

NORME
INTERNATIONALE

ISO
12096

Première édition
1996-05-01

**Tubes en acier soudés à l'arc immergé pour
service sous pression — Contrôle
radiographique du cordon de soudure pour
la détection des imperfections**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Submerged arc-welded steel tubes for pressure purposes — Radiographic
testing of the weld seam for the detection of imperfections*

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/710c8ba3-9b0d-4259-9c16-
e1e7d5081c39/iso-12096-1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/710c8ba3-9b0d-4259-9c16-e1e7d5081c39/iso-12096-1996)



Numéro de référence
ISO 12096:1996(F)

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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 12096 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 19, *Conditions techniques de livraison des tubes d'acier pour appareils à pression*.

ISO 12096:1996
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/710c8ba3-9b0d-4259-9c16-e1e7d5081c39/iso-12096-1996>

© ISO 1996

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Tubes en acier soudés à l'arc immergé pour service sous pression — Contrôle radiographique du cordon de soudure pour la détection des imperfections

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit des spécifications pour le contrôle radiographique du cordon de soudure des tubes soudés à l'arc immergé, avec soudure longitudinale ou hélicoïdale, pour la détection des imperfections par rayonnements X.

Une série de critères d'acceptation est considérée, en association avec deux classes de qualité d'image R1 et R2.

ISO 5579:1985, *Essais non destructifs — Contrôle des matériaux métalliques au moyen de rayons X et gamma — Règles de base.*

ISO 7004:1987, *Photographie — Film pour radiographie industrielle — Détermination de la sensibilité et du contraste moyen ISO après exposition à des rayons X ou gamma.*

ISO 11484:1994, *Tubes en acier pour service sous pression — Qualification et certification du personnel d'essais non destructifs (END).*

ISO 12096:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/710c8ba3-9b0d-4259-9c16-e1e7d5081c39/iso-12096-1996>

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 1027:1983, *Indicateurs de qualité d'image radiographique pour les essais non destructifs — Principes et identification.*

ISO 2504:1973, *Radiographie de soudures et conditions d'observation des films — Emploi des types recommandés d'indicateurs de qualité d'image (I.Q.I.).*

ISO 5576:—¹⁾, *Essais non destructifs — Radiologie industrielle — Vocabulaire.*

1) À publier.

3 Prescriptions générales

3.1 Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 5576 s'appliquent.

3.2 Le contrôle radiographique couvert par la présente Norme internationale est normalement effectué sur des tubes une fois toutes les opérations du processus de production terminées.

Ce contrôle doit être effectué par du personnel formé et certifié selon l'ISO 11484, et désigné par le producteur. En cas de contrôle par des tiers, celui-ci doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le producteur.

3.3 Les tubes à contrôler doivent être suffisamment droits pour s'assurer de la validité du contrôle. Les surfaces du cordon de soudure et du métal de base adjacent doivent être suffisamment exemptes de corps étrangers susceptibles d'affecter l'interprétation des radiogrammes.

Il est possible d'effectuer un meulage afin d'obtenir un fini de surface acceptable.

3.4 Dans les cas où le renforcement de soudure est éliminé, des repères, ayant en général la forme de flèches en plomb, doivent être placés de part et d'autre de la soudure, de telle sorte que la position de celle-ci puisse être identifiée sur le radiogramme.

3.5 Des symboles d'identification, ayant en général la forme de lettres en plomb, doivent être placés sur chaque section de soudure radiographiée, de telle sorte que les images de ces symboles apparaissent sur le radiogramme pour assurer une identification sans équivoque de la section.

3.6 Des marquages permanents doivent être apposés à la surface du tube pour constituer des points de référence permettant un repérage précis de la position sur chaque radiogramme. Lorsque la nature du matériau et/ou ses conditions d'utilisation rendent l'estampage impossible, d'autres moyens appropriés doivent être recherchés pour repérer les radiogrammes, par exemple des marquages à la peinture ou par référence à des plans exacts.

