
Norme internationale



1106/1

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

**Pratique recommandée pour l'examen radiographique de joints soudés par fusion —
Partie 1 : Joints soudés bout à bout par fusion de tôles d'acier d'épaisseur inférieure ou égale à 50 mm**

Recommended practice for radiographic examination of fusion welded joints — Part 1: Fusion welded butt joints in steel plates up to 50 mm thick

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Première édition — 1984-12-15

[ISO 1106-1:1984](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df7eb82c-23db-456a-be18-f5ec329549af/iso-1106-1-1984>

CDU 621.791.052.4 : 620.183.6 : 778.33

Réf. n° : ISO 1106/1-1984 (F)

Descripteurs : acier, tôle métallique, soudage, soudage par fusion, joint soudé, soudure bout à bout, essai, méthode radiographique.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. 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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

ITeH STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 1106/1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*.

[ISO 1106-1:1984](#)

Elle annule et remplace la Recommandation ISO/R 1106-1969, dont elle constitue une révision technique.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df7eb82c-23db-456a-be18-bcc325547a/iso-1106-1-1984>

Pratique recommandée pour l'examen radiographique de joints soudés par fusion —

Partie 1 : Joints soudés bout à bout par fusion de tôles d'acier d'épaisseur inférieure ou égale à 50 mm

0 Introduction

Dans une pièce soumise à l'examen radiographique par rayons X ou gamma, la détectabilité des défauts dépend des particularités de la technique radiographique employée.

Étant donné que l'indicateur de qualité d'image (IQI) ne peut pas donner une appréciation complète de la qualité de la radiographie, la présente partie de l'ISO 1106 indique les procédures à suivre afin d'obtenir, à partir d'origines différentes, des radiographies comparables (voir 6.7).

Il est souhaitable que la présente partie de l'ISO 1106 ait pour effet d'uniformiser la pratique et, ainsi, de simplifier l'interprétation des radiographies.

1 Objet

La présente partie de l'ISO 1106 spécifie des indications de caractère général sur les techniques de radiographie des soudures, dans le but de permettre l'obtention de résultats satisfaisants de manière économique. Les techniques sont basées sur des pratiques acceptées de façon générale et sur la théorie fondamentale de ce mode d'examen.

2 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 1106 concerne l'examen de joints soudés par fusion de tôles d'acier d'épaisseur inférieure ou égale à 50 mm.

Elle n'est pas destinée à servir de document de base pour l'acceptation des joints, mais ne concerne que les techniques radiographiques à utiliser.

Dans bon nombre de cas, les techniques décrites sont également applicables à des épaisseurs d'acier supérieures à 50 mm; toutefois, pour les épaisseurs d'acier comprises entre 50 et 200 mm, les techniques à utiliser sont décrites dans l'ISO 1106/2.

NOTE — Les valeurs de qualité d'image (IQI) acceptables pour les différents types de structure ne font pas l'objet de la présente partie de l'ISO 1106. Cependant, si les techniques décrites sont appliquées correctement, il doit être possible d'obtenir, sans difficulté, les valeurs indiquées dans l'ISO 2504 qui sont des exigences minimales.

3 Références

ISO 1027, *Indicateurs de qualité d'image radiographique pour les essais non destructifs — Principes et identification.*

ISO 1106/2, *Pratique recommandée pour l'examen radiographique de joints soudés par fusion — Partie 2 : Joints soudés bout à bout par fusion de tôles d'acier d'épaisseur supérieure à 50 mm mais inférieure ou égale à 200 mm.*

ISO 2504, *Radiographies de soudures et conditions d'observation des films — Emploi des types recommandés d'indicateurs de qualité d'image (IQI).*

ISO 5576, *Radiologie industrielle — Contrôle non destructif — Vocabulaire.*¹⁾

ISO 5579, *Essais non destructifs — Examen des matériaux métalliques au moyen de rayons X et de rayons γ — Règles de base.*²⁾

ISO 5580, *Essais non destructifs — Négatoscopes utilisés en radiographie industrielle — Exigences minimales.*²⁾

ISO 7004, *Photographie — Film pour la radiographie industrielle — Mesurage de la sensibilité et du contraste sous exposition aux rayons X et gamma.*²⁾

Publication CIPR, 9, *Recommandations de la Commission internationale pour la protection contre les radiations.*

4 Définitions

Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 1106, les définitions données dans l'ISO 5576 sont applicables.

