIEGEOIS	GDF
M	MACQUET	BNCM/CTICM
M	MICHEL	SNCF
M	MONNOT	FRAMATOME
M	PENISSON	SNCF
M	PERINET	GIAT INDUSTRIES
M	PERPIGNAN	CEP
M	PIERROT	CTE
M	POMINI	EDF
M	POUDRAI	COFREND
M	PROVOU	BNS
M	RAMIERE	AEROSPATIALE
MME	RIGAUD	EDF
M	ROUSSEL	INSTITUT DE SOUDURE
M	RUAUT	
M	SALIN	EDF
MLLE	SOUVILLE	CNS
M	SPERRY	STEIN FASEL
M	TAFFARD	DELATTRE LEVIVIER
M	TCHILIAN	FRAMATOME
M	THEOPHILE	BABCOCK ENTREPRISE
M	TISSANDIER	STEIN INDUSTRIE
M	VAERMAN	
MME	VEROLLET	AFNOR
M	VIEL	SNCT

Avant-propos national***Références aux normes françaises***

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

<i>EN 444</i>	<i>: NF EN 444 (indice de classement : A 09-201)</i>
<i>EN 462-1</i>	<i>: NF EN 462-1 (indice de classement : A 09-205-1)</i>
<i>EN 462-2</i>	<i>: NF EN 462-2 (indice de classement : A 09-205-2)</i>
<i>EN 462-3</i>	<i>: NF EN 462-3 (indice de classement : A 09-205-3)</i>
<i>EN 462-4</i>	<i>: NF EN 462-4 (indice de classement : A 09-205-4)</i>
<i>EN 473</i>	<i>: NF EN 473 (indice de classement : A 09-010)</i>
<i>EN 584-1</i>	<i>: NF EN 584-1 (indice de classement : A 09-217-1)</i>
<i>EN 584-2</i>	<i>: NF EN 584-2 (indice de classement : A 09-217-2)</i>
<i>EN 25580</i>	<i>: NF EN 25580 (indice de classement : A 09-210)</i>





ICS 25.160.40

Descripteurs : assemblage soudé, soudage par fusion, soudure bout à bout, contrôle de qualité, essai non destructif, méthode radiographique, conditions d'exécution.

Version française

**Contrôle non destructif des assemblages soudés —
Contrôle par radiographie des assemblages soudés**

Zerstörungsfreie Prüfung
von Schweißverbindungen —
Durchstrahlungsprüfung
von Schmelzschweißverbindungen

Non-destructive examination of welds —
Radiographic examination of welded joints

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1997-08-02.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

© CEN 1997

Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres nationaux du CEN.

Réf. n° EN 1435:1997 F



Sommaire

	Page
Avant-propos	3
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	4
3 Définitions	4
3.1 épaisseur nominale, t	4
3.2 épaisseur traversée, w	5
3.3 distance film-objet, b	5
3.4 dimensions de la source, d	5
3.5 distance source-film (DSF)	5
3.6 distance source-objet, f	5
3.7 diamètre, D_e	5
4 Classification des techniques radiographiques	5
5 Généralités	6
5.1 Protection contre les rayonnements ionisants	6
5.2 Préparation de la surface et stade de fabrication	6
5.3 Position de la soudure sur le radiogramme	6
5.4 Identification des radiogrammes	6
5.5 Marquage	6
5.6 Recouvrement des films	6
5.7 Types et positions des indicateurs de qualité d'image (IQI)	6
5.8 Évaluation de la qualité d'image	7
5.9 Indices de qualité d'image minimums	7
5.10 Qualification du personnel	7
6 Techniques recommandées pour l'exécution des radiogrammes	8
6.1 Dispositions d'examen	8
6.2 Choix de la tension du tube et de la source de rayonnement	13
6.3 Systèmes films et écrans	15
6.4 Alignement du faisceau	17
6.5 Réduction du rayonnement diffusé	17
6.6 Distance source-objet	18
6.7 Étendue maximale interprétable en une seule exposition	19
6.8 Densité des radiogrammes	19
6.9 Traitement	20
6.10 Conditions d'observation du film	20
7 Rapport d'examen	20
Annexe A (normative) Nombre recommandé d'expositions permettant un examen acceptable d'une soudure circulaire bout à bout	21
Annexe B (normative) Indices de qualité d'image minimums	26



Avant-propos

La présente norme européenne a été élaborée par le Comité Technique CEN/TC 121 «Soudage» dont le secrétariat est tenu par le DS.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement au plus tard en février 1998, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en février 1998.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.



1 Domaine d'application

La présente norme européenne spécifie les techniques fondamentales de radiographie permettant d'obtenir des résultats satisfaisants et reproductibles de façon économique. Ces techniques reposent sur une pratique généralement reconnue et sur la théorie fondamentale en la matière.

La présente norme européenne s'applique au contrôle par radiographie des assemblages soudés par fusion des matériaux métalliques.

Elle s'applique aux assemblages de tôles ou de tubes, le terme «tube» recouvrant par convention d'autres corps cylindriques tels que tuyaux, conduites forcées, tambours de chaudières et appareils à pression. Cette norme est conforme à l'EN 444.

La présente norme européenne ne spécifie pas de niveaux d'acceptation des indications.

Si les parties contractantes appliquent des critères d'essai moins sévères, la qualité obtenue peut être nettement moins bonne que lorsque la présente norme est appliquée de manière stricte.

2 Références normatives

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

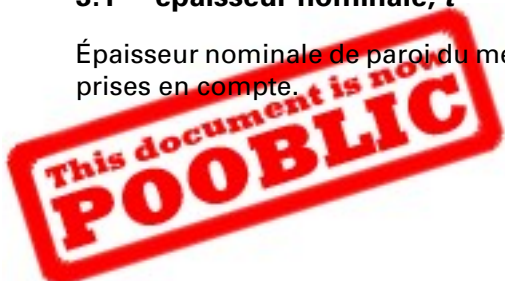
EN 444	Essais non destructifs — Principes généraux de l'examen radiographique à l'aide de rayons X et gamma des matériaux métalliques.
EN 462-1	Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 1 : Indicateurs de qualité d'image (à fils), détermination de l'indice de qualité d'image.
EN 462-2	Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 2 : Indicateurs de qualité d'image (à gradins et à trous), détermination de l'indice de qualité d'image.
EN 462-3	Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 3 : Indices de qualité d'image pour métaux ferreux.
EN 462-4	Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 4 : Évaluation expérimentale des indices de qualité d'image et des tables de qualité d'image.
EN 473	Qualification et certification du personnel en contrôle non destructif — Principes généraux.
EN 584-1	Essais non destructifs — Film pour radiographie industrielle — Partie 1 : Classification des systèmes films pour radiographie industrielle.
EN 584-2	Essais non destructifs — Film pour radiographie industrielle — Partie 2 : Contrôle du traitement des films à partir de valeurs de référence.
EN 25580	Essais non destructifs — Négatoscopes utilisés en radiographie industrielle — Exigences minimales (ISO 5580:1985).

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 épaisseur nominale, t

Épaisseur nominale de paroi du métal de base seulement. Les tolérances de fabrication ne doivent pas être prises en compte.



3.2 épaisseur traversée, w

Épaisseur du matériau dans la direction du faisceau de rayonnement calculée en fonction de l'épaisseur nominale.

Dans le cas des techniques à parois multiples, l'épaisseur traversée est calculée à partir de l'épaisseur nominale.

3.3 distance film-objet, b

Distance entre la face de l'objet située côté rayonnement et la surface du film, mesurée suivant l'axe central du faisceau de rayonnement.

3.4 dimensions de la source, d

Dimensions de la source de rayonnement.

3.5 distance source-film (DSF)

Distance entre la source du rayonnement et le film, mesurée dans le sens du faisceau.

3.6 distance source-objet, f

Distance entre la source du rayonnement et la face de l'objet située du côté de la source, mesurée suivant l'axe central du faisceau de rayonnement.

3.7 diamètre, D_e

Diamètre extérieur nominal du tube.

4 Classification des techniques radiographiques

Les techniques radiographiques se divisent en deux classes :

- classe A : techniques de base ;
- classe B : techniques améliorées.

Les techniques de la classe B pourraient être utilisées lorsque celles de la classe A ne donnent pas une sensibilité suffisante.

Des techniques de qualité supérieure à celle de la classe B peuvent être utilisées et peuvent faire l'objet d'un accord entre les parties contractantes en spécifiant tous les paramètres de contrôle adéquats.

Le choix de la technique radiographique doit se faire par accord entre les parties concernées.

Si, pour des raisons techniques, il n'est pas possible de respecter l'une des conditions spécifiées pour la classe B, comme le type de source de rayonnement ou la distance source-objet f , il peut être convenu entre les parties contractantes de retenir la condition spécifiée pour la classe A. La perte de sensibilité doit être compensée par une augmentation de la densité minimale portée à 3,0 ou pour le choix d'un système film à contraste supérieur. La section radiographiée peut être considérée comme étant contrôlée en classe B, du fait de la meilleure sensibilité par rapport à la classe A. Cela n'est pas applicable avec les réductions spécifiées de DSF définies en 6.6 pour les dispositions d'essai de 6.1.4 et 6.1.5.



5 Généralités

5.1 Protection contre les rayonnements ionisants

AVERTISSEMENT : L'exposition d'une partie quelconque du corps humain aux rayons X ou aux rayons gamma peut être extrêmement préjudiciable à la santé. Toute utilisation de matériels à rayons X ou de sources radioactives doit être soumise aux dispositions légales ou réglementaires appropriées.

Les règles locales, nationales ou internationales de protection contre les rayonnements ionisants doivent être scrupuleusement suivies.

5.2 Préparation de la surface et stade de fabrication

En règle générale, il n'est pas nécessaire de préparer la surface ; toutefois, lorsque des imperfections superficielles ou des revêtements pourraient gêner la détection des défauts, la surface doit être légèrement meulée ou débarrassée de son revêtement.

Sauf spécification contraire, le contrôle par radiographie doit avoir lieu après le dernier stade de fabrication, c'est-à-dire après meulage ou traitement thermique.

5.3 Position de la soudure sur le radiogramme

Lorsque le radiogramme ne montre pas la soudure, des repères de haute densité doivent être placés de part et d'autre de la soudure.

