

---

---

**Qualité de l'eau — Radon 222 —**

**Partie 1:  
Principes généraux**

*Water quality — Radon-222 —*

*Part 1: General principles*

**iTeh Standards**  
**(<https://standards.itih.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 13164-1:2013](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/b984dc77-c219-4e88-afd9-b47e4cb568b5/iso-13164-1-2013)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/b984dc77-c219-4e88-afd9-b47e4cb568b5/iso-13164-1-2013>



iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 13164-1:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/b984dc77-c219-4e88-afd9-b47e4cb568b5/iso-13164-1-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/b984dc77-c219-4e88-afd9-b47e4cb568b5/iso-13164-1-2013>



**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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes, définitions et symboles</b> .....	<b>2</b>
3.1    Termes et définitions.....	2
3.2    Symboles.....	5
<b>4</b> <b>Principe de la méthode de mesure</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b> <b>Échantillonnage</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b> <b>Transport et conservation</b> .....	<b>7</b>
<b>7</b> <b>Préparation de la prise d'essai</b> .....	<b>10</b>
7.1    Techniques par dégazage.....	10
7.2    Technique par perméation.....	10
7.3    Technique d'extraction liquide.....	10
<b>8</b> <b>Techniques de détection</b> .....	<b>10</b>
8.1    Spectrométrie gamma.....	10
8.2    Scintillation au sulfure de zinc activé à l'argent ZnS(Ag).....	10
8.3    Ionisation de l'air.....	11
8.4    Détecteur à semi-conducteur (détection de particules alpha).....	11
8.5    Scintillation liquide.....	11
<b>9</b> <b>Méthodes de mesure</b> .....	<b>11</b>
9.1    Généralités.....	11
9.2    Méthode par spectrométrie gamma.....	11
9.3    Méthode par émanométrie.....	13
9.4    Méthodes par comptage des scintillations en milieu liquide (CSL).....	13
9.5    Méthode par perméation.....	13
<b>10</b> <b>Étalonnage</b> .....	<b>13</b>
<b>11</b> <b>Programme d'assurance qualité et de contrôle de la qualité</b> .....	<b>13</b>
11.1    Généralités.....	13
11.2    Grandeurs d'influence.....	14
11.3    Vérification des instruments.....	14
11.4    Vérification de la méthode.....	14
11.5    Démonstration de l'aptitude de l'analyste.....	14
<b>12</b> <b>Expression des résultats</b> .....	<b>14</b>
<b>13</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe A (informative) Le radon et ses descendants dans l'eau</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe B (informative) Exemples de fiches d'expression des résultats</b> .....	<b>20</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>24</b>

## 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 procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, 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/CEI, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée 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 sur la liste ISO des déclarations de brevets reçues (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 147, *Qualité de l'eau*, sous-comité SC 3, *Mesurages de la radioactivité*.

La présente version française de l'ISO 13164-1:2013 correspond à la version anglaise publiée le 2013-09-01 et corrigée le 2013-11-15.

L'ISO 13164 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Qualité de l'eau — Radon 222*:

- *Partie 1: Principes généraux*
- *Partie 2: Méthode d'essai par spectrométrie gamma*
- *Partie 3: Méthode d'essai par émanométrie*

La partie suivante est en cours d'élaboration:

- *Partie 4: Méthode par comptage des scintillations en milieu liquide à deux phases*

## Introduction

La radioactivité provenant de sources d'origine naturelle et artificielle est présente partout dans l'environnement. Par conséquent, les masses d'eau (eaux de surface, eaux souterraines, eau de mer) peuvent contenir des radionucléides d'origine naturelle et d'origine artificielle.

- Les radionucléides naturels, y compris le potassium 40, et ceux des chaînes de désintégration du thorium et de l'uranium, notamment le radium 226, le radium 228, l'uranium 234, l'uranium 238, le plomb 210, peuvent se trouver dans l'eau pour des raisons naturelles (par exemple désorption par le sol et lessivage par les eaux pluviales) ou ils peuvent être libérés par des processus technologiques impliquant des matériaux naturellement radioactifs (par exemple extraction minière et traitement de sables minéraux ou production et utilisation d'engrais phosphatés).
- Les radionucléides artificiels, tels que les transuraniens (américium, plutonium, neptunium, curium), le tritium, le carbone 14, le strontium 90 et les radionucléides émetteurs gamma peuvent aussi se trouver dans les eaux naturelles car la réglementation autorise leur libération périodique dans l'environnement en faibles quantités dans les effluents rejetés par les installations du cycle du combustible nucléaire et suite à leur utilisation dans le domaine de la médecine nucléaire ou de l'industrie. Il est également possible de les trouver dans l'eau, en raison des retombées des anciens essais nucléaires atmosphériques et celles relatives aux accidents de Tchernobyl et de Fukushima.

