

---

---

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

*Water quality — Simultaneous determination of tritium and carbon  
14 activities — Test method using liquid scintillation counting*



## 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](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 Domaine d'application</b>                                | <b>1</b>  |
| <b>2 Références normatives</b>                                | <b>1</b>  |
| <b>3 Termes, définitions et symboles</b>                      | <b>2</b>  |
| 3.1 Termes et définitions                                     | 2         |
| 3.2 Symboles                                                  | 2         |
| <b>4 Principe</b>                                             | <b>4</b>  |
| <b>5 Échantillonnage et conservation des échantillons</b>     | <b>5</b>  |
| 5.1 Échantillonnage                                           | 5         |
| 5.2 Conservation des échantillons                             | 5         |
| <b>6 Réactifs et équipement</b>                               | <b>5</b>  |
| 6.1 Réactifs                                                  | 5         |
| 6.1.1 Eau destinée au blanc                                   | 5         |
| 6.1.2 Solutions sources d'étalonnage                          | 6         |
| 6.1.3 Solution scintillante                                   | 6         |
| 6.1.4 Agent d'affaiblissement lumineux                        | 6         |
| 6.2 Matériel                                                  | 6         |
| <b>7 Mode opératoire</b>                                      | <b>7</b>  |
| 7.1 Préparation de l'échantillon                              | 7         |
| 7.2 Préparation du flacon de comptage                         | 7         |
| 7.3 Mode opératoire de comptage                               | 7         |
| 7.4 Contrôle et étalonnage                                    | 7         |
| 7.5 Conditions du mesurage                                    | 8         |
| 7.6 Contrôle des interférences                                | 9         |
| <b>8 Expression des résultats</b>                             | <b>9</b>  |
| 8.1 Généralités                                               | 9         |
| 8.2 Activité volumique du tritium                             | 10        |
| 8.3 Activité volumique du carbone 14                          | 10        |
| 8.4 Incertitude-type composée du tritium                      | 11        |
| 8.5 Incertitude-type composée du carbone 14                   | 12        |
| 8.6 Seuil de décision du tritium                              | 12        |
| 8.7 Seuil de décision du carbone 14                           | 12        |
| 8.8 Limite de détection du tritium                            | 13        |
| 8.9 Limite de détection du carbone 14                         | 13        |
| 8.10 Limites des intervalles élargis                          | 13        |
| 8.10.1 Limites de l'intervalle élargi à symétrie probabiliste | 13        |
| 8.10.2 Limite inférieure de l'intervalle élargi le plus court | 14        |
| 8.11 Calculs utilisant l'activité par unité de masse          | 14        |
| <b>9 Rapport d'essai</b>                                      | <b>14</b> |
| <b>Annexe A (informative) Exemple</b>                         | <b>16</b> |
| <b>Bibliographie</b>                                          | <b>18</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 (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](http://www.iso.org/directives)).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

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 [www.iso.org/iso/fr/avant-propos](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 147, *Qualité de l'eau*, sous-comité SC 3, *Mesurages de la radioactivité*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 13168:2015), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications apportées à l'édition précédente sont les suivantes:

- développement de l'introduction;
- mise à jour des Références normatives;
- mise à jour de la Bibliographie.

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/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

Les radionucléides sont présents partout dans l'environnement. Dès lors, les masses d'eau (par exemple les eaux de surface, les eaux souterraines, les eaux de mer) contiennent des radionucléides d'origine naturelle ou anthropique:

