
**Mesurage de la radioactivité dans
l'environnement — Air: Radon 222 —**

**Partie 9:
Méthode de détermination du flux
d'exhalation des matériaux de
construction**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Measurement of radioactivity in the environment — Air: Radon-222 —
Part 9: Test methods for exhalation rate of building materials*

ISO 11665-9:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6804a09e-c065-4026-92ce-df9952311356/iso-11665-9-2016>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11665-9:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6804a09e-c065-4026-92ce-df9952311356/iso-11665-9-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, Publié en Suisse

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
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

| | |
|---|-----------|
| Avant-propos..... | iv |
| Introduction..... | vi |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 1 |
| 3 Termes, définitions et symboles | 1 |
| 3.1 Termes et définitions..... | 1 |
| 3.2 Symboles..... | 2 |
| 4 Principe | 4 |
| 5 Réactifs et équipement | 5 |
| 5.1 Réactifs..... | 5 |
| 5.2 Équipement pour la préparation des échantillons..... | 5 |
| 5.3 Équipement pour le mode opératoire..... | 5 |
| 5.4 Banc d'essai..... | 6 |
| 6 Préparation de l'échantillon d'essai de matériau de construction | 7 |
| 6.1 Généralités..... | 7 |
| 6.2 Nombre et dimensions..... | 8 |
| 6.2.1 Généralités..... | 8 |
| 6.2.2 Produit fini..... | 8 |
| 6.2.3 Matériaux intermédiaires fluides..... | 8 |
| 6.3 Conditionnement..... | 8 |
| 6.3.1 Produits finis..... | 8 |
| 6.3.2 Matériaux intermédiaires fluides..... | 9 |
| 7 Mesurage | 9 |
| 7.1 Généralités..... | 9 |
| 7.2 Configuration du banc d'essai..... | 10 |
| 7.2.1 Choix du débit volumique..... | 10 |
| 7.2.2 Détermination de la quantité de matériau adsorbant..... | 10 |
| 7.2.3 Détermination de la durée minimale de désorption..... | 10 |
| 7.2.4 Mode opératoire de CSL..... | 10 |
| 7.3 Mode opératoire de mesurage..... | 12 |
| 8 Expression des résultats | 13 |
| 8.1 Généralités..... | 13 |
| 8.2 Flux d'exhalation libre..... | 13 |
| 8.3 Incertitude-type..... | 14 |
| 8.4 Seuil de décision..... | 15 |
| 8.5 Limite de détection..... | 15 |
| 9 Rapport d'essai | 16 |
| Annexe A (normative) Méthode pour la détermination du flux d'exhalation du radon libre des matériaux de construction à base de minéraux — Détermination du comptage total par spectrométrie gamma | 17 |
| Annexe B (normative) Méthode pour la détermination du flux d'exhalation du radon libre des matériaux de construction à base de minéraux — Détermination par spectrométrie gamma spécifique aux nucléides | 25 |
| Annexe C (informative) Caractéristiques de performance | 37 |
| Bibliographie | 38 |

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).

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 dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir 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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6804a09c-c065-4026-92cc-df9952311356/iso-11665-9-2016).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires et protection radiologique*, Sous-comité SC 2, *Protection radiologique*.

L'ISO 11665 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *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*
- *Partie 2: Méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne de ses descendants à vie courte*
- *Partie 3: Méthode de mesure ponctuelle de l'énergie alpha potentielle volumique de ses descendants à vie courte*
- *Partie 4: Méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'activité volumique moyenne du radon avec un prélèvement passif et une analyse en différé*
- *Partie 5: Méthode de mesure en continu de l'activité volumique*
- *Partie 6: Méthode de mesure ponctuelle de l'activité volumique*
- *Partie 7: Méthode d'estimation du flux surfacique d'exhalation par la méthode d'accumulation*
- *Partie 8: Methodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments*
- *Partie 9: Méthode de détermination du flux d'exhalation des matériaux de construction*
- *Partie 10: Détermination du coefficient de diffusion dans les matériaux étanches par mesurage de l'activité volumique*

