

NORME INTERNATIONALE

ISO
7004

Première édition
1987-08-01



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

Photographie — Film pour radiographie industrielle — Détermination de la sensibilité et du contraste moyen ISO après exposition à des rayons X ou γ

iTeh STANDARD PREVIEW
*Photography — Industrial radiographic film — Determination of ISO speed and average
gradient when exposed to X- and γ -radiation*
(standards.iteh.ai)

ISO 7004:1987

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b1d06309-52bf-4f47-a800-9d6b72e59417/iso-7004-1987>

Numéro de référence
ISO 7004:1987 (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 normalement 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.

La Norme internationale ISO 7004 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 42, *Photographie*.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

Photographie — Film pour radiographie industrielle — Détermination de la sensibilité et du contraste moyen ISO après exposition à des rayons X ou γ

0 Introduction

La présente Norme internationale est la première Norme internationale qui spécifie les méthodes de mesurage de la sensibilité ISO et du contraste moyen ISO des films pour radiographie industrielle exposés directement aux rayons X ou γ . Plusieurs pays ont, depuis de nombreuses années, publié à ce sujet des normes nationales qui peuvent aboutir à des valeurs différentes de celles obtenues en suivant les méthodes spécifiées dans la présente Norme internationale. Puisque les caractéristiques photographiques d'un film dépendent de la distribution spectrale de l'énergie, on a spécifié, pour déterminer les caractéristiques sensitométriques, quatre sources représentatives des sources utilisées en pratique.

Les résultats photographiques dépendent aussi du traitement chimique utilisé pour développer le film. La présente Norme internationale ne spécifie pas la méthode de traitement. En conséquence, lorsque des valeurs de sensibilité ISO et de contraste ISO sont données pour un film, il est nécessaire de préciser non seulement la qualité de la radiation, mais aussi le traitement utilisé. Ceci facilitera la comparaison des ensembles films/traitements.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes de détermination de la sensibilité ISO et du contraste moyen ISO des ensembles films/traitements pour radiographie industrielle après exposition directe à des rayons X ou γ . L'évaluation des films utilisés pour la radiographie industrielle avec des écrans fluorescents n'est pas décrite dans la présente Norme internationale.

2 Références

ISO 5, *Photographie — Mesurage des densités* —

Partie 1: Termes, symboles et notations.

Partie 2: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par transmission.

Partie 3: Conditions spectrales.

ISO 4037, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalement des dosimètres et débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons.*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables.

3.1 exposition (aux rayons X ou γ), K : Intégrale par rapport au temps des rayonnements X ou γ atteignant le film, exprimée en terme d'énergie cinétique des électrons libérés dans un kilogramme d'air, et mesurée en grays.

L'exposition est souvent exprimée par son logarithme décimal $\lg K$.

3.2 sensibilité: Mesure quantitative de la réponse d'une surface photosensible à un rayonnement énergétique dans des conditions d'exposition, de traitement et de mesurage spécifiées.

3.3 contraste moyen, \bar{G} : Pente d'une droite joignant deux points de la courbe sensitométrique.

3.4 gray*: Mesure du rayonnement X ou γ nécessaire pour créer 1 joule d'énergie cinétique initiale des particules chargées libérées par la radiation atteignant 1 kg d'air.

1 Gy = 1 J/kg d'air et est équivalent à 114,5 R ou 0,029 5 C/kg.

4 Échantillonnage et conservation

Lorsqu'on détermine la sensibilité ISO et le contraste moyen ISO d'un produit, il est important que les échantillons mesurés représentent les résultats moyens obtenus par les utilisateurs. Ceci nécessite d'évaluer plusieurs fois plusieurs lots de fabrication différents selon les conditions spécifiées dans la présente Norme internationale. Avant leur évaluation, les échantillons doivent être conservés selon les recommandations du fabricant pendant une durée qui simule l'âge moyen du produit au moment de son utilisation normale. Plusieurs évaluations indépendantes doivent être faites pour s'assurer du bon étalonnage des machines et des traitements. L'objectif de base du choix et de la conservation des échantillons comme décrit ci-dessus est de s'assurer que les caractéristiques du film sont représentatives de celles obtenues par l'utilisateur au moment de l'emploi.