5 Classification des techniques radiographiques

Les techniques radiographiques sont divisées en deux classes :

classe A : technique générale d'examen aux rayons X et aux rayons gamma;

classe B : technique d'examen aux rayons X et aux rayons gamma, destinée à donner une plus grande sensibilité de détection des défauts.

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'appendice aux recommandations ISO/R 947, ISO/R 1027 et ISO/R 1106.)

2) Actuellement au stade de projet.

La plupart des applications relèvent de la technique spécifiée dans la classe A. La technique définie dans la classe B est destinée aux applications plus importantes et plus difficiles, pour lesquelles celle de la classe A peut ne pas présenter une sensibilité suffisante pour révéler tous les défauts devant être décelés. La classe B correspond à une technique utilisant uniquement des films à grain fin et des écrans de plomb; elle exige donc en général des temps d'exposition plus longs.

De plus amples détails sont donnés au chapitre 7; plus particulièrement, il faut noter le dernier alinéa de 7.8.

6 Généralités

6.1 Protection contre les rayonnements ionisants

AVERTISSEMENT — 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 du matériel de radiographie ou des sources radioactives sont utilisés, de prendre des précautions adéquates pour la protection du radiographe et des personnes se trouvant à proximité.

Il convient de prendre pour les rayons X et les rayons gamma les mesures de sécurité en vigueur dans chaque pays.

En l'absence de tels règlements, il y a lieu de se référer à la Publication CIPR 9.

6.2 Préparation des surfaces

Afin de simplifier l'interprétation des radiographies, il est recommandé d'éliminer les irrégularités de surface avant la prise de vue. D'une manière générale, la préparation des surfaces n'est pas nécessaire pour la radiographie, mais dans les cas où des irrégularités de surface pourraient être la cause de difficultés dans la détection des défauts internes, ces irrégularités doivent être éliminées par meulage.

6.3 Localisation de la soudure sur la radiographie

Des repères, habituellement sous la forme de flèches en plomb ou d'autres symboles doivent être placés le long de la soudure, de part et d'autre du cordon, afin de permettre son identification sur la radiographie. Cette précaution peut s'avérer superflue si la surépaisseur subsiste.

6.4 Identification des radiographies

Des lettres ou des symboles en plomb doivent être affectés à chaque partie de la soudure radiographiée. Les images de ces lettres doivent apparaître sur la radiographie, de façon à assurer une identification sans équivoque de la partie examinée.

6.5 Repérage

En général, des repères permanents apposés sur la pièce doivent fournir des points de référence permettant la localisation précise de la position de chaque radiographie. Lorsque la nature du matériau et ses conditions de service interdisent le poinçonnage, on doit rechercher d'autres moyens appropriés

de localisation ultérieure des radiographies. Le repérage peut alors s'effectuer à la peinture ou à l'aide de croquis précis.

6.6 Recouvrement des films

Pour radiographier une longueur continue de soudure avec plusieurs films, ceux-ci doivent se recouvrir d'au moins 10 mm, afin qu'aucune portion de la soudure n'échappe à l'examen.

6.7 Indicateurs de qualité d'image

Un indicateur de qualité d'image (IQI) pour acier doux, d'un type spécifié dans l'ISO 1027 et agréé entre les parties contractantes, doit être placé sur la surface de la pièce directement exposée à la source de rayonnement. Selon le type utilisé, cet IQI peut être placé sur le côté ou en travers de la soudure. L'IQI ne doit être placé côté film que lorsque la surface côté source est inaccessible. Dans ce cas, il convient de placer près de l'IQI une lettre «F» en plomb et ceci doit être mentionné dans le rapport, car la sensibilité d'IQI obtenue n'a pas la même signification que lorsque celui-ci est à sa place normale. Il peut alors être nécessaires de procéder à des expositions de comparaison en plaçant un IQI aux deux endroits. Pour toutes précisions sur les types recommandés d'IQI, se reporter à l'ISO 1027.

Pour de plus amples détails, voir l'ISO 2504.

7 Techniques recommandées pour l'exécution des radiographies

7.1 Films et écrans

Les films (voir ISO 5579 et ISO 7004) utilisés pour la classe A doivent être au minimum du type à «grains moyens», tandis que pour la classe B, ils doivent être au moins du type à «grains fins».