5.4 Identification des radiogrammes

Des symboles doivent être affectés à chaque partie de l'objet radiographié. Les images de ces symboles doivent apparaître sur les radiogrammes, si possible en dehors de la zone contrôlée pour garantir l'identification sans ambiguïté de celle-ci.

5.5 Marquage

Des marques permanentes doivent être apposées sur l'objet à contrôler afin de retrouver précisément la position de chaque radiogramme.

Lorsque la nature du matériau et/ou les conditions de service ne permettent pas le marquage permanent, les positions doivent être reportées sur des schémas précis.

5.6 Recouvrement des films

Lorsque la radiographie d'une zone donnée nécessite deux films distincts ou plus, ceux-ci doivent présenter un recouvrement suffisant afin de prouver que la zone à contrôler est totalement radiographiée. Ceci doit être vérifié à l'aide d'un symbole à haute densité placé sur la surface de l'objet et qui doit apparaître sur chaque film.

5.7 Types et positions des indicateurs de qualité d'image (IQI)

La qualité d'image doit être vérifiée à l'aide d'IQI conformes à l'EN 462-1 ou à l'EN 462-2.

L'IQI doit être placé de préférence côté source sur l'objet à contrôler, au centre de la surface contrôlée et sur le métal de base adjacent à la soudure. L'IQI doit être en contact étroit avec la surface de l'objet.

L'emplacement doit être choisi sur une partie d'épaisseur uniforme caractérisée par une densité optique uniforme sur le film.



Selon le type d'IQI utilisé, deux cas doivent être envisagés :

- a) avec les IQI à fils, les fils doivent être orientés perpendiculairement à la soudure et placés de sorte qu'au moins 10 mm de longueur de fils apparaissent sur une partie de densité optique uniforme, ce qui correspond normalement au métal de base adjacent à la soudure. Dans le cas des expositions conformes aux 6.1.6 et 6.1.7, des IQI peuvent être placés avec les fils perpendiculaires à l'axe du tube, et il est recommandé qu'ils n'apparaissent pas en projection sur l'image de la soudure ;
- b) avec les IQI à trous et à gradins, l'IQI doit être placé de telle manière que le numéro du trou requis se trouve à proximité de la soudure.

Dans le cas des expositions conformes aux 6.1.6 et 6.1.7, l'IQI utilisé peut être placé soit côté source, soit côté film. Si l'IQI ne peut pas être placé suivant les conditions définies ci-dessus, il sera placé côté film et la qualité d'image doit être déterminée au moins une fois par comparaison avec un IQI placé côté source et un IQI placé côté film dans les mêmes conditions.

Dans le cas d'exposition en double paroi, lorsque l'IQI est placé côté film, l'essai ci-dessus n'est pas nécessaire et il est recommandé de faire référence aux tableaux de correspondance présentés dans l'annexe B.

Lorsque l'IQI est placé côté film, une lettre «F» doit être placée à proximité de l'IQI et être consignée dans le rapport de contrôle.

Si des dispositions ont été prises pour garantir que les radiogrammes de parties et d'objets similaires ont été produits avec des techniques d'exposition et de traitement identiques et qu'aucune différence de qualité d'image n'apparaîtra, il n'est pas nécessaire de vérifier la qualité d'image de chaque radiogramme, l'étendue de la vérification de la qualité d'image faisant l'objet d'un accord entre les parties contractantes.

En cas d'exposition de tubes de diamètre supérieur ou égal à 200 mm avec source centrée, il est recommandé de placer au moins trois IQI à des distances égales autour de la circonférence. Le (ou les) film(s) sur lesquels apparaissent les images d'IQI sont alors considérés comme représentatifs de toute la circonférence.

5.8 Évaluation de la qualité d'image

Les films doivent être examinés conformément à l'EN 25580.

À l'examen de l'image de l'IQI sur le radiogramme, on détermine le numéro du plus petit fil ou trou visible. L'image d'un fil est acceptée si une longueur continue d'au moins 10 mm est clairement visible dans une partie de densité optique uniforme. Dans le cas de l'IQI à trous et gradins, si celui-ci comporte deux trous de même diamètre, les deux doivent être visibles pour que le gradin puisse être considéré comme visible.

La qualité d'image obtenue doit être indiquée sur le rapport d'examen par radiographie. Dans tous les cas, le type d'IQI tel qu'il est indiqué sur l'IQI lui-même doit être clairement mentionné.

5.9 Indices de qualité d'image minimums

Les tableaux B.1 à B.12 de l'annexe B indiquent les indices de qualité d'image minimums pour les matériaux ferreux. Pour d'autres matériaux, ces mêmes exigences ou d'autres exigences correspondantes doivent faire l'objet d'un accord entre les parties contractantes. Les exigences doivent être déterminées suivant l'EN 462-4.

5.10 Qualification du personnel

Le personnel effectuant le contrôle non destructif conformément à la présente norme européenne doit être qualifié et certifié conformément à l'EN 473 ou à une norme équivalente, à un niveau adéquat pour le secteur industriel concerné.



6 Techniques recommandées pour l'exécution des radiogrammes

6.1 Dispositions d'examen

6.1.1 Généralités

Normalement, les techniques radiographiques conformes aux 6.1.2 à 6.1.9 doivent être utilisées.

La technique de l'ellipse (double paroi/double image) conforme à la figure 11 n'est pas recommandée pour des diamètres extérieurs $D_e > 100$ mm, des épaisseurs de paroi $t > 8$ mm et des largeurs de soudures $> D_e/4$. Deux vues décalées de 90° sont suffisantes si $t/D_e < 0,12$. La distance entre les deux images de soudure doit être d'environ une largeur de soudure.

Lorsqu'il est difficile d'effectuer un examen en ellipse pour $D_e \leq 100$ mm, on peut recourir à la technique perpendiculaire conforme au 6.1.6 (figure 12). Dans ce cas il est exigé trois expositions décalées de 120° ou de 60° les unes par rapport aux autres.

Dans les dispositions d'examen conformes aux figures 11, 13 et 14, le décalage de l'axe du faisceau doit être aussi faible que possible, afin qu'il n'y ait pas superposition des deux images. La distance source-objet f doit être aussi faible que possible conformément au paragraphe 6.6. L'IQI doit être placé près du film avec une lettre en plomb «F».

Si nécessaire, d'autres techniques radiographiques peuvent être convenues par les parties concernées, par exemple pour des raisons de géométrie de la pièce ou de différences d'épaisseurs des matériaux. Le paragraphe 6.1.9 présente un exemple de ces cas. Les techniques multifilms ne doivent pas être utilisées pour réduire les temps d'exposition sur des épaisseurs uniformes.

NOTE : L'annexe A donne des recommandations quant au nombre minimum de radiogrammes à effectuer pour obtenir une image acceptable de la circonférence totale d'une soudure bout à bout de tubes.

6.1.2 Source de rayonnement située face à l'objet avec film sur la paroi opposée (figure 1)

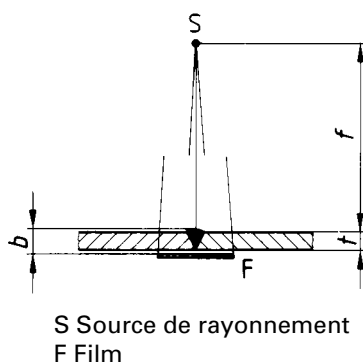


Figure 1 : Disposition d'examen pour parois planes et exposition en simple paroi
(voir article 3 pour f , b , t)

6.1.3 Source de rayonnement située à l'extérieur de l'objet avec film à l'intérieur (figures 2 à 4)

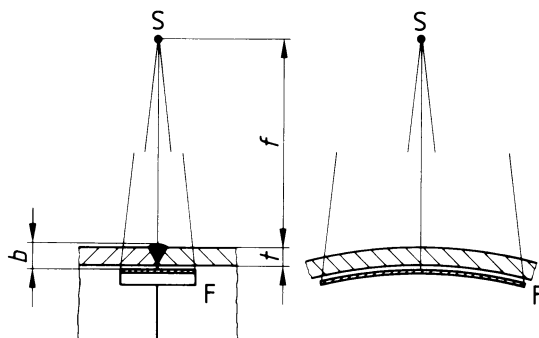


Figure 2 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes

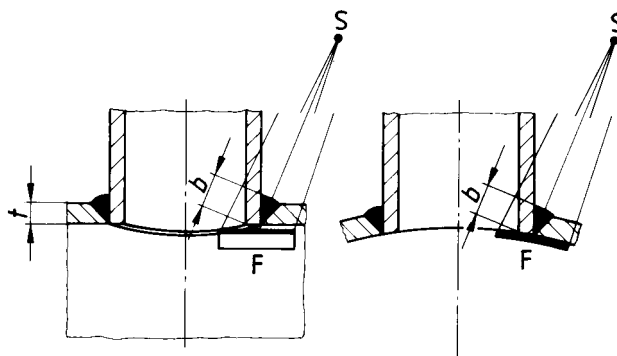


Figure 3 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes
(soudure de piquage pénétrant)

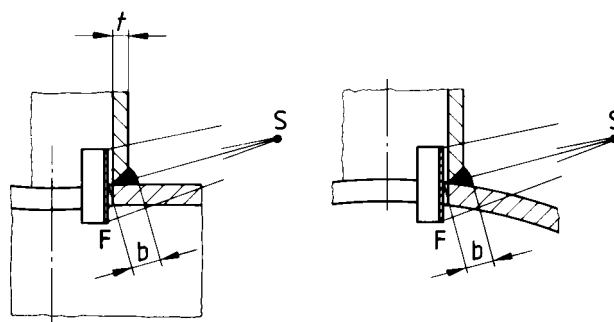


Figure 4 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes
(soudure de piquage posé)

