

---

---

**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**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

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

*Part 1: Tangential radiographic inspection*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91ef771-d3e3-4c87-83f-c0d0e091ac88/iso-20769-1-2018>



## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 20769-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91ef771-d3e3-4c87-8f3f-c0d0e091ac88/iso-20769-1-2018>



### 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](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Classification des techniques radiographiques</b> .....	<b>5</b>
<b>5 Généralités</b> .....	<b>5</b>
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
<b>6 Techniques recommandées pour la réalisation de radiogrammes</b> .....	<b>6</b>
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
<b>7 Sensibilité, qualité et évaluation du radiogramme ou de l'image numérique</b> .....	<b>18</b>
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

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
<b>8</b>	<b>Enregistrement, stockage, traitement et visualisation des images numériques .....</b>	<b>28</b>
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
<b>9</b>	<b>Rapport d'essai.....</b>	<b>30</b>
<b>Annexe A</b> (informative)	<b>Choix de la source de rayonnement pour différentes canalisations.....</b>	<b>32</b>
<b>Annexe B</b> (informative)	<b>Mesurages de l'épaisseur restante pour évaluer la dégradation interne ..</b>	<b>33</b>
<b>Annexe C</b> (informative)	<b>Mesurages de l'épaisseur restante pour évaluer la dégradation externe ..</b>	<b>36</b>
<b>Bibliographie</b> .....		<b>41</b>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 20769-1:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91ef771-d3e3-4c87-8f3f-c0d0e091ac88/iso-20769-1-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91ef771-d3e3-4c87-8f3f-c0d0e091ac88/iso-20769-1-2018>

## 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](http://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](http://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](http://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](http://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.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 20769-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91ef771-d3e3-4c87-8f3f-c0d0e091ac88/iso-20769-1-2018>

# 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 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

$t_{réelle}$   
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

$SR_{b,détecteur}$   
<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  $SR_{b,détecteur}$  et du flou sont décrits dans l'ISO 19232-5 et l'ASTM E2002[17].

#### 3.5 résolution spatiale de base

$SR_{b,image}$   
<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  $SR_{b,image}$  et du flou sont décrits dans l'ISO 19232-5 et l'ASTM E2002[17].



**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** $t_{\text{mes}}$ 

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

### 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:

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

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]

(standards.iteh.ai)

### 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

ISO 20769-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91ef771-d3e3-4c87-83f6-60d0e091ac88/iso-20769-1-2018>

60d0e091ac88/iso-20769-1-2018

### 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

## 4 Classification des techniques radiographiques

Les techniques d'examen radiographique tangentiel sont réparties en deux classes:

- classe TA, techniques de base;
- classe TB, techniques améliorées.

Les techniques de base, de classe TA, sont destinées à l'examen radiographique tangentiel d'une perte de paroi généralisée, telle que celle due à l'érosion ou à une corrosion à grande échelle.

Il convient d'utiliser les techniques améliorées, de classe TB, pour un examen radiographique tangentiel plus exigeant de défauts localisés de type piqûres de corrosion, qui nécessitent une sensibilité plus élevée pour la détection et le dimensionnement.

Des techniques encore améliorées par rapport à la classe TB sont possibles et peuvent être convenues entre les parties contractantes par une spécification de tous les paramètres d'essai appropriés.

Le choix de la technique radiographique doit faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

## 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 matériel à rayons X ou de sources radioactives doit être soumise à des mesures appropriées afin d'assurer la sécurité et la santé du personnel.

### 5.2 Qualification du personnel

ISO 20769-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b91ef771-d3e3-4c87-83f-c0d0e091ac88/iso-20769-1-2018>

Le personnel effectuant des examens non destructifs conformément au présent document doit être qualifié conformément à l'ISO 9712 ou équivalent à un niveau approprié du secteur industriel concerné.

En cas d'utilisation de détecteurs numériques, le personnel doit pouvoir justifier d'une formation et de qualifications supplémentaires dans le domaine de la radiologie numérique industrielle.

### 5.3 Identification des radiogrammes

Des symboles doivent être apposés sur chaque partie de l'objet radiographié. Les images de ces symboles doivent apparaître sur les radiogrammes, si possible en dehors de la zone examinée, et doivent permettre l'identification sans équivoque de cette dernière.

