



Conception, essais et rendement des appareils d'exposition

RD/GD-352

Janvier 2012



Conception, essais et rendement des appareils d'exposition

RD/GD-352

© Ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) 2012

Numéro de catalogue : CC172-80/2012F-PDF

ISBN : 978-1-100-98618-0

La reproduction d'un extrait quelconque du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source en entier. Toutefois, la reproduction de ce document en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

Also published in English as: RD/GD 352, Design, Testing and Performance of Exposure Devices

Disponibilité du document

On peut consulter le document sur le site Web de la CCSN à suretenucleaire.gc.ca.

Pour obtenir un exemplaire du document en français ou en anglais, veuillez communiquer avec :

Commission canadienne de sûreté nucléaire
280, rue Slater
C.P. 1046, Succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CANADA

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (au Canada seulement)

Télécopieur : 613-995-5086

Courriel : info@cnsccsn.gc.ca

Site Web : suretenucleaire.gc.ca

Préface

La gammagraphie industrielle est réglementée par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). La gammagraphie industrielle est une méthode d'essais non destructifs qui fait appel à des sources scellées radioactives de haute activité pour examiner la structure de soudures, de moulages et de composants de bâtiments, afin de détecter les failles et les erreurs ou pour s'assurer que les travaux dans une zone n'auront pas d'incidence sur les systèmes existants cachés tels que les tuyaux et les fils électriques. L'utilisation d'un appareil d'exposition pour les essais non destructifs est bénéfique, car il est portatif, n'exige aucune source d'énergie externe et peut servir sur divers terrains.

L'utilisation étendue de sources scellées radioactives, avec leur potentiel d'administration immédiate de doses élevées de rayonnement, signifie que la CCSN et la communauté internationale perçoivent la gammagraphie industrielle comme une activité présentant des risques élevés.

Le *Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement (RSNAR)* exige que les appareils d'exposition, qui comprennent les accessoires connexes et tous les autres appareils à rayonnement soient homologués par la CCSN avant d'être utilisés au Canada. Cette homologation ne saurait en aucun cas être considérée comme un permis d'utilisation ou d'entretien. L'équipement utilisé pour la gammagraphie industrielle doit être homologué par la CCSN avant de pouvoir être utilisé au Canada.

Le présent document contient des directives sur la conception, les essais et le rendement des appareils d'exposition afin de demander l'homologation d'un appareil d'exposition en vertu de l'article 12 du RSNAR. Les personnes qui soumettent une demande d'homologation doivent démontrer de manière exhaustive que l'appareil d'exposition et ses accessoires sont conçus pour fonctionner de manière sûre.

Ce document ne couvre pas le transport des appareils d'exposition, pas plus que l'accréditation des opérateurs d'appareil d'exposition et leurs obligations au moment d'utiliser ces appareils. Le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* précise les exigences en matière de transport. Le RSNAR régit l'accréditation des opérateurs d'appareils d'exposition et leurs obligations au moment de faire fonctionner de tels appareils.

Le document RD/GD-352 traite abondamment de la norme ISO 3999:2004 établie de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), *Radioprotection – Appareils pour radiographie gamma industrielle – Spécifications de performance, de conception et d'essais* [1].

Aucun élément contenu dans ce document ne doit être interprété par le demandeur comme une autorisation de déroger aux exigences des règlements pertinents. Le demandeur a la responsabilité d'identifier toutes les lois ou les normes applicables et d'y adhérer.

Table des matières

1.	Introduction.....	1
1.1	Objet	1
1.2	Portée	1
1.3	Réglementation pertinente	1
1.4	Normes nationales et internationales	2
2.	Critères d'examen de la demande	2
2.1	Explication des termes	2
2.2	Principales spécifications de la norme ISO.....	2
2.3	Modification des exigences de la norme ISO	3
2.3.1	Conception générale	3
2.3.2	Sources scellées	3
2.3.3	Dispositifs de sûreté : fonctionnement du mécanisme de blocage automatique....	3
2.3.4	Étalonnage et entretien des radiamètres.....	3
2.3.5	Résistance dans les conditions normales de service	3
2.3.6	Essai de stabilité vibrationnelle	4
2.3.7	Étiquetage	4
2.3.8	Documents d'accompagnement : instructions d'utilisation	4
2.4	Spécifications non incluses dans la norme ISO	4
2.4.1	Changeur de source.....	4
2.4.2	Gaine d'injection.....	4
2.5	Utilisation d'équipement auxiliaire autre que celui d'origine	5
3.	Homologation de la conception d'un appareil d'exposition.....	5
	Lexique.....	7
	Références.....	9
	Renseignements supplémentaires	11

RD/GD-352, Conception, essais et rendement des appareils d'exposition

1. Introduction

1.1 Objet

Le présent document fournit des directives sur la conception, les essais et le rendement des appareils d'exposition qui contiennent des sources scellées radioactives, ainsi que de leurs accessoires.

