
Qualité de l'eau — Radon 222 —

**Partie 3:
Méthode d'essai par émanométrie**

Water quality — Radon-222 —

Part 3: Test method using emanometry

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

[ISO 13164-3:2013](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/3938d146-9a03-4b8b-b7ab-6d9240c2fa05/iso-13164-3-2013)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/3938d146-9a03-4b8b-b7ab-6d9240c2fa05/iso-13164-3-2013>



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

[ISO 13164-3:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3938d146-9a03-4b8b-b7ab-6d9240c2fa05/iso-13164-3-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3938d146-9a03-4b8b-b7ab-6d9240c2fa05/iso-13164-3-2013>



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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et symboles	2
3.1 Termes et définitions.....	2
3.2 Symboles.....	2
4 Principe	3
5 Échantillonnage	3
5.1 Exigence générale.....	3
5.2 Exigences d'échantillonnage.....	3
5.3 Volume de l'échantillon.....	3
5.4 Caractéristiques du récipient.....	3
6 Transport et conservation	4
7 Transfert du radon par dégazage	4
7.1 But du dégazage.....	4
7.2 Principe.....	4
8 Détection	5
8.1 But de la détection.....	5
8.2 Principe.....	5
8.3 Scintillation au sulfure de zinc activé à l'argent ZnS(Ag).....	5
8.4 Ionisation de l'air.....	5
8.5 DéTECTEUR à semi-conducteur (détection de particules alpha).....	5
9 Programme d'assurance qualité et de contrôle de la qualité	5
9.1 Généralités.....	5
9.2 Grandeurs d'influence.....	5
9.3 Vérification des instruments.....	6
9.4 Vérification de la méthode.....	6
9.5 Démonstration de l'aptitude de l'analyste.....	6
10 Expression des résultats	7
10.1 Activité volumique.....	7
10.2 Incertitude-type de l'activité volumique.....	7
10.3 Seuil de décision et limite de détection.....	7
10.4 Limites de l'intervalle de confiance.....	7
11 Étalonnage	8
12 Rapport d'essai	8
Annexe A (informative) Exemples de méthodes de mesures utilisant des fioles scintillantes	10
Annexe B (informative) Exemple de méthode de mesure utilisant une chambre d'ionisation	19
Bibliographie	26

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, 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, 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*.

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⁻¹. Dans les eaux souterraines, elles peuvent varier de 1 Bq l⁻¹ à 50 Bq l⁻¹ pour les aquifères rocheux dans les roches sédimentaires, de 10 Bq l⁻¹ à 300 Bq l⁻¹ pour les puits creusés dans le sol, et de 100 Bq l⁻¹ à 1 000 Bq l⁻¹ 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 [15]].

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⁻¹. 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⁻¹,

ISO 13164-3:2013(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 Bq l^{-1} (Référence [16]).

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.

L'origine du radon 222 et de ses descendants à vie courte dans l'eau ainsi que les autres méthodes de mesure sont décrites de manière générale dans l'ISO 13164-1.

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

[ISO 13164-3:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3938d146-9a03-4b8b-b7ab-6d9240c2fa05/iso-13164-3-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/3938d146-9a03-4b8b-b7ab-6d9240c2fa05/iso-13164-3-2013>

Qualité de l'eau — Radon 222 —

Partie 3: Méthode d'essai par émanométrie

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 spécifie une méthode d'essai permettant de déterminer l'activité volumique du radon 222 dans un échantillon d'eau après son transfert de la phase aqueuse vers la phase air par dégazage et sa détection. Elle donne des recommandations concernant des mesures rapides effectuées sur une période inférieure à 1 h.

Les valeurs d'activité volumique du radon 222, qui peuvent être mesurées par cette méthode d'essai à l'aide d'instruments actuellement disponibles, sont comprises entre 0,1 Bq l⁻¹ et plusieurs centaines de milliers de becquerels par litre pour un échantillon d'essai de 100 ml.

Cette méthode d'essai est utilisée avec succès sur des échantillons d'eau potable. Il appartient au laboratoire de garantir la validité de cette méthode d'essai pour des échantillons d'eau provenant de matrices non soumises à essai.

Cette méthode d'essai peut être mise en œuvre sur site ou en laboratoire.

Les [Annexes A](#) et [B](#) donnent des indications sur les conditions de comptage nécessaires pour obtenir la sensibilité requise pour la surveillance de l'eau potable.