— *Partie 11: Méthode d'essai pour le gaz du sol avec un prélèvement en profondeur*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11665-9:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6804a09e-c065-4026-92ce-df9952311356/iso-11665-9-2016>

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, lesquels sont respectivement des descendants de l'uranium-238, du thorium-232 et de l'uranium-235, et sont tous présents dans l'écorce terrestre. Des éléments solides, eux aussi radioactifs, suivis par du plomb stable sont produits par la désintégration du radon.^[1]

Lorsqu'il se désintègre, le radon émet des particules alpha et génère des descendants solides, qui sont eux aussi radioactifs (polonium, bismuth, plomb, etc.). Les effets potentiels du radon sur la santé humaine sont liés aux descendants plutôt qu'au gaz lui-même. Qu'ils soient ou non attachés à des aérosols atmosphériques, les descendants du radon peuvent être inhalés et se déposer dans l'arbre broncho-pulmonaire à différentes profondeurs, suivant leur taille.

Le radon est aujourd'hui considéré comme la principale source d'exposition de l'homme au rayonnement naturel. Le rapport de l'UNSCEAR (2006)^[8] suggère qu'au niveau mondial, le radon intervient pour environ 52 % de l'exposition moyenne globale au rayonnement naturel. L'impact radiologique de l'isotope 222 (48 %) est nettement plus important que celui de l'isotope 220 (4 %) et l'isotope 219 est quant à lui considéré négligeable. Pour cette raison, les références au radon dans la présente partie de l'ISO 11665 désignent exclusivement le radon-222.

L'activité volumique du radon peut varier d'un à plusieurs ordres de grandeur dans le temps et l'espace. L'exposition au radon et à ses descendants varie considérablement d'un lieu à un autre, car elle dépend principalement de la quantité de radon émise par le sol et les matériaux de construction en ces lieux et, ensuite, du degré de confinement et des conditions météorologiques des lieux où sont exposées les personnes.

Comme le radon tend à se concentrer dans les espaces clos tels que les maisons, la part principale de l'exposition de la population provient du radon présent dans l'atmosphère intérieure des bâtiments. Le gaz issu du sol est reconnu comme étant la plus importante source de radon résidentiel via des voies d'infiltration. Une source secondaire est l'exhalation de radon des matériaux de construction.

Les atomes de radon dans les matériaux sont produits par la désintégration du radium-226 contenu dans les grains minéraux du matériau. Certains de ces atomes atteignent les espaces interstitiels entre les grains: c'est le phénomène d'émanation. Certains de ces atomes produits par émanation atteignent la surface du matériau par diffusion et convection: c'est le phénomène d'exhalation.

Les valeurs du flux d'exhalation surfacique du radon-222 observées pour les matériaux de construction varient de l'indétectable à 5 mBq.m⁻².s⁻¹.^{[4],[5]}

NOTE L'origine du radon-222 et de ses descendants à vie courte dans l'environnement atmosphérique et d'autres méthodes de mesurage sont décrites de manière générale dans l'ISO 11665-1.

Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: Radon 222 —

Partie 9: Méthode de détermination du flux d'exhalation des matériaux de construction

1 Domaine d'application

La présente norme spécifie une méthode pour la détermination du flux d'exhalation du radon libre d'un lot de matériaux de construction à base de minéraux. La norme ne se rapporte qu'à la détermination de l'exhalation du ^{222}Rn à l'aide de deux méthodes d'essai: le comptage par scintillation liquide (CSL) et la spectrométrie gamma ([Annexe A](#) et [Annexe B](#)).

L'exhalation de thoron (^{220}Rn) n'affecte pas le résultat d'essai lors de l'application des méthodes de détermination décrites dans cette partie de la norme.

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).