* Voir annexe E.

5 Méthode d'essai

5.1 Principe

Les échantillons sont exposés et traités comme spécifié ci-dessous. Des mesures sont obtenues à partir des images en résultant pour tracer une courbe sensitométrique dont on extrait des valeurs qui sont utilisées pour déterminer la sensibilité ISO et le contraste moyen ISO.

5.2 Éclairage du laboratoire

Pour éliminer la possibilité de l'influence d'un éclairage de laboratoire sur les résultats sensitométriques, tous les films doivent être manipulés en obscurité complète pendant l'exposition et le traitement.

5.3 Exposition¹⁾

5.3.1 Porte-film

Les films (ou les couples film + écran) doivent être exposés dans des porte-films ayant moins de 2 % d'absorption pour la radiation spécifiée (sans tenir compte des écrans de plomb).

5.3.2 Conditionnement des échantillons

Pendant l'exposition les échantillons doivent être maintenus à une température de 23 ± 5 °C et à une humidité relative de (50 ± 20) %.

5.3.3 Qualité du rayonnement²⁾

Pour la détermination de la sensibilité et du contraste moyen, quatre sources d'exposition sont normalisées. Elles couvrent la gamme des conditions pratiques d'exposition. Le choix de l'une de ces quatre sources pour la détermination de la sensibilité ISO et du contraste moyen ISO dépend de la manière dont le film sera utilisé.

5.3.3.1 Rayonnements X de faible énergie

Les films doivent être exposés à des rayons X produits par des tubes à cible de tungstène. La filtration inhérente du tube plus un filtre de cuivre³⁾ additionnel placé aussi près que possible de la cible doit être équivalente à $2,0 \pm 0,1$ mm de cuivre. La haute tension du tube doit être ajustée jusqu'à ce que la demi-absorption soit obtenue avec $1,0 \pm 0,1$ mm de cuivre (c'est-à-dire que l'intensité du faisceau de rayons X avec une filtration équivalente à 3,0 mm soit la moitié de la valeur obtenue avec une filtration totale équivalente à 2,0 mm de cuivre).

Une haute tension d'environ 120 kV permet généralement d'obtenir ce résultat. Aucun écran de plomb ne doit être employé.⁴⁾ Cette source est appelée « source 1 ».

5.3.3.2 Rayonnement X de haute énergie

Les films doivent être exposés à des rayons X produits par des tubes à cible de tungstène. La filtration inhérente du tube plus un filtre de cuivre additionnel placé aussi près que possible de la cible doit être équivalente à $8,0 \pm 0,5$ mm de cuivre. La haute tension du tube doit être ajustée jusqu'à ce que la demi-absorption soit obtenue avec $3,5 \pm 0,2$ mm de cuivre. Une haute tension d'environ 220 kV permet généralement d'obtenir ce résultat.

Les films doivent être exposés sans papier intercalaire et doivent être entre deux écrans de plomb.²⁾ L'écran avant doit avoir une épaisseur de $0,115 \pm 0,020$ mm. L'épaisseur totale du (ou des) écran(s) arrière doit être de $0,20 \pm 0,06$ mm. Les films monocouches doivent être exposés avec la surface émulsionnée vers le tube de rayon X. Pour obtenir un contact suffisant, il faut utiliser une cassette à dépression. Cette source est appelée « source 2 ».

5.3.3.3 Rayons γ de l'iridium 192 (¹⁹²Ir)

Le rayonnement doit être filtré par une épaisseur de cuivre de 8,0 mm placée près de la source. Il faut utiliser les mêmes écrans de plomb que ceux mentionnés en 5.3.3.2. Cette source est appelée « source 3 ».