1.2 Portée

Le présent document traite des spécifications relatives à la conception, aux essais et au rendement de tout le système d'un appareil d'exposition, dont le système de commande à distance, l'appareil d'exposition, la gaine d'injection et le changeur de source. L'utilisation d'accessoires de fabricants d'équipements non originaux est aussi abordée.

Ce document ne couvre pas le transport des appareils d'exposition, ni l'accréditation des opérateurs d'appareil d'exposition et leurs obligations au moment d'utiliser ces appareils. Le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* précise les exigences en matière de transport. Le *Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement* régit l'accréditation des opérateurs d'appareils d'exposition et leurs obligations au moment de faire fonctionner de tels appareils.

1.3 Réglementation pertinente

Les dispositions du *Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement* qui s'appliquent à ce document sont les suivantes :

1. l'article 1 définit les termes « appareil d'exposition », « appareil à rayonnement », « source scellée » et « assemblage de source scellée ».
2. les paragraphes 11(1) et 11(2) stipulent que :
 - (1) Il est interdit d'utiliser un appareil à rayonnement à moins que celui-ci ne soit, selon le cas :
 - (a) d'un modèle homologué; ou
 - (b) utilisé conformément au permis qui en autorise l'usage à des fins de développement.
 - (2) Il est interdit de transférer un appareil à rayonnement pour usage au Canada à moins qu'il ne soit d'un modèle homologué.
3. le paragraphe 12(1) présente la liste de renseignements qu'une demande doit comprendre pour homologuer un appareil d'exposition.
4. le paragraphe 12(2) prévoit que « La Commission ou le fonctionnaire désigné peut demander tout autre renseignement nécessaire... ».
5. l'article 18 énumère les exigences concernant les épreuves d'étanchéité.

Voici la disposition du *Règlement sur la radioprotection* qui s'applique à ce document :

1. le paragraphe 20(1) énumère les exigences concernant l'étiquetage des récipients et des appareils à rayonnement.

1.4 Normes nationales et internationales

L'examen d'une demande d'homologation d'un appareil d'exposition repose sur la norme ISO 3999:2004 de l'Organisation internationale de normalisation, *Radioprotection – Appareils pour radiographie gamma industrielle – Spécifications de performance, de conception et d'essais* [1]. Dans le cadre du présent document, toute mention de la norme ISO fait référence à la norme ISO 3999:2004.

Aucun élément contenu dans ce document ne doit être interprété par le demandeur comme une autorisation de déroger aux exigences des règlements pertinents. Le demandeur a la responsabilité d'identifier toutes les lois ou les normes applicables et d'y adhérer.

2. Critères d'examen de la demande

Afin d'évaluer une demande d'homologation d'un appareil d'exposition, cette section décrit les exigences de la CCSN en matière de renseignements qui sont différentes de celles formulées dans la norme ISO 3999:2004.

2.1 Explication des termes

Les termes suivants s'appliquent dans le cadre du document :

1. la mention de norme ISO fait référence à la norme ISO 3999:2004 de l'Organisation internationale de normalisation
2. s'il y a lieu, les termes couramment utilisés dans l'industrie sont (entre parenthèses)
3. le terme « appareil pour radiographie gamma industrielle » est décrit dans la norme ISO susmentionnée. Toutefois, dans le présent document, il est remplacé par le terme « appareil d'exposition », tel que défini dans le RSNAR
4. un accessoire d'appareil d'exposition se décrit comme tout équipement utilisé en conjonction avec un projecteur qui commande ou guide l'assemblage de source scellée ou qui entre en contact avec l'assemblage de source scellée. Les accessoires sont les suivants :
 - a. ensemble source/porte-source
 - b. télécommande, qui comprend la gaine du câble de commande, le raccord du câble de commande, l'adaptateur de commande et le mécanisme de commande
 - c. gaine d'éjection (tube de guidage)
 - d. dispositif d'irradiation
 - e. limiteur de faisceau (collimateur) – lorsque conçu comme pièce intégrante d'une tête d'exposition. **Remarque :** Un obturateur de faisceau conçu pour être fixé sur la tête d'exposition n'est pas un accessoire et, par conséquent, ne nécessite pas d'homologation
 - f. changeur de source

2.2 Principales spécifications de la norme ISO

La conception d'un appareil d'exposition doit respecter le principe du niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (niveau ALARA). La demande doit décrire les options de conception de l'appareil, ainsi que les résultats de l'évaluation du niveau ALARA de ces options, menant au choix de la conception soumise à des fins d'homologation. La demande doit comprendre une évaluation des doses de rayonnement prévues liées à la conception finale, ainsi que les facteurs clés qui orientent ce choix.

