

# NORME INTERNATIONALE

**ISO**  
**9698**

Première édition  
1989-12-01

---

---

**Qualité de l'eau — Détermination de l'activité  
volumique du tritium — Méthode par comptage des  
scintillations en milieu liquide**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

*Water quality — Determination of tritium activity concentration — Liquid  
scintillation counting method*  
(standards.iteh.ai)

[ISO 9698:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed0cbe37-bda6-4fa8-933d-1a461d065691/iso-9698-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed0cbe37-bda6-4fa8-933d-1a461d065691/iso-9698-1989>



Numéro de référence  
ISO 9698:1989(F)

## 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 projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9698 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 147, *Qualité de l'eau*.  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed0cbe37-bda6-4fa8-933d-1a461d065691/iso-9698-1989>

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

## Introduction

Le tritium présent dans l'environnement est d'origine naturelle et anthropologique. Par suite d'essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère, d'émissions provenant des centrales nucléaires et de l'application et de la transformation d'isotopes, des quantités relativement importantes de tritium envahissent l'environnement. Malgré la faible radiotoxicité du tritium, le contrôle de l'activité volumique du tritium dans l'environnement est nécessaire pour pouvoir suivre sa circulation dans l'hydrosphère et la biosphère.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 9698:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed0cbe37-bda6-4fa8-933d-1a461d065691/iso-9698-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed0cbe37-bda6-4fa8-933d-1a461d065691/iso-9698-1989>

Page blanche

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 9698:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed0cbe37-bda6-4fa8-933d-1a461d065691/iso-9698-1989>

# Qualité de l'eau — Détermination de l'activité volumique du tritium — Méthode par comptage des scintillations en milieu liquide

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour la détermination de l'activité volumique de l'eau tritiée ( $[^3\text{H}]\text{H}_2\text{O}$ ) dans l'eau, par comptage des scintillations en milieu liquide.

La méthode est applicable à tous les types d'eaux, y compris l'eau de mer avec une activité volumique du tritium allant jusqu'à  $10^6$  Bq/m<sup>3</sup>, en utilisant des flacons de comptage de 20 ml.

### NOTES

1 En dessous d'une activité volumique du tritium d'environ  $5 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup><sup>(8)</sup>, une étape d'enrichissement préalable et/ou le mesurage de volumes d'échantillon plus importants peut améliorer sensiblement la précision de la détermination et, ainsi, baisser la limite de détection (voir article 9 pour le calcul de l'activité volumique minimale détectable).

Cependant, l'enrichissement signifie une étape supplémentaire dans la procédure analytique et, de ce fait, une source d'erreur supplémentaire, tout à fait indépendant de l'effort analytique plus important dont il est question. Une dispersion de l'ordre de 1 % a lieu en raison de la variabilité inhérente des cellules d'enrichissement. Le comptage direct des scintillations, au moyen de compteurs à scintillations en milieu liquide<sup>(5)</sup>, couramment utilisé dans ce domaine, est donc préférable pour déterminer l'activité volumique du tritium supérieure à environ  $5 \cdot 10^4$  Bq/m<sup>3</sup>, et, suivant la précision demandée, aussi applicable à de plus basses concentrations.

2 Les activités volumiques du tritium supérieures à  $10^6$  Bq/m<sup>3</sup> peuvent être déterminées après dilution appropriée avec de l'eau distillée dont la faible teneur en tritium a été prouvée. Une autre méthode pour la détermination de ces activités plus élevées consiste à augmenter l'activité volumique du tritium de la solution étalon interne (4.4).

3 La méthode ne s'applique pas à l'analyse du tritium lié organiquement; sa détermination nécessite une minéralisation oxydante.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 5667-1:1980, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 1: Guide général pour l'établissement des programmes d'échantillonnage.*

ISO 5667-2:1982, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 2: Guide général sur les techniques d'échantillonnage.*

## 3 Principe

Addition de thiosulfate de sodium à l'échantillon, ajustement à un pH alcalin et distillation. Mélange du distillat avec une solution de scintillations dans un flacon de comptage. Transformation partielle de l'énergie cinétique des particules bêta du tritium dans le mélange (généralement une émulsion) en photons. Comptage des photons en tant qu'impulsions. Le taux de comptage est une mesure de l'activité volumique du tritium.

### NOTES

4 Le tritium décroît en présence de l'hélium en émettant des rayonnements bêta avec une énergie maximale de 18,6 keV. Sa période est de 4540 jours (12,43 ans)<sup>(7)</sup>.