En ce qui concerne les rayons X et les rayons gamma utilisant l'iridium 192 (¹⁹²Ir), les écrans renforçateurs en plomb (antérieur et postérieur) doivent avoir, pour la classe A ainsi que pour la classe B, une épaisseur comprise entre 0,02 et 0,25 mm.

Avec les rayons X, en général, des écrans minces permettent les temps d'exposition les plus courts.

Pour les tensions inférieures à 120 kV, en radiographie par rayons X, un écran frontal n'est pas nécessaire, bien qu'il soit parfois utile d'en employer un de faible épaisseur pour réduire le rayonnement diffusé.

Pour les rayons gamma émis par une source de cobalt 60 (⁶⁰Co), il convient d'utiliser des écrans antérieurs et postérieurs en cuivre, en acier, ou en alliages de métaux de numéros atomiques moyens ou aussi en plomb.

Pour ces écrans, des épaisseurs comprises entre 0,2 et 0,5 mm doivent être utilisées.

Lorsqu'on adopte la technique du double film, l'épaisseur de l'écran intermédiaire doit être comprise dans les limites des valeurs indiquées ci-dessus.

L'emploi d'écrans renforçateurs salins n'est pas recommandé, mais si leur utilisation s'avère inévitable dans certaines circonstances, ils doivent être du type à «haute définition». Leur emploi doit être mentionné dans le procès-verbal de radiographie car, en général, ils provoquent une perte de définition de l'image radiographique.

7.2 Cassettes

Les films et écrans (dans le cas où ces derniers sont utilisés) doivent être placés dans des cassettes qui peuvent être rigides ou souples. En raison des difficultés rencontrées pour se procurer des cassettes rigides ayant des courbures adaptées aux pièces, de telle sorte que toute la longueur du film soit en contact étroit avec la soudure, il peut être parfois nécessaire d'utiliser des cassettes souples. Si ces dernières sont employées, il faut prendre les précautions nécessaires pour assurer un bon contact film-écran. Cela est plus facile à obtenir avec des films enveloppés sous vide. Lorsque des rayons X à basse tension sont utilisés, il faut s'assurer que la face de la cassette n'est pas la cause d'une absorption de rayons X excessive.

Ces dispositions ne visent pas à écarter l'utilisation des films en bande pré-emballés avec écrans renforçateurs incorporés.

7.3 Direction du faisceau de rayonnement

L'axe du faisceau de rayonnement doit être dirigé vers le centre de la partie de la soudure examinée suivant une direction normale à la surface de la tôle en ce point, excepté si l'on recherche certains défauts dont on sait que la mise en évidence est facilitée par le choix d'une direction différente. De tels défauts sont ceux qui se produisent à la face de fusion par exemple; dans ce cas, la radiographie doit être effectuée en disposant l'axe du faisceau suivant cette face.

7.4 Limitation du rayonnement incident et protection contre le rayonnement secondaire

Le film ne doit pas être affecté par un rayonnement secondaire venant de l'arrière. Dans ce but, il peut être nécessaire d'utiliser un écran en plomb d'épaisseur minimale de 1 mm qui sera placé derrière l'ensemble film-écran.

En outre, afin de réduire les effets du rayonnement diffusé à l'intérieur de la pièce, il y a lieu de prévoir des caches appropriés limitant la zone irradiée à la partie à examiner.

NOTE — Dans certains cas particuliers, avec les rayons gamma émis par une source de cobalt 60, il convient d'intercaler un filtre en plomb de 2 mm d'épaisseur entre la pièce et le film. Ce filtre peut être placé à l'extérieur ou à l'intérieur de la cassette. Lorsqu'on utilise des écrans renforçateurs en métaux autres que le plomb, on peut adopter, en remplacement de ce filtre, un écran «face» plus épais, si cela s'avère plus pratique.

7.5 Distance source-film

La distance entre le film et la surface de la soudure doit être aussi réduite que possible. La distance minimale, *d*, entre la

source et la pièce (c'est-à-dire la distance entre la source de rayonnement et la surface de la pièce exposée au tube à rayons X ou à la source de rayons gamma) est fonction de la dimension effective, *f*, du foyer ou de la source et de la distance, *b*, entre le film et la surface de la pièce (la distance *b* étant généralement identique à l'épaisseur, *t*, de la pièce).