2.3 Modification des exigences de la norme ISO

Les recommandations suivantes complètent la norme ISO dans le but de satisfaire aux exigences de la CCSN.

2.3.1 Conception générale

La norme ISO exige que la conception des appareils d'exposition leur permette de fonctionner à des températures se situant entre -10 °C et 45 °C. Toutefois, compte tenu du climat canadien, les appareils devraient fonctionner de manière satisfaisante dans une plage de températures plus large, soit entre -40 °C et 45 °C.

2.3.2 Sources scellées

La norme ISO exige que la source scellée radioactive soit conforme à la norme ISO 2919:1999 [2]. L'ANSI/HPS N43.6-1997 *Sealed Radioactive Sources - Classification* [3] est aussi acceptable pour l'homologation des appareils d'exposition par la CCSN.

2.3.3 Dispositifs de sûreté : fonctionnement du mécanisme de blocage automatique

La norme ISO ne couvre pas les appareils d'exposition qui utilisent un mécanisme d'obturation pour blinder l'assemblage de source scellée dans la position de blocage. Dans ces cas, le mécanisme d'obturation doit comprendre un mécanisme qui le bloque automatiquement en position blindée chaque fois que l'assemblage de source scellée repasse de la position d'exposition à la position entièrement blindée. Une opération intentionnelle sur l'appareil d'exposition ou la télécommande devrait être requise pour dégager le mécanisme d'obturation.

Le mécanisme de blocage ne devrait jamais empêcher la source de reprendre la position blindée.

2.3.4 Étalonnage et entretien des radiamètres

Les exigences concernant l'étalonnage et le fonctionnement adéquats des radiamètres doivent être conformes à la version actuelle de la norme internationale IEC 60846-1 *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma, - Partie 1 : Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement* [4], au moment de la fabrication de l'appareil à rayonnement, ou à une norme équivalente.

2.3.5 Résistance dans les conditions normales de service

2.3.5.1 Général

À moins que l'appareil d'exposition et ses accessoires n'aient déjà fait l'objet d'essais similaires ou plus rigoureux pour d'autres normes, ils doivent être soumis aux essais décrits dans la norme ISO. Les appareils d'exposition produits doivent être équivalents à l'unité testée.

La référence au document IAEA-STI-PUB 998 dans la norme ISO devrait être remplacée par le *Règlement de transport des matières radioactives* n° TS-R-1 de l'AIEA, édition de 1996 (révisée) [5] et le guide de sûreté document n° TS-G-1.1, *Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*, 2002 de la Collection Normes de sûreté de l'AIEA [6].

2.3.5.2 Essai d'endurance

L'essai d'endurance doit mener à la conclusion que l'appareil d'exposition fonctionne normalement et que l'intégrité de la gaine libre ou de l'enceinte du blindage n'est pas altérée par l'usure. Un endoscope, ou un appareil d'essai équivalent, doit être utilisé pour déceler toute fatigue ou usure du tube en S.

2.3.6 Essai de stabilité vibrationnelle

Il est possible d'utiliser l'essai aux vibrations décrit au paragraphe 6.4.5 de la norme ISO ou celui décrit au paragraphe 6.2.2 de la norme ANSI N43.9-1991 *American National Standard for Gamma Radiography – Specifications for Design and Testing of Apparatus* [7].

2.3.7 Étiquetage

Le paragraphe 20(1) du *Règlement sur la radioprotection* doit être respecté en ce qui a trait à l'étiquetage des récipients et des appareils à rayonnement. Ils doivent porter une étiquette sur laquelle figure le symbole de mise en garde contre les rayonnements ionisants (voir l'annexe 3 du Règlement) et les mots « RAYONNEMENT – DANGER – RADIATION ». Les composantes essentielles de l'équipement connexe incluent le raccord de la gaine d'injection, l'adaptateur de commande, le câble de commande et l'assemblage de source. À l'exception du câble de commande, ces composants doivent être inscrits de façon durable et lisible pour identifier le fabricant.