6.1.4 Source de rayonnement centrée à l'intérieur de l'objet, avec film à l'extérieur (figures 5 à 7)

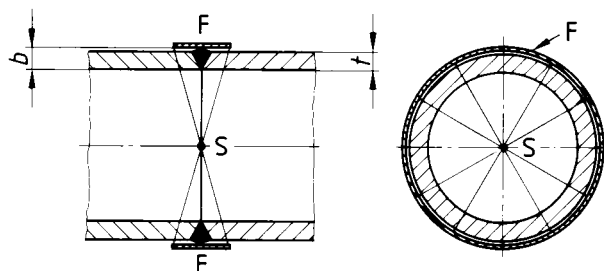


Figure 5 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes

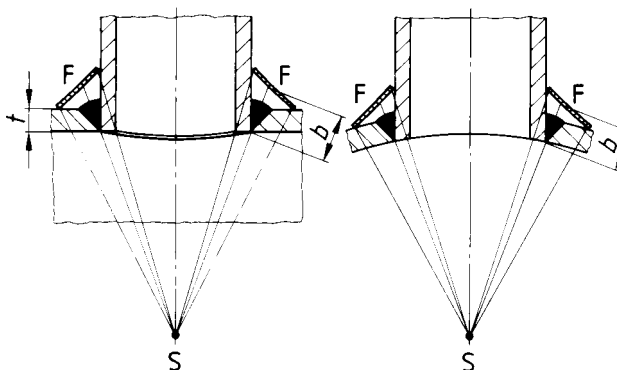


Figure 6 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes
(soudure de piquage pénétrant)

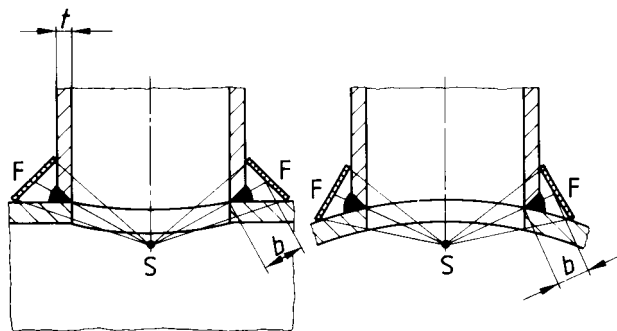


Figure 7 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes
(soudure de piquage posé)

6.1.5 Source de rayonnement excentrée à l'intérieur de l'objet, avec film à l'extérieur (figures 8 à 10)

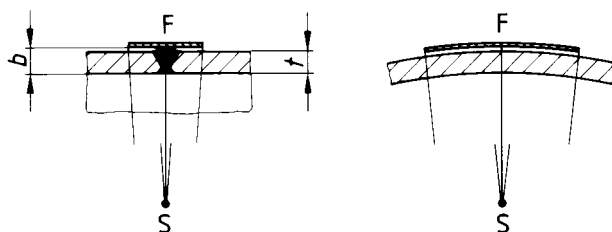


Figure 8 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes

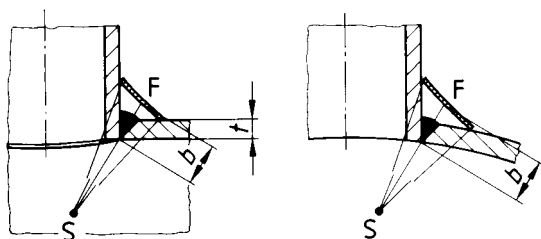


Figure 9 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes
(soudure de piquage pénétrant)

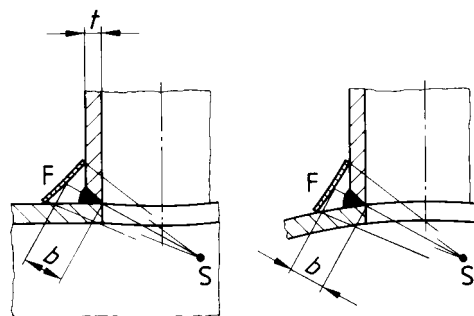


Figure 10 : Disposition d'examen pour exposition en simple paroi d'objets courbes
(soudure de piquage posé)

6.1.6 Technique de l'ellipse (figure 11)

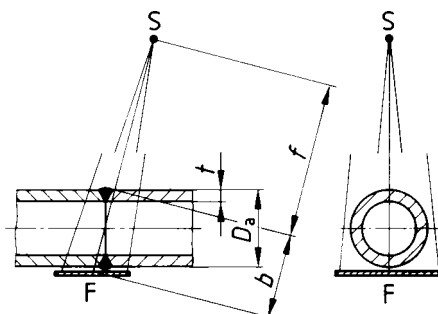


Figure 11 : Disposition d'examen pour exposition double paroi double image d'objets courbes avec interprétation des deux parois (source et film à l'extérieur de l'objet)

6.1.7 Technique perpendiculaire (figure 12)

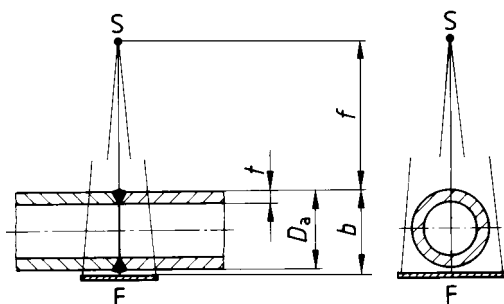


Figure 12 : Disposition d'examen pour exposition en double paroi double image d'objets courbes avec interprétation des deux parois (source et film à l'extérieur de l'objet)

6.1.8 Source de rayonnement située à l'extérieur de l'objet avec film de l'autre côté (figures 13 à 18)

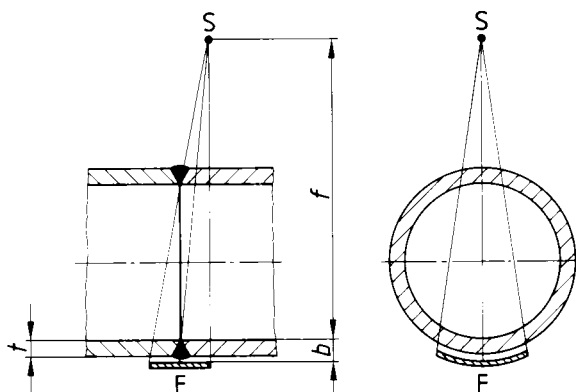


Figure 13 : Disposition d'examen pour exposition en double paroi simple image d'objets courbes avec interprétation de la paroi côté film — L'IQI doit être placé près du film

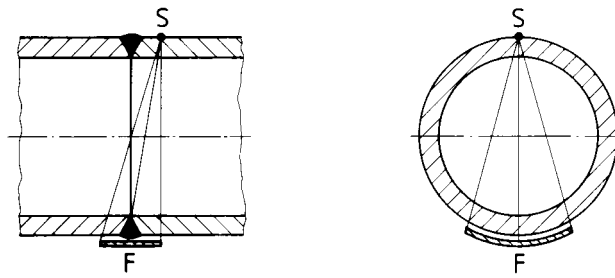


Figure 14 : Disposition d'examen pour exposition en double paroi simple image

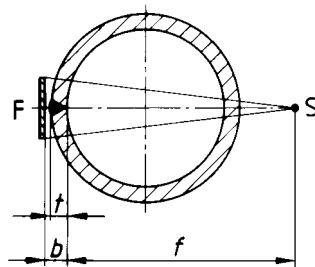


Figure 15 : Disposition d'examen pour exposition en double paroi simple image de soudures longitudinales

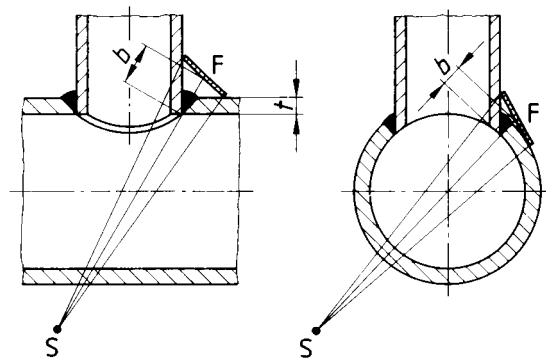


Figure 16 : Disposition d'examen pour exposition en double paroi simple image d'objets courbes avec interprétation de la paroi côté film

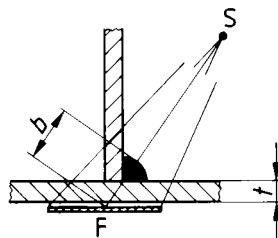


Figure 17 : Disposition d'examen pour exposition de soudures d'angle

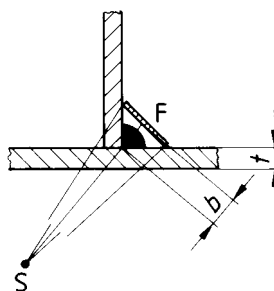


Figure 18 : Disposition d'examen pour exposition de soudures d'angle

6.1.9 Technique avec matériaux d'épaisseurs différentes (figure 19)

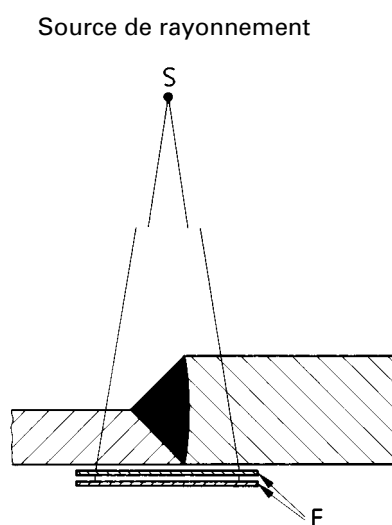


Figure 19 : Technique multifilms

6.2 Choix de la tension du tube et de la source de rayonnement

6.2.1 Appareils à rayons X jusqu'à 500 kV

Pour garantir une bonne sensibilité de détection des imperfections, il est recommandé que la tension du tube à rayons X soit aussi basse que possible. Les valeurs maximales de tension du tube par rapport à l'épaisseur sont indiquées à la figure 20.