5.3.3.4 Rayons γ du cobalt 60 (⁶⁰Co)

Il faut utiliser les mêmes écrans de plomb que ceux mentionnés en 5.3.3.2. Cette source est appelée « source 4 ».

5.3.4 Rayonnement diffusé

Pour réduire le rayonnement diffusé pendant l'exposition, le faisceau de rayons X ou γ doit être diaphragmé à la plus petite dimension permettant une irradiation uniforme sur le film (et l'appareil de mesure s'il doit être inclus dans le champ). La quantité de rayonnement diffusé atteignant le film et l'appareil de mesure ne doit pas être supérieure à 6 % de la radiation primaire. Pour minimiser le rayonnement diffusé il faut construire les supports du film, des filtres et de la chambre d'ionisation avec un matériau de faible nombre atomique, et les rendre aussi légers que possible (voir annexe D).

5.3.5 Modulation

Le film doit recevoir une série d'expositions différentes telles qu'il en résulte une série de densités au-dessus du support plus voile s'étendant de 1,0 à 4,0. L'exposition sur la surface utile de

1) Pour simplifier, dans la présente Norme internationale, l'exposition est exprimée en termes de kerma (en grays) produit dans 1 kg d'air (kerma dans l'air). Le kerma, l'énergie spécifique et la dose absorbée sont tous des mesures de l'énergie par unité de masse, créée par la radiation ionisante (voir annexe E).

2) Un essai d'exposition doit être fait pour s'assurer que les écrans de plomb ne produisent pas des lignes ou d'autres défauts.

3) Tous les filtres de cuivre spécifiés dans la présente Norme internationale doivent être en cuivre pur à 99,9 %.

4) Les films conditionnés par le fabricant en emballages étanches à la lumière contenant des écrans renforçateurs doivent être exposés tels quels sans utiliser un porte-film. La sensibilité ou le contraste moyen de tels films doit faire référence à leur dénomination commerciale.

chaque plage doit être uniforme à 3 % près. La variation de modulation entre plages ne doit pas dépasser 0,15 en $\lg K$. Chaque exposition doit être mesurée en grays en utilisant une chambre d'ionisation étalonnée pour la qualité de l'énergie et l'intensité nécessaire pour exposer le film. Un échantillon séparé du film doit être conservé non exposé pour mesurer la densité du support plus voile.

5.4 Traitement

5.4.1 Conditionnement des échantillons

Entre l'exposition et le traitement, les échantillons doivent être maintenus à 23 ± 5 °C et à une humidité relative de (50 ± 20) %. Le traitement doit être commencé entre 30 min et 8 h après l'exposition.

5.4.2 Spécifications du traitement

Aucun traitement spécifique n'est décrit dans la présente Norme internationale pour tenir compte de la large gamme de produits chimiques et de machines utilisés. La sensibilité et le contraste moyen ISO publiés par les fabricants de films s'appliquent généralement au film lorsqu'il est traité suivant leurs recommandations de façon à obtenir les caractéristiques photographiques spécifiées pour le traitement. Des informations sur le traitement doivent être disponibles chez le fabricant du film ou chez ceux qui énoncent des sensibilités et des contrastes moyens ISO. Elles doivent spécifier les produits chimiques, les durées, les températures et le mode d'agitation, l'équipement et la procédure employés à chaque étape du traitement, ainsi que toute information additionnelle nécessaire pour obtenir les résultats sensitométriques annoncés. Les valeurs de sensibilité et de contraste moyen obtenues avec différentes procédures de traitement peuvent varier de façon significative. Bien que l'on puisse obtenir différentes sensibilités et contrastes moyens pour un même film en faisant varier le traitement, l'utilisateur doit être averti que des variations sensitométriques et physiques peuvent accompagner ces changements de sensibilité et de contraste moyen.