- les radionucléides naturels, y compris  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{40}\text{K}$  et ceux provenant des chaînes de désintégration du thorium et de l'uranium, notamment  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{227}\text{Ac}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{231}\text{Pa}$ ,  $^{234}\text{U}$  ou  $^{238}\text{U}$  peuvent se trouver dans l'eau en raison de processus naturels (par exemple, la désorption par le sol ou le lessivage par les eaux pluviales) ou bien ils peuvent être libérés par des procédés technologiques mettant en œuvre des matières radioactives existant à l'état naturel (par exemple, l'extraction minière, le traitement de sables minéraux, la production de carburant, de gaz ou de charbon, le traitement des eaux et la production et l'utilisation d'engrais phosphatés);
- les radionucléides engendrés par l'activité humaine, tels que  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{59}\text{Ni}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ , mais aussi des éléments transuraniens (américium, plutonium, neptunium, curium) et certains radionucléides émetteurs gamma tels que  $^{60}\text{Co}$  et  $^{137}\text{Cs}$  peuvent également être présents dans les eaux naturelles. De petites quantités de radionucléides sont rejetées dans l'environnement par les installations du cycle du combustible lors des rejets périodiques autorisés. Les radionucléides dans les effluents liquides font généralement l'objet de contrôles avant d'être rejetés dans l'environnement<sup>[1]</sup> et les masses d'eau. Des radionucléides, utilisés dans le cadre d'applications médicales et industrielles, sont également libérés dans l'environnement après usage. Les radionucléides d'origine anthropiques sont aussi présents dans les eaux du fait de contaminations par retombées d'éléments radioactifs rejetés dans l'atmosphère lors de l'explosion de dispositifs nucléaires ou lors d'accidents nucléaires, tels que ceux de Tchernobyl et de Fukushima.

L'activité volumique des radionucléides dans les masses d'eau est variable en fonction des caractéristiques géologiques et des conditions climatiques locales, et peut être renforcée localement et dans le temps par les rejets d'installations nucléaires dans des situations d'exposition planifiée, d'exposition d'urgence et d'exposition existante<sup>[2][3]</sup>. L'eau potable est alors susceptible de contenir des radionucléides à des valeurs d'activité volumique qui peuvent présenter un risque sanitaire. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande une surveillance régulière de la radioactivité des eaux potables<sup>[4]</sup> et la mise en place d'actions adéquates si besoin est afin de limiter le plus possible le risque pour la santé humaine.

Les législations nationales spécifient généralement les limites autorisées d'activité volumique dans les eaux potables, les masses d'eau et les effluents liquides rejetés dans l'environnement. Ces limites sont susceptibles de varier dans le cas de situations d'exposition planifiée, existante ou d'urgence. À titre d'exemple, pendant une situation planifiée ou existante, la valeur de référence de l'OMS pour l'activité volumique dans l'eau potable est de  $10\,000\text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ <sup>[4]</sup> pour  $^3\text{H}$  et de  $100\text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$  pour  $^{14}\text{C}$ , voir NOTE 1 et 2. La conformité à ces limites peut être évaluée à partir des résultats de mesure d'échantillons d'eau et des incertitudes qui y sont associées, tel que précisé par le Guide ISO/IEC 98-3 et l'ISO 5667-20<sup>[5]</sup>.

NOTE 1 Si cette valeur n'est pas précisée dans l'Annexe 6 de la Référence <sup>[4]</sup>, elle est calculée à l'aide de l'équation donnée dans la Référence <sup>[4]</sup> et du coefficient de dose des Références <sup>[6]</sup> et <sup>[7]</sup>.

NOTE 2 La limite indicative calculée par la Référence <sup>[4]</sup> correspond à l'activité volumique pour une consommation de  $2\text{ l}\cdot\text{j}^{-1}$  d'eau potable pendant un an à une dose effective de  $0,1\text{ mSv}\cdot\text{a}^{-1}$  pour un individu moyen. Cette dose effective présente un niveau de risque très faible qui ne devrait pas entraîner d'effets indésirables et détectables pour la santé<sup>[4]</sup>.

La méthode détaillée dans le présent document a pour objectif de répondre aux besoins des laboratoires déterminant  $^3\text{H}$  et  $^{14}\text{C}$  dans des échantillons d'eau.

La méthode décrite dans le présent document est applicable à divers types d'eaux (voir l'Article 1). Il est possible d'apporter des modifications mineures, par exemple au volume d'un échantillon ou à la durée de comptage, afin de s'assurer que la limite caractéristique, le seuil de décision, la limite de détection et les incertitudes sont inférieures aux limites requises. Ces modifications peuvent être effectuées dans le cadre d'une situation d'urgence, de limites indicatives nationales inférieures et d'obligations opérationnelles, etc.