3.7 Lorsqu'une longueur continue de soudure est radiographiée sur des films différents, les films doivent se chevaucher sur au moins 10 mm afin d'assurer qu'aucune portion de la longueur de la soudure n'échappe au contrôle.

4 Méthode d'essai

4.1 La soudure des tubes soudés longitudinalement ou hélicoïdalement doit être soumise à un contrôle radiographique par rayonnements X.

Sur accord entre l'acheteur et le producteur, l'utilisation de méthodes par fluoroscopie est autorisée à condition que le producteur ait pu démontrer qu'elle est bien équivalente à la méthode par rayonnements X.

4.2 Deux classes de qualité d'image sont prescrites:

classe R1: examen par rayonnements X avec sensibilité améliorée;

classe R2: examen par rayonnements X avec sensibilité standard.

NOTE 1 La majeure partie des applications sont couvertes par la classe de qualité d'image R2.

La classe de qualité d'image R1 est destinée à des applications plus importantes et plus compliquées pour lesquelles les classes de qualité d'image R2 peuvent s'avérer insuffisamment sensibles pour révéler toutes les imperfections que l'on souhaite détecter. La classe de qualité d'image R1 exige l'utilisation de films à grain fin et des écrans en plomb; ces techniques requièrent donc en général un temps d'exposition plus long. La classe de qualité d'image choisie sera indiquée dans la norme de produit correspondante.

4.3 Les films doivent être au moins des films à grain fin pour la classe de qualité d'image R1 et doivent être au moins à grain moyen pour la classe de qualité d'image R2 (voir ISO 5579 et ISO 7004).

Pour les deux classes de qualité d'image R1 et R2, l'écran renforçateur antérieur en plomb, doit avoir une épaisseur comprise entre 0,02 mm et 0,25 mm. D'autres épaisseurs peuvent être choisies pour l'écran renforçateur postérieur en plomb.

Lorsqu'une technique de double film est utilisée, l'écran intermédiaire, s'il est utilisé, doit avoir une épaisseur du même ordre que celle précisée pour l'écran renforçateur antérieur.

4.4 Les écrans renforçateurs salins ne doivent pas être utilisés.

4.5 Aucun rayonnement rétrodiffusé ou diffusé de façon interne ne doit atteindre le film.

Si une protection suffisante contre les rayonnements X rétrodiffusés n'est pas garantie, un symbole caractéristique (en général une lettre B de 3,2 mm de largeur) doit être fixée au dos de la cassette ou du support du film, et le radiogramme doit être réalisé de la même manière. Si l'image de ce symbole apparaît sur le radiogramme dans une densité plus faible que celle du fond, cela indique que la protection contre les rayonnements X rétrodiffusés est insuffisante et qu'il est donc essentiel que des précautions supplémentaires soient prises.

4.6 Le faisceau de rayonnements doit être dirigé vers le milieu de la section du cordon de soudure soumise au contrôle et perpendiculairement à la surface du tube en ce point.

4.7 La longueur examinée doit être telle que toute augmentation de l'épaisseur pénétrée aux extrémités de la longueur utile du radiogramme ne doit pas dépasser l'épaisseur pénétrée au centre du radiogramme de plus de 10 % pour une classe de qualité d'image R1 et de plus de 20 % pour une classe de qualité d'image R2, sous réserve que les conditions spécifiées en 4.11 et à l'article 7 soient respectées.

4.8 La technique de pénétration en paroi unique doit être utilisée. Si cette technique ne peut être appliquée à cause des dimensions, il est possible d'utiliser la technique de pénétration en double paroi.

4.9 La distance entre le film et la surface de soudeure doit être aussi faible que possible.

4.10 La distance minimale, d , source-épreuve doit être choisie de sorte que le rapport entre cette distance et la dimension réelle du foyer optique f , c'est-à-dire d/f , soit conforme aux valeurs données par les équations suivantes.