5.5 Densitométrie

Sur les images développées on doit mesurer la densité instrumentale diffuse, visuelle, par transmission, normalisée ISO, en utilisant un densitomètre dont l'optique satisfait aux conditions géométriques spécifiées dans l'ISO 5/2 et aux conditions spectrales spécifiées dans l'ISO 5/3. On doit utiliser un champ de lecture d'une surface de 7 mm² minimum. Les lectures doivent être faites à au moins 1 mm des bords de la plage exposée.

5.6 Évaluation

5.6.1 Courbe sensitométrique

On obtient une courbe sensitométrique telle que celle de la figure en portant les valeurs de la densité ISO instrumentale, diffuse, visuelle, par transmission, en fonction du logarithme de base 10 des expositions K correspondantes, exprimées en grays.

5.6.2 Densité support plus voile

La densité du support plus voile doit être déterminée à l'aide d'un échantillon du même film non exposé et traité en même temps que l'échantillon exposé pour l'établissement de la courbe sensitométrique.

6 Classification du produit

6.1 Sensibilité ISO

6.1.1 Échelle des sensibilités ISO

Les valeurs de sensibilité données dans le tableau 1 sont obtenues à l'aide de la formule

$$S = \frac{1}{K_s}$$

où K_s est l'exposition, en grays, nécessaire pour produire une densité de 2,00 au-dessus du support + voile.

La sensibilité ISO doit être déduite directement de la valeur de $\lg K_s$ en utilisant le tableau 1 qui donne la méthode employée pour arrondir les chiffres.

6.1.2 Sensibilité ISO d'un produit

La sensibilité ISO d'un produit (à distinguer de celle d'un échantillon particulier) doit être basée sur la moyenne arithmétique des logarithmes d'exposition, $\lg K_s$, obtenus pour différents lots du produit, choisis, conservés et essayés comme spécifié ci-dessus. La sensibilité ISO d'un produit, correctement arrondie, est alors déterminée à partir de la valeur moyenne de $\lg K_s$ en utilisant le tableau 1. Puisque la sensibilité ISO dépend des conditions d'exposition et de traitement, elles doivent être indiquées lorsque l'on publie la valeur de la sensibilité ISO.

Tableau 1 — Échelle de sensibilité ISO

$\lg K_s$		Sensibilité ISO
de	à	
-3,05	-2,96	1 000
-2,95	-2,86	800
-2,85	-2,76	640
-2,75	-2,66	500
-2,65	-2,56	400
-2,55	-2,46	320
-2,45	-2,36	250
-2,35	-2,26	200
-2,25	-2,16	160
-2,15	-2,06	125
-2,05	-1,96	100
-1,95	-1,86	80
-1,85	-1,76	64
-1,75	-1,66	50
-1,65	-1,56	40
-1,55	-1,46	32
-1,45	-1,36	25
-1,35	-1,26	20
-1,25	-1,16	16
-1,15	-1,06	12
-1,05	-0,96	10
-0,95	-0,86	8
-0,85	-0,76	6
-0,75	-0,66	5
-0,65	-0,56	4

6.2 Contraste moyen ISO

6.2.1 Échelle des contrastes moyens ISO

L'échelle des contrastes moyens donnés dans le tableau 2 est calculée à l'aide de l'équation

$$\bar{G} = \frac{D_2 - D_1}{\lg K_2 - \lg K_1} = \frac{2,0}{\lg K_2 - \lg K_1}$$

où

D_1 est la densité de 1,50 au-dessus du support + voile;

D_2 est la densité de 3,50 au-dessus du support + voile;

K_1 est l'exposition nécessaire pour produire D_1 ;

K_2 est l'exposition nécessaire pour produire D_2 .