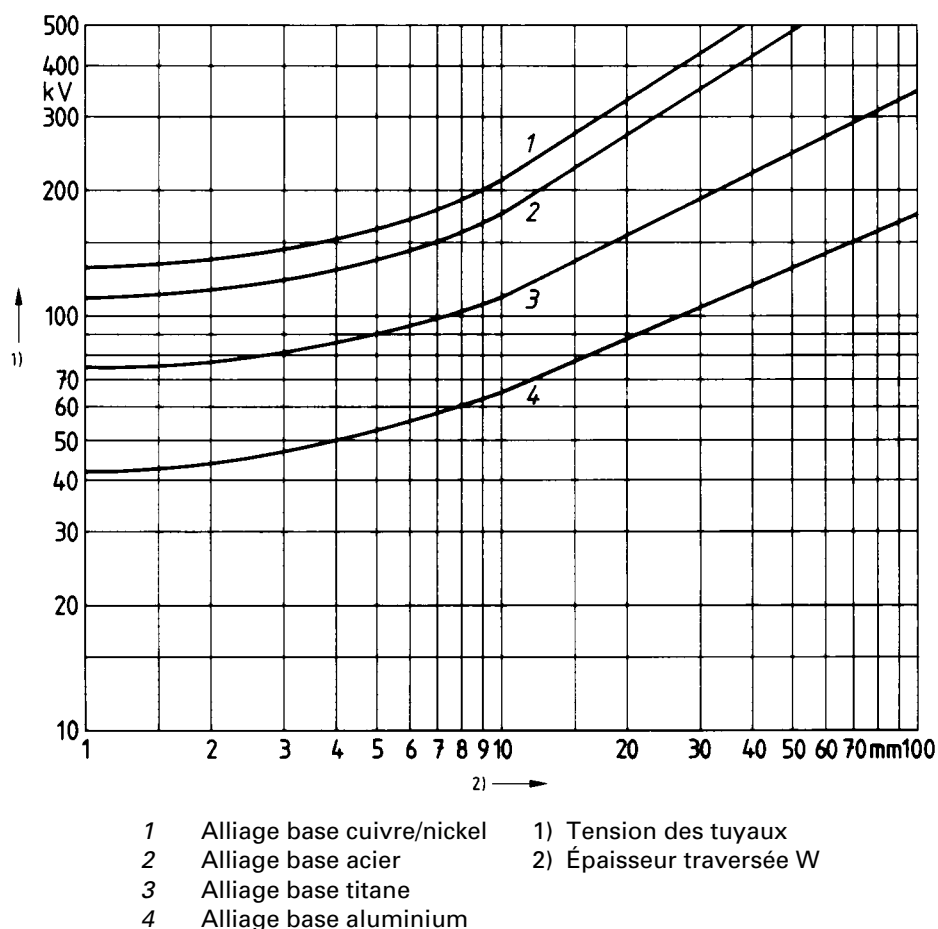


Figure 20 : Tension maximale pour des appareils à rayons X jusqu'à 500 kV en fonction de l'épaisseur traversée et du matériau

Pour certaines applications où il y a variation d'épaisseur dans la zone radiographiée, il est possible de modifier la technique en utilisant une tension légèrement supérieure mais il convient de noter qu'une tension du tube trop élevée entraîne une diminution de la sensibilité de détection des défauts. Cette augmentation ne doit pas dépasser 50 kV pour l'acier, 40 kV pour le titane et 30 kV pour l'aluminium.

6.2.2 Autres sources de rayonnement

Les gammes d'épaisseurs traversées autorisées pour les sources à rayons gamma et le matériel à rayon X dont la tension dépasse 1 MeV sont indiquées au tableau 1.

Par accord entre les parties contractantes, la valeur pourra être réduite à 10 mm pour Ir 192 et à 5 mm pour Se 75.

Sur les faibles épaisseurs d'acier, les rayonnements gamma du Se 75, de l'Ir 192 et du Co 60 ne donnent pas des radiogrammes ayant une aussi bonne sensibilité de détection de défauts que les rayons X utilisés avec des paramètres techniques appropriés. Toutefois, compte tenu des avantages des sources à rayons gamma en termes de facilité de manipulation et d'accessibilité, le tableau 1 donne une gamme d'épaisseurs pour lesquelles les sources à rayons gamma peuvent être utilisées lorsque l'utilisation des rayons X est difficile.

Pour certaines applications, des gammes plus étendues d'épaisseurs peuvent être autorisées si une qualité d'image suffisante peut être obtenue.

Dans le cas où les radiogrammes sont obtenus avec un rayonnement gamma, le temps de positionnement de la source ne doit pas dépasser 10 % du temps de pose total.

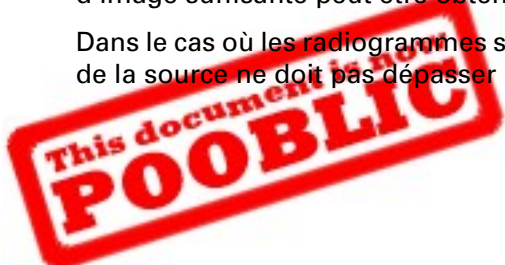


Tableau 1 : Gammas d'épaisseurs traversées pour les sources de rayonnement gamma et de rayonnement X dont l'énergie est égale ou supérieure à 1 MeV pour l'acier et les alliages de cuivre et de nickel

Source de rayonnement	Épaisseur traversée, w , en mm	
	Essai de classe A	Essai de classe B
Tm 170	$w \leq 5$	$w \leq 5$
Yb 169 ¹⁾	$1 \leq w \leq 15$	$2 \leq w \leq 12$
Se 75 ²⁾	$10 \leq w \leq 40$	$14 \leq w \leq 40$
Ir 192	$20 \leq w \leq 100$	$20 \leq w \leq 90$
Co 60	$40 \leq w \leq 200$	$60 \leq w \leq 150$
Équipement à rayonnement X avec énergie comprise entre 1 MeV et 4 MeV	$30 \leq w \leq 200$	$50 \leq w \leq 180$
Équipement à rayonnement X avec énergie supérieure à 4 MeV jusqu'à 12 MeV	$w \geq 50$	$w \geq 80$
Équipement à rayonnement X avec énergie supérieure à 12 MeV	$w \geq 80$	$w \geq 100$
1) Pour l'aluminium et le titane, l'épaisseur de matériau traversée est de $10 \text{ mm} < w < 70 \text{ mm}$ pour la classe A et $25 \text{ mm} < w < 55 \text{ mm}$ pour la classe B. 2) Pour l'aluminium et le titane, l'épaisseur de matériau traversée est de $35 \text{ mm} \leq w \leq 120 \text{ mm}$ pour la classe A.		

6.3 Systèmes films et écrans

Les classes de systèmes films utilisables pour le contrôle par radiographie sont indiquées dans l'EN 584-1.

Les classes minimales de systèmes films utilisables pour différentes sources de rayonnement sont indiquées aux tableaux 2 et 3.

En cas d'utilisation d'écrans métalliques, un bon contact entre les écrans et le film est nécessaire. Pour ce faire, on utilise des films conditionnés sous vide, ou on exerce une pression de contact.

Les épaisseurs et les matériaux recommandés pour les écrans sont indiqués aux tableaux 2 et 3 pour les différentes sources de rayonnement.

D'autres épaisseurs d'écrans peuvent également être convenues entre les parties contractantes dans la mesure où elles procurent la qualité d'image requise.



Tableau 2 : Classes de systèmes films et écrans renforceurs pour le contrôle par radiographie de l'acier et des alliages à base de cuivre et de nickel

Source de rayonnement	Épaisseur traversée w	Classe de système film ¹⁾		Type et épaisseur des écrans renforceurs	
		Classe A	Classe B	Classe A	Classe B
Rayons X-Tension ≤ 100 kV		C 5	C 3	Pas d'écran ou écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,03 mm max.	
Rayons X-Tension > 100 kV à 150 kV				Écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,15 mm max.	
Rayons X-Tension > 150 kV à 250 kV			C 4	Écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,02 mm à 0,15 mm	
Yb 169 Tm 170	$w < 5$ mm	C 5	C 3	Pas d'écran ou écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,03 mm max.	
	$w \geq 5$ mm		C 4	Écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,02 mm à 0,15 mm	
Rayons X-Tension > 250 kV à 500 kV	$w \leq 50$ mm	C 5	C 4	Écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,02 mm à 0,2 mm	
	$w > 50$ mm		C 5	Écran en plomb antérieur de 0,1 mm à 0,2 mm ²⁾ . Écran en plomb postérieur de 0,02 mm à 0,2 mm	
Se 75		C 5	C 4	Écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,1 mm à 0,2 mm	
Ir 192		C 5	C 4	Écran en plomb antérieur de 0,02 mm à 0,2 mm	Écran en plomb antérieur de 0,1 mm à 0,2 mm ²⁾
				Écran en plomb postérieur de 0,02 mm à 0,2 mm	
Co 60	$w \leq 100$ mm	C 5	C 4	Écrans en acier ou en cuivre antérieur et postérieur de 0,25 mm à 0,7 mm ³⁾	
	$w > 100$ mm		C 5		
Équipement à rayons X avec énergie de 1 MeV à 4 MeV	$w \leq 100$ mm	C 5	C 3	Écrans en acier ou en cuivre antérieur et postérieur de 0,25 mm à 0,7 mm ³⁾	
	$w > 100$ mm		C 5		
Équipement à rayons X avec énergie > 4 MeV à 12 MeV	$w \leq 100$ mm	C 4	C 4	Écran antérieur en cuivre, acier ou tantale de 1 mm max. ⁴⁾	
	$100 \text{ mm} < w \leq 300 \text{ mm}$	C 5	C 4	Écran postérieur en cuivre ou en acier de 1 mm max. ou en tantale de 0,5 mm max. ⁴⁾	
	$w > 300$ mm		C 5		
Équipement à rayons X avec énergie > 12 MeV	$w \leq 100$ mm	C 4	—	Écran antérieur en tantale de 1 mm max. ⁵⁾	
	$100 \text{ mm} < w \leq 300 \text{ mm}$	C 5	C 4	Pas d'écran postérieur	
	$w > 300$ mm		C 5	Écran antérieur en tantale de 1 mm max. ⁵⁾ Écran postérieur en tantale de 0,5 mm max.	

1) Des classes de systèmes films supérieures peuvent également être utilisées.

2) Il est possible d'utiliser un film tout emballé avec écran antérieur de 0,03 mm max. si l'on place entre l'objet et le film un écran supplémentaire en plomb de 0,1 mm.

3) En classe A, on peut également utiliser des écrans en plomb de 0,5 mm à 2,0 mm.

4) En classe A, des écrans en plomb de 0,5 mm à 1 mm peuvent être utilisés selon accord entre les parties contractantes.

5) Des écrans de tungstène peuvent être utilisés après accord.