Pour une classe de qualité d'image R1:

$$d/f > 15x^{2/3}$$

Pour une classe de qualité d'image R2:

$$d/f > 7,5x^{2/3}$$

où x est l'épaisseur de l'éprouvette, dans le sens du faisceau de rayonnements, plus la séparation entre le film et la surface la plus éloignée de la source de rayonnements.

Ces relations sont présentées sous forme graphique à la figure 1.

4.11 Les conditions d'exposition doivent être telles que la densité du radiogramme du métal d'apport sain dans la zone contrôlée ne soit pas inférieure à 2,0 pour une classe de qualité d'image R1, et à 1,7 pour une classe de qualité d'image R2.

NOTE 2 Pour une classe de qualité d'image R2, la densité minimale peut être réduite à 1,5 sur accord spécial entre l'acheteur et le producteur.

La densité du voile, définie ici comme étant la densité totale (de l'émulsion et de base) d'un film traité non exposé, ne doit pas dépasser 0,3.

4.12 Afin de garantir une sensibilité suffisante, la tension des tubes à rayonnements X doit être aussi faible que possible et les valeurs maximales données à la figure 2 ne doivent pas être dépassées.

5 Qualité d'image

5.1 La qualité de l'image doit être déterminée en utilisant un indicateur de qualité d'image (I.Q.I.) en acier doux, du type de ceux spécifiés dans l'ISO 1027 et sur lequel l'acheteur et le producteur se seront mis d'accord. Il doit être placé sur la surface faisant face à la source de rayonnements et, en fonction de son type, en position adjacente à la soudure ou en travers.

L'I.Q.I. ne doit être placé côté film que lorsque cette surface faisant face à la source de rayonnements est inaccessible. En cas de nécessité, une lettre «F» doit être placée près de l'I.Q.I. et mention doit en être faite dans le rapport d'essai.

Pour de plus amples détails, voir ISO 2504.

5.2 Les deux classes de qualité d'image prescrites dans la présente Norme internationale sont définies dans le tableau 1.

5.3 Pour déterminer l'indice de qualité d'image nécessaire pour la technique de pénétration en double paroi, l'épaisseur d'acier à laquelle on se réfère dans le tableau 1 doit être le double de l'épaisseur nominale de pénétration.

6 Traitement du film

Les radiogrammes doivent être exempts de toute imperfection liée au traitement, ou d'autres défauts pouvant avoir un effet sur l'interprétation.

7 Conditions d'examen des radiogrammes

Pour les densités de film inférieures ou égales à 2,5, la luminance minimale du radiogramme éclairé doit être de 30 cd/m² et de 10 cd/m² pour les densités supérieures à 2,5.

8 Acceptation

8.1 Toutes les indications découvertes sur le radiogramme doivent être classées comme imperfections de soudure ou défauts, suivant les définitions données en 8.1.1 ou 8.1.2.

8.1.1 Les imperfections sont des discontinuités au niveau du cordon de soudure, détectée par la méthode de contrôle radiographique décrite dans la présente Norme internationale. Les imperfections dont la taille et/ou la densité de population correspondent aux critères d'acceptation définis dans la norme de produit correspondante sont considérées comme n'ayant pas d'implication pratique sur l'utilisation envisagée des tubes soudés à l'arc immergé pour applications sous pression.

8.1.2 Les défauts sont des imperfections dont les dimensions et/ou la densité de population sont supérieures ou égales aux critères d'acceptation définis dans la norme de produit correspondante. Les défauts altèrent ou limitent l'utilisation envisagée des tubes

soudés à l'arc immergé pour applications sous pression.

8.2 Les seuils d'acceptation pour le contrôle radiographique du cordon de soudure sont donnés ci-après. Ces seuils doivent être respectés, sauf prescription contraire dans la norme de produit correspondante.

8.2.1 Les fissures, la pénétration incomplète et le manque de fusion sont inacceptables.

8.2.2 Les inclusions circulaires individuelles de laitier et les soufflures jusqu'à 3,0 mm ou $T/3$ de diamètre (T étant l'épaisseur de paroi spécifiée), la valeur la plus petite étant retenue, sont acceptables.