La dimension effective, *f*, du foyer est déterminée, selon les indications de la figure 1, d'après l'image projetée du foyer.¹⁾

La distance minimale, *d*, entre la source et la pièce doit être choisie de telle façon que le rapport entre cette distance et la dimension effective du foyer, *f*, c'est-à-dire le rapport *d/f* ne soit pas inférieur aux valeurs fournies par les équations suivantes :

pour la classe A

$$d/f = 7,5 t^{2/3}$$

pour la classe B

$$d/f = 15 t^{2/3}$$

Dans la figure 2, ces relations sont présentées sous forme d'un diagramme et, en figure 3, sous forme d'un abaque.

Si la distance, *b*, entre la surface et la pièce et le film est grande par rapport à l'épaisseur, *t*, *t* doit être remplacé par *b* en abscisse de la figure 2 ou dans l'échelle de droite de la figure 3.

7.6 Dimensions de la zone examinée

La longueur maximale de la soudure à examiner lors de chaque exposition doit être déterminée en fonction de la différence entre l'épaisseur du matériau pénétré au centre du faisceau et l'épaisseur aux extrémités du film, mesurée dans la direction du faisceau de rayonnement au droit de ces extrémités. La densité minimale sur le film résultant de la différence d'épaisseur traversée ne devrait pas être inférieure à celle indiquée en 7.7. De plus, la densité du film ne doit pas dépasser celle permise par le négatoscope disponible en tenant compte de l'utilisation éventuelle de caches.

7.7 Densité des radiographies

Les conditions d'exposition doivent être telles que la densité de la radiographie pour la partie saine du métal fondu dans la zone examinée, compte tenu de la densité de voile, soit supérieure aux limites des valeurs données par le tableau 1.

Tableau 1 — Densité des radiographies

Classe	Densité
A	1,7 minimum ¹⁾
B	2,0 minimum

1) On peut la réduire à 1,5 après accord entre les parties contractantes.

Il peut être avantageux d'employer des densités élevées lorsque la luminance du dispositif d'éclairage est suffisante pour assu-

1) Cette image projetée peut être obtenue par exemple conformément à l'IIS/IIW/183-65, *Recommandation pour la détermination de la dimension du foyer des tubes à rayons X*.

rer une interprétation correcte. La limite supérieure de densité dépend de la luminance du négatoscope utilisé, conformément à l'ISO 2504.

Il convient d'utiliser des caches pour éviter l'aveuglement.

Pour éviter des densités de voile excessives, dues au vieillissement du film, au développement ou à la température, cette densité de voile doit être vérifiée de temps à autre sur un échantillon non exposé prélevé sur les films utilisés, puis traité et développé dans les mêmes conditions que la radiographie réelle. La densité de voile ne doit pas excéder 0,3.

Dans le cas présent, on entend par densité de voile la densité totale (émulsion et support) d'un film développé, non exposé.

7.8 Tension au tube à rayons X et type de la source de rayons gamma

Afin de maintenir une bonne sensibilité de détection des défauts, la tension appliquée au tube à rayons X doit être aussi basse que possible. Pour le choix d'une valeur appropriée, on adoptera comme base les valeurs maximales indiquées par la figure 4, qui ne doivent pas être dépassées.

Dans certaines applications, lorsque l'épaisseur de la pièce varie dans la zone à radiographier, on peut avoir recours à une modification de la technique en appliquant une tension un peu supérieure (en tout cas, l'accroissement ne doit pas être supérieur à 50 kV), mais il est à noter qu'une tension excessive conduit à une diminution de la sensibilité de détection des défauts.

Les sources de rayons gamma ne doivent pas être utilisées pour les épaisseurs de soudure inférieures aux valeurs limites indiquées au tableau 2.

Tableau 2 — Épaisseur minimale des soudures pour la gammagraphie

Classe	Épaisseur, mm	
	¹⁹² Ir	⁶⁰ Co
A	20	40
B	40	—

La valeur limite inférieure des épaisseurs de soudure simple paroi pour les rayons gamma émis par l'iridium 192 est susceptible d'être réduite dans les cas où l'on ne peut pas utiliser les rayons X, ou bien si l'adoption des rayons gamma rend possible une orientation plus appropriée du faisceau de rayonnement. On ne devra procéder ainsi qu'après accord préalable des parties contractantes. L'utilisation de rayons gamma émis par l'iridium 192 n'est cependant pas recommandée pour les soudures d'une épaisseur inférieure à 5 mm pour la classe A et à 10 mm pour la classe B.