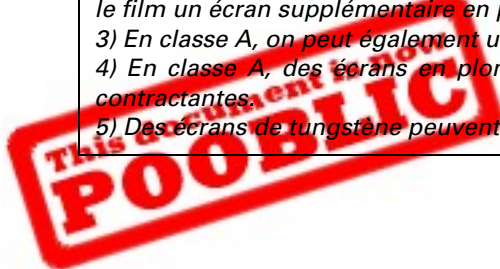


Tableau 3 : Classes de systèmes films et écrans renforçateurs pour l'aluminium et le titane

Source de rayonnement	Classe de système film ¹⁾		Type et épaisseur des écrans renforçateurs
	Classe A	Classe B	
Rayons X-Tension ≤ 150 kV	C 5	C 3	Pas d'écran ou écrans en plomb antérieur de 0,03 mm max. et postérieur de 0,15 mm max.
Rayons X-Tension > 150 kV à 250 kV			Écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,02 mm à 0,15 mm max.
Rayons X-Tension > 250 kV à 500 kV			Écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,1 mm à 0,2 mm
Yb 169			Écrans en plomb antérieur et postérieur de 0,02 mm à 0,15 mm
Se 75			Écrans en plomb antérieur de 0,2 mm ²⁾ et postérieur de 0,1 mm à 0,2 mm

1) Des systèmes films de qualité supérieure peuvent également être utilisés.

2) Un écran de 0,1 mm avec un filtre supplémentaire de 0,1 mm peut être utilisé à la place de l'écran en plomb de 0,2 mm.

6.4 Alignement du faisceau

Le faisceau du rayonnement doit être axé sur le centre de la surface examinée et il est recommandé qu'il soit perpendiculaire à la surface de l'objet en ce point sauf si on peut démontrer que certaines imperfections sont mieux détectées sous une incidence différente. On peut, dans ce cas, admettre un écart d'alignement du faisceau.

D'autres conditions opératoires peuvent être convenues entre les parties contractantes.

6.5 Réduction du rayonnement diffusé

6.5.1 Filtres et collimateurs

Pour réduire les effets du rayonnements rétrodiffusé, le rayonnement direct doit être collimaté autant que possible sur la partie examinée.

Avec les sources de rayonnement Ir 192 et Co 60 ou en cas d'effet de bord, on peut utiliser pour filtrer le rayonnement diffusé de basse énergie une feuille en plomb placée entre l'objet et la cassette. L'épaisseur de cette feuille est comprise entre 0,5 mm et 2 mm selon l'épaisseur traversée.

6.5.2 Interception du rayonnement rétrodiffusé

Si nécessaire, le film doit être protégé des rayonnements rétrodiffusés par une épaisseur appropriée d'au moins 1 mm de plomb ou d'au moins 1,5 mm d'étain, celle-ci étant placée derrière l'ensemble film écran.

L'effet du rayonnement rétrodiffusé doit être vérifié pour chacune des nouvelles conditions opératoires, en plaçant une lettre en plomb B (d'une hauteur minimale de 10 mm et d'une épaisseur minimale de 1,5 mm) immédiatement derrière chaque cassette. Si l'image de ce symbole apparaît en plus clair sur le radiogramme, celui-ci doit être refusé. S'il apparaît en plus foncé ou demeure invisible, le radiogramme est acceptable et démontre une bonne protection contre le rayonnement rétrodiffusé.



6.6 Distance source-objet

La distance minimale source-objet, $f_{\min}$, dépend de la dimension de la source d et de la distance objet-film b .

La distance f doit si possible être choisie de telle sorte que le rapport de cette distance à la dimension de la source d , c'est-à-dire f/d , ne soit pas inférieur aux valeurs données par les équations suivantes :

— Pour la classe A :
$$f/d \geq 7,5 \cdot \left(\frac{b}{\text{mm}} \right)^{2/3} \quad \dots (1)$$

— Pour la classe B :
$$f/d \geq 15 \cdot \left(\frac{b}{\text{mm}} \right)^{2/3} \quad \dots (2)$$

où :

b est indiquée en millimètres (mm).

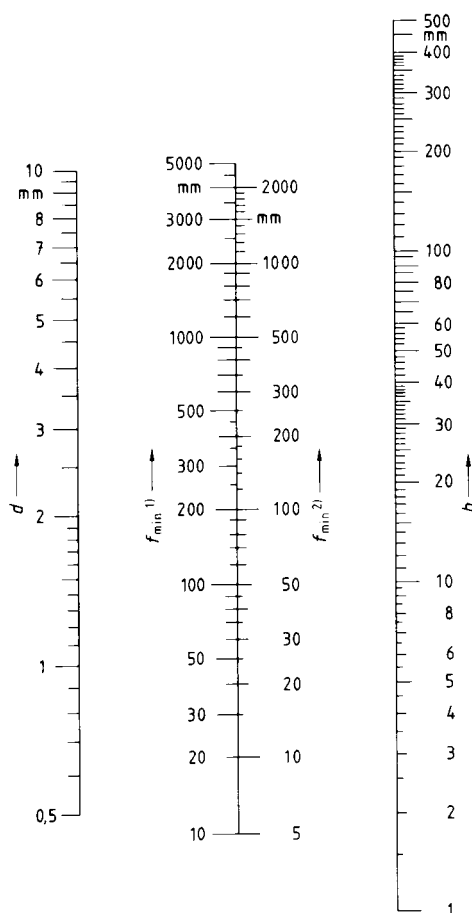
Si la distance b est $< 1,2 t$, la dimension b dans les équations (1) et (2) et sur la figure 21 doit être remplacée par l'épaisseur nominale, t .

Pour déterminer la distance source-objet, $f_{\min}$, on peut utiliser l'abaque de la figure 21.

Cet abaque découle des équations (1) et (2).

Si en classe A, des imperfections planes doivent être détectées, la distance minimale $f_{\min}$ doit être la même qu'en classe B pour réduire d'un facteur 2 le flou géométrique.

Pour des matériaux sensibles à la fissuration et employés dans des conditions limites, des techniques radiographiques plus sensibles que celles de la classe B doivent être utilisées.



1) Classe A
2) Classe B

Figure 21 : Abaque pour la détermination de la distance minimale source-objet, $f_{\min}$, en relation avec la distance objet-film et à la dimension de la source

Si l'on utilise la technique de l'ellipse décrite au 6.1.6 ou la technique perpendiculaire décrite au 6.1.7, b doit être remplacé par le diamètre extérieur D_e du tube dans les équations (1) et (2) et dans la figure 21.

Lorsque la source est à l'extérieur de l'objet et que le film se trouve de l'autre côté (technique double paroi/ simple image décrite au 6.1.8), la distance source-objet est déterminée seulement en fonction de l'épaisseur de la paroi.

Si la source de rayonnement peut être placée à l'intérieur de l'objet à radiographier (techniques indiquées aux 6.1.4 et 6.1.5) pour obtenir une orientation plus appropriée, ou si l'on veut éviter la technique de la double paroi (6.1.6 à 6.1.8), il est recommandé d'utiliser cette méthode. Il est recommandé que la réduction de la distance minimale source-objet ne dépasse pas 20 %.

Ce pourcentage peut être augmenté lorsque la source est centrée à l'intérieur de l'objet avec le film à l'extérieur (technique indiquée au 6.1.4) et pourvu que les exigences relatives à l'IQI soient respectées. Cependant, la réduction de la distance minimale source-objet ne doit pas dépasser 50 %.

6.7 Étendue maximale interprétable en une seule exposition

Il est recommandé que le nombre de radiogrammes nécessaires pour un examen complet des soudures planes (voir figures 1 et 15) et des soudures circulaires avec source de rayonnement décentrée (voir figures 2 à 4 et 8 à 16) soit spécifié conformément aux exigences techniques.

Le rapport des épaisseurs traversées entre l'axe du faisceau et le bord extérieur d'une zone évaluée d'épaisseur uniforme ne doit pas être supérieur à 1,1 en classe B et à 1,2 en classe A.

Il est recommandé que les densités résultant d'une éventuelle variation de l'épaisseur traversée ne soient pas inférieures à celles indiquées au 6.8 sans être supérieures à ce qu'autorise la source lumineuse disponible dans la mesure où l'on peut prévoir un cache.

La dimension de la zone à contrôler inclut la soudure et les zones affectées thermiquement. On doit généralement examiner environ 10 mm de métal de base de part et d'autre de la soudure.

L'annexe A indique le nombre de radiogrammes recommandé pour obtenir un examen acceptable d'une soudure bout à bout circonférentielle.

6.8 Densité des radiogrammes

Il est recommandé que les conditions d'exposition soient telles que la densité optique minimale du radiogramme dans la zone examinée soit égale ou supérieure aux valeurs indiquées au tableau 4.

Tableau 4 : Densité optique des radiogrammes

Classe	Densité optique ¹⁾
A	$\geq 2,0$ ²⁾
B	$\geq 2,3$ ³⁾
1) Une tolérance de mesurage de $\pm 0,1$ est autorisée. 2) Peut être réduite à 1,5 par accord spécial entre les parties contractantes. 3) Peut être réduite à 2,0 par accord spécial entre les parties contractantes.	

Des densités optiques peuvent être utilisées avec avantage si les conditions d'éclairage sont suffisantes conformément au 6.10.

Pour éviter les densités optiques de voile anormalement élevées provoquées par le vieillissement du film, le développement ou la température, la densité optique de voile doit être vérifiée périodiquement sur un échantillon non exposé du film manipulé et traité comme le radiogramme réel. La densité optique de voile ne doit pas dépasser 0,3. La densité optique du voile se définit ici comme la densité optique totale (émulsion + base) d'un film non exposé traité.

En technique multifilms mais avec interprétation en simple film, la densité de chaque film doit être conforme au tableau 4.

Si la lecture se fait en double film, la densité optique de chaque film ne doit pas être inférieure à 1,3.



6.9 Traitement

Les films sont traités suivant les conditions recommandées par le fabricant de films et de produits chimiques pour obtenir la classe de système film choisie. Une attention particulière doit être portée à la température, au temps de développement et de lavage. Le traitement du film doit être contrôlé régulièrement conformément à l'EN 584-2. Il est recommandé que les radiogrammes soient exempts de défauts dus au traitement ou à d'autres causes susceptibles de gêner leur interprétation.

6.10 Conditions d'observation du film

Il est recommandé que les radiogrammes soient examinés dans un local sombre à luminance réglable, conforme à l'EN 25580. Il est recommandé que la surface non masquée du négatoscope corresponde à la surface minimale examinée.

7 Rapport d'examen

Pour chaque exposition ou série d'expositions, un rapport d'examen doit être établi donnant la technique radiographique utilisée et toutes autres informations particulières pouvant faciliter l'interprétation des résultats.