Dans quelques applications où la gamme de densité des radiographies est très limitée (comme dans le cas de radiographies de spécimens uniformes) il peut être plus approprié de mesurer un contraste moyen près du niveau de densité utilisée. Par exemple \bar{G} entre 1,50 et 2,50 au-dessus du support + voile peut être plus utile dans le cas où les densités sont proches de 2,00 au-dessus du support + voile. Cependant \bar{G} ne peut être appelé contraste moyen ISO que s'il est mesuré comme spécifié dans la présente Norme internationale.

Le contraste moyen ISO doit être déduit directement de la valeur de $\lg K_2 - \lg K_1$ en utilisant le tableau 2 qui donne la méthode employée pour arrondir les chiffres.

Tableau 2 — Échelle des contrastes moyens ISO

lg $K_2 - \lg K_1$		ISO \bar{G}
de	à	
0,73	0,69	2,8
0,68	0,65	3,0
0,64	0,61	3,2
0,60	0,58	3,4
0,57	0,55	3,6
0,54	0,52	3,8
0,51	0,49	4,0
0,48	0,46	4,2
0,45	0,44	4,5
0,43	0,42	4,8
0,41	0,39	5,0
0,38	0,37	5,3
0,36	0,35	5,6
0,34	0,33	6,0
0,32	0,31	6,3

6.2.2 Contraste moyen d'un produit

Le contraste moyen ISO d'un produit (à distinguer de celui d'un échantillon particulier) doit être basé sur la moyenne arithmétique des $\lg K_2 - \lg K_1$ obtenues pour différents lots du produit, choisis, conservés et essayés comme spécifié dans la présente Norme internationale. Le contraste moyen ISO d'un produit, correctement arrondi, est alors déterminé à partir de cette valeur moyenne en utilisant le tableau 2.

6.3 Précision

L'étalonnage de l'équipement et du traitement utilisés pour déterminer la sensibilité du film doit être suffisant pour assurer que l'erreur sur $\lg K_s$ est inférieure à $\pm 0,05$ et que l'erreur sur le contraste moyen est inférieure à $\pm 5 \%$.

7 Marquage et étiquetage du produit

7.1 Sensibilité ISO

La sensibilité déterminée par la méthode décrite dans la présente Norme internationale et exprimée selon l'échelle du tableau 1 devrait être appelée «sensibilité ISO» et exprimée sous la forme

ISO (1) 100

Le chiffre entre parenthèses indique la radiation utilisée [par exemple (1) pour la «source 1» décrite en 5.3.3.1].

7.2 Contraste moyen ISO

Le contraste moyen d'un produit déterminé par la méthode spécifiée dans cette mesure et exprimé selon l'échelle du tableau 2 devrait être appelé «contraste moyen ISO» et exprimé sous la forme

ISO (1) \bar{G} 4,3

7.3 Divers

Puisque la sensibilité ISO et le contraste moyen ISO dépendent du film mais aussi du traitement employé pour développer l'image, la description du traitement doit accompagner une valeur annoncée.

Les valeurs obtenues en suivant la présente Norme internationale ne sont pas comparables à celles obtenues en suivant des méthodes spécifiées dans d'autres normes. Pour cette raison, il est suggéré que les valeurs obtenues suivant la méthode décrite dans la présente Norme internationale soient appelées «industrielles».