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6804a09e-c065-4026-92ce-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6804a09e-c065-4026-92ce-df9952311356/iso-11665-9-2016)

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

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11665-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1

lot

quantité de matériau considérée comme une unité et pour laquelle il est supposé que les caractéristiques sont uniformes ou quantité de béton frais produit dans des conditions uniformes et qui a les mêmes résistance et classe environnementale ou qui a la même composition

3.1.2

matériau de construction

produit constitué d'un ou plusieurs matériaux et possiblement d'additifs et qui a des caractéristiques satisfaisant aux exigences préalablement établies après un processus de formation qui peut avoir été complété, si nécessaire, par un processus de durcissement

Note 1 à l'article: Le processus de durcissement, pendant lequel une réaction chimique se produit, peut avoir lieu dans les conditions ambiantes (produits durcis à froid), à une température élevée (produits cuits) ou à une température et une pression élevées (produits autoclavés).

3.1.3

échantillon de matériau de construction de laboratoire

échantillon ou sous-échantillon(s) du *matériau de construction* (3.1.2) reçu par le laboratoire

3.1.4

échantillon d'essai de matériau de construction

échantillon de *matériau de construction* (3.1.2) qui peut être l'échantillon pour le laboratoire ou un échantillon préparé à partir de l'échantillon pour le laboratoire utilisé pour déterminer l'exhalation de radon

3.1.5

échantillon d'essai de matériau adsorbant

échantillon de matériau adsorbant, tel que le gel de silice ou le charbon, utilisé pour piéger le radon exhalé de l'échantillon d'essai de matériau de construction (3.1.4)

Note 1 à l'article: Cet échantillon est utilisé pour l'essai.

3.1.6

volume libre

volume du récipient d'exhalation réduit du volume de l'échantillon d'essai de matériau de construction (3.1.4)

3.1.7

étalon de radon

solution de ^{226}Ra d'activité définie qui peut être tracée à l'étalon primaire ou source d'émanation de radon de flux d'émanation de radon défini, respectivement

3.1.8

débit de ventilation

débit auquel le *volume libre* (3.1.6) est renouvelé

Note 1 à l'article: Le débit de ventilation peut être calculé en divisant le débit volumique (m^3/s) par le *volume libre* (3.1.6) (m^3).

3.2 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles donnés dans l'ISO 11665-1 ainsi que les suivants s'appliquent. Voir aussi les symboles spécifiques à l'Annexe B, donnés dans l'annexe.

| Symbole | Nom de la grandeur |
|-------------------|--|
| $A_{\text{Ra},s}$ | Activité du ^{226}Ra de l'étalon de radon, en becquerel |
| A_{Ra} | Activité du ^{226}Ra , en becquerel |
| F_c | Facteur d'étalonnage |
| $\overline{F_c}$ | Facteur d'étalonnage moyen |
| i | Indice de la détermination pour le $i^{\text{ème}}$ mesurage du comptage |