L'eau potable peut donc contenir des radionucléides à une activité volumique susceptible de présenter un risque pour la santé humaine. Afin d'évaluer la qualité de l'eau potable (y compris les eaux minérales et les eaux de source) vis-à-vis de sa teneur en radionucléides et de fournir des lignes directrices pour réduire les risques pour la santé humaine en prenant des dispositions destinées à réduire les valeurs d'activité volumique des radionucléides, la teneur en radioactivité des ressources en eau (eaux souterraines, rivières, lacs, mers, etc.) et des eaux potables est surveillée conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Des méthodes d'essai normalisées concernant les valeurs d'activité volumique du radon 222 dans les échantillons d'eau sont nécessaires pour les laboratoires d'essais réalisant ces mesures dans le respect des exigences émises par les autorités nationales. Les laboratoires sont parfois tenus d'obtenir une accréditation spécifique pour la réalisation de mesures concernant les radionucléides dans les échantillons d'eau potable.

Les valeurs d'activité volumique du radon dans les eaux de surface sont très faibles, généralement inférieures à 1 Bq l<sup>-1</sup>. Dans les eaux souterraines, elles peuvent varier de 1 Bq l<sup>-1</sup> à 50 Bq l<sup>-1</sup> pour les aquifères rocheux dans les roches sédimentaires, de 10 Bq l<sup>-1</sup> à 300 Bq l<sup>-1</sup> pour les puits creusés dans le sol, et de 100 Bq l<sup>-1</sup> à 1 000 Bq l<sup>-1</sup> dans les roches cristallines. Les valeurs d'activité volumique les plus élevées sont généralement mesurées dans le socle rocheux à fortes concentrations en uranium (Référence [30]).

Les valeurs d'activité volumique du radon dans les aquifères rocheux se caractérisent par leur grande variabilité. Ainsi dans une région aux types de roches relativement homogènes, certains puits peuvent présenter des valeurs d'activité volumique du radon largement supérieures à la moyenne de la région. Des variations saisonnières significatives ont également été enregistrées (voir [Annexe A](#)).

Les eaux se chargent en éléments chimiques au cours de leur progression depuis la surface jusqu'à l'aquifère ou l'émergence. Lors de ce parcours, elles vont rencontrer, voire séjourner, dans des roches dont certaines formations peuvent avoir des teneurs élevées en radionucléides naturels. Lorsque les conditions géochimiques sont favorables, les eaux peuvent entraîner préférentiellement certains de ces radionucléides naturels.

Les lignes directrices relatives au radon dans les réseaux d'alimentation en eau potable, fournies par l'OMS en 2008, suggèrent qu'il convient que des contrôles soient mis en œuvre dès lors que la concentration en radon de l'eau potable dans les réseaux publics dépasse 100 Bq l<sup>-1</sup>. Elles recommandent également que tout nouveau réseau (notamment public) d'alimentation en eau potable fasse l'objet d'essais avant qu'il ne soit utilisé pour la consommation générale et que, si la concentration en radon dépasse 100 Bq l<sup>-1</sup>,

## ISO 13164-1:2013(F)

il convient d'entreprendre le traitement de la source d'approvisionnement en eau afin de réduire les concentrations en radon à des niveaux beaucoup plus faibles que  $100 \text{ Bq l}^{-1}$  (Référence [41]).

La présente Norme internationale fait partie d'une série traitant des méthodes d'essai pour le mesurage de l'activité volumique des radionucléides dans des échantillons d'eau.

# iTeh Standards (<https://standards.iteh.ai>) Document Preview

[ISO 13164-1:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/b984dc77-c219-4e88-afd9-b47e4cb568b5/iso-13164-1-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/b984dc77-c219-4e88-afd9-b47e4cb568b5/iso-13164-1-2013>

# Qualité de l'eau — Radon 222 —

## Partie 1: Principes généraux

**AVERTISSEMENT** — Il convient que l'utilisateur du présent document connaisse bien les pratiques courantes de laboratoire. Le présent document n'a pas pour but de traiter tous les problèmes de sécurité qui sont, le cas échéant, liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur d'établir des pratiques appropriées en matière d'hygiène et de sécurité, et de s'assurer de la conformité à la réglementation nationale en vigueur.

**IMPORTANT** — Il est absolument essentiel que les essais réalisés conformément au présent document soient effectués par un personnel ayant une qualification adéquate.