Il est à noter que la sensibilité de détection des défauts pouvant être obtenue avec les rayons gamma est en général inférieure à celle atteinte avec les rayons X. Cette différence de sensibilité est la plus forte pour les soudures de faible épaisseur et devient moins marquée lorsque l'épaisseur augmente. Pour les valeurs limites supérieures d'épaisseur indiquées dans la présente partie de l'ISO 1106, on peut considérer que la différence entre la

sensibilité obtenue par les techniques aux rayons X et celle atteinte par rayons gamma est faible. L'utilisation des rayons gamma doit donc être limitée, dans toute la mesure du possible, aux applications dans lesquelles la forme, l'épaisseur ou l'accessibilité des soudures rendent impraticable l'examen aux rayons X.

7.9 Développement

Les films doivent être développés conformément aux recommandations du fabricant. Une attention particulière doit être portée à la température et au temps de développement. Les radiographies doivent être exemptes de toute imperfection provenant du développement ou d'autres causes, qui seraient susceptibles de gêner l'interprétation.

7.10 Examen des films

Les radiographies doivent être examinées dans une pièce sombre sur un écran à lumière diffuse, la surface éclairée étant masquée jusqu'au minimum nécessaire pour l'examen de l'image radiographique. L'éclairage de l'écran doit être de préférence réglable, de façon à permettre une lecture satisfaisante des radiographies. Pour les règles détaillées relatives aux conditions d'observation voir l'ISO 2504 et l'ISO 5580.

8 Procès-verbal d'essai

Pour chaque radiographie ou série de radiographies, on doit disposer de renseignements sur la technique mise en œuvre, ainsi que sur toute autre particularité susceptible de contribuer à une meilleure interprétation des résultats.

Le procès-verbal d'essai doit contenir au moins les indications suivantes :

- le type de l'équipement de rayons X, la tension appliquée et l'intensité du courant anodique (quand applicable);
- les caractéristiques de la source radioactive (nature, dimensions, activité nucléaire, etc.) (quand applicable);
- le temps d'exposition, le type de film et d'écran, ainsi que la distance source/pièce ou foyer/pièce;
- le mode de repérage utilisé;
- la technique de développement;
- la géométrie de la soudure, l'épaisseur de paroi et le procédé de soudage employé;
- la géométrie de la reprise en illustrant aussi la position du foyer et du film (croquis);
- l'IQI employé et la qualité d'image obtenue conformément à l'ISO 2504;
- le résultat de l'interprétation;
- tout écart, faisant l'objet d'accord ou autre, par rapport aux méthodes spécifiées;
- la date de l'examen et le visa du contrôleur.

