
**Mesurage de la radioactivité dans
l'environnement — Air : tritium
— Méthode d'essai à l'aide d'un
prélèvement par barbotage**

*Measurement of the radioactivity in the environment — Air: tritium
— Test method using bubbler sampling*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 20045:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3b99dac-bc7f-4ed3-8b96-556e8423073d/iso-20045-2023>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 20045:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3b99dac-bc7f-4ed3-8b96-556e8423073d/iso-20045-2023>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2023

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
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	1
3.1 Termes et définitions	2
3.2 Symboles, définitions et unités	3
4 Principe	4
5 Grandeurs d'influence	6
6 Équipement	6
6.1 Description et exigences du système de prélèvement	6
6.2 Emplacement de la tête de prélèvement	7
6.3 Débit d'air, durée de prélèvement et volume d'air prélevé	7
6.4 Eau de piégeage	7
6.5 Spécifications d'utilisation	7
7 Mode opératoire	8
7.1 Échantillonnage	8
7.2 Collecte et transport des échantillons	9
7.3 Réception	9
7.4 Conservation	9
7.5 Mesurage de l'activité volumique du tritium	9
8 Expression des résultats	10
8.1 Généralités	10
8.2 Calculs pour la vapeur d'eau tritiée	10
8.2.1 Activité volumique	10
8.2.2 Seuil de décision	10
8.2.3 Limite de détection	11
8.2.4 Limites des intervalles élargis	11
8.2.5 Conditions d'utilisation	12
8.3 Calculs des composés gazeux de tritium	12
8.3.1 Gaz tritié sans niveau important de HTO	13
8.3.2 Composés gazeux de tritium avec un niveau important de HTO	14
8.3.3 Limites de l'intervalle élargi	16
8.3.4 Conditions d'utilisation	16
9 Rapport d'essai	17
Annexe A (informative) Caractéristiques techniques du tritium	19
Annexe B (informative) Détermination du rendement de piégeage	21
Annexe C (informative) Préservation des solutions aqueuses tritiées	26
Annexe D (informative) Exemple de fiches de prélèvement et de calcul	27
Annexe E (informative) Exemples de calculs des activités volumiques du tritium dans l'air	30
Bibliographie	36

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 attirée 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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/members.html.

Introduction

Tout individu est exposé à des rayonnements naturels. Parmi les sources de ces rayonnements, on compte les rayons cosmiques et les substances radioactives naturellement présentes sur Terre telles que la faune, la flore ou le corps humain. À cette exposition naturelle aux rayonnements s'ajoute celle issue des activités anthropiques mettant en œuvre des rayonnements et des substances radioactives. Certaines de ces activités, dont l'exploitation minière et l'utilisation de minerais contenant des matières radioactives naturelles (MRN), ainsi que la production d'énergie par combustion de charbon contenant ces substances, ne font qu'augmenter l'exposition aux sources naturelles de rayonnement. Les centrales électriques nucléaires et autres installations nucléaires emploient des matières radioactives et génèrent des effluents et des déchets radioactifs dans le cadre de leur exploitation puis de leur déclassement. L'utilisation de matières radioactives dans les secteurs de l'industrie, de la médecine, de l'agriculture et de la recherche connaît un essor mondial.

Toutes ces activités anthropiques provoquent des expositions aux rayonnements qui ne représentent qu'une petite fraction du niveau moyen mondial des expositions naturelles aux rayonnements. Dans les pays développés, la plus importante source anthropique d'exposition aux rayonnements, qui ne cesse d'augmenter, vient de l'utilisation des rayonnements à des fins médicales. Ces applications médicales englobent la radiologie diagnostique, la radiothérapie, la médecine nucléaire et la radiologie interventionnelle.

L'exposition aux rayonnements découle également d'activités professionnelles. C'est le cas des employés des secteurs de l'industrie, de la médecine et de la recherche qui utilisent des rayonnements ou des substances radioactives, ou encore des passagers et du personnel navigant pendant les voyages aériens. Le niveau moyen des expositions professionnelles est généralement inférieur au niveau moyen mondial des expositions naturelles aux rayonnements (voir la Référence [2]).