5 Par distillation, la plupart des composés interférents, agissant, par exemple, par l'arrêt brutal du processus de scintillation, restent dans le résidu avec les autres traces

de iode et de bicarbonate radioactifs éventuellement présentes.

6 Pour le comptage, certaines conditions limites devront être satisfaites, par exemple, détection simultanée par deux ou plusieurs tubes photomultiplicateurs montés en série; discrimination des impulsions par les canaux de mesure existants.

#### 4 Réactifs

Au cours de l'analyse, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue.

4.1 Carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), anhydre.

4.2 Thiosulfate de sodium (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), anhydre.

4.3 Eau de référence, ayant une activité volumique du tritium de  $c_o(t)$ , en becquerels par mètre cube, au moment  $t$  auquel les échantillons sont mesurés.

Prélever de l'eau ayant une activité volumique du tritium aussi faible que possible, par exemple, de l'eau souterraine. Distiller l'eau selon 7.1. Conserver le distillat dans un flacon en verre borosilicaté bouché à l'émeri, à l'obscurité, à une température aussi constante que possible. Déterminer (voir note 8) l'activité volumique du tritium de cette eau et noter la date ( $t = 0$ ) de cette détermination [ $c_o(t = 0)$ , en becquerels par mètre cube].

#### NOTES

7 Il convient de conserver une quantité suffisante d'eau de référence et d'en constituer de petites aliquotes prêtes à l'emploi, que l'on peut utiliser au fur et à mesure des besoins. Il faut éviter toute contamination avec du tritium (par exemple, en provenance de vapeur d'eau de l'atmosphère et des sources de tritium, telles que les moniteurs luminescents et les chromatographes en phase gazeuse) ou d'autres espèces radioactives.

8 L'activité volumique du tritium dans l'eau de référence peut être déterminée par l'enrichissement, suivi, par exemple, d'un comptage des scintillations en milieu liquide.

Lorsque le stock en eau de référence est suffisamment important, par exemple, de 10 l à 20 l, et bien scellé, il reste stable pendant des années, bien qu'il y ait lieu de redéterminer l'activité volumique du tritium à des intervalles préétablis, par exemple, une fois par an.

9 Utiliser de préférence de l'eau de référence ayant une activité volumique du tritium inférieure à 500 Bq/m<sup>3</sup>. Au cas où l'activité volumique du tritium de l'eau de référence est supérieure à 500 Bq/m<sup>3</sup>, il faut procéder à une correction utilisant la technique de calcul donnée en 8.1.2. L'activité volumique du tritium au temps  $t$  auquel les échantillons sont mesurés (7.3), corrigée de la décroissance radioactive, est donnée par l'équation

$$c_o(t) = c_o(t = 0)e^{-\lambda t} \quad \dots (1)$$

où

$c_o(t)$  est l'activité volumique du tritium, en becquerels par mètre cube, de l'eau de référence au temps  $t$  auquel les échantillons sont mesurés;

$c_o(t = 0)$  est l'activité volumique du tritium, en becquerels par mètre cube, de l'eau de référence au moment de sa préparation;

$\lambda$  est la constante radioactive, en années à la puissance moins un ( $\lambda = 0,05576$ );

$t$  est le temps, en années, écoulé entre la préparation de l'eau de référence et le mesurage des échantillons.

Pour de l'eau de référence ayant une activité volumique du tritium d'environ 500 Bq/m<sup>3</sup>, il n'est pas nécessaire de procéder à une correction pour la décroissance radioactive.

4.4 Solution étalon interne, ayant une activité volumique du tritium  $c_s(t)$ . Dans un endroit éloigné de la zone dans laquelle des analyses du tritium doivent être effectuées, peser et verser, dans une fiole jaugée et tarée de 100 ml, la quantité requise de la solution étalon concentrée du tritium ([<sup>3</sup>H]H<sub>2</sub>O) (activité volumique du tritium 10<sup>10</sup> Bq/m<sup>3</sup> à 10<sup>11</sup> Bq/m<sup>3</sup>, inexactitude totale inférieure ou égale à environ 1 %), de façon que l'activité volumique du tritium soit environ 170 Bq/m<sup>3</sup> après avoir complété jusqu'au trait avec de l'eau de référence (4.3) et mélangé. Calculer l'activité volumique du tritium de la solution étalon interne qui en résulte  $c_s(t = 0)$ , en becquerels par mètre cube. Noter la date à laquelle la solution étalon a été préparée ( $t = 0$ ).

