



# PROJET DE NORME INTERNATIONALE ISO/DIS 16641

ISO/TC 85/SC 2

Secrétariat: AFNOR

Début de vote  
2013-06-24

Vote clos le  
2013-09-24

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

## Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air — Radon 220: Méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'activité volumique moyenne avec des détecteurs passifs solides de traces nucléaires

*Measurement of radioactivity in the environment — Air — Radon 220: Integrated measurement methods for the determination of the average activity concentration using passive solid-state nuclear track detectors*

ICS 17.240

**PREVIEW**  
iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/10dd8496-0447-43e7-bd98-9c469f569135/iso-16641-2014>

Pour accélérer la distribution, le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité. Le travail de rédaction et de composition de texte sera effectué au Secrétariat central de l'ISO au stade de publication.

To expedite distribution, this document is circulated as received from the committee secretariat. ISO Central Secretariat work of editing and text composition will be undertaken at publication stage.

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/10dd8496-0447-43e7-bd98-9c469f569135/iso-16641-2014>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2013

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées 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 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 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

Avant-propos .....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes, définitions et symboles</b> .....	1
3.1 <b>Termes et définitions</b> .....	1
3.2 <b>Symboles</b> .....	3
4 <b>Principe de la méthode de mesure</b> .....	4
5 <b>Equipement</b> .....	5
6 <b>Prélèvement</b> .....	6
6.1 <b>Objectif du prélèvement</b> .....	6
6.2 <b>Caractéristiques du prélèvement</b> .....	6
6.3 <b>Conditions de prélèvement</b> .....	6
6.3.1 <b>Installation du dispositif de prélèvement</b> .....	6
6.3.2 <b>Durée de prélèvement</b> .....	7
6.3.3 <b>Volume d'air prélevé</b> .....	7
7 <b>Méthode de détection à l'aide de détecteurs solides de traces nucléaires (DSTN)</b> .....	7
8 <b>Mode opératoire de mesure</b> .....	7
8.1 <b>Généralités</b> .....	7
8.2 <b>Variables d'influence</b> .....	8
8.3 <b>Étalonnage</b> .....	8
9 <b>Expression des résultats</b> .....	9
9.1 <b>Activité volumique moyenne du thoron</b> .....	9
9.2 <b>Incertitude-type</b> .....	9
9.3 <b>Seuil de décision</b> .....	10
9.4 <b>Limite de détection</b> .....	11
9.5 <b>Limites de l'intervalle de confiance</b> .....	12
9.6 <b>Exemple</b> .....	12
10 <b>Rapport d'essai</b> .....	13
<b>Annexe A (informative) Le radon 220 et ses descendants : généralités</b> .....	15
<b>Bibliographie</b> .....	17

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'ISO 16641 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Energie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/10d8c496-0447-43e7-bd98-9c469f569135/iso-16641-2014>

## Introduction

Les isotopes 222, 220 et 219 du radon sont des gaz radioactifs produits par la désintégration des isotopes 226, 224 et 223 du radium qui sont des descendants respectifs de l'uranium 238, du thorium 232 et de l'uranium 235 qui sont tous présents dans l'écorce terrestre. La désintégration du radon donne naissance à des éléments solides, également radioactifs, puis à du plomb stable [1].

Le radon est considéré comme étant la principale source d'exposition aux rayonnements naturels pour l'homme. D'après le rapport UNSCEAR (2006) [2], le radon représente, à l'échelle internationale, 52 % environ du bilan radiologique moyen global dû aux rayonnements naturels. La part de l'isotope 222 (48 %) est prépondérante sur l'isotope 220 (4 %), alors que celle de l'isotope 219 est considérée comme négligeable.

Des études récentes sur le radon 222 dans l'air intérieur et le cancer pulmonaire en Europe, en Amérique du Nord et en Asie fournissent des éléments solides prouvant que le radon 222 provoque un nombre important de cancers pulmonaires au sein de la population en général. Les estimations actuelles de la proportion de cancers pulmonaires attribuables au radon 222 vont de 3 à 14 %, en fonction de la concentration moyenne en radon 222 dans le pays concerné et des méthodes de calcul.

L'activité volumique du radon 222 dans l'air intérieur est principalement mesurée par des détecteurs passifs permettant de mesurer à la fois les signaux du radon 222 et du radon 220. Si les valeurs relevées sont surestimées, le risque de cancer pulmonaire est donné comme une estimation biaisée lorsque des études épidémiologiques sont réalisées. Les études effectuées en environnement indiquent qu'il n'existe aucune corrélation entre le radon 222 et le radon 220 et les concentrations de leurs descendants. Cela implique qu'un paramètre ne peut pas être estimé à partir d'un autre. En conséquence, des mesures spécifiques du radon 220 et de ses descendants sont justifiées car les normes de mesure du radon 222 ne peuvent pas être appliqués.