Du fait de l'utilisation croissante des rayonnements, le risque pour la santé et les préoccupations du public augmentent. Par conséquent, toutes ces expositions sont régulièrement évaluées afin:

- a) d'améliorer la compréhension des niveaux mondiaux et des tendances temporelles de l'exposition du public et des travailleurs;
- b) d'évaluer les composantes de l'exposition de manière à chiffrer leur impact relatif et;
- c) d'identifier les problèmes émergents qui peuvent nécessiter une attention plus soutenue et une étude complémentaire. Alors que les doses reçues par les travailleurs sont le plus souvent mesurées directement, celles reçues par le public sont habituellement évaluées par des méthodes indirectes qui consistent à exploiter les résultats des mesurages de la radioactivité de déchets, d'effluents liquides, gazeux ou les deux, ou d'échantillons environnementaux.

La radioactivité provenant de sources d'origine naturelle et anthropique est présente partout dans l'environnement. Dès lors, l'atmosphère aussi peut contenir des radionucléides d'origine naturelle, anthropique ou les deux.

- Les radionucléides naturels comprenant le ^{40}K , le ^3H , le ^{14}C et les radionucléides des familles radioactives du thorium et de l'uranium, notamment le ^{226}Ra , le ^{228}Ra , le ^{234}U , le ^{238}U et le ^{210}Pb qui peuvent être retrouvés dans des matériaux issus de sources naturelles ou qui peuvent être émis par des procédés technologiques mettant en œuvre des matières radioactives naturelles (par exemple l'exploitation minière et le traitement des sables minéraux ou la production et l'utilisation d'engrais phosphatés).
- Les radionucléides anthropiques, tels que les éléments transuraniens (américium, plutonium, neptunium, curium), le ^3H , le ^{14}C , le ^{90}Sr et les radionucléides émetteurs gamma qui peuvent également être retrouvés dans les rejets gazeux, dans les matrices environnementales (telles que l'eau, l'air, le sol, le biote), dans l'alimentation et dans les aliments pour animaux à la suite de rejets autorisés dans l'environnement, les retombées radioactives engendrées par l'explosion dans l'atmosphère de dispositifs nucléaires et les retombées radioactives résultant d'accidents de réacteurs nucléaires tels que ceux qui se sont produits à Tchernobyl et à Fukushima.

Afin de garantir que les données obtenues dans le cadre de programmes de surveillance de la radioactivité permettent de répondre à l'objectif de l'évaluation, il est primordial que les parties prenantes (les exploitants de site nucléaire, les organismes de réglementation, les autorités locales, etc.) conviennent des méthodes et des modes opératoires appropriés pour obtenir des échantillons représentatifs ainsi que pour le prélèvement, la manipulation, le stockage, la préparation et le mesurage des échantillons pour essai. Il est également nécessaire de procéder systématiquement à une évaluation de l'incertitude globale de mesure. Pour toute décision en matière de santé publique s'appuyant sur des mesures de la radioactivité, il est capital que les données soient fiables, comparables et adéquates par rapport à l'objectif de l'évaluation. C'est pourquoi les Normes internationales, qui spécifient des méthodes d'essai des radionucléides vérifiées par des essais puis validées, constituent des outils fondamentaux dans l'obtention de tels résultats de mesure. L'application de normes permet également de garantir la comparabilité des résultats d'essai dans le temps et entre différents laboratoires d'essai. Les laboratoires les appliquent pour démontrer leurs compétences techniques et pour passer les essais d'aptitude lors d'études interlaboratoires, deux conditions préalables à l'obtention d'une accréditation nationale.

À l'heure actuelle, plus d'une centaine de Normes internationales, élaborées par les comités techniques de l'Organisation internationale de normalisation, dont celles élaborées par le comité technique ISO/TC 85, et la Commission électrotechnique internationale (IEC), sont disponibles pour permettre aux laboratoires d'essai de mesurer les radionucléides dans différentes matrices.

Le tritium (^3H) est un isotope radioactif de l'hydrogène. Radionucléide émetteur bêta pur, le tritium a une énergie maximale égale à $18,591 \pm 1$ keV et une demi-vie radiologique égale à 12,312 (0,025) ans (voir la Référence [3]). C'est également un radionucléide naturel qui est produit continuellement dans la haute atmosphère par interaction des rayons cosmiques avec les noyaux d'azote et d'oxygène (voir la Référence [4]).