#### NOTES

10 L'activité volumique du tritium de la solution étalon interne au temps  $t$ , auquel les échantillons sont mesurés (7.3), corrigée de la décroissance radioactive, est donnée par l'équation

$$c_s(t) = c_s(t = 0)e^{-\lambda t} \quad \dots (2)$$

où

$c_s(t)$  est l'activité volumique du tritium, en becquerels par mètre cube, de la solution étalon interne au temps auquel les échantillons sont mesurés;

$c_s(t = 0)$  est l'activité volumique du tritium, en becquerels par mètre cube, de la solution étalon interne au moment de sa préparation;

$\lambda$  est la constante radioactive, en années à la puissance moins un ( $\lambda = 0,05576$ );

$t$  est le temps écoulé, en années, entre la préparation de la solution étalon interne et le mesurage des échantillons.

11 En variante, on peut utiliser des capsules de référence en tritium soluble aqueux à la place de la solution

étalon du tritium concentré ( $[^3\text{H}]\text{H}_2\text{O}$ ). Des capsules de référence commerciales ont une inexactitude totale bien plus grande que 1 %.

#### 4.5 Solution à scintillations.

On utilise généralement des solutions à scintillations contenant un ou plusieurs émulsifiants, dans lesquelles peuvent être incorporées des quantités relativement importantes d'échantillons d'eau (habituellement sous forme d'émulsion ou de gel). En pratique, les mélanges préparés disponibles dans le commerce sont jugés les plus satisfaisants (voir également 9.1).

Des mélanges à base de pseudocoumène (1,2,4-triméthyl benzène) sont préférables, à cause de la faible toxicité, du point d'éclair élevé, d'une meilleure stabilité et de l'absence de déformation des fioles en plastique. Des mélanges à base de dioxanne doivent être évités.

Conserver à l'obscurité et en particulier juste avant son utilisation (voir 7.2, note 15); éviter toute exposition directe à la lumière du soleil ou à la lumière fluorescente, de façon à empêcher toute luminescence interférente.

#### 4.6 Billes en carborundum ou en verre.

### 5 Appareillage

Matériel courant de laboratoire, et

**5.1 Compteur à scintillations**, en milieu liquide, muni, de préférence, d'une unité automatique de présentation des échantillons (voir 7.3, note 19). Un fonctionnement à température constante est recommandé. Suivre les instructions données par le fabricant.

La méthode spécifiée dans la présente Norme internationale se rapporte à des compteurs à scintillations en milieu liquide, dont l'utilisation est largement répandue, équipés de flacons d'une capacité de 20 ml. Lorsqu'on utilise d'autres flacons avec des compteurs appropriés, la méthode décrite doit être modifiée.

**5.2 Appareil de distillation**, séché avant utilisation, composé

- d'un ballon à fond rond de 500 ml de capacité [pour la préparation de l'eau de référence (4.3), on peut utiliser un récipient plus grand],
- d'un dévésiculeur (ampoule de garde),
- d'une colonne de distillation, type Vigreux, longueur 40 cm,

- d'un réfrigérant,
- d'une rallonge, de type coudé.

**5.3 Pipette**, capable de transférer, d'une manière précise, 100 µl de la solution étalon interne (4.4), avec une inexactitude totale inférieure ou égale à 1 %.

**5.4 Flacons de comptage**, en polyéthylène ou en une matière équivalente, d'une capacité d'au moins 20 ml et pouvant être positionnés sur la chambre de comptage du compteur à scintillations en milieu liquide (5.1). La diffusion des solvants organiques dans et à travers des fioles, ainsi que la déformation après remplissage (7.2), est acceptable.

Généralement, on préfère des flacons de comptage en polyéthylène à ceux en verre, car ils donnent, en général, un taux de comptage de fond plus faible que pour les flacons en verre.

#### NOTES

12 Afin d'empêcher toute luminescence interférente, les flacons de comptage doivent être conservés à l'obscurité et ne doivent pas être exposés directement à la lumière du soleil, à la lumière fluorescente, notamment avant utilisation (voir 7.2, note 15).

13 Des solutions à scintillations à base de toluène peuvent fausser le résultat et, de ce fait, ne doivent pas être utilisées avec des flacons de comptage en polyéthylène. La diffusion des solvants organiques dans et à travers des fioles est un autre inconvénient des flacons en polyéthylène.

**5.5 Récipients en verre borosilicaté ou en polyéthylène**, d'une capacité d'environ 100 ml.

### 6 Échantillonnage et échantillons

Prélever des échantillons conformément à l'ISO 5667-1 et à l'ISO 5667-2. Prélever un échantillon de laboratoire d'environ 250 ml pour la préparation des échantillons (voir 7.1).