### 5.4 Marquage

Il convient d'apposer des marquages permanents sur la pièce 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 peuvent être reportées sur des schémas précis.

### 5.5 Recouvrement des films ou des images numériques

Lorsque la radiographie d'une zone nécessite au moins deux films ou détecteurs distincts, ceux-ci doivent présenter un recouvrement suffisant afin de garantir que la zone à contrôler est totalement radiographiée. Cela doit être vérifié par un repère absorbant placé sur la surface de l'objet et qui apparaît sur chaque film ou détecteur. Si les radiogrammes sont pris de manière séquentielle, le repère absorbant doit être visible sur chaque radiogramme.

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

### 5.6.1 IQI à simple fil ou IQI à trous et à gradins

Pour l'examen radiographique tangentiel, les IQI à simple fil ou les IQI à trous et à gradins ne sont pas applicables.

### 5.6.2 IQI duplex à fils (radiogrammes numériques)

Il convient d'utiliser des IQI conformes à l'ISO 19232-5 pour le mesurage de la résolution spatiale de base du système CR/DDA dans un radiogramme de référence (voir 7.1.3 et l'Annexe A). L'IQI duplex à fils doit être placé adjacent à l'écran photostimulable ou à la mosaïque de détecteurs et être incliné de quelques degrés ( $2^\circ$  à  $5^\circ$ ) par rapport aux rangées ou colonnes numériques de l'image numérique.

## 6 Techniques recommandées pour la réalisation de radiogrammes

### 6.1 Dispositions de contrôle

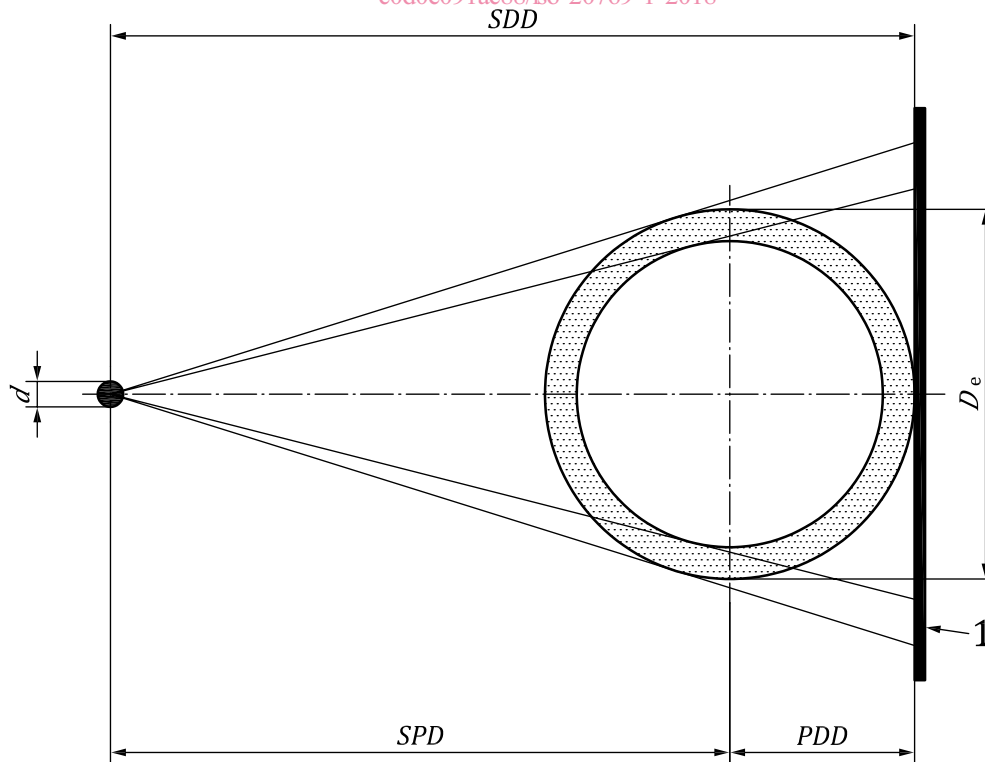
#### 6.1.1 Généralités

Les techniques radiographiques conformes aux 6.1.2 et 6.1.3 doivent normalement être utilisées. Pour les deux techniques, le film ou le détecteur numérique doit être placé aussi près que possible de la canalisation.