On retrouve deux espèces chimiques principales du tritium naturel et anthropique dans l'environnement. La forme chimique la plus abondante est l'eau tritiée (HTO) (voir la Référence [5]). Le tritium peut également exister sous forme de gaz tritié (HT ou T_2), généralement au voisinage des installations émettrices de tritium (voir la Référence [6]) et de méthane tritié (CH_3T), ou sous diverses formes organiques tritiées communément observées dans les écosystèmes terrestres, aquatiques continentaux, et marins (voir les Références [7],[8] et [9]).

Les composés de tritium anthropique proviennent des émissions radioactives des installations nucléaires, soit des centrales électriques nucléaires, des usines de retraitement et de recyclage du combustible irradié, de la défense militaire, des applications de recherche médicale, et des essais atmosphériques passés d'engins nucléaires (voir l'Annexe A).

Le présent document décrit la méthode d'évaluation de l'activité volumique du tritium atmosphérique par prélèvement d'air à l'aide de barboteurs qui piègent de la vapeur d'eau tritiée et du gaz tritié en solution aqueuse. La méthode est utilisable dans le cadre de tout type d'étude ou de contrôle de l'environnement.

La méthode d'essai est utilisée dans le cadre d'un système de management de l'assurance qualité (ISO/IEC 17025). Elle peut être adaptée de façon que les limites caractéristiques, le seuil de décision, la limite de détection et les incertitudes garantissent qu'il soit possible de vérifier que les résultats d'essai relatifs à l'activité volumique du tritium atmosphérique sont inférieurs aux limites indicatives requises par une autorité nationale soit pour des situations existantes ou planifiées, soit pour une situation d'urgence.

Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air : tritium — Méthode d'essai à l'aide d'un prélèvement par barbotage

1 Domaine d'application

Le présent document décrit une méthode d'essai pour déterminer l'activité volumique du tritium atmosphérique en piégeant du tritium dans l'air par barbotage à travers une solution aqueuse. Les niveaux d'activité volumique du tritium atmosphérique sont exprimés en becquerels par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$).

Les formules données sont valables pour un système de prélèvement à quatre barboteurs. Elles sont également applicables aux systèmes de piégeage avec un seul module de piégeage constitué de deux barboteurs, à la condition que l'atmosphère dans laquelle a lieu le prélèvement ne contienne que du HTO.

Le présent document ne traite pas des résultats pour les échantillons d'essai de laboratoire, en becquerels par litre de solution de piégeage, conformément à l'ISO 9698 ou l'ISO 13168.

Le résultat de la limite de détection de la méthode d'essai est compris entre $0,2 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ et $0,5 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ pour une durée de prélèvement d'environ une semaine.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 4788, *Verrerie de laboratoire — Éprouvettes graduées cylindriques*

ISO 9698, *Qualité de l'eau — Tritium — Méthode d'essai par comptage des scintillations en milieu liquide*

ISO 13168, *Qualité de l'eau — Détermination simultanée des activités volumiques du tritium et du carbone 14 — Méthode par comptage des scintillations en milieu liquide*

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

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

ISO/IEC 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

Pour les besoins du présent document, les définitions, les symboles et les abréviations donnés dans le Guide ISO/IEC 98-3, le Guide ISO/IEC 99, l'ISO 80000-10 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1 Termes et définitions

3.1.1

aérosols

dispersion de particules solides très fines ou de gouttelettes de liquide dans l'air ou dans les gaz

3.1.2

échantillon d'air

partie représentative prélevée dans l'atmosphère de façon ponctuelle, intermittente ou continue afin d'en examiner diverses caractéristiques

3.1.3

barboteur

réceptacle en verre qui contient l'eau de piégeage (3.1.11)

3.1.4

échantillon de barbotage

barboteur (3.1.3) dans lequel un échantillon d'air (3.1.2) a barboté

3.1.5

rendement d'oxydation

rapport des composés gazeux de tritium atmosphériques convertis en vapeur d'eau tritiée (3.1.13), par oxydation avec un four catalytique de conversion, sur les composés gazeux de tritium dans l'atmosphère pendant la période de prélèvement

3.1.6

module de prélèvement

module constitué de deux barboteurs (3.1.3) raccordés en série pour piéger les espèces de tritium HTO (3.1.13) ou non HTO (3.1.12)

3.1.7

système de prélèvement

dispositif de prélèvement du tritium atmosphérique par barbotage à travers une solution aqueuse, constitué d'une tête de prélèvement qui est l'entrée d'air, d'une ligne de transport, d'un collecteur et d'un système de refroidissement du flux

Note 1 à l'article: Les échantillons enregistrés sont analysés en différé dans un laboratoire d'essai.