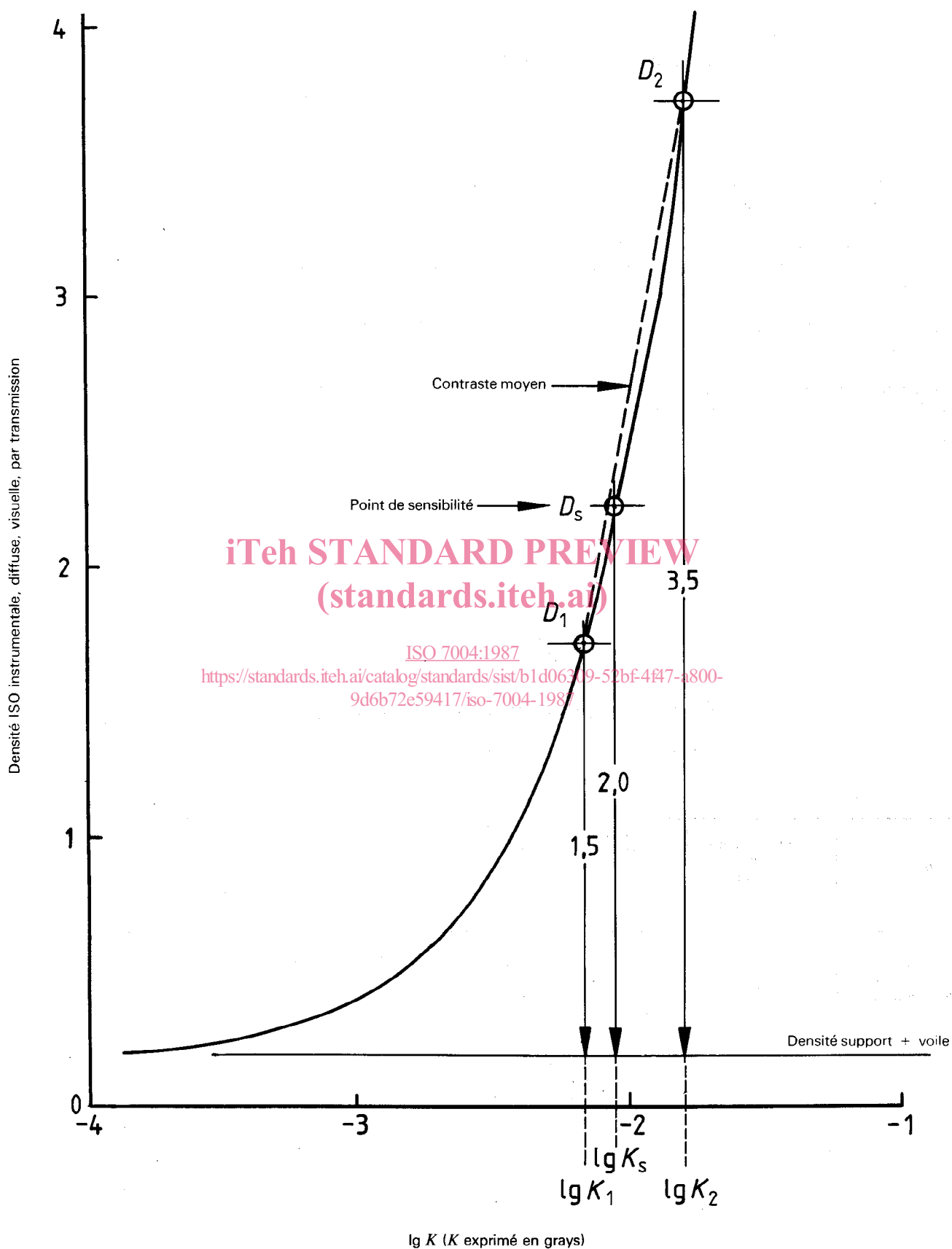


Figure — Détermination de la sensibilité ISO et du contraste moyen ISO

Annexe A

Étalonnage des chambres d'ionisation

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

Il est possible que l'on ne possède pas de chambres d'ionisation étalonnées pour les qualités de rayonnement décrites en 5.3.3. Dans ce cas, la réponse de la chambre d'ionisation à la qualité de rayonnement désirée peut être déterminée par interpolation, sur une courbe d'étalonnage couvrant une large gamme de couches de demi-absorption.

La réponse de la chambre d'ionisation pour les rayonnements ayant la couche de demi-absorption spécifiée en 5.3.3.1 et 5.3.3.2 peut être déterminée par interpolation sur la courbe d'étalonnage de l'annexe B, donnant les réponses des chambres d'ionisation en fonction des couches de demi-absorption.¹⁾

Les appareils de mesure à utiliser avec les rayons γ spécifiés en 5.3.3.3 et 5.3.3.4 doivent être étalonnés avec les rayons γ du cobalt 60 ou de l'iridium 192.