Le rapport d'examen doit comporter au moins les informations suivantes :

- a) le nom de la société chargée des examens ;
- b) l'objet ;
- c) le matériau ;
- d) le traitement thermique ;
- e) la géométrie de la soudure ;
- f) l'épaisseur du matériau ;
- g) le procédé de soudage ;
- h) la spécification de l'examen y compris les prescriptions d'acceptation ;
- i) la technique radiographique et la classe, la sensibilité requise de l'IQI conformément à la présente norme européenne ;
- j) les dispositions d'examen conformément au 6.1 ;
- k) le système de marquage utilisé ;
- l) le schéma de positionnement du film ;
- m) la source de rayonnement, le type et les dimensions du foyer, l'identification de l'équipement utilisé ;
- n) les systèmes films, écrans et filtres ;
- o) la tension du tube et l'intensité ou l'activité de la source utilisée ;
- p) le temps d'exposition et la distance source-film ;
- q) la technique de traitement : manuel/automatique ;
- r) le type et la position de l'indicateur de qualité d'image ;
- s) les résultats du contrôle y compris les données sur la densité du film et de la lecture de l'IQI ;
- t) les écarts éventuels par rapport à la présente norme européenne, ayant fait l'objet d'un accord spécial ;
- u) le nom, la certification et la signature de la (ou des) personne(s) responsable(s) ;
- v) les dates de l'exposition et du rapport d'examen.



Annexe A

(normative)

Nombre recommandé d'expositions permettant un examen acceptable d'une soudure circulaire bout à bout

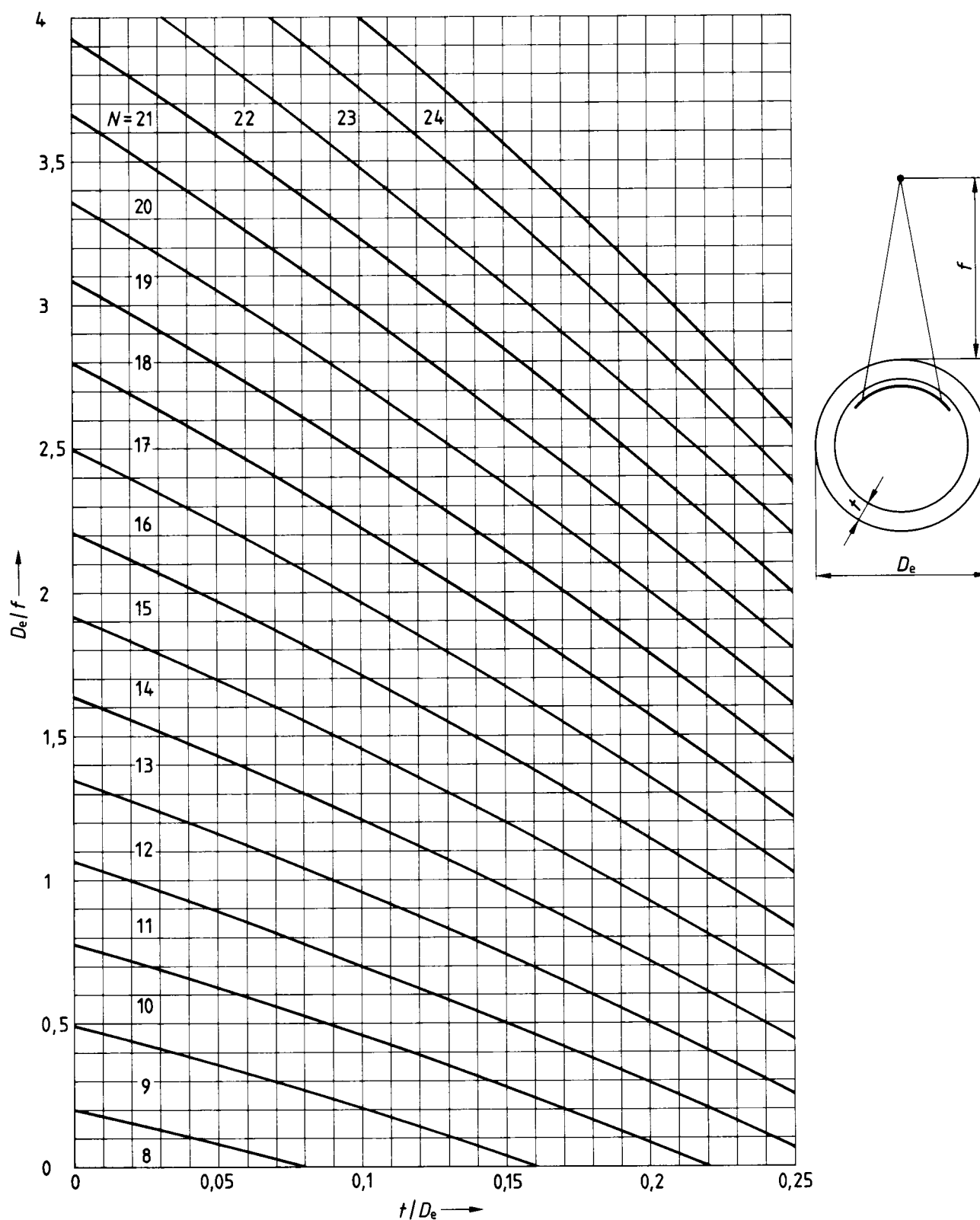
Le nombre minimal d'expositions requises est présenté aux figures A.1 à A.4 qui sont applicables à des tubes de diamètre extérieur supérieur à 100 mm.

Lorsque l'écart d'épaisseur de paroi du joint à examiner n'excède pas 20 %, les figures A.3 et A.4 sont utilisées. Cette technique n'est recommandée que lorsque les risques de fissuration transversale sont faibles ou lorsque la présence de ce type d'imperfection dans la soudure est contrôlée par d'autres méthodes non destructives.

Lorsque $\Delta t/t$ est inférieur ou égal à 10 %, les figures A.1 et A.2 sont utilisées. Dans ce cas, il est probable qu'on détectera aussi les fissures transversales.

Si l'on recherche les fissures transversales isolées, le nombre minimal requis de radiogrammes devra être augmenté par rapport aux valeurs des figures A.1 à A.4.

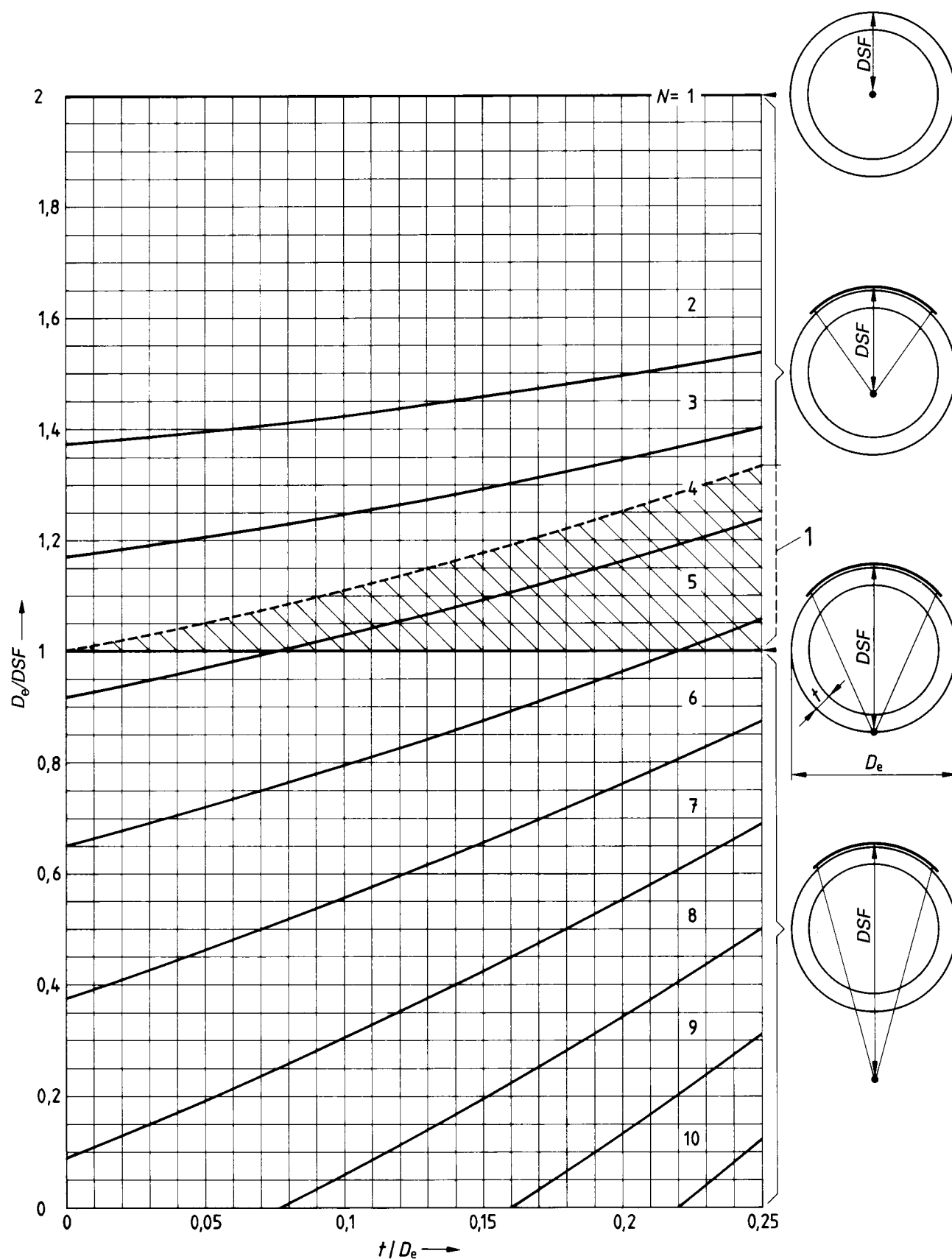




Épaisseur nominale t / diamètre extérieur du tube D_e

Figure A.1 : Nombre minimal d'expositions, N , exposition en simple paroi, source extérieure, augmentation maximale admissible de l'épaisseur traversée $\Delta t/t$ évaluée à 10 % pour tenir compte de l'inclinaison, en fonction des rapports t/D_e et D_e/f