3.1.8

conditions normales

273,13 K (0°C) pour la température et 101 325 Pa pour la pression

Note 1 à l'article: Utilisées pour convertir les masses volumiques de l'air normalement. Il est autorisé d'utiliser d'autres conditions de température et de pression mais il convient de les appliquer de manière homogène.

3.1.9

échantillon pour essai

volume représentatif prélevé dans l'échantillon de barbotage (3.1.4) pour l'analyse de l'activité volumique du tritium par un laboratoire d'essai

3.1.10

rendement de piégeage

rapport de l'activité volumique de la vapeur d'eau tritiée (3.1.13) collectée, pendant la période de prélèvement, sur l'activité volumique de vapeur d'eau tritiée (3.1.13) atmosphérique

3.1.11**eau de piégeage**

tout type d'eau incolore sans activités biologiques apparentes pour piéger du tritium atmosphérique par échange moléculaire, isotopique, ou les deux, entre les atomes de tritium présents dans la vapeur d'eau de l'air et les atomes d'hydrogène des molécules d'eau de la solution

3.1.12**gaz tritiés**

non HTO

composés gazeux de tritium où les molécules HT et CH₃T sont les espèces chimiques gazeuses prédominantes dans l'atmosphère

3.1.13**vapeur d'eau tritiée**

HTO

vapeur d'eau atmosphérique dans laquelle un atome d'hydrogène d'une molécule d'eau est remplacé par un atome de tritium

3.2 Symboles, définitions et unités**Tableau 1 — Symboles, définitions et unités**

Symbole	Définition et unité
A_i	activité du tritium de l'échantillon de barbotage B_i , en becquerels (Bq), pour $i = 1, 2, 3$ ou 4
A_{ref}	activité de référence du tritium de la vapeur d'eau tritiée (HTO) dans l'air atmosphérique, en becquerel (Bq)
c_i	activité volumique du tritium de l'échantillon pour essai i , en becquerel par litre ($\text{Bq}\cdot\text{l}^{-1}$)
c_i^*	seuil de décision de l'activité volumique de l'échantillon pour essai i , en becquerel par litre ($\text{Bq}\cdot\text{l}^{-1}$)
$c_i^\#$	limite de détection de l'activité volumique du tritium de l'échantillon pour essai i , en becquerel par litre ($\text{Bq}\cdot\text{l}^{-1}$)
c_{ref}	activité de référence du tritium de la vapeur d'eau tritiée (HTO) dans l'air atmosphérique, en becquerel par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$) dans les conditions normales
c_w	activité volumique du tritium de la vapeur d'eau tritiée (HTO) dans l'air atmosphérique, dans les conditions normales, en becquerel par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)
c_g	activité volumique du tritium des composés gazeux tritiés (non-HTO) dans l'air atmosphérique, dans les conditions normales, en becquerel par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)
c_w^* et c_g^*	seuil de décision de l'activité volumique du tritium du HTO et du non HTO respectivement dans l'air atmosphérique, dans les conditions normales, en becquerel par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)
$c_w^\#$ et $c_g^\#$	limite de détection de l'activité volumique du tritium du HTO et du non HTO respectivement dans l'air atmosphérique, dans les conditions normales, en becquerel par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)
$c_w^<, c_w^>$ et $c_g^<, c_g^>$	limites inférieure et supérieure de l'intervalle élargi probabilistiquement symétrique du HTO et du non HTO respectivement dans l'air atmosphérique, dans les conditions normales, en becquerel par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)
$c_w^{<, c_w^{>}$ et $c_g^{<, c_g^{>}$	limites inférieure et supérieure de l'intervalle élargi le plus court du HTO et du non HTO respectivement dans l'air atmosphérique, dans les conditions normales, en becquerel par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)
ε_{Bi}	rendement de piégeage de chaque échantillon de barbotage i
ε_F	rendement d'oxydation du four catalytique de conversion
k	facteur d'élargissement pour $k = 1, 2, 3...$
q_p	débit d'air du système de prélèvement dans les conditions normales, en mètres cubes par heure ($\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$)