Pour la détermination de la sensibilité des films, on peut étalonner l'instrument de travail utilisé pour mesurer les expositions, par rapport à un instrument étalonné par un laboratoire de normalisation.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Annexe B

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b1d06309-52bf-4f47-a800-9d1b72e59417/iso-7004-1987>

Code de qualité des rayonnements

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

Dénomination NBS*	Haute tension (potentiel constant) kV	Épaisseur de la filtration inhérente approximative	Épaisseur de la filtration additionnelle				Épaisseur de la couche de demi-absorption
		Al mm	Pb	Sn	Cu	Al	Cu mm
HFG	150	1,5	0	1,5	4,0	2,5	2,4
HFI	200	1,5	0,7	4,0	0,6	2,5	4,1

* National Bureau of Standards (USA).

1) Tarif des essais du National Bureau of Standards, apparaissant dans le Titre 15 : Commerce et échanges avec l'étranger, chapitre II : National Bureau of Standards (US Department of Commerce), Sous-chapitre A : Tarifs des essais, partie 204 : Radiation Physics. *Federal Register*, vol. 25, n° 284, 22 décembre 1960, pp. 13215-13217 ; et vol. 26, n° 189, 30 septembre 1961, pp. 9224-9225.

Annexe C

Amélioration de la reproductibilité des expositions aux rayons X

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

Pour améliorer la reproductibilité des expositions à l'aide des tubes à rayons X, le générateur de rayons X doit remplir les conditions suivantes (basées sur l'ISO 4037) :

- a) les rayons X doivent être produits par un générateur du type à potentiel constant ;
- b) pendant une irradiation la valeur moyenne de la haute tension doit rester stable à ± 1 % ; on devrait pouvoir connaître cette valeur moyenne avec une tolérance de ± 1 % ;
- c) la cible du tube à rayons X doit être en tungstène et du type par réflexion.

Pour améliorer la reproductibilité de la mesure des rayons X, la chambre d'ionisation doit remplir les conditions suivantes :

- d) utiliser une chambre d'ionisation dont la variation de réponse est faible et connue en fonction de l'énergie des photons, sur la gamme d'énergie considérée ;
- e) certaines précautions doivent être prises pour mesurer les courants d'ionisation ; en particulier, il est essentiel d'être toujours dans des conditions de saturation et il est essentiel que des corrections soient faites pour les niveaux de radiation de fond, le bruit électronique ou la dérive de l'appareil de mesure, et les variations des conditions atmosphériques ;
- f) on doit employer une chambre de contrôle pour corriger les fluctuations dans le débit d'exposition.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7004:1987](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b1d06309-52bf-4f47-a800-9d6b72e59417/iso-7004-1987)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b1d06309-52bf-4f47-a800-9d6b72e59417/iso-7004-1987>

Annexe D

Mesurage du rayonnement diffusé

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

La méthode pour déterminer la quantité de rayonnement diffusé qui contribue à l'exposition peut varier suivant l'origine de ce rayonnement. Si le diamètre de la source du rayonnement est inférieur à 1/10 de sa distance au plan du film, la loi du carré des inverses peut être employée pour déterminer l'influence du rayonnement diffusé sur l'exposition d'un échantillon, comme suit :

Si d est la distance de la source, tracer la courbe du produit (exposition $\times d^2$) en fonction de d . En extrapolant cette courbe jusqu'à $d = 0$, on obtient la valeur du produit (exposition $\times d^2$), résultant du rayonnement primaire seulement. Soit P cette valeur. Pour satisfaire à la présente Norme internationale, la valeur réelle du produit (exposition $\times d^2$) pour la distance normale de l'essai, ne doit pas être supérieure à P de plus de 6 %.