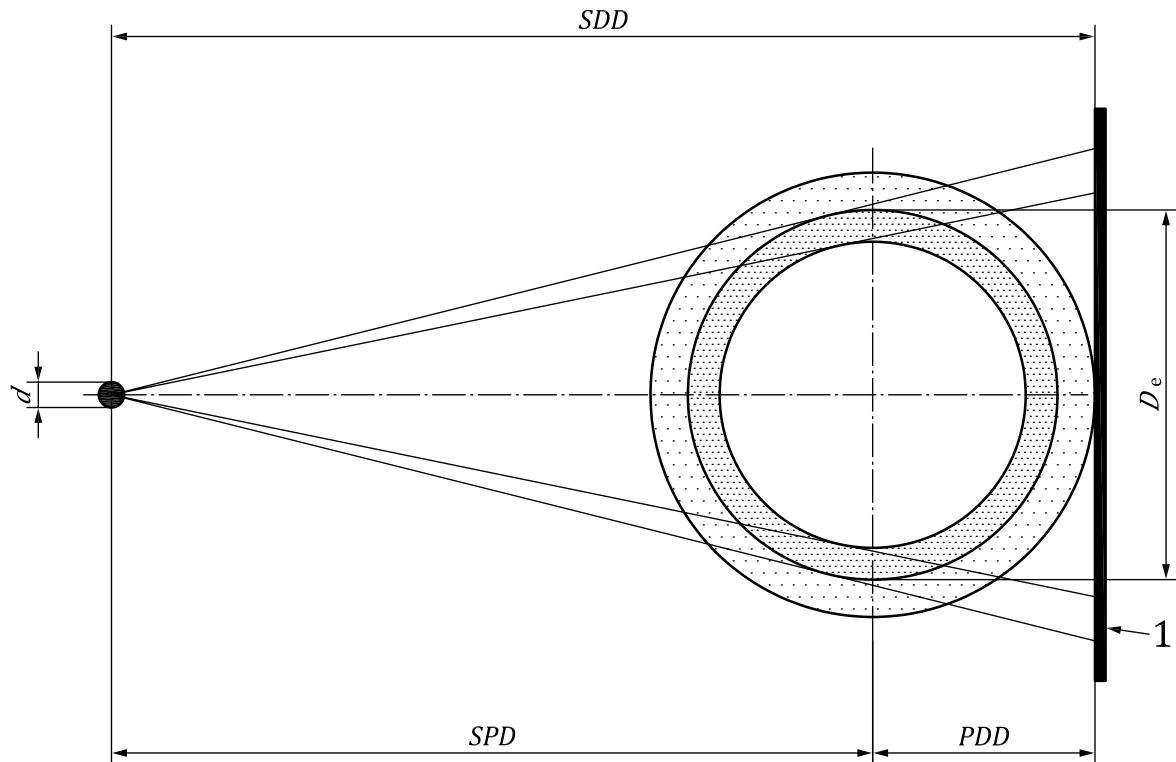
iTeh STANDARD PREVIEW

#### 6.1.2 Source de rayonnement alignée (sur l'axe central de la canalisation)

Pour cette disposition, la source est placée devant la canalisation et le film/détecteur du côté opposé, comme le montre la Figure 1. La canalisation peut être dépourvue d'isolation [Figure 1 a)] ou être isolée [Figure 1 b)].



a) Canalisation non isolée



iTeh STANDARD PREVIEW  
 b) Canalisation isolée  
 (standards.iteh.ai)

#### Légende

1 détecteur,  $D$

ISO 20769-1:2018

Figure 1 — Disposition de contrôle et distances pour l'examen radiographique tangentiel, la source étant alignée sur l'axe central de la canalisation

Il est à noter que les pertes aux parois peuvent être situées sur le diamètre intérieur ou extérieur, ou sur les deux surfaces de la canalisation.

#### 6.1.3 Source de rayonnement décalée par rapport à l'axe central de la canalisation

Pour cette disposition, la source de rayonnement est placée devant la canalisation et le film/détecteur du côté opposé, comme le montrent la [Figure 2 a\)](#) (canalisation non isolée) et la [Figure 2 b\)](#) (canalisation isolée).