2.3.8 Documents d'accompagnement : instructions d'utilisation

En plus de la liste figurant au paragraphe 9.3 de la norme ISO, des instructions sur les conditions et les restrictions concernant l'utilisation doivent être fournies, y compris les conditions ambiantes (comme la température, la pression et l'humidité), l'environnement chimique et les restrictions sous l'eau.

2.4 Spécifications non incluses dans la norme ISO

Les recommandations suivantes s'ajoutent à la norme ISO.

2.4.1 Changeur de source

Le changeur de source devrait être conçu de manière à s'assurer que la source ne sera pas accidentellement retirée du changeur au moment de connecter ou de déconnecter le câble de commande de l'assemblage de source. Le changeur de source devrait aussi être équipé d'un mécanisme de verrouillage conçu pour prévenir le retrait non autorisé ou accidentel de la source scellée de sa position blindée.

2.4.2 Gaine d'injection

La gaine d'injection (tube de guidage) devrait comprendre une tête d'exposition ou être conçue pour qu'une tête d'exposition puisse y être fixée. Ceci devrait empêcher l'assemblage de source scellée de sortir par l'extrémité de la gaine d'injection.

Remarque : Un obturateur de faisceau (collimateur) peut servir de tête d'exposition.

2.5 Utilisation d'équipement auxiliaire autre que celui d'origine

L'équipement auxiliaire ou les composantes de fabricants d'équipement autres que celui d'origine peuvent être utilisés, à condition que cet équipement auxiliaire ou que ces composantes remplissent les critères suivants et aient été homologués par la CCSN :

1. La taille, les spécifications des matériaux et les dimensions sont identiques à celles du prototype qui a été testé conformément à ce document
2. Ils sont construits dans le respect des exigences en matière d'assurance de la qualité spécifiées dans la norme ISO
3. Il a été prouvé, par des essais sur prototype documentés ou des méthodes analytiques, que les accessoires ou les composantes autres que ceux d'origine correspondent aux spécifications en matière de conception, d'essai et de rendement de ce document

Plutôt que d'homologuer chaque composante, la CCSN homologue seulement l'équipement auxiliaire complet en tant qu'unité pour un projecteur particulier.

3. Homologation de la conception d'un appareil d'exposition

Une fois délivrée, l'homologation d'un appareil d'exposition ne s'applique qu'à une conception de modèle de projecteur, ainsi qu'à des conditions de fonctionnement et à des accessoires précis. Tout changement à la conception ou à l'utilisation pourrait nécessiter une nouvelle homologation de l'appareil à rayonnement.

Lexique

Les termes et définitions suivants sont utilisés aux fins du présent document d'orientation. Les définitions tirées de la norme ISO 3999:2004 sont marquées d'un astérisque (*), et les termes couramment utilisés dans l'industrie sont entre parenthèses.

adaptateur de commande

Composante de l'assemblage de commande qui fixe celui-ci au projecteur.

assemblage de commande, mécanisme de commande

Voir Télécommande.

câble de commande*

Câble ou autre outil mécanique utilisé pour faire entrer l'assemblage de source scellée dans le projecteur ou l'en faire sortir à l'aide d'une télécommande.

changeur de source

Dispositif utilisé pour stocker, transporter et changer les assemblages de source des appareils d'exposition.

déconnecté

État dans lequel se trouve l'assemblage de source scellée lorsqu'il est dégagé par inadvertance du câble de commande.

endoscope

Appareil d'inspection composé d'un tube optique rigide ou flexible, que l'on introduit dans les trous et les cavités pour les inspecter. Il est constitué d'une lentille placée à l'avant d'un long tube contenant des relais d'image et d'illumination.

gaine d'injection* (tube de guidage)

Tube flexible ou rigide servant à guider l'assemblage de source scellée du projecteur à l'endroit où la source est exposée et à fournir les connexions nécessaires pour le fixer au projecteur et à la tête d'exposition, à moins qu'il ne comprenne déjà la tête d'exposition.

gaine du câble de commande*

Tube rigide ou flexible servant à protéger physiquement le câble de commande et à le guider jusqu'au projecteur à l'aide d'une télécommande.

mauvaise connexion

État dans lequel se trouve la télécommande lorsqu'elle est fixée au projecteur sans que le câble de commande soit fixé à l'assemblage de source scellée.

mécanisme de commande

Voir Télécommande.

obturateur

Système ou appareil situé à l'intérieur du récipient de la source, entre la position blindée et non blindée de la source, qui peut être activé de façon manuelle, électrique ou pneumatique à l'aide d'un mécanisme de commande de la source.

obturateur de faisceau* (collimateur)

Dispositif de blindage, situé à l'endroit où la source est exposée, conçu pour réduire le débit de dose de rayonnement dans les directions autres que celle voulue.