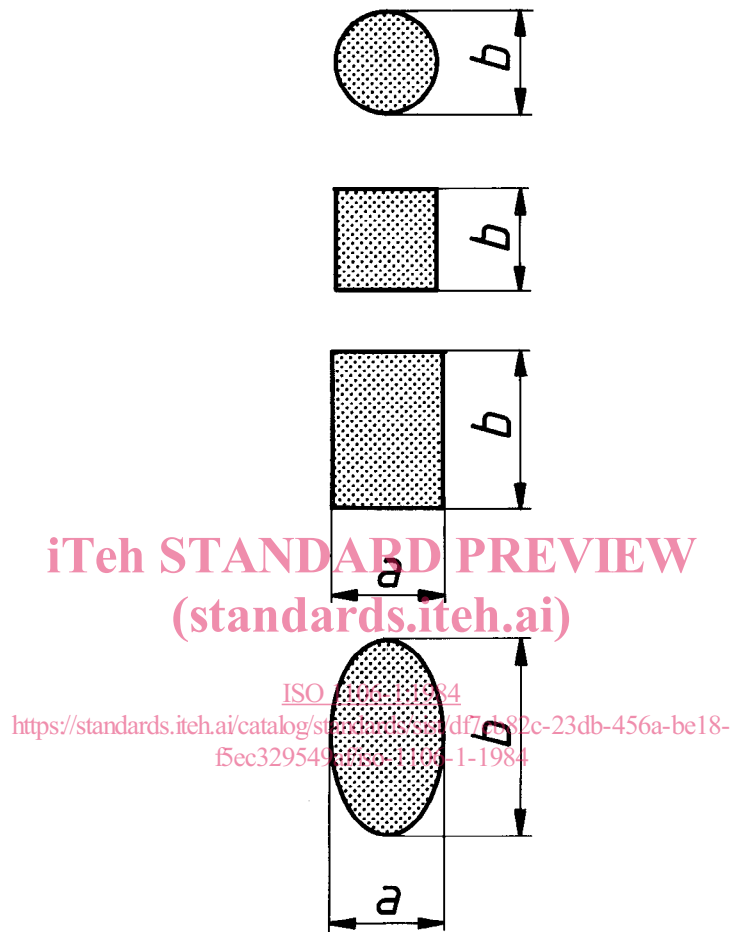
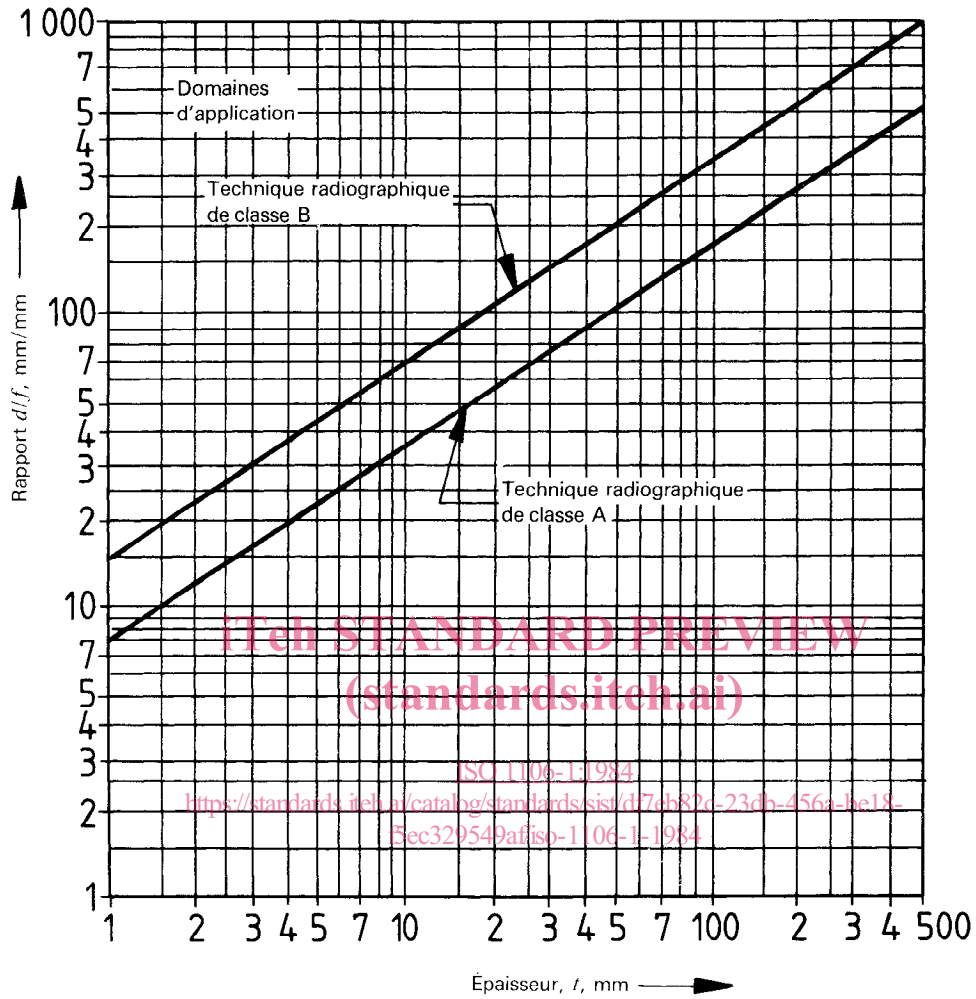