This document is now
POOBLIC



1 Paroi du tube

Épaisseur nominale t / diamètre extérieur du tube D_e

Figure A.2 : Nombre minimal d'expositions, N , exposition décentrée double paroi, source intérieure, augmentation maximale admissible de l'épaisseur traversée $\Delta t/t$ évaluée à 10 % pour tenir compte de l'inclinaison, en fonction des rapports t/D_e et D_e/DSF

This document is now
POOBL

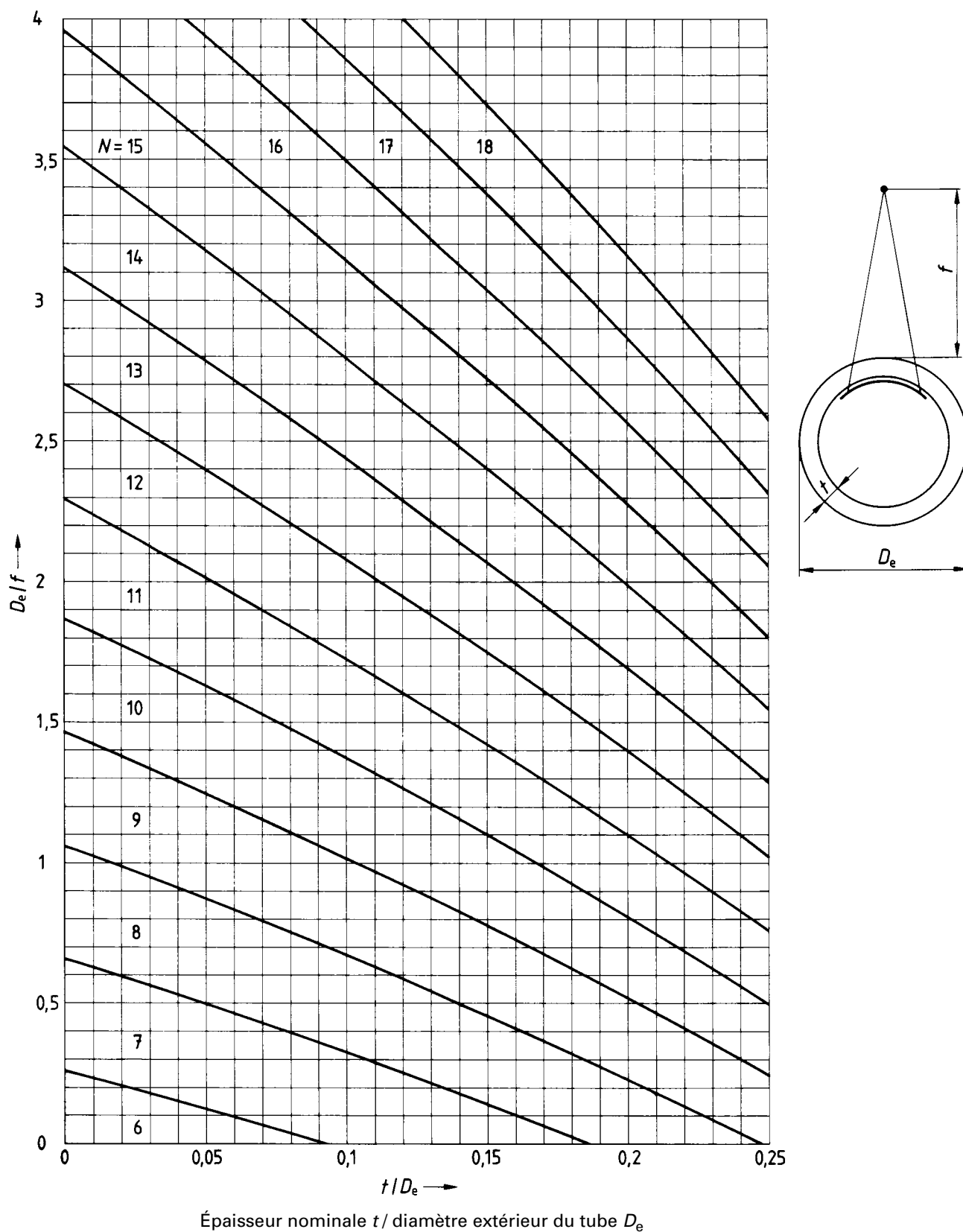
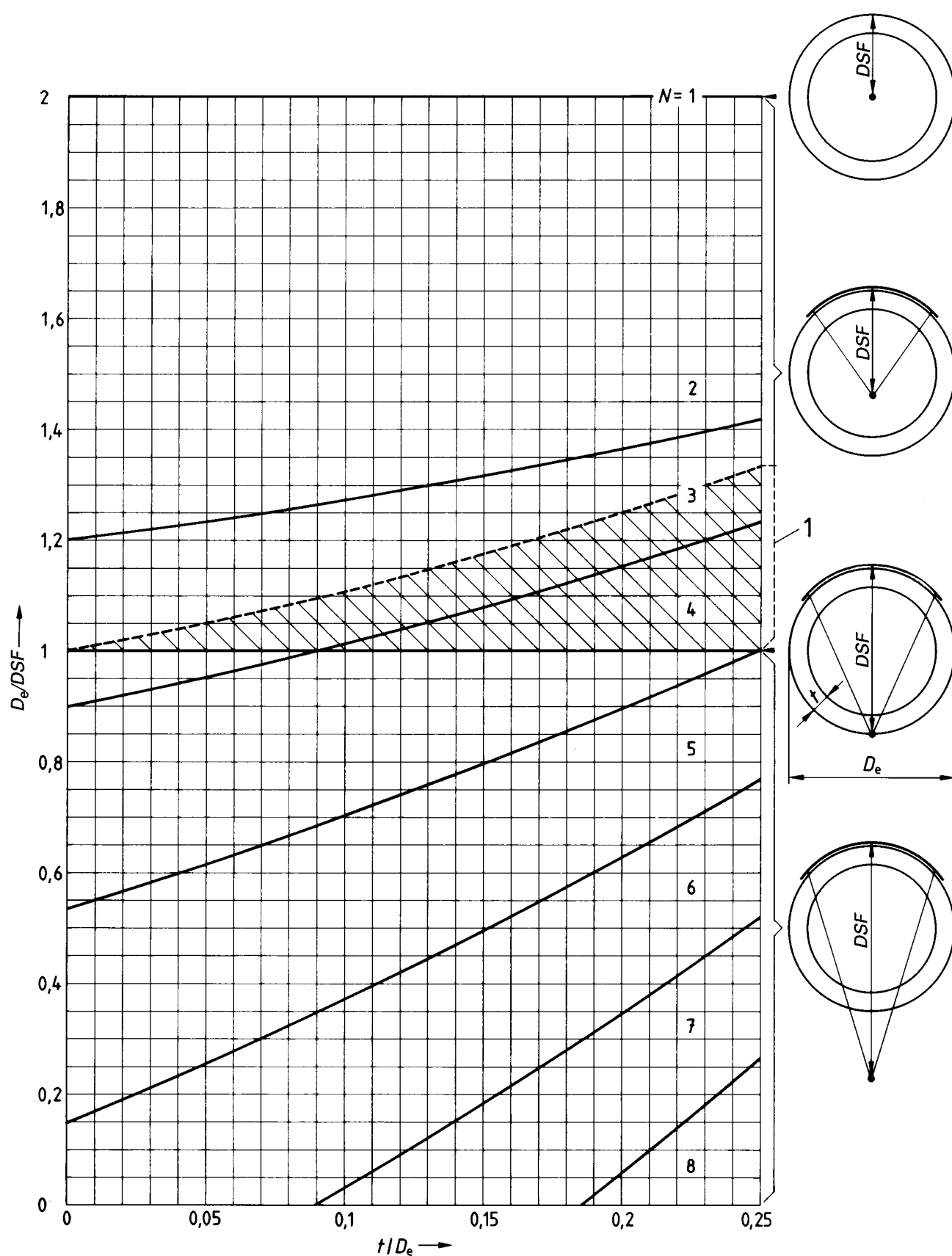


Figure A.3 : Nombre minimal d'expositions, N , exposition en simple paroi, source extérieure, augmentation maximale admissible de l'épaisseur traversée $\Delta t/t$ évaluée à 20 % pour tenir compte de l'inclinaison, en fonction des rapports t/D_e et D_e/f



1 Paroi du tube

Épaisseur nominale t / diamètre extérieur du tube D_e

Figure A.4 : Nombre minimal d'expositions, N , pénétration décentrée double paroi, source intérieure, augmentation maximale admissible de l'épaisseur traversée $\Delta t/t$ évaluée à 20 % pour tenir compte de l'inclinaison, en fonction des rapports t/D_e et D_e/DSF

This document is now
POOBLIC

Annexe B

(normative)

Indices de qualité d'image minimums

Technique simple paroi ; IQI côté source

Tableau B.1 : IQI à fils

Qualité d'image classe A			
Épaisseur nominale t mm			Valeur de l'IQI ¹⁾
	jusqu'à	1,2	W 18
supérieure à	1,2	jusqu'à 2,0	W 17
supérieure à	2,0	jusqu'à 3,5	W 16
supérieure à	3,5	jusqu'à 5,0	W 15
supérieure à	5,0	jusqu'à 7	W 14
supérieure à	7	jusqu'à 10	W 13
supérieure à	10	jusqu'à 15	W 12
supérieure à	15	jusqu'à 25	W 11
supérieure à	25	jusqu'à 32	W 10
supérieure à	32	jusqu'à 40	W 9
supérieure à	40	jusqu'à 55	W 8
supérieure à	55	jusqu'à 85	W 7
supérieure à	85	jusqu'à 150	W 6
supérieure à	150	jusqu'à 250	W 5
supérieure à	250		W 4
1) Lors de l'utilisation de sources Ir 192, des valeurs d'IQI moins bonnes que les valeurs indiquées peuvent être acceptées comme suit : • 10 mm à 24 mm : jusqu'à 2 valeurs ; • plus de 24 mm jusqu'à 30 mm : jusqu'à 1 valeur.			