| Symbole | Nom de la grandeur |
|----------------------------------|---|
| m_g, m_0 | Nombre de mesurages du comptage répétés du même type: échantillon d'essai et bruit de fond, respectivement |
| $n_{g,i}, n_{0,i}$ | Nombre de comptages dans le $i^{\text{ème}}$ mesurage des m mesurages du comptage de la zone brute du pic de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et du spectre du bruit de fond, respectivement |
| \bar{n}_g, \bar{n}_0 | Valeur moyenne du nombre de comptages des m mesurages du comptage de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et de l'échantillon témoin, respectivement |
| $n_{g,Pb,i}, n_{0,Pb,i}$ | Nombre de comptages au pic du spectre de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et du spectre témoin pour le $i^{\text{ème}}$ mesurage des m mesurages du comptage, respectivement, à la raie d'énergie du ^{210}Pb |
| $\bar{n}_{g,Pb}, \bar{n}_{0,Pb}$ | Valeur moyenne du nombre de comptages des m mesurages du comptage de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et de l'échantillon témoin, respectivement, dans la zone brute du pic, à la raie d'énergie du ^{210}Pb |
| $n_{g,Bi,i}, n_{0,Bi,i}$ | Nombre de comptages au pic du spectre de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et du spectre témoin pour le $i^{\text{ème}}$ mesurage des m mesurages du comptage, respectivement, à la raie d'énergie du ^{214}Bi |
| $\bar{n}_{g,Bi}, \bar{n}_{0,Bi}$ | Valeur moyenne du nombre de comptages des m mesurages du comptage de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et de l'échantillon témoin, respectivement, dans la zone brute du pic, à la raie d'énergie du ^{214}Bi |
| R_g, R_0 | Taux de comptage brut résultant du radon et/ou des descendants du radon sur l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et le témoin, respectivement, en par seconde |
| \bar{R}_g, \bar{R}_0 | Valeur moyenne des m mesurages du taux de comptage brut résultant du radon et/ou des descendants du radon sur l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et le témoin, respectivement, en par seconde |
| $R_{g,Pb}, R_{0,Pb}$ | Taux de comptage brut de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et du témoin, respectivement, pour le ^{210}Pb , en par seconde |
| $R_{g,Bi}, R_{0,Bi}$ | Taux de comptage brut de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant et du témoin, respectivement, pour le ^{214}Bi , en par seconde |
| t_a | Durée entre le début et la fin de l'étape d'adsorption, en secondes |
| t_g, t_0 | Durée de comptage pour le mesurage du bruit de fond et du témoin, respectivement, en secondes |
| t_c | Durée de comptage de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant, en secondes |
| t_w | Durée entre la fin de la période d'adsorption et le début du comptage, en secondes |
| U_r | Incertitude relative étendue, calculée par $U = k \cdot u(a)$ avec $k = 2, \dots$ |
| V | Volume libre dans lequel le radon exhale, en mètres cubes |
| V_p | Volume de l'échantillon d'essai de matériau de construction, en mètres cubes |
| λ_{Rn} | Constante de désintégration du radon, en par seconde |
| λ_v | Débit de ventilation, en par seconde |

| Symbole | Nom de la grandeur |
|--|---|
| k | Facteur d'élargissement |
| ϕ_f | Flux d'exhalation du radon libre, en par seconde |
| $\bar{\phi}_f$ | Valeur moyenne du flux d'exhalation du radon libre, en becquerel par seconde |
| $\mu(\bar{\phi}_f)$ | Incertitude moyenne du flux d'exhalation du radon libre, en becquerel par seconde |
| $\bar{\phi}_{f,Pb}$ | Flux d'exhalation du radon libre pour le ^{210}Pb , en becquerel par seconde |
| $\bar{\phi}_{f,Bi}$ | Flux d'exhalation du radon libre pour le ^{214}Bi , en becquerel par seconde |
| $\bar{\phi}_f^*$ | Seuil de décision, en becquerel par mètre cube, associé au flux d'exhalation du radon libre |
| $\bar{\phi}_f^\#$ | Limite de détection, en becquerel par mètre cube, associée au flux d'exhalation du radon libre |
| $\bar{\phi}_{f,Pb}^*, \bar{\phi}_{f,Bi}^*$ | Seuil de décision, en becquerel par mètre cube, associé au flux d'exhalation du radon libre respectivement pour ^{210}Pb et ^{214}Bi |
| $\bar{\phi}_{f,Pb}^\#, \bar{\phi}_{f,Bi}^\#$ | Limite de détection, en becquerel par mètre cube, associée au flux d'exhalation du radon libre respectivement pour ^{210}Pb et ^{214}Bi |

Tous les symboles relatifs aux comptages effectués sur les échantillons d'essai, les témoins et les échantillons de référence sont indiqués par les indices respectifs g, 0 et r.

Dans chaque cas, la moyenne arithmétique sur m comptages du même type effectués avec la même durée présélectionnée de mesurage, t (présélection de temps), est indiquée par une barre haute.

