NORME INTERNATIONALE

ISO 20769-1

Première édition
2018-09

Essais non destructifs — Examen radiographique de la corrosion et des dépôts dans les canalisations, par rayons X et rayons gamma —

Partie 1: Examen radiographique tangentiel

Non-destructive testing — Radiographic inspection of corrosion and deposits in pipes by X- and gamma rays —

Part 1: Tangential radiographic inspection

Numéro de référence
ISO 20769-1:2018(F)

© ISO 2018



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **v**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes et définitions **2**

4 Classification des techniques radiographiques **5**

5 Généralités **5**
5.1 Protection contre les rayonnements ionisants 5
5.2 Qualification du personnel 5
5.3 Identification des radiogrammes 5
5.4 Marquage 5
5.5 Recouvrement des films ou des images numériques 5
5.6 Types et positions des indicateurs de qualité d'image (IQI) 6
5.6.1 IQI à simple fil ou IQI à trous et à gradins 6
5.6.2 IQI duplex à fils (radiogrammes numériques) 6

6 Techniques recommandées pour la réalisation de radiogrammes **6**
6.1 Dispositions de contrôle 6
6.1.1 Généralités 6
6.1.2 Source de rayonnement alignée sur l'axe central de la canalisation 6
6.1.3 Source de rayonnement décalée par rapport à l'axe central de la canalisation 7
6.1.4 Alignement du faisceau et du film/détecteur 9
6.2 Choix de la source de rayonnement 9
6.3 Systèmes films et écrans métalliques 10
6.4 Écrans et blindage pour écrans photostimulables (radiographie numérique uniquement) 11
6.5 Réduction du rayonnement diffusé 13
6.5.1 Filtres et collimateurs 13
6.5.2 Interception du rayonnement rétrodiffusé 13
6.6 Distance source-détecteur 13
6.7 Couverture axiale et recouvrement 14
6.8 Comparateurs dimensionnels 15
6.9 Saturation d'image et utilisation de languettes de plomb pour éviter l'effet de saturation de l'image 17
6.10 Sélection de l'équipement de radiographie numérique 17
6.10.1 Généralités 17
6.10.2 Systèmes CR 18
6.10.3 Systèmes DDA 18

7 Sensibilité, qualité et évaluation du radiogramme ou de l'image numérique **18**
7.1 Évaluation de la qualité d'image 18
7.1.1 Généralités 18
7.1.2 Niveau de gris maximal dans le faisceau libre (radiogrammes numériques) 18
7.1.3 Rapport signal/bruit normalisé minimal (radiogrammes numériques) 18
7.2 Densité des films radiographiques 19
7.3 Traitement des films 20
7.4 Conditions d'observation des films 20
7.5 Étalonnage dimensionnel des radiogrammes ou des images numériques 20
7.5.1 Généralités 20
7.5.2 Mesurage des distances de la disposition de contrôle 21
7.5.3 Mesurage du diamètre extérieur de la canalisation 22
7.5.4 Comparateur dimensionnel 22
7.6 Mesurages d'épaisseur de paroi pour les films radiographiques 22
7.7 Mesurages d'épaisseur de paroi pour les radiogrammes numériques 23
7.7.1 Mesurages interactifs à l'écran 23

© ISO 2018 – Tous droits réservés

7.7.2 Méthodes d'analyse du profil des niveaux de gris 23
7.8 Mesurages de l'épaisseur restante pour la dégradation 24
7.8.1 Mesurages pour évaluer la dégradation interne 24
7.8.2 Mesurages pour évaluer la dégradation externe 26
8 Enregistrement, stockage, traitement et visualisation des images numériques 28
8.1 Numérisation et lecture d'une image 28
8.2 Technique multiradiogramme 28
8.3 Étalonnage des DDA 29
8.4 Interpolation des pixels défectueux 29
8.5 Traitement des images 29
8.6 Enregistrement et stockage des images numériques 29
8.7 Conditions d'observation sur moniteur 30
9 Rapport d'essai 30
Annexe A (informative) **Choix de la source de rayonnement pour différentes canalisations 32**
Annexe B (informative) **Mesurages de l'épaisseur restante pour évaluer la dégradation interne 33**
Annexe C (informative) **Mesurages de l'épaisseur restante pour évaluer la dégradation externe 36**
Bibliographie 41

 © ISO 2018 – Tous droits réservés

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 135, *Essais non destructifs*, sous-comité SC 5, *Contrôle par radiographie*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 20769 se trouve sur le site Web de l'ISO.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Essais non destructifs — Examen radiographique de la corrosion et des dépôts dans les canalisations, par rayons X et rayons gamma —

Partie 1:
Examen radiographique tangentiel

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les techniques fondamentales de radiographie film et de radiographie numérique permettant d'obtenir des résultats satisfaisants et reproductibles de façon économique. Ces techniques sont fondées sur les pratiques généralement reconnues et la théorie fondamentale sur ce sujet.