Tableau B.2 : IQI à trous et à gradins

Qualité d'image classe A			
Épaisseur nominale t mm			Valeur de l'IQI ¹⁾
	jusqu'à	2,0	H 3
supérieure à	2,0	jusqu'à 3,5	H 4
supérieure à	3,5	jusqu'à 6	H 5
supérieure à	6	jusqu'à 10	H 6
supérieure à	10	jusqu'à 15	H 7
supérieure à	15	jusqu'à 24	H 8
supérieure à	24	jusqu'à 30	H 9
supérieure à	30	jusqu'à 40	H 10
supérieure à	40	jusqu'à 60	H 11
supérieure à	60	jusqu'à 100	H 12
supérieure à	100	jusqu'à 150	H 13
supérieure à	150	jusqu'à 200	H 14
supérieure à	200	jusqu'à 250	H 15
supérieure à	250	jusqu'à 320	H 16
supérieure à	320	jusqu'à 400	H 17
supérieure à	400		H 18
1) Lors de l'utilisation de sources Ir 192, des valeurs d'IQI moins bonnes que les valeurs indiquées peuvent être acceptées comme suit : • 10 mm à 24 mm : jusqu'à 2 valeurs ; • plus de 24 mm jusqu'à 30 mm : jusqu'à 1 valeur.			

Technique simple paroi ; IQI côté source

Tableau B.3 : IQI à fils

Qualité d'image classe B				
Épaisseur nominale <i>t</i> mm				Valeur de l'IQI ¹⁾
		jusqu'à	1,5	W 19
supérieure à	1,5	jusqu'à	2,5	W 18
supérieure à	2,5	jusqu'à	4	W 17
supérieure à	4	jusqu'à	6	W 16
supérieure à	6	jusqu'à	8	W 15
supérieure à	8	jusqu'à	12	W 14
supérieure à	12	jusqu'à	20	W 13
supérieure à	20	jusqu'à	30	W 12
supérieure à	30	jusqu'à	35	W 11
supérieure à	35	jusqu'à	45	W 10
supérieure à	45	jusqu'à	65	W 9
supérieure à	65	jusqu'à	120	W 8
supérieure à	120	jusqu'à	200	W 7
supérieure à	200	jusqu'à	350	W 6
supérieure à	350			W 5
<i>1) Lors de l'utilisation de sources Ir 192, des valeurs d'IQI moins bonnes que les valeurs indiquées peuvent être acceptées comme suit :</i>				
<i>• 12 mm à 40 mm : jusqu'à 1 valeur.</i>				

Tableau B.4 : IQI à trous et à gradins

Qualité d'image classe B				
Épaisseur nominale <i>t</i> mm				Valeur de l'IQI ¹⁾
		jusqu'à	2,5	H 2
supérieure à	2,5	jusqu'à	4	H 3
supérieure à	4	jusqu'à	8	H 4
supérieure à	8	jusqu'à	12	H 5
supérieure à	12	jusqu'à	20	H 6
supérieure à	20	jusqu'à	30	H 7
supérieure à	30	jusqu'à	40	H 8
supérieure à	40	jusqu'à	60	H 9
supérieure à	60	jusqu'à	80	H 10
supérieure à	80	jusqu'à	100	H 11
supérieure à	100	jusqu'à	150	H 12
supérieure à	150	jusqu'à	200	H 13
supérieure à	200	jusqu'à	250	H 14
<i>1) Lors de l'utilisation de sources Ir 192, des valeurs d'IQI moins bonnes que les valeurs indiquées peuvent être acceptées comme suit :</i>				
<i>• 12 mm à 40 mm : jusqu'à 1 valeur.</i>				

Technique double paroi ; double image ; IQI côté source

Tableau B.5 : IQI à fils

Qualité d'image classe A				
Épaisseur traversée w mm				Valeur de l'IQI
		jusqu'à	1,2	W 18
supérieure à	1,2	jusqu'à	2	W 17
supérieure à	2	jusqu'à	3,5	W 16
supérieure à	3,5	jusqu'à	5	W 15
supérieure à	5	jusqu'à	7	W 14
supérieure à	7	jusqu'à	12	W 13
supérieure à	12	jusqu'à	18	W 12
supérieure à	18	jusqu'à	30	W 11
supérieure à	30	jusqu'à	40	W 10
supérieure à	40	jusqu'à	50	W 9
supérieure à	50	jusqu'à	60	W 8
supérieure à	60	jusqu'à	85	W 7
supérieure à	85	jusqu'à	120	W 6
supérieure à	120	jusqu'à	220	W 5
supérieure à	220	jusqu'à	380	W 4
supérieure à	380			W 3

Tableau B.6 : IQI à trous et à gradins

Qualité d'image classe A				
Épaisseur traversée w mm				Valeur de l'IQI ¹⁾
		jusqu'à	1	H 3
supérieure à	1	jusqu'à	2	H 4
supérieure à	2	jusqu'à	3,5	H 5
supérieure à	3,5	jusqu'à	5,5	H 6
supérieure à	5,5	jusqu'à	10	H 7
supérieure à	10	jusqu'à	19	H 8
supérieure à	19	jusqu'à	35	H 9

1) Lors de l'utilisation de sources Ir 192, des valeurs d'IQI moins bonnes que les valeurs indiquées peuvent être acceptées comme suit :

- jusqu'à 3,5 mm : jusqu'à 2 valeurs ;
- plus de 3,5 mm jusqu'à 10 mm : jusqu'à 1 valeur.



Technique double paroi ; double image ; IQI côté source

Tableau B.7 : IQI à fils

Qualité d'image classe B				
Épaisseur traversée w mm				Valeur de l'IQI
		jusqu'à	1,5	W 19
supérieure à	1,5	jusqu'à	2,5	W 18
supérieure à	2,5	jusqu'à	4	W 17
supérieure à	4	jusqu'à	6	W 16
supérieure à	6	jusqu'à	8	W 15
supérieure à	8	jusqu'à	15	W 14
supérieure à	15	jusqu'à	25	W 13
supérieure à	25	jusqu'à	38	W 12
supérieure à	38	jusqu'à	45	W 11
supérieure à	45	jusqu'à	55	W 10
supérieure à	55	jusqu'à	70	W 9
supérieure à	70	jusqu'à	100	W 8
supérieure à	100	jusqu'à	170	W 7
supérieure à	170	jusqu'à	250	W 6
supérieure à	250			W 5

Tableau B.8 : IQI à trous et à gradins

Qualité d'image classe B				
Épaisseur traversée w mm				Valeur de l'IQI ¹⁾
		jusqu'à	1	H 2
supérieure à	1	jusqu'à	2,5	H 3
supérieure à	2,5	jusqu'à	4	H 4
supérieure à	4	jusqu'à	6	H 5
supérieure à	6	jusqu'à	11	H 6
supérieure à	11	jusqu'à	20	H 7
supérieure à	20	jusqu'à	35	H 8

1) Lors de l'utilisation de sources Ir 192, des valeurs d'IQI moins bonnes que les valeurs indiquées peuvent être acceptées comme suit :

- 4 mm à 11 mm : jusqu'à 1 valeur.



Technique double paroi ; simple ou double image ; IQI côté film

Tableau B.9 : IQI à fils

Qualité d'image classe A				
Épaisseur traversée w mm				Valeur de l'IQI
		jusqu'à	1,2	W 18
supérieure à	1,2	jusqu'à	2	W 17
supérieure à	2	jusqu'à	3,5	W 16
supérieure à	3,5	jusqu'à	5	W 15
supérieure à	5	jusqu'à	10	W 14
supérieure à	10	jusqu'à	15	W 13
supérieure à	15	jusqu'à	22	W 12
supérieure à	22	jusqu'à	38	W 11
supérieure à	38	jusqu'à	48	W 10
supérieure à	48	jusqu'à	60	W 9
supérieure à	60	jusqu'à	85	W 8
supérieure à	85	jusqu'à	125	W 7
supérieure à	125	jusqu'à	225	W 6
supérieure à	225	jusqu'à	375	W 5
supérieure à	375			W 4

Tableau B.10 : IQI à trous et à gradins

Qualité d'image classe A				
Épaisseur traversée w mm				Valeur de l'IQI ¹⁾
		jusqu'à	2	H 3
supérieure à	2	jusqu'à	5	H 4
supérieure à	5	jusqu'à	9	H 5
supérieure à	9	jusqu'à	14	H 6
supérieure à	14	jusqu'à	22	H 7
supérieure à	22	jusqu'à	36	H 8
supérieure à	36	jusqu'à	50	H 9
supérieure à	50	jusqu'à	80	H 10

1) Lors de l'utilisation de sources Ir 192, des valeurs d'IQI moins bonnes que les valeurs indiquées peuvent être acceptées comme suit :

- 5 mm à 9 mm : jusqu'à 2 valeurs ;
- plus de 9 mm jusqu'à 22 mm : jusqu'à 1 valeur.



Technique double paroi ; simple ou double image ; IQI côté film

Tableau B.11 : IQI à fils

Qualité d'image classe B				
Épaisseur traversée w mm				Valeur de l'IQI
		jusqu'à	1,5	W 19
supérieure à	1,5	jusqu'à	2,5	W 18
supérieure à	2,5	jusqu'à	4	W 17
supérieure à	4	jusqu'à	6	W 16
supérieure à	6	jusqu'à	12	W 15
supérieure à	12	jusqu'à	18	W 14
supérieure à	18	jusqu'à	30	W 13
supérieure à	30	jusqu'à	45	W 12
supérieure à	45	jusqu'à	55	W 11
supérieure à	55	jusqu'à	70	W10
supérieure à	70	jusqu'à	100	W 9
supérieure à	100	jusqu'à	180	W 8
supérieure à	180	jusqu'à	300	W 7
supérieure à	300			W 6

Tableau B.12 : IQI à trous et à gradins

Qualité d'image classe B				
Épaisseur traversée w mm				Valeur de l'IQI ¹⁾
		jusqu'à	2,5	H 2
supérieure à	2,5	jusqu'à	5,5	H 3
supérieure à	5,5	jusqu'à	9,5	H 4
supérieure à	9,5	jusqu'à	15	H 5
supérieure à	15	jusqu'à	24	H 6
supérieure à	24	jusqu'à	40	H 7
supérieure à	40	jusqu'à	60	H 8
supérieure à	60	jusqu'à	80	H 9

1) Lors de l'utilisation de sources Ir 192, des valeurs d'IQI moins bonnes que les valeurs indiquées peuvent être acceptées comme suit

- 5,5 mm à 9,5 mm : jusqu'à 2 valeurs ;
- plus de 9,5 mm jusqu'à 24 mm : jusqu'à 1 valeur.