Remarque : L'obturateur de faisceau peut être conçu pour être utilisé avec une tête d'exposition, ou une tête d'exposition peut y être ajoutée comme partie intégrante du dispositif.

organe de transmission de la source de l'appareil d'exposition (tube en S)

Tube, à l'intérieur du projecteur, dans lequel se trouve la source scellée lorsqu'elle n'est pas utilisée.

porte-source*

Support, ou dispositif de fixation, grâce auquel une source scellée ou une source simulée peut être incluse directement dans le projecteur ou placée à l'extrémité du câble de commande.

Remarque : Le porte-source peut être une partie intégrante de l'assemblage de la source scellée ou peut être démontable afin de remplacer la source scellée.

position de blocage*

État dans lequel se trouvent le projecteur et l'assemblage de source scellée lorsque celle-ci est entièrement blindée et que son mouvement est restreint dans le projecteur.

Remarque : Dans la position de blocage, le dispositif n'a pas besoin d'être verrouillé.

position verrouillée*

État dans lequel se trouve un assemblage de source scellée, avec un projecteur ou un changeur de source, lorsqu'il est dans la position de blocage verrouillée.

projecteur* (caméra de gammagraphie)

Gaine en forme de contenant conçue pour permettre l'utilisation contrôlée du rayonnement gamma et d'un assemblage de source scellée.

raccord de la gaine d'injection (raccord du tube de guidage)

Composante utilisée pour fixer le tube de guidage à l'appareil d'exposition.

raccord du câble de commande

Composante utilisée pour fixer le câble de commande à l'assemblage de source.

télécommande* (système de télécommande, mécanisme à manivelle, assemblage de commande, mécanisme de commande)

Dispositif permettant à l'opérateur de déplacer l'assemblage de source scellée à partir de l'endroit où la source est exposée ou jusqu'à cet endroit tout en restant à une distance sécuritaire du projecteur.

Remarque : La télécommande inclut le mécanisme de commande et, le cas échéant, le câble de commande, la gaine du câble de commande, ainsi que les raccords et les fixations nécessaires, le cas échéant.

tête d'exposition*

Dispositif qui dirige la source scellée dans l'assemblage de source scellée à l'endroit où la source est exposée, et qui empêche l'assemblage de source scellée de sortir de la gaine d'injection.

Remarque : Un obturateur de faisceau peut aussi servir de tête d'exposition.

Références

1. Organisation internationale de normalisation (ISO), ISO 3999:2004, *Radioprotection – Appareils pour radiographie gamma industrielle – Spécifications de performance, de conception et d'essais*, deuxième édition, Genève, 2004.
2. Organisation internationale de normalisation (ISO), ISO 2919:1999, *Radioprotection – Sources radioactives scellées – Prescriptions générales et classification*, Genève, 1999.
3. American National Standards Institute, ANSI/HPS N43.6-1997, *Sealed Radioactive Sources - Classification*, New York, 1997.
4. Commission Electrotechnique Internationale (CEI), IEC 60846-1, *Instrumentation pour la radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma – Partie 1 : Instruments de mesure et de surveillance portables pour les postes de travail et l'environnement*, première édition, 2009
5. Agence internationale de l'énergie atomique, Normes de sûreté n° TS-R-1, *Règlement de transport des matières radioactives*, Édition de 1996 (Révisée), Vienne, 1996.
6. Agence internationale de l'énergie atomique, Guide de sûreté no TS-G-1.1, *Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*, Collection Normes de sûreté de l'AIEA, Vienne, 2002.
7. American National Standards Institute, ANSI N43.9-1991, *American National Standard for Gamma Radiography - Specifications for Design and Testing of Apparatus*, New York, 1991.

Renseignements supplémentaires

1. Organisation internationale de normalisation, ISO 9001:2000, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*, troisième édition, Genève, 2000.
2. American National Standards Institute, ANSI N43.2-1980, *Radiological Safety for the Design and Construction of Apparatus for Gamma Radiography*, New York, 1997.