Le présent document s'applique à l'examen radiographique des canalisations en acier présentant des défauts induits par le service, tels que des piqûres de corrosion, une corrosion généralisée et l'érosion. Dans le présent document, il convient d'interpréter le terme « canalisation » au sens conventionnel ainsi que dans un sens plus large couvrant les autres corps cylindriques tels que les tubes, les conduites forcées, les corps de chaudière et les récipients sous pression.

La présente norme couvre uniquement l'examen des soudures visant à détecter l'éventuelle présence de défauts de type corrosion/érosion, et non les défauts classiques induits par les procédés de soudage.

Les canalisations peuvent être pourvues ou dépourvues d'isolation et faire l'objet d'une évaluation en cas de suspicion de perte de matière interne ou externe, par exemple due à la corrosion ou à l'érosion.

Le présent document traite de la technique d'examen radiographique tangentiel qui permet de détecter et de dimensionner la perte de matière dans le sens de l'épaisseur, notamment, avec la source:

a) alignée sur l'axe central de la canalisation; et

b) décalée de l'axe central de la canalisation d'une distance égale au rayon de la canalisation.

L'ISO 20769-2 couvre la radiographie double paroi et il faut noter que la technique double paroi/double image est souvent combinée avec l'examen radiographique tangentiel en plaçant la source sur l'axe central de la canalisation.

Le présent document s'applique aux examens radiographiques tangentiels qui utilisent des techniques de films radiographiques industriels, la radiographie numérique (CR) et les mosaïques de détecteurs numériques (DDA).

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 9712, *Essais non destructifs — Qualification et certification du personnel END*

ISO 11699-1, *Essais non destructifs — Film pour radiographie industrielle — Partie 1: Classification des systèmes films pour radiographie industrielle*

ISO 11699-2, *Essais non destructifs — Films utilisés en radiographie industrielle — Partie 2: Contrôle du traitement des films au moyen de valeurs de référence*

© ISO 2018 – Tous droits réservés

ISO 16371-1, *Essais non destructifs — Radiographie industrielle numérisée avec des plaques-images au phosphore — Partie 1: Classification des systèmes*

ISO 19232-5, *Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 5: Détermination de l'indice de flou de l'image à l'aide d'indicateurs de qualité d'image duplex à fils*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse http://www.electropedia.org/

3.1
épaisseur de paroi réelle
$t_{\text{réelle}}$
épaisseur réelle de la paroi de la canalisation qui peut différer de l'épaisseur nominale

3.2
couverture axiale
L_{d}
<sur le détecteur> étendue axiale totale de la section évaluée du radiogramme de la canalisation, mesurée sur le *détecteur* (3.8)

3.3
couverture axiale
L_{p}
<sur l'axe central de la canalisation> étendue axiale totale de la section évaluée du radiogramme de la canalisation, mesurée suivant l'axe central de cette dernière

3.4
résolution spatiale de base
$SR_{\text{b}}^{\text{détecteur}}$
<détecteur numérique> détail géométrique le plus petit qui puisse être résolu dans une image numérique avec un grossissement égal à 1; correspond à la moitié du flou de l'image mesurée dans une image numérique; correspond à la *taille du pixel* (3.19) effective de l'image grossie; et est déterminé par le plus petit nombre de la paire de duplex à fils qui ne peut être séparée par contrôle visuel ou par le plus petit nombre de la paire de duplex à fils dont la profondeur de modulation est inférieure à 20 % dans un profil linéarisé

Note 1 à l'article: Pour ce mesurage, l'IQI duplex à fils est placé directement sur la mosaïque de *détecteurs* (3.8) numériques ou sur l'écran photostimulable.

Note 2 à l'article: Les mesurages de $SR_{\text{b}}^{\text{détecteur}}$ et du flou sont décrits dans l'ISO 19232-5 et l'ASTM E2002[17].