La somme des diamètres de toutes ces imperfections individuelles tolérées sur toute longueur de soudure de 150 mm ou $12T$, la valeur la plus petite étant retenue, ne doit pas dépasser 6,0 mm ou $0,5T$, la valeur la plus petite étant retenue, là où la séparation entre deux inclusions individuelles est inférieure à $4T$.

8.2.3 Les inclusions individuelles allongées de laitier jusqu'à 12,0 mm ou T de longueur, la valeur la plus petite étant retenue, ou jusqu'à 1,5 mm de largeur, sont acceptables.

La longueur cumulée maximale de ces imperfections individuelles tolérées sur toute longueur de soudure de 150 mm ou $12T$, la valeur la plus petite étant retenue, ne doit pas dépasser 12,0 mm, là où la séparation entre deux inclusions individuelles est inférieure à $4T$.

8.2.4 Les morsures individuelles d'une profondeur maximale de 0,4 mm sont acceptables quelle que soit leur longueur.

Les morsures individuelles d'une longueur maximale de $T/2$ et d'une profondeur maximale de 0,5 mm et ne dépassant pas 10 % de l'épaisseur de paroi spécifiée sont acceptables, à condition qu'il ne s'en trouve pas plus de deux sur toute longueur de soudure de 300 mm. Toutes ces morsures doivent être rectifiées.

8.2.5 Toute morsure dépassant les limites données ci-dessus doivent être réparées. La zone suspecte doit être coupée, sinon le tube doit être rejeté.

8.2.6 Toute morsure longitudinale sur les soudures internes ou externes est inacceptable, quelles que soient sa longueur et sa profondeur.

8.3 Actions à entreprendre sur les tubes comportant des défauts.

Les tubes présentant des défauts sur le cordon de soudure doivent être soumis à une ou plusieurs des actions décrites en 8.3.1 à 8.3.4.

8.3.1 Les défauts doivent être éliminés par meulage, rabotage ou usinage, à condition que l'épaisseur de paroi restante soit dans les limites spécifiées. La zone rectifiée doit être soumise à un contrôle par magnétoscopie ou ressuage afin de garantir que le défaut a bien été totalement éliminé.

8.3.2 Si l'élimination du défaut suppose une réduction de l'épaisseur de paroi en dessous de la limite spécifiée, la zone de soudure doit être rectifiée par soudage effectué conformément à une procédure approuvée. La zone réparée doit ensuite être soumise à un contrôle radiographique conformément aux prescriptions de la présente Norme internationale.

8.3.3 La section de tube où se situe la zone de soudure défectueuse doit être coupée dans les limites des prescriptions relatives à la longueur minimale du tube.

8.3.4 Le tube entier doit être mis au rebut.

9 Rapport d'essai

Lorsque cela est stipulé, le producteur doit présenter à l'acheteur un rapport d'essai contenant au moins les informations suivantes:

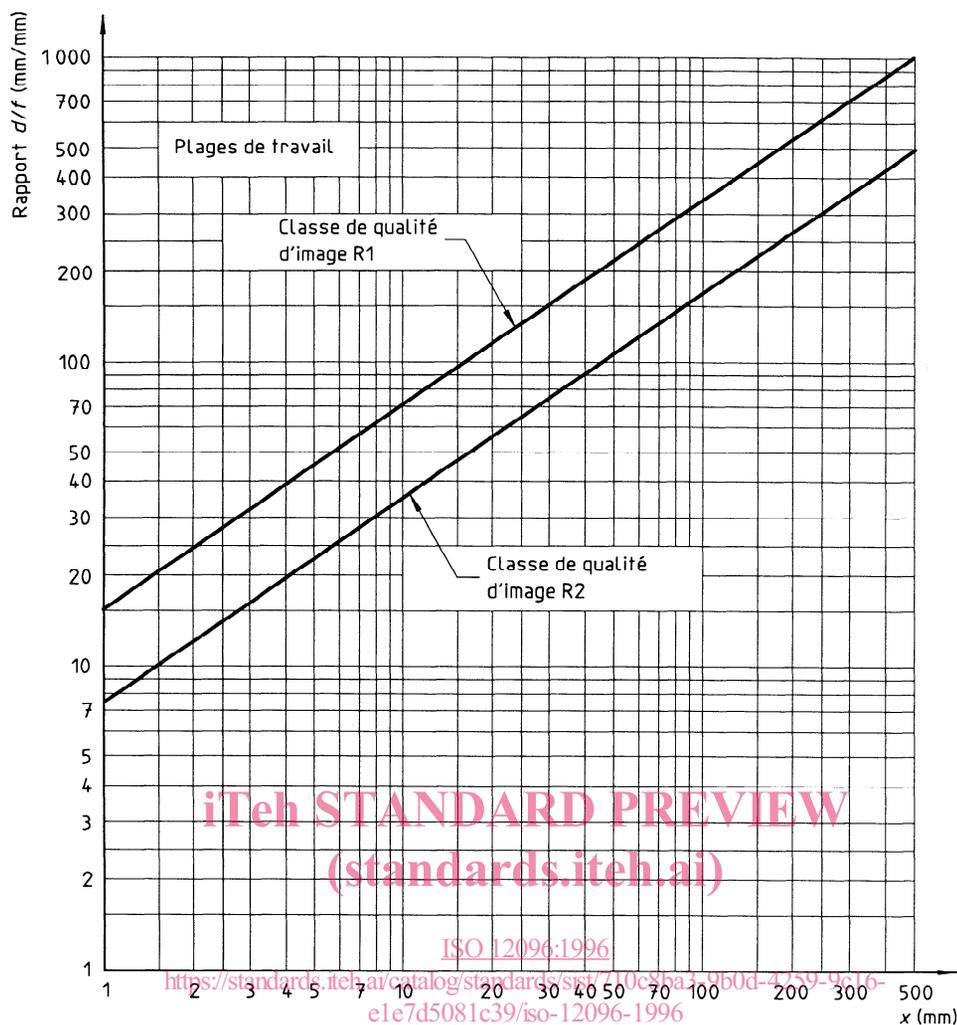
- référence à la présente Norme internationale;
- type et détails de la technique d'inspection;
- tout écart, convenu ou non, par rapport à la présente méthode d'essai;
- type d'appareillage de rayonnements X, tension appliquée et intensité du courant à l'anode;
- temps d'exposition, type de film et d'écran et distance source-éprouvette;
- système de marquage utilisé;
- technique de traitement du film;
- géométrie de la soudure, épaisseur de paroi et procédé de soudage utilisé;
- relations géométriques suivantes:
 - dimensions du foyer optique,

- distance film-foyer optique,
- distance film-objet,
- angle de rayonnement par rapport à la soudure et au film,
- plan;
- j) classe de qualité d'image;
- k) résultats du contrôle radiographique et déclaration de conformité;
- l) date du contrôle et signature de l'inspecteur.

Tableau 1 — Classes de qualité d'image

Épaisseur de l'acier ¹⁾ mm		Visibilité			
		Classe de qualité d'image R1		Classe de qualité d'image R2	
supérieure à	inférieure ou égale à	diamètre des trous mm	diamètre des fils mm	diamètre des trous mm	diamètre des fils mm
4,5	10	0,40	0,16	0,50	0,20
10	16	0,50	0,20	0,63	0,25
16	25	0,63	0,25	0,80	0,32
25	32	0,80	0,32	1,00	0,40
32	40	1,00	0,40	1,25	0,50
40	60	1,25	0,50	1,60	0,63

1) L'épaisseur de l'acier fait référence à l'épaisseur totale de la soudure.