Ainsi, par exemple, pour m résultats de comptage, n_i ($i = 1, \dots, m$; $m > 1$), qui sont obtenus d'une telle manière et dont la moyenne doit être calculée, la valeur moyenne, \bar{n} , et son incertitude, $u^2(\bar{n})$, des valeurs, n_i , sont données par

$$\bar{n} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m n_i ; \quad u^2(\bar{n}) = \frac{1}{m} \left(\bar{n} + \frac{m-1}{m-3} \bar{n} + \frac{1}{m-3} \sum_{i=1}^m (n_i - \bar{n})^2 \right)$$

4 Principe

L'échantillon d'essai de matériau de construction (3.1.4) est conditionné à une température de $(20 \pm 2)^\circ C$ et une humidité relative de $(50 \pm 5) \%$. Après le conditionnement, l'échantillon d'essai de matériau de construction (3.1.4) est placé dans un récipient d'exhalation dans lequel l'exhalation du radon a lieu.

Le flux d'exhalation du radon libre est déterminé en purgeant le radon exhalé du volume libre (3.1.6) à l'aide d'azote, puis en le piégeant sur un matériau adsorbant (méthode de purge et piégeage) tel que du gel de silice et du charbon. La teneur en radon de ces matériaux adsorbants est quantifiée par comptage par scintillation liquide (CSL), pour du gel de silice, comme décrit dans le corps du texte, ou par spectrométrie gamma, pour le charbon, comme décrit dans l'Annexe A et l'Annexe B.

5 Réactifs et équipement

5.1 Réactifs

- a) **Eau glacée.**
- b) **Hydroxyde de potassium**, KOH, solide (pastilles).
- c) **Étalon de radon** (3.1.7).
- d) **Cocktail scintillant.**

NOTE 1 Il a été constaté, en pratique, qu'un cocktail à base de toluène convient le mieux.

- e) **Gel de silice** avec une taille de particules de 1 mm à 3 mm et séché à 105 °C jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

Une masse constante est obtenue lorsque l'écart entre deux pesées n'excède pas 0,5 % de la masse de la pesée précédente avec un intervalle d'au moins 24 h entre les pesées.

- f) **Azote, N₂, gazeux.**

NOTE 2 Par la détermination du témoin, toute teneur en radon du gaz et son influence sur le résultat sont prises en compte.

- g) **Azote, N₂, liquide.**

5.2 Équipement pour la préparation des échantillons

- h) **Salle de conditionnement** dans laquelle la température peut être réglée à une valeur de (20 ± 2) °C et l'humidité relative peut être réglée à une valeur de (50 ± 5) %.
- i) **Instrument de mesure de la longueur étalonné**, avec une incertitude de lecture maximale de 1 mm.
- j) **Appareil de pesage étalonné**, avec une plage de mesure au minimum équivalente à 1,5 fois la masse de l'échantillon d'essai de matériau de construction (3.1.4), et une incertitude de lecture maximale de 0,01 %.
- k) **Hygromètre**, avec une plage de mesure de 40 % à 60 %, une incertitude de mesure maximale de 3 % et une incertitude de lecture maximale de 1 %.
- l) **Thermomètre**, avec une plage de mesure de 15 °C à 25 °C, une incertitude de mesure maximale de 1 °C et une incertitude de lecture maximale de 0,5 °C.
- m) **Scie.**

5.3 Équipement pour le mode opératoire

- a) **Colonne d'adsorption.** Tube en U en verre de longueur et de diamètre suffisants, pouvant contenir environ 5 g de gel de silice.
- b) **Vase de Dewar.**
- c) **Colonne de séchage**, comprenant un tube en U en verre de longueur et de diamètre suffisants, pouvant contenir 20 g de pastilles de KOH.
- d) **Récipient d'exhalation**, dans lequel un ou plusieurs échantillons d'essai de matériau adsorbant (3.1.5) peuvent être placés sans contact entre eux ni avec les parois du récipient et qui peut être fermé hermétiquement à l'air. Les dimensions du récipient doivent être telles qu'une

purge adéquate du volume libre (3.1.6) soit possible. Le volume du récipient d'exhalation doit être au moins égal au double du volume de l'échantillon d'essai de matériau adsorbant (3.1.5).