Tableau 1 (suite)

Symbole	Définition et unité
t_i	durée de comptage de l'échantillon pour essai i en secondes (s)
t_p	durée de prélèvement en heures (h)
$u(c_i)$	incertitude-type de l'activité volumique du tritium de l'échantillon d'essai i , en becquerel par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)
$u(y)$	incertitude-type associée au résultat du paramètre y , pour ($k = 1$)
$U(y)$	incertitude élargie calculée par $U(y) = k \cdot u(y)$ pour $k > 1$
$u_{\text{rel}}(y)$	incertitude-type relative associée au résultat du paramètre y calculé par $u_{\text{rel}}(y) = u(y) \cdot y^{-1}$
$U_{\text{rel}}(y)$	incertitude élargie relative calculée avec $U_{\text{rel}}(y) = k \cdot u_{\text{rel}}(y)$ with $k > 1$
V	volume d'air prélevé en mètres cubes (m^3) dans les conditions normales où $V = q_p \cdot t_p$
V_{B_i}	volume d'eau de l'échantillon de barbotage B_i à la fin de la période de prélèvement, en litre (l)
V_{Bref}	volume d'eau initial identique, dans chaque barboteur B_i , en litre (l)
w_i	facteur de correction de l'activité volumique du tritium de l'échantillon pour essai, i , par litre (l^{-1})

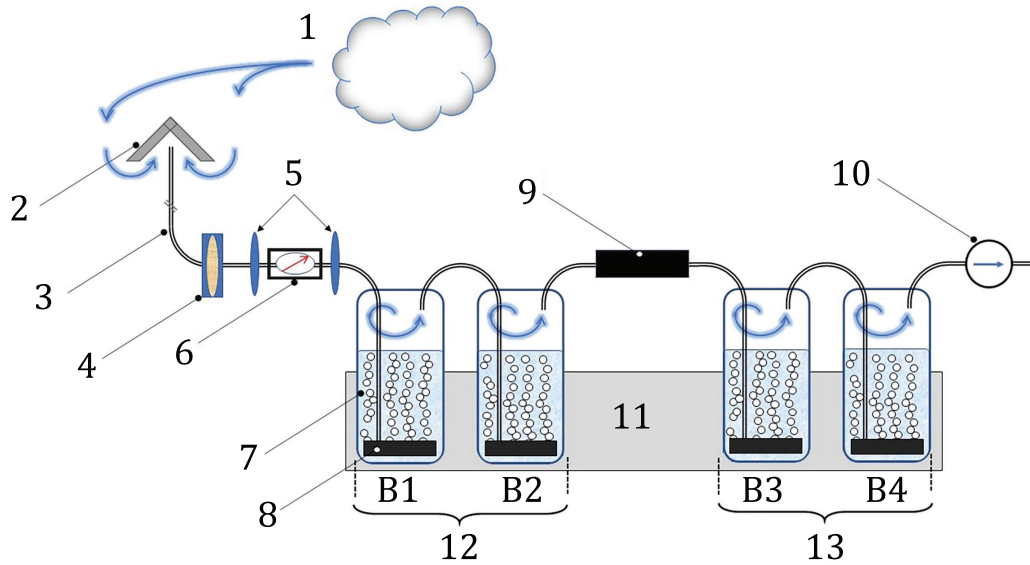
4 Principe

La méthode de prélèvement par barbotage consiste à piéger les composés tritiés en suspension dans l'air dans une solution aqueuse. L'air prélevé est pompé en continu à travers une série de barboteurs contenant l'eau de piégeage et transformé en micro-bulles dans l'eau. Les micro-bulles permettent une capture efficace de la vapeur d'eau tritiée dans la solution de piégeage par échange moléculaire et isotopique.