Légende

- d Distance entre la source de rayonnements et la surface du cordon de soudure faisant face à la source de rayonnements.
- f Taille réelle de la source de rayonnements.
- x Épaisseur de l'éprouvette, dans le sens du faisceau de rayonnements, plus la séparation entre le film et la surface la plus éloignée de la source de rayonnements.

Figure 1 — Valeurs minimales nécessaires du rapport d/f en fonction de la distance x

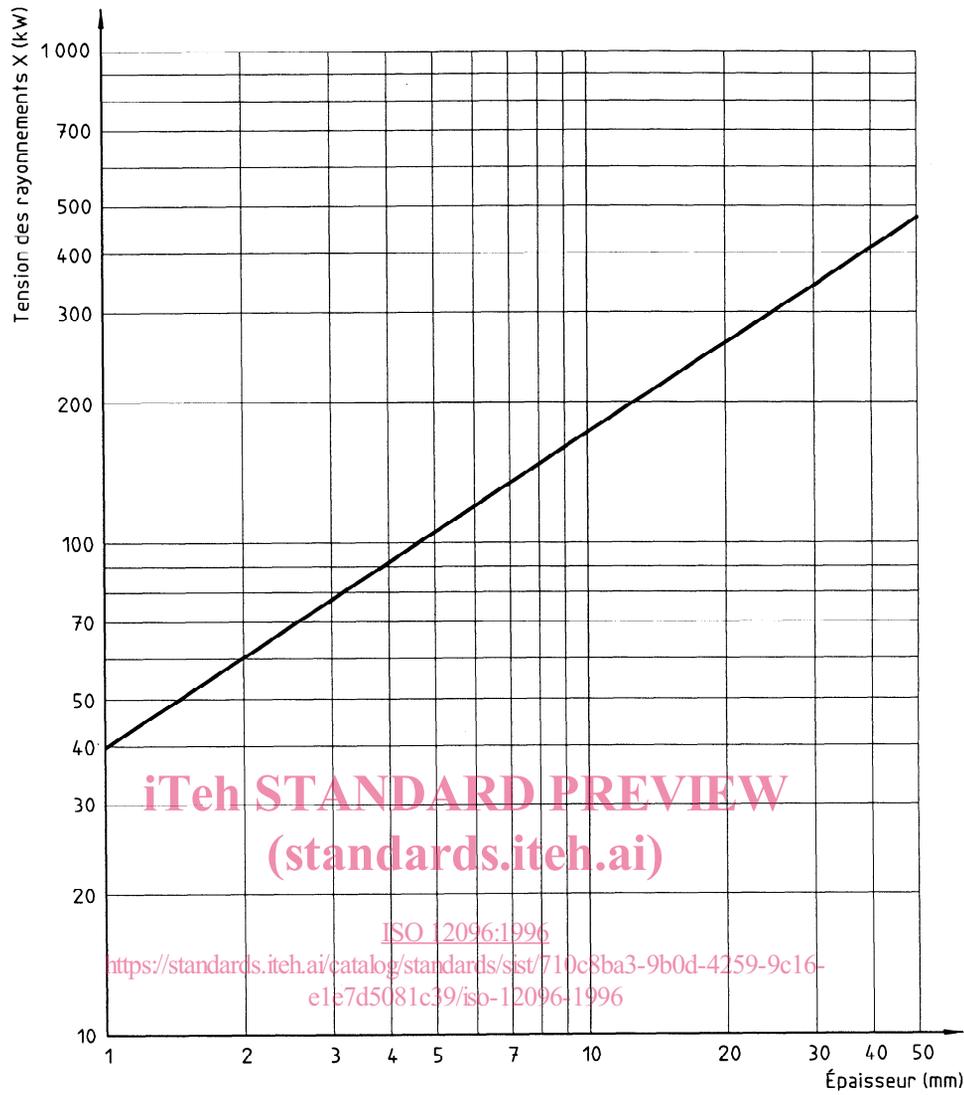


Figure 2 — Tension maximale autorisée pour les rayonnements X en fonction de l'épaisseur nominale de paroi spécifiée