### 7 Mode opératoire

#### 7.1 Préparation des échantillons

Placer l'échantillon de laboratoire (article 6) dans l'appareil de distillation (5.2). Ajouter environ 250 mg de thiosulfate de sodium (4.2) pour transformer l'iode en iodure, environ 0,5 g de carbonate de sodium (4.1) pour alcaliniser l'échantillon, et enfin quelques billes de carborundum (4.6) pour éviter l'ébullition. Monter l'appareil de distillation (5.2). Procéder à la distillation en jetant les premiers 50 ml à 75 ml du distillat; ensuite récupérer environ 100 ml de la fraction moyenne dans un récipient (5.5). Rejeter le résidu restant dans la fiole.

NOTE 14 Avec ce mode opératoire, il n'y a pas de fractionnement isotopique important dans la distillation.

18 Dans des conditions optimales de comptage (article 9), beaucoup de solutions liquides à scintillations (4.5) peuvent incorporer jusqu'à environ 40 % d'eau; dans ce cas  $V_1 = 12\text{ml}$ .

## 7.2 Remplissage des flacons de comptage

Pour chaque échantillon d'eau, remplir, de préférence sous un éclairage nocturne, trois flacons de comptage (5.4) en ajoutant un volume  $V_1$ , en millilitres (voir note 18) de la solution à scintillations (4.5) puis un volume  $V_2 = 20 - V_1$  (en millilitres) du distillat (7.1). Ce mélange sera désigné ci-après par l'émulsion à scintillations. Ajouter, au moyen d'une pipette (5.3), 100  $\mu\text{l}$  de la solution étalon interne (4.4) dans un des flacons de comptage. Repérer les couvercles des flacons de comptage, par exemple avec la désignation 1a, 1\* et 1b (pour le premier échantillon); 2a, 2\* et 2b (pour le deuxième échantillon); etc. (L'astérisque indique le flacon auquel on a ajouté la solution d'étalon interne.) Remplir, de la même manière, le nombre approprié, selon les exigences de la procédure de comptage (7.3), de flacons de comptage de fond (5.4) avec un volume  $V_1$ , en millilitres, de la solution de scintillations (4.5) suivi d'un volume  $V_2 = 20 - V_1$ , en millilitres, de l'eau de référence (4.3). L'inexactitude totale de chaque addition doit être inférieure ou égale à 1 %. Repérer les couvercles de ces flacons de comptage, par exemple, avec la désignation B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, etc. Agiter les flacons de comptage énergiquement et uniformément, par exemple, au moyen d'une machine à secouer.

## 7.3 Procédure de comptage

Après agitation (voir 7.2), essuyer les flacons de comptage avec une étoffe humide qui ne laissera aucun dépôt, afin d'éliminer toute charge électrostatique; éviter dès lors tout contact avec les parties qui transmettent la lumière des flacons de comptage.

Placer les flacons de comptage, dans un ordre fixe dans le compteur à scintillations en milieu liquide (5.1), comme suit: fond spectral, échantillon n° 1, échantillon n° 1 avec étalon interne (4.4) ajouté, échantillon n° 1, fond spectral avec solution étalon interne (4.4), échantillon n° 1, fond spectral, échantillon n° 2, etc. [B<sub>1</sub>, 1a, 1\*, 1b, B<sub>2</sub>, 2a, 2\*, 2b, B<sub>3</sub>, 3a, 3\*, 3b, B<sub>4</sub>, 4a, 4\*, 4b, etc. (voir 7.2)].

Procéder au comptage des flacons pendant une période prédéterminée en utilisant un ou plusieurs canaux de mesure (voir article 9) ou, en ce qui concerne les flacons contenant la solution étalon interne, jusqu'à ce qu'un comptage présélectionné soit atteint.

## NOTES

19 Un temps de comptage de 100 min par flacon est généralement suffisant. Il est cependant préférable de compter les séries de flacons à plusieurs reprises pendant un temps de comptage plus court plutôt que pendant un seul et long temps de comptage, par exemple, au lieu d'un seul comptage de 100 min, procéder à cinq comptages de 20 min chacun; pour ceci, il faut un dispositif automatique de présentation d'échantillons. Ceci permet un meilleur contrôle de la stabilité des échantillons et réduit ainsi la possibilité de voir passer inaperçus les comptages erronés.

Une faible activité volumique du tritium peut nécessiter des temps de comptage plus longs, ceci en fonction de la précision du comptage souhaitée (voir 8.1.3).