Après filtration des particules solides d'aérosols par le filtre antipoussière, l'air prélevé traverse un premier module de prélèvement de deux barboteurs. Cette unité collecte la vapeur d'eau tritiée de l'air. Un second module, notamment concernant les composés non HTO, peut également être raccordé en série. Dans ce cas, l'air prélevé doit traverser un four catalytique de conversion qui convertit les composés non HTO en HTO. Ce second module collecte le HTO résiduel non piégé par le premier module et les composés non HTO qui ont été convertis en HTO.

Le débit d'air à travers le système de prélèvement est contrôlé par un débitmètre massique.

Le système d'échantillonnage illustré dans la [Figure 1](#) est un exemple. Le flux et l'injection d'air peuvent être configurés autrement.



Légende

- 1 air atmosphérique à surveiller à la température T et au taux d'humidité relatif HR en %
- 2 tête de prélèvement
- 3 tuyau de raccordement
- 4 filtre antipoussière
- 5 filtre hydrophobe
- 6 débitmètre massique
- 7 barboteur contenant l'eau de piégeage
- 8 générateur de micro-bulles
- 9 four catalytique de conversion
- 10 pompe
- 11 module de refroidissement
- 12 premier module pour le piégeage du HTO (barboteurs B1 et B2)
- 13 second module pour le piégeage des composés non HTO et du HTO résiduel (barboteurs B3 et B4)

Figure 1 — Schéma d'un exemple de système de prélèvement de l'air atmosphérique composé de deux modules de prélèvement

À la fin de la période de prélèvement, les solutions de piégeage doivent être collectées séparément et transportées au laboratoire d'essai dans les plus brefs délais.

L'activité volumique du tritium dans l'eau pour chaque échantillon de barbotage, en becquerels par litre de prélèvement par barbotage, doit être estimée par scintillation liquide conformément à l'ISO 9698 ou l'ISO 13168.

Les activités volumiques du tritium atmosphérique doivent être calculées en prenant en considération:

- le volume d'air prélevé;
- le volume d'eau de chaque prélèvement par barbotage au début et à la fin de la période de prélèvement;
- l'activité volumique de chaque prélèvement par barbotage;
- le rendement de piégeage du HTO et si nécessaire;
- le rendement d'oxydation catalytique du four de conversion.

5 Grandeurs d'influence

De nombreux paramètres peuvent affecter le prélèvement de l'air atmosphérique. Ces grandeurs d'influence peuvent être catégorisées en tant que paramètres maîtrisables ou non maîtrisables. Les paramètres maîtrisables peuvent être surveillés en appliquant les exigences du présent document. Les paramètres non maîtrisables sont étroitement liés aux conditions environnementales telles que la température de l'air atmosphérique, l'humidité ou la température ambiante au point de prélèvement.

Les grandeurs maîtrisables sont:

- le débit d'air;
- la hauteur de la solution de piégeage dans chaque barboteur;
- le micro-barbotage dans chaque barboteur;
- la température de l'échantillon de barbotage pendant le prélèvement;
- le rendement d'oxydation catalytique du four de conversion lors du chauffage;
- l'étanchéité du système de prélèvement;
- les conditions du prélèvement et la filtration de l'air atmosphérique en amont du dispositif de prélèvement.

6 Équipement

iTeh STANDARD PREVIEW

6.1 Description et exigences du système de prélèvement

Le système de prélèvement doit comprendre:

- une tête de prélèvement équipée d'une protection contre les chutes directes de pluie ou les éclaboussures;
- un tuyau de raccordement aussi court que possible, entre la tête de prélèvement et le système de prélèvement, étanche à l'eau, à l'air et aux poussières. La composition de la ligne de raccordement doit réduire la rétention de vapeur d'eau et les échanges isotopiques avec l'hydrogène. Le tuyau de raccordement doit être protégé contre la condensation et le gel en hiver;
- un filtre antipoussière en amont du premier module pour limiter la luminescence chimique et l'affaiblissement lumineux («quenching» en anglais) pendant l'analyse de l'échantillon par comptage par scintillation liquide. Le filtre antipoussière doit être remplacé régulièrement pour empêcher son colmatage;
- un débitmètre massique, associé à un contrôle du débit de la pompe, protégé par des filtres hydrophobes situés en amont et en aval du débitmètre. Le débitmètre massique doit être étalonné régulièrement pour en assurer l'exactitude;
- au minimum un module de prélèvement, constitué de deux barboteurs raccordés en série, disposant chacun d'un générateur de micro-bulles pour améliorer les échanges entre la vapeur d'eau tritiée atmosphérique et l'eau de piégeage. Il est recommandé d'utiliser des barboteurs en verre pour réduire le risque de contamination croisée après leur utilisation, leur lavage et leur séchage;
- si nécessaire, pour collecter les composés non HTO et le HTO résiduel non piégé par le premier module:
 - un four catalytique pour convertir les composés tritiés non HTO en HTO par oxydation;
 - un second module de deux barboteurs raccordés en série chacun avec un générateur de microbulles pour améliorer les échanges entre le HTO, préalablement converti par le four catalytique de conversion, et l'eau de piégeage. Le rendement d'oxydation du four catalytique