3.5
résolution spatiale de base
$SR_{\text{b}}^{\text{image}}$
<image numérique> détail géométrique le plus petit qui puisse être résolu dans une image numérique avec un grossissement égal > à 1; correspond à la moitié du flou de l'image mesurée dans une image numérique; correspond à la *taille du pixel* (3.19) effective de l'image grossie; et est déterminé par le plus petit nombre de la paire de duplex à fils qui ne peut être séparée par contrôle visuel ou par le plus petit nombre de la paire de duplex à fils dont la profondeur de modulation est inférieure à 20 % dans un profil linéarisé

Note 1 à l'article: Les mesurages de $SR_{\text{b}}^{\text{image}}$ et du flou sont décrits dans l'ISO 19232-5 et l'ASTM E2002[17].

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.6
comparateur
C
objet de référence de dimension définie c et matériel utilisé pour l'étalonnage dimensionnel d'une image radiographique

3.7
radiographie numérique
CR
système complet composé d'un *écran photostimulable à mémoire (IP)* (3.23) et d'un dispositif de lecture correspondant (lecteur numériseur ou lecteur), qui convertit les informations de l'IP en image numérique ainsi que du logiciel de commande du dispositif de lecture

3.8
détecteur
D
dispositif de détection composé d'un système film pour la radiographie industrielle (voir l'ISO 11699-1) ou d'un système de radiographie numérique utilisant un système CR ou un système DDA

Note 1 à l'article: Les systèmes films et les IP peuvent faire office de détecteurs flexibles et courbes ou être utilisés dans des cassettes planes.

3.9
mosaïque de détecteurs numériques
DDA
dispositif électronique avec son logiciel de commande assurant la conversion du rayonnement ionisant ou pénétrant en une matrice discrète de signaux analogiques qui sont ensuite numérisés et transférés vers un ordinateur pour affichage sous forme d'image numérique correspondant au motif projeté sur la zone de détection du dispositif

3.10
dimension projetée du comparateur
c'
dimension du *comparateur* (3.6), mesurée au niveau du *détecteur* (3.8)

3.11
diamètre extérieur projeté
$D_e{}'$
diamètre projeté du comparateur, mesuré au niveau du détecteur

3.12
épaisseur traversée maximale
w_{max}
épaisseur maximale de matière d'une canalisation traversée pour une tangente à la surface intérieure de cette canalisation

3.13
épaisseur de paroi mesurée
t_{mes}
épaisseur de la paroi de la canalisation mesurée sur le radiogramme ou l'image numérique

3.14
épaisseur de paroi nominale
t
épaisseur de la paroi de la canalisation donnée par le fabricant sans considération des tolérances de fabrication

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.15
rapport signal/bruit normalisé
RSB_N
rapport signal/bruit, normalisé par la *résolution spatiale de base, SR_b^{image}*, (3.5) tel que mesuré directement dans l'image numérique et/ou calculé à partir du $RSB_{mesuré}$, par:

$$RSB_N = RSB_{mesuré} \frac{88{,}6\ \mu m}{SR_b}$$

Note 1 à l'article: SR_b^{image} peut être remplacé par $SR_b^{détecteur}$ (3.4) à un grossissement égal à 1.

3.16
diamètre extérieur
D_e
diamètre extérieur nominal de la canalisation donnée par le fabricant sans considération des tolérances de fabrication

3.17
distance axe central de la canalisation-détecteur
PDD
distance entre l'axe central de la canalisation et le *détecteur* (3.8)

3.18
taille de pixel
distance géométrique centre à centre entre des pixels adjacents situés sur une même ligne (pas horizontal) ou colonne (pas vertical) d'une image numérisée

[SOURCE: ISO 14096-2:2005, 3.2]

3.19
rapport signal/bruit
RSB
rapport entre la valeur moyenne des valeurs de gris linéarisées et l'écart-type des valeurs de gris linéarisées (bruit) dans une zone d'intérêt donnée d'une image numérique

3.20
dimension de la source
d
dimension de la source de rayonnement

[SOURCE: ISO 16371-2:2017, 3.15]

3.21
distance source-détecteur
SDD
distance entre la source de rayonnement et le *détecteur* (3.8) mesurée dans la direction du faisceau

3.22
distance source-centre de la canalisation
SPD
distance entre la source de rayonnement et le centre (l'axe) de la canalisation, mesurée dans la direction du faisceau

3.23
écran photostimulable à mémoire
IP
matériau luminescent photostimulable capable de stocker une image radiographique latente d'un matériau en cours d'examen et qui génère une luminescence proportionnelle au rayonnement absorbé quand il est stimulé par une source de lumière rouge d'une longueur d'onde appropriée

© ISO 2018 – Tous droits réservés