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 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 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*

ISO 13164-1, *Qualité de l'eau — Radon 222 — Partie 1: Principes généraux*

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*

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 définitions donnés dans l'ISO 80000-10 et dans l'ISO 13164-1 s'appliquent.

3.2 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles définis dans l'ISO 80000-10 et dans l'ISO 13164-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

c activité volumique du radon mesurée dans l'air du système de mesure après dégazage, en becquerels par mètre cube

c_0 activité volumique du radon dans l'air du système de mesure avant dégazage, en becquerels par mètre cube

c_A activité volumique du radon 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 basse et haute de l'intervalle de confiance, en becquerels par litre

f_c facteur de conversion du mètre cube en litre: 0,001

f_d facteur de correction pour la désintégration du radon au cours de l'intervalle de temps t , sans dimension

k_p, k_q quantiles de la distribution normale réduite pour les probabilités p et q , respectivement

L coefficient d'Ostwald

T_{H_2O} température de l'eau, en degrés Celsius

t intervalle de temps entre la fin de l'échantillonnage et la mesure, en secondes

U incertitude élargie, calculée par $U = ku(c_A)$ avec $k = 2$

$u(c_A)$ incertitude-type associée au résultat de mesure

V_{H_2O} volume de la prise d'essai, en litres

V_a volume d'air dans le système de mesure, en mètres cubes

α, β probabilité de l'erreur de première et de deuxième espèces, respectivement

γ	probabilité relative à l'intervalle de confiance de l'activité volumique
λ	constante de désintégration du radon 222, en secondes inverses
Φ	fonction de répartition de la distribution normale réduite

4 Principe

La détermination de l'activité volumique du radon 222 dans l'eau par dégazage dans l'air est basée sur:

- le prélèvement, dans un récipient adapté, d'un échantillon représentatif de l'eau, au temps t ;
- le transfert du radon dissous dans l'eau vers la phase air par dégazage;
- la détection des rayonnements alpha émis par le radon ou ses descendants solides présents dans l'air.

L'activité volumique du radon dans l'eau est déterminée à partir de l'activité volumique dans la phase air, en tenant compte du coefficient d'Ostwald (voir l'ISO 13164-1).

5 Échantillonnage

5.1 Exigence générale

L'échantillon doit être représentatif du milieu à analyser à un instant donné.

5.2 Exigences d'échantillonnage

L'échantillonnage doit être effectué selon les conditions et les techniques définies dans l'ISO 5667-1, l'ISO 5667-3 et l'ISO 13164-1. La température de l'eau doit être mesurée et consignée lors du processus d'échantillonnage.

Remplir le récipient complètement et le fermer de manière à éviter toute présence d'air dans l'espace au-dessus de l'échantillon.

Le remplissage du récipient doit être effectué de façon à ne pas provoquer le dégazage du radon contenu dans l'échantillon d'eau. Les techniques d'échantillonnage peuvent varier suivant les situations.

Dans le cas où le laboratoire d'analyse ne réalise pas l'échantillonnage, le laboratoire doit fournir le récipient approprié et spécifier le protocole d'échantillonnage à la personne chargée de le réaliser.

Il est recommandé de prélever plusieurs échantillons discrets afin de parer à d'éventuels problèmes liés aux conditions de prélèvement ou de transport des échantillons.

5.3 Volume de l'échantillon

L'expérience montre qu'un échantillon d'un volume d'au moins 1 l est nécessaire pour que l'échantillon soit représentatif du milieu à analyser.

Des échantillons d'au moins 1 l sont recommandés, mais pour la détermination effective, des prises d'essai plus petites sont utilisées.

5.4 Caractéristiques du récipient

Le choix et la préparation d'un récipient adapté sont importants (voir l'ISO 5667-3).

Le récipient et son dispositif de fermeture, destinés à contenir l'échantillon, doivent être conformes aux exigences suivantes.

- Ils doivent être réalisés à partir de matériaux inertes, non perméables au radon, non hydrophobes et conducteurs (afin de ne pas adsorber le radon et ses descendants provenant de l'atmosphère ambiante).
- Ils doivent résister aux chocs.

Il convient que le volume du récipient soit compatible avec le volume d'eau requis par la technique de dégazage utilisée.

6 Transport et conservation

Durant le transport et la conservation, l'échantillon doit être maintenu à une température inférieure à celle de l'eau au remplissage (mais toutefois supérieure à 0 °C) jusqu'à ce qu'il soit prêt pour l'analyse. Le récipient doit être protégé et bouché hermétiquement. Le récipient doit être emballé de manière appropriée afin d'éviter toute fuite.