Le matériau utilisé pour la fabrication du récipient d'exhalation ne doit pas libérer de radon. Le récipient doit avoir une entrée et une sortie pour permettre la purge du volume libre (3.1.6) avec de l'azote et doit être équipé d'un thermomètre et d'un hygromètre. Le débit volumique entrant doit être réparti sur les divers points d'entrée pour garantir la purge uniforme de l'intégralité de l'espace intérieur du récipient. Cet espace intérieur ne doit contenir aucun volume mort. Des débitmètres volumiques doivent être montés dans les conduites utilisées pour introduire et évacuer l'azote.

- e) **Flacons de purge de gaz.** Au moins un, de volume compris entre 150 ml et 200 ml.
- f) **Instrument de mesure de la longueur étalonné** avec une incertitude de lecture maximale de 1 mm.
- g) **Flacons en verre**, pour contenir les échantillons pour le comptage par scintillation liquide; d'un volume de 20 ml.
- h) **Hygromètre** avec une plage de mesure de 40 % à 60 %, une incertitude de mesure maximale absolue de 3 % et une incertitude de lecture maximale de 1 %.
- i) **Ballons ou flacons de purge de gaz à fond rond** d'un volume suffisant pour garantir la possibilité de purger la solution de ^{226}Ra .
- j) **Compteur à scintillation liquide**, préférentiellement avec un passeur d'échantillon et la possibilité de régler les fenêtres et d'afficher les spectres de hauteur d'impulsion.
- k) **Thermomètre** avec une plage de mesure de 15 °C à 25 °C, une incertitude de mesure maximale de 1 °C et une incertitude de lecture maximale de 0,5 °C.
- l) **Chronomètre**, avec une incertitude de lecture maximale de 1 s.
- m) **Tubes de raccordement**, avec des robinets, si nécessaire.
- n) **Tubes en plastique.**
- o) **Débitmètre volumique** d'une précision telle que le débit volumique réel ne s'écarte pas de plus de 1 % de la valeur réglée pendant l'essai, avec une incertitude de mesure maximale de 2 % de la valeur mesurée et une incertitude de lecture de 1 % de la valeur mesurée.

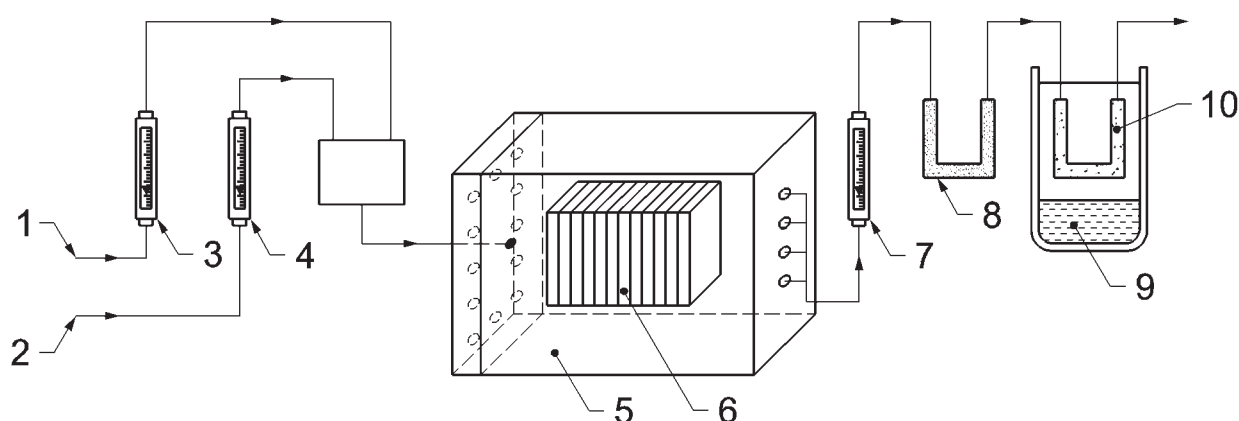
5.4 Banc d'essai

Régler le banc d'essai comme spécifié à la [Figure 1](#) avec les composants décrits en [5.3](#).

Les composants sont raccordés avec des tubes en plastique [[5.3 n](#)]). Les tubes qui peuvent être en contact avec le radon, c'est-à-dire, en aval du récipient d'exhalation [[5.3 d](#)]), doivent être aussi courts que possible. Séparer l'alimentation en azote en deux parties.