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13164 fournit des lignes directrices générales pour le prélèvement, le conditionnement et le transport d'échantillons d'eau de tous types, pour la mesure de l'activité volumique du radon 222.

Les méthodes de mesure relèvent de deux catégories:

- a) mesure directe de l'échantillon d'eau, sans transfert de phase (voir l'ISO 13164-2);
- b) mesure indirecte impliquant le transfert du radon 222 de la phase aqueuse vers une autre phase (voir l'ISO 13164-3).

Les méthodes d'essais peuvent être mises en œuvre en laboratoire ou sur site.

Il est de la responsabilité du laboratoire de s'assurer de l'adéquation de la méthode d'essai aux échantillons d'eau soumis à essai.

### 2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 5667-1, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 1: Lignes directrices pour la conception des programmes et des techniques d'échantillonnage*

ISO 5667-3, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 3: Conservation et manipulation des échantillons d'eau*

ISO 10703, *Qualité de l'eau — Détermination de l'activité volumique des radionucléides — Méthode par spectrométrie gamma à haute résolution*

ISO 13164-2, *Qualité de l'eau — Radon 222 — Partie 2: Méthode d'essai par spectrométrie gamma*

ISO 13164-3, *Qualité de l'eau — Radon 222 — Partie 3: Méthode d'essai par émanométrie*

ISO/CEI 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

ISO 80000-10, *Grandeurs et unités — Partie 10: Physique atomique et nucléaire*

## 3 Termes, définitions et symboles

### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 80000-10 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1.1 activité

nombre de désintégrations nucléaires spontanées qui se produisent dans une quantité donnée de matière pendant un intervalle de temps convenablement petit, divisé par cet intervalle de temps

[SOURCE: ISO 921:1997, 23]

#### 3.1.2 activité volumique dans l'eau

activité par volume d'eau

Note 1 à l'article: L'activité volumique dans l'eau est exprimée en becquerels par litre.

#### 3.1.3 activité volumique dans l'air

activité par volume d'air suivant la phase de dégazage

Note 1 à l'article: L'activité volumique dans l'air est exprimée en becquerels par mètre cube.

#### 3.1.4 prise d'essai

partie d'un échantillon total qui est soumise aux analyses

#### 3.1.5 coefficient de Bunsen

volume d'un gaz dissous à la température normale (273,15 K) et à la pression partielle normale (0,1 MPa), divisé par le volume du solvant à une température  $T$  et à la pression normale (0,1 MPa)

Note 1 à l'article: Adaptée de la Référence [10], p. 239.

Note 2 à l'article: La pratique actuelle recommande d'exprimer la solubilité d'un gaz en molalité, fraction molaire ou rapport molaire (Voir Référence [10]). Toutefois, dans de nombreuses études traitant de l'analyse du radon dans l'eau, le coefficient de Bunsen apparaît souvent.

Note 3 à l'article: La solubilité du radon dans l'eau augmente lorsque la température de l'eau diminue (voir [Annexe A](#)).

#### 3.1.6 mesure en continu du radon dans l'eau

mesure de l'activité volumique du radon effectuée en continu en un point donné du milieu eau

Note 1 à l'article: Cette analyse permet de suivre les variations temporelles de l'activité volumique du radon dans l'eau au point de prélèvement.

#### 3.1.7 échantillonnage en continu

procédé selon lequel un échantillon est prélevé de façon continue dans une masse d'eau

[SOURCE: ISO 6107-2:2006, 32; modifiée]

#### 3.1.8 dégazage

transfert vers la phase air du radon dissous dans l'eau, généralement au moyen d'un procédé physique



**3.1.9****mesure directe in situ**

système automatique d'analyse dont au moins la sonde de mesure est immergée dans la masse d'eau

**3.1.10****échantillon ponctuel****échantillon localisé**

échantillon discret prélevé dans une masse d'eau de façon aléatoire (en ce qui concerne le moment ou l'emplacement)

**3.1.11****dissolution**

mélange de deux phases avec formation d'une nouvelle phase homogène

**3.1.12****eau de boisson****eau potable**

eau d'une qualité telle qu'elle peut être destinée à la boisson

[SOURCE: ISO 6107-1:2004, 30]

**3.1.13****eau souterraine**

eau qui est retenue, et qui peut généralement être récupérée, au sein d'une formation souterraine

[SOURCE: ISO 6107-1:2004, 41; modifiée]

**3.1.14****échantillonnage intermittent**

procédé selon lequel des échantillons d'eau sont prélevés dans une masse d'eau

**3.1.15****eau de distribution**

eau qui a généralement subi un traitement et qui passe dans le réseau de distribution ou dans un réservoir de service

**3.1.16****coefficient d'Ostwald**

volume d'un gaz dissous à une température et une pression données divisé par le volume du solvant à la même température et à la même pression

Note 1 à l'article: Adaptée de la Référence [10], p.1147.