Compte tenu de la période radioactive du radon 222, de l'activité volumique présumée et de la limite de détection de la méthode de mesure à utiliser, la durée de transport et de conservation avant analyse doit être aussi brève que possible.

À son arrivée au laboratoire, l'échantillon doit être maintenu à une température inférieure à celle de l'eau au remplissage (mais toutefois supérieure à 0 °C), s'il ne peut pas être immédiatement analysé. L'échantillon doit être analysé le plus vite possible.

L'expérience montre qu'il est essentiel que la durée entre la fin de l'échantillonnage et l'analyse ne dépasse pas 48 h.

7 Transfert du radon par dégazage

7.1 But du dégazage

Cette technique est utilisée pour transférer le radon dissous dans l'eau vers la phase air afin de le détecter et de le mesurer à l'état gazeux.

7.2 Principe

Le coefficient d'Ostwald du radon dans l'eau étant peu élevé, le radon dissous dans l'eau dégaze de manière naturelle dans la phase air avec une cinétique relativement lente (quelques heures) (voir l'ISO 13164-1).

Afin d'accélérer le processus de dégazage, plusieurs moyens peuvent être utilisés:

- agitation de l'échantillon;
- barbotage d'air exempt de radon à travers l'échantillon d'eau, en créant de fines bulles d'air pour augmenter la surface d'échange avec l'air;
- réduction de la pression dans la phase air.

Afin d'améliorer la limite de détection de la méthode de mesure, l'activité volumique du radon dans l'air utilisé pour le processus de dégazage doit être aussi faible que possible et elle doit être mesurée avant le dégazage du radon contenu dans l'eau.

8 Détection

8.1 But de la détection

Le but du détecteur est de dénombrer les rayonnements alpha émis par le radon et/ou ses descendants solides, sachant que les rayonnements sont directement liés à l'activité volumique du radon dans la phase air.

8.2 Principe

Plusieurs techniques de détection peuvent être utilisées (voir l'ISO 11665-1^[1]).

8.3 Scintillation au sulfure de zinc activé à l'argent ZnS(Ag)

Certains électrons, dans un milieu scintillant tel que le ZnS(Ag), ont la particularité d'émettre des photons en revenant à leur état fondamental lorsqu'ils sont excités par une particule alpha. Ces photons émis peuvent être détectés à l'aide d'un système photomultiplicateur.

Il s'agit du principe adopté pour les fioles scintillantes (telles que les fioles de Lucas), utilisées pour la mesure ponctuelle du radon (voir les Références [5] à [7] et l'ISO 11665-6^[3]).

8.4 Ionisation de l'air

Lorsqu'elle se déplace dans l'air, chaque particule alpha crée plusieurs dizaines de milliers de paires d'ions qui, dans certaines conditions expérimentales, génèrent un courant d'ionisation. Bien qu'il soit très faible, ce courant peut être mesuré à l'aide d'une chambre d'ionisation qui donne l'activité volumique du radon et celle de ses descendants. Lorsque l'échantillonnage est effectué à travers un média filtrant, seul le radon diffuse dans la chambre d'ionisation et le signal est proportionnel à l'activité volumique du radon (voir les Références [8] à [10] et l'ISO 11665-5^[2]).

8.5 Détecteur à semi-conducteur (détection de particules alpha)

Un détecteur à semi-conducteur, par exemple un détecteur en silicium, convertit en charges électriques l'énergie issue d'une particule alpha incidente. Ces charges électriques sont converties en impulsions dont l'amplitude est proportionnelle à l'énergie des particules alpha émises par le radon et ses descendants à vie courte (voir les Références [11] à [13]).

NOTE Cette méthode de détection est parfois associée à la précipitation électrostatique des isotopes émetteurs alpha.

9 Programme d'assurance qualité et de contrôle de la qualité

9.1 Généralités

Les opérations de contrôle de la qualité doivent satisfaire aux exigences de l'ISO/CEI 17025.

9.2 Grandeurs d'influence

Diverses grandeurs peuvent fausser les mesures et rendre les résultats non représentatifs de la situation étudiée. Dans le cas particulier de la méthode par émanométrie, les grandeurs d'influence peuvent affecter les étapes suivantes du processus de mesure: l'échantillonnage, le transport et la conservation de l'échantillon, le transfert du radon de la phase aqueuse vers une autre et la mesure de l'activité volumique du radon.

Lors de l'échantillonnage, les paramètres suivants doivent faire l'objet d'une attention particulière:

- la température de l'eau;