doit être connu (voir [Tableau 1](#)). Le rendement du catalyseur de conversion dépend de la température du four et du type de matériau utilisé comme catalyseur pour convertir les espèces de tritium d'intérêt, voir les Références [12],[13],[14],[15] et [16];

- une pompe située en aval du ou des modules de prélèvement;
- un système de refroidissement pour réduire l'évaporation de l'eau dans les barboteurs et pour garantir une plage de température comprise entre 2 °C et 15 °C.

6.2 Emplacement de la tête de prélèvement

La tête de prélèvement doit être placée conformément aux conditions aérauliques au point de prélèvement (zone dégagée, vent dominant, etc.). Pour limiter le colmatage du filtre antipoussière et les éclaboussures dues à la pluie, la tête de prélèvement doit être située à un mètre au-dessus de la zone de prélèvement (toiture ou autre).

6.3 Débit d'air, durée de prélèvement et volume d'air prélevé

Le débit d'air doit être connu, continu et constant pour assurer la représentativité du prélèvement. Le volume d'air prélevé est calculé à partir du débitmètre massique et des données de durée de prélèvement. Le résultat de ce volume est exprimé en mètres cubes (m³) dans les conditions normales. Le débitmètre massique doit être étalonné dans les conditions normales, c'est-à-dire à une température de 273,13 K (0 °C) et une pression de 101 325 Pa.

Une vérification périodique de l'étalonnage du débitmètre conformément au système international doit assurer l'exactitude et l'incertitude des mesurages du volume de prélèvement.

6.4 Eau de piégeage

Est autorisée l'utilisation de toute eau considérée comme admissible par le laboratoire d'essai (par exemple de l'eau désionisée, de l'eau minérale ou de l'eau d'aquifère profond), qui ne génère pas une chimiluminescence inacceptable ou d'affaiblissement lumineux. L'activité du tritium de la solution de piégeage doit être négligeable par rapport aux activités de tritium à surveiller. Elle doit être contrôlée avec des performances appropriées avant son utilisation comme eau de piégeage afin de garantir que le seuil de décision ou la limite de détection est conforme à la demande du client.

Si le système de prélèvement fonctionne à des températures ambiantes inférieures à 0 °C, il pourrait être nécessaire d'ajouter de l'antigel dans la solution de piégeage. L'ajout d'antigel peut entraîner une chimiluminescence et des phénomènes d'affaiblissement lumineux qui influencent le rendement de détection par scintillation liquide. L'utilisateur doit s'assurer que l'échantillon pour essai est mesurable par le laboratoire d'essai.

Avant le début du prélèvement et à la fin de la période de prélèvement, le volume ou la masse de la solution de piégeage dans chaque barboteur doit être mesurée avec une exactitude connue, à l'aide d'une éprouvette graduée conforme aux exigences de l'ISO 4788 ou par pesée.

6.5 Spécifications d'utilisation

Les spécifications d'utilisation doivent être définies et doivent prendre en compte:

- une identification sans équivoque des barboteurs;
- un système de prélèvement fermé hermétiquement;
- un volume d'eau de piégeage suffisant pour assurer un parcours vertical minimal des bulles;
- une hauteur libre suffisante au-dessus de l'interface air-eau pour limiter les transferts mécaniques d'eau d'un barboteur vers le suivant;
- un débit d'air conforme à un bon échange du HTO entre les bulles et l'eau de piégeage.