Note 2 à l'article: La pratique actuelle recommande d'exprimer la solubilité d'un gaz en molalité, fraction molaire ou rapport molaire (Voir Référence [10]). Toutefois, dans de nombreuses études traitant de l'analyse du radon dans l'eau, le coefficient d'Ostwald apparaît souvent.

Note 3 à l'article: La solubilité du radon dans l'eau augmente lorsque la température de l'eau diminue (voir [Annexe A](#)).

**3.1.17****transport du radon par perméation**

transfert du radon d'un milieu vers un autre, au travers d'un milieu homogène (membrane)

**3.1.18****eau brute**

eau qui n'a subi aucun traitement de quelque sorte que ce soit, ou eau qui entre dans une station afin d'y subir un traitement ou un traitement supplémentaire

[SOURCE: ISO 6107-1:2004, 59]

**3.1.19**

**réservoir**

construction, de réalisation partiellement ou totalement humaine, destinée au stockage ou à la régulation et au contrôle de l'eau

[SOURCE: ISO 6107-2:2006, 107; modifiée]

**3.1.20**

**eau de surface**

eau qui coule, ou qui stagne, à la surface du sol

[SOURCE: ISO 6107-1:2004, 74]

**3.1.21**

**échantillon**

partie, idéalement représentative, prélevée dans une masse d'eau définie, de façon intermittente ou continue afin d'en examiner diverses caractéristiques définies

[SOURCE: ISO 6107-2:2006, 111]

**3.1.22**

**échantillonnage**

action qui consiste à prélever une partie, considérée comme représentative, d'une masse d'eau en vue de l'examen de diverses caractéristiques définies

[SOURCE: ISO 6107-2:2006, 114]

**3.1.23**

**point d'échantillonnage**

position précise dans une zone d'échantillonnage où sont prélevés les échantillons

[SOURCE: ISO 6107-2:2006, 117]

**3.1.24**

**zone d'échantillonnage**

étendue d'une masse d'eau où sont prélevés les échantillons

**3.1.25**

**descendants à vie courte du  $^{222}\text{Rn}$**

radionucléides ayant une période inférieure à l'heure issus de la désintégration du radon 222 ( $^{222}\text{Rn}$ ), à savoir: le polonium 218 ( $^{218}\text{Po}$ ), le plomb 214 ( $^{214}\text{Pb}$ ), le bismuth 214 ( $^{214}\text{Bi}$ ) et le polonium 214 ( $^{214}\text{Po}$ )

Note 1 à l'article: Voir [Figure 1](#).

**3.1.26**

**mesure ponctuelle du radon dans l'eau**

analyse de l'activité volumique du radon dans un échantillon discret d'eau, réalisée immédiatement ou après un délai déterminé

Note 1 à l'article: Le résultat obtenu n'est représentatif que de l'instant du prélèvement.

**3.1.27**

**transfert**

déplacement ou transport du radon d'une phase à une autre

### 3.2 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles définis dans l'ISO 80000-10 ainsi que les suivants s'appliquent.

$c$	Activité volumique dans l'air suivant le dégazage, en becquerels par mètre cube
$c_A$	Activité volumique dans l'eau, en becquerels par litre
$c_A^*$	Seuil de décision, en becquerels par litre
$c_A^\#$	Limite de détection, en becquerels par litre
$c_A^{<}, c_A^{>}$	Limites inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance, en becquerels par litre
$c_l$	Activité volumique dans l'eau, en becquerels par litre
$L$	Coefficient d'Ostwald
$T_{H_2O}$	Température de l'échantillon d'eau, en degrés Celsius
$U$	Incertitude élargie calculée par $U = k.u()$ avec $k = 2$
$u(c_A)$	Incertitude-type associée au résultat de mesure
$V$	Volume de la prise d'essai, en litres
$\alpha$	Coefficient de Bunsen

### 4 Principe de la méthode de mesure

L'isotope 222 ( $^{222}\text{Ra}$ ) du radon, est un gaz radioactif produit par la désintégration de l'isotope 226 du radium ( $^{226}\text{Ra}$ ), qui est l'un des descendants de l'uranium 238 ( $^{238}\text{U}$ ), naturellement présent dans la croûte terrestre (voir [Annexe A](#)). La désintégration du radon 222, par l'intermédiaire d'une série d'éléments non volatils radioactifs, donne naissance à l'isotope 206 stable du plomb (voir [Figure 1](#)) (Référence [9]).