L'activité volumique du radon 220 et de ses descendants peut être mesurée de plusieurs manières différentes. La technique de mesurage proposée est une méthode de mesure intégrée uniquement applicable au radon 220.

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

Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/10dd8496-0447-43e7-bd98-9c469f569135/iso-16641-2014>

# Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air — Radon 220: Méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'activité volumique moyenne avec des détecteurs passifs solides de traces nucléaires

## 1 Domaine d'application

Le présent document traite de méthodes de mesure intégrées du radon 220 impliquant uniquement un prélèvement passif. Il fournit des informations sur le mesurage de l'activité volumique moyenne du radon 220 dans l'air, basé sur un prélèvement passif simple et peu onéreux, et sur les conditions d'utilisation des dispositifs de mesure.

La présente norme couvre des échantillons prélevés sans interruption sur des périodes comprises entre quelques mois à un an.

Ce type de mesure peut être appliqué pour déterminer à la fois l'activité volumique du radon 220 et celle du radon 222.

## 2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application 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 11665-1, *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: Radon 222 — Partie 1 : Origine du radon et de ses descendants à vie courte, et méthodes de mesure associées.*

ISO/CEI Guide 98-3, *Incertitude de mesure — Partie 3 : Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995).*

ISO 11929, *Détermination des limites caractéristiques (seuil de décision, limite de détection et extrémités de l'intervalle de confiance) pour mesurages de rayonnements ionisants — Principes fondamentaux et applications.*

CEI 61577-1, *Instrumentation pour la radioprotection — Instruments de mesure du radon et des descendants du radon — Partie 1 : Règles générales.*

CEI 61577-2, *Instrumentation pour la radioprotection — Instruments de mesure du radon et des descendants du radon — Partie 2 : Exigences spécifiques concernant les instruments de mesure du radon.*

## 3 Termes, définitions et symboles

### 3.1 Termes et définitions

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

#### 3.1.1 activité

nombre de désintégrations nucléaires spontanées ayant lieu dans une quantité donnée de matière pendant un intervalle de temps raisonnablement court, divisé par cet intervalle de temps

[Source : ISO 921]

L'activité est exprimée par la relation :

$$A = \lambda \cdot N \quad (1)$$

La constante de désintégration est liée à la période radioactive par la relation :

$$\lambda = \frac{\text{Ln } 2}{T} \quad (2)$$

**3.1.2**  
**activité volumique**  
masse par unité de volume

[Source : CEI 61577-1]

**3.1.3**  
**activité volumique moyenne**  
exposition à l'activité volumique divisée par la durée de prélèvement

**3.1.4**  
**exposition au radon**  
valeur de l'intégrale en fonction du temps de l'activité volumique du radon accumulée pendant la période d'exposition

L'exposition au radon est exprimée par l'Équation (3) :

$$e = \int_0^t C dt \quad (3)$$

**3.1.5**  
**mesurage intégré**  
mesurage effectué par prélèvement continu d'un volume d'air, une accumulation au cours du temps de grandeurs physiques (nombre de traces nucléaires, nombre de charges électriques, etc.) liées à la désintégration du radon et/ou de ses descendants, puis une analyse à la fin de la période d'accumulation

**3.1.6**  
**mesurande**  
grandeur particulière soumise à mesurage (VIM)

**3.1.7**  
**prélèvement passif**  
prélèvement ne faisant appel à aucun dispositif actif telles que des pompes pour prélever dans l'atmosphère

Note 1 à l'article : Dans ce cas, le prélèvement s'effectue essentiellement par diffusion

[Source : CEI 61577-1]

**3.1.8**  
**étalon primaire**  
étalon qui est désigné ou largement reconnu comme présentant les plus hautes qualités métrologiques et dont la valeur est établie sans se référer à d'autres étalons de la même grandeur

[Source : CEI 61577-1]

Note 1 à l'article : Le concept d'étalon primaire est valable aussi bien pour les grandeurs de base que pour les grandeurs dérivées.



**3.1.9****atmosphère de référence**

atmosphère radioactive dans laquelle les paramètres d'influence (aérosols, radioactivité, conditions climatiques, etc.) sont suffisamment bien connus et contrôlés pour permettre son utilisation dans une procédure de test d'instruments de mesure du thoron ou de ses descendants

Note 1 à l'article : Les valeurs des paramètres concernés doivent être traçables à des étalons reconnus

[Source : CEI 61577-1]

**3.1.10****source de référence**

source radioactive étalon secondaire utilisée pour étalonner les appareils de mesure

[Source : CEI 61577-1]

**3.1.11****durée de prélèvement**

intervalle de temps entre la pose et la dépose d'un dispositif de prélèvement en un point donné

**3.1.12****plan d'échantillonnage**

protocole précis qui, d'après l'application des principes de la stratégie adoptée, définit les dimensions spatiales et temporelles de l'échantillonnage, la fréquence, le nombre d'échantillons, les quantités prélevées, etc., ainsi que les ressources humaines nécessaires à l'opération d'échantillonnage

**3.1.13****stratégie d'échantillonnage**

ensemble d'options techniques visant à résoudre, en fonction des objectifs et du site considérés, les deux principales questions que sont la densité d'échantillonnage et la répartition spatiale des zones de prélèvement

Note 1 à l'article : La stratégie d'échantillonnage fournit l'ensemble des options techniques qui seront requises dans le plan d'échantillonnage.