Faire passer une section au-dessus d'un ou plusieurs flacons de purge de gaz [[5.3 e](#)]) remplis d'eau pour s'assurer que ce débit volumique peut atteindre une humidité relative d'au moins 50 %. Le rapport entre les débits volumiques secs et humidifiés peut être modifié à l'aide des robinets montés sur les conduites d'alimentation. Installer l'hygromètre [[5.3 h](#)]) dans le récipient d'exhalation [[5.3 d](#)]), fermer hermétiquement le récipient et ouvrir l'alimentation en azote. Effectuer un contrôle après 1 h pour s'assurer que:

- les débits volumiques dans la ou les conduites d'alimentation et d'évacuation sont identiques, à la précision de lecture près ($A + B = C$);
- l'hygromètre indique $(50 \pm 5) \%$. Si ce n'est pas le cas, le rapport des deux débits volumiques doit être modifié à l'aide des robinets.



Légende

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1 débit volumique d'azote avec une humidité relative de 0 % | échantillon |
| 2 débit volumique d'azote avec une humidité relative de 100 % | 7 débitmètre volumique C [5.3 o)] |
| 3 débitmètre volumique A [5.3 o)] | 8 pastilles de KOH [5.1 b)] |
| 4 débitmètre volumique B [5.3 o)] | 9 azote liquide [5.1 g)] |
| 5 récipient d'exhalation [5.3 d)] | 10 gel de silice [5.1 e)] |

Figure 1 — Représentation schématique du banc d'essai
(standards.iteh.ai)

6 Préparation de l'échantillon d'essai de matériau de construction

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6804a09e-c065-4026-92ce-df9952311356/iso-11665-9-2016>

6.1 Généralités

Les échantillons préparés pour les essais pendant les différentes étapes du processus de mesurage sont indiqués à la [Figure 2](#).

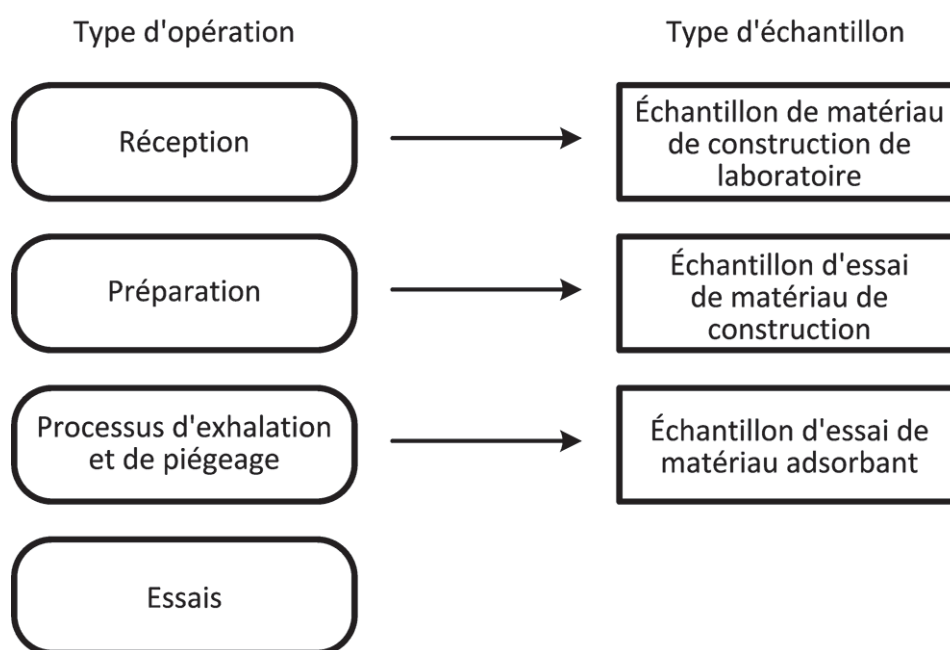


Figure 2 — Étapes du processus de mesurage avec les échantillons correspondants préparés