Figure 1 — Détermination de la dimension effective du foyer d'après diverses formes de son image projetée
 [largeur effective du foyer : $f = (a + b)/2$]



d = Distance entre la source de rayonnement et la surface de la pièce exposée à la source

f = Dimension effective de la source de rayonnement

t = Épaisseur de la pièce dans la direction du faisceau de rayonnement

Figure 2 – Valeurs minimales requises du rapport d/f en fonction de l'épaisseur, t

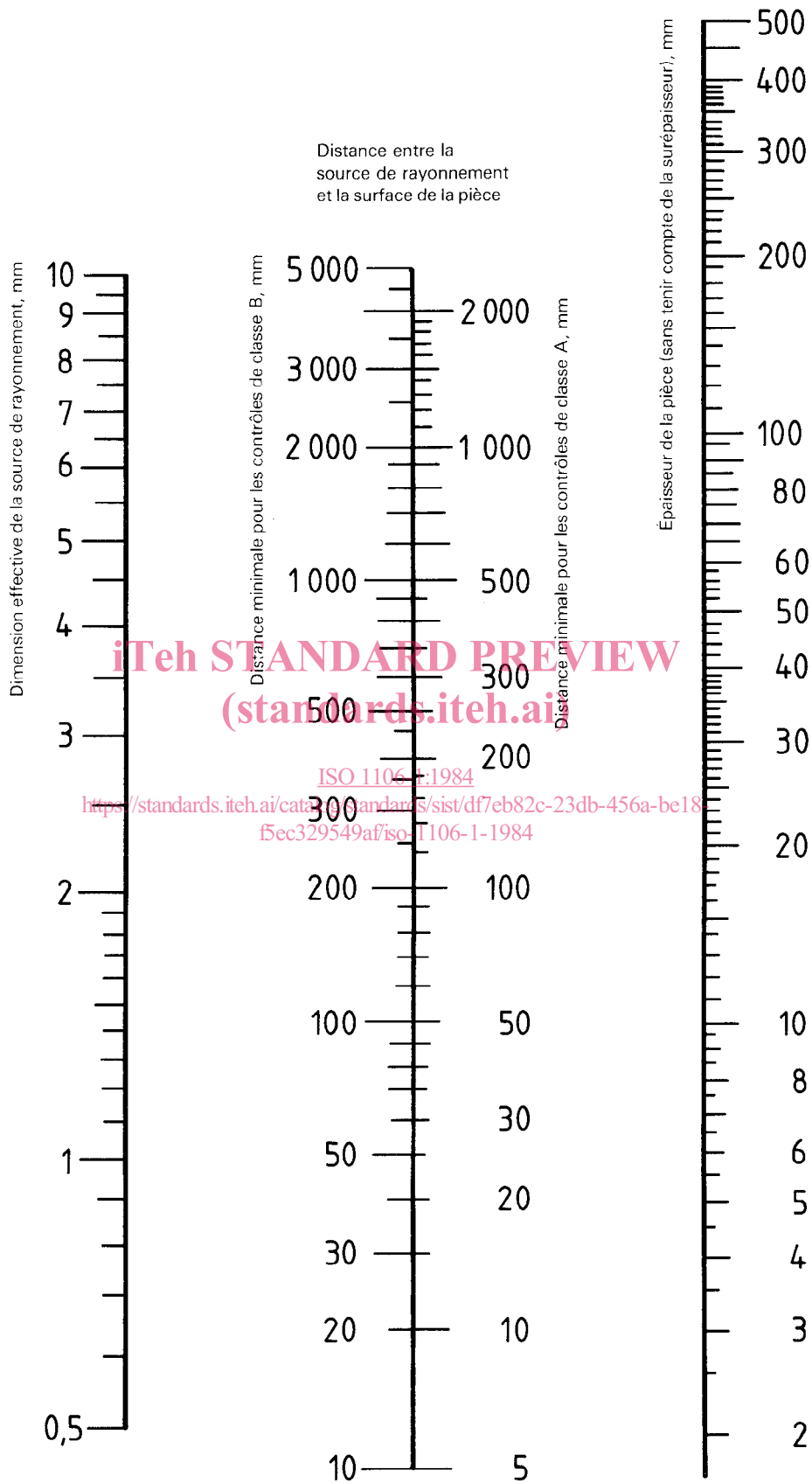


Figure 3 — Abaque pour la détermination de la distance minimale entre la source de rayonnement et la surface de la pièce, exprimée en fonction de l'épaisseur de celle-ci et de la dimension effective de la source