**3.1.14****descendants du radon 220**

descendants issus de la désintégration du radon 220, tels que le polonium 216 ( $^{216}\text{Po}$ ), le plomb 212 ( $^{212}\text{Pb}$ ), le bismuth 212 ( $^{212}\text{Bi}$ ), le polonium 212 ( $^{212}\text{Po}$ ) et le thallium 208 ( $^{208}\text{Tl}$ ) (voir Figure A.1)

**3.2 Symboles**

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent.

$\lambda_i$	Constante de désintégration du nucléide $i$ , en « par seconde »
$\bar{C}$	Activité volumique moyenne, en becquerels par mètre cube
$t$	Durée de prélèvement, en heures
$e$	Exposition au radon, en becquerels par mètre cube par heure
$u(\ )$	Incertitude-type associée au résultat de mesure
$U$	Incertitude élargie calculée par $U = k \cdot u(\ )$ avec $k = 2$
$\bar{C}^*$	Seuil de décision de l'activité volumique moyenne, en becquerels par mètre cube

$\bar{C}^{\#}$	Limite de détection de l'activité volumique moyenne, en becquerels par mètre cube
$\bar{C}^{\langle}, \bar{C}^{\rangle}$	limites basse et haute de l'intervalle de confiance de l'activité volumique moyenne, en becquerels par mètre cube
$\mu$	Grandeur de la variable physique accumulée
$\mu_0$	Grandeur due à l'effet du bruit de fond
$\omega$	Facteur de correction lié au facteur d'étalonnage et à la durée de prélèvement
$d_L$	Densité de traces pour la chambre à faible taux de renouvellement d'air, en traces par centimètre carré
$d_H$	Densité de traces pour la chambre à taux de renouvellement d'air élevé, en traces par centimètre carré
$\bar{b}$	Densité de traces dues au bruit de fond, en traces par centimètre carré
$f_{Tn1}$	Facteur d'étalonnage pour le radon 220 dans une chambre à faible taux de renouvellement d'air, en (traces par centimètre carré par heure) par (becquerel par mètre cube)
$f_{Tn2}$	Facteur d'étalonnage pour le radon 220 dans une chambre à faible taux de renouvellement d'air, en (traces par centimètre carré par heure) par (becquerels par mètre cube)
$f_{Rn1}$	Facteur d'étalonnage pour le radon 222 dans une chambre à taux de renouvellement d'air élevé, en (traces par centimètre carré par heure) par (becquerels par mètre cube)
$f_{Rn2}$	Facteur d'étalonnage pour le radon 222 dans une chambre à taux de renouvellement d'air élevé, en (traces par centimètre carré par heure) par (becquerels par mètre cube)

#### 4 Principe de la méthode de mesure

La mesure intégrée de l'activité volumique moyenne du radon 220 à l'aide d'un détecteur solide de traces nucléaires (DSTN) repose sur :

- le prélèvement passif en utilisant deux chambres avec des taux de renouvellement d'air différents, durant lequel les particules alpha, y compris celles produites par la désintégration du radon 220, du radon 222 et de leurs descendants, cèdent leur énergie en ionisant ou en excitant les atomes dans le polymère ou la matière plastique. L'énergie cédée au milieu laisse des zones affectées appelées « traces latentes ». En raison de leurs périodes radioactives différentes, le radon 222 et le radon 220 peuvent être séparés au moyen de ces deux chambres. Dans la chambre à taux de renouvellement d'air élevé, les deux isotopes sont détectés. Dans la chambre à faible taux de renouvellement d'air, cependant, le radon 222 est principalement détecté avec seulement une petite quantité de radon 220 (voir Figure 1) ;
- le transport des détecteurs exposés au laboratoire en vue du traitement chimique approprié qui transforme les « traces latentes » en « traces révélées » comptées au moyen d'un système optique. Le nombre de traces révélées par unité de surface est lié à l'exposition au radon 220 et/ou de ses descendants par le facteur d'étalonnage défini pour des détecteurs du même lot, dont le traitement chimique et le comptage ont été effectués dans les mêmes conditions ;
- la détermination de l'activité volumique moyenne à partir de la valeur d'exposition au radon 220 et de la période de prélèvement.