20 Avant de procéder au comptage, il est préférable d'équilibrer les flacons de comptage dans le compteur à scintillations en milieu liquide (5.1) en ce qui concerne leur adaptation à la lumière et à la température, par exemple, pendant une nuit, réduisant ainsi l'éventuelle présence d'une luminescence interférente au cours du comptage.

21 Pour les échantillons à teneur relativement forte en tritium, on peut procéder à un comptage présélectionné. Dans ce cas, la formule donnée en 8.1.3 n'est plus applicable (voir 8.1.3, note 25).

## NOTES

15 Les opérations mentionnées ci-dessus doivent avoir lieu sous un éclairage nocturne (de préférence, éclairage fourni par une source incandescente ou une lumière rouge), éviter toute exposition directe à la lumière du soleil ou à la lumière fluorescente, à cause de l'interférence éventuelle due à la luminescence dans quelques lots des flacons de comptage.

16 Pour les déterminations de routine d'échantillons distillés analogues, l'expérience peut mettre en évidence une légère différence dans l'efficacité de comptage entre des échantillons. Dans ce cas, il est acceptable de déterminer une efficacité de comptage moyenne aux solutions d'étalon interne de deux à trois échantillons, ou d'utiliser l'efficacité indiquée d'un étalon externe.

17 Lorsqu'on utilise des flacons de comptage en polyéthylène (5.4), il est recommandé d'utiliser la solution étalon interne. Lors de l'utilisation d'une solution étalon externe dans des flacons de comptage en polyéthylène, il se peut qu'il y ait une interférence, parce que le taux de comptage de la solution étalon externe change en fonction du temps à cause de la perte de composants de la solution à scintillations (4.5), par diffusion dans la paroi du flacon de comptage. Les effets sont beaucoup plus faibles à basse température (4 °C à 10 °C) qu'aux températures élevées (par exemple, 20 °C à 25 °C).



## 8 Expression des résultats

### 8.1 Méthode de calcul

#### 8.1.1 Efficacité de comptage

Calculer l'efficacité du comptage à partir de l'équation

$$\varepsilon = \frac{\bar{R}^* - \bar{R}}{A_s(t)} \quad \dots (3)$$

où

$\varepsilon$  est l'efficacité du comptage, une entité sans dimension, représentant le nombre d'impulsions par seconde comptées par becquerel;

$\bar{R}^*$  est le taux de comptage, en impulsions par seconde, de l'échantillon avec la solution étalon interne ajoutée (4.4);

$\bar{R}$  est le taux moyen de comptage, en impulsions par seconde, des échantillons en double sans solution étalon interne;

$A_s(t)$  est l'activité, en becquerels, de la solution étalon interne ajoutée au moment de la mesure de l'échantillon; calculer à partir de l'équation:  $A_s(t) = V c_s(t)$  où  $c_s(t)$  est défini en 4.4 et  $V = 10^{-7} \text{ m}^3$  comme suit à partir de 7.2.

#### 8.1.2 Activité volumique du tritium de l'échantillon

Calculer l'activité volumique du tritium de l'échantillon à partir de l'équation

$$c = \left[ \frac{R - R_0}{\varepsilon V_2} + c_0(t) \right] e^{\lambda \Delta t} \quad \dots (4)$$

où

$c$  est l'activité volumique du tritium de l'échantillon, en becquerels par mètre cube, au moment du prélèvement;

$\bar{R}$  est le taux de comptage moyen, en impulsions par seconde, des échantillons témoins sans solution étalon interne;

$\bar{R}_0$  est le taux de comptage moyen, en impulsions par seconde, des deux échantillons témoins adjacents de l'eau de référence;

$\varepsilon$  est l'efficacité du comptage (8.1.1);

$V_2$  est le volume, en mètres cubes, de l'échantillon ou de l'eau de référence (voir 7.2) dans le flacon de comptage;

$\lambda$  est la constante radioactive, en années à la puissance moins un ( $\lambda = 0,05576 \text{ an}^{-1}$ );

$\Delta t$  est l'intervalle de temps, en années, entre le prélèvement (article 6) et le comptage (7.3);

$c_0(t)$  est l'activité volumique, en becquerels par mètre cube, du tritium de l'eau de référence (4.3) au moment  $t$  de la mesure de l'échantillon.

#### NOTES

22 Lorsqu'on utilise de l'eau de référence ayant une faible activité volumique du tritium comparée à celle de l'échantillon, il n'y a pas lieu de corriger le résultat pour la décroissance de l'activité volumique du tritium de l'eau de référence (voir également 4.3, note 9).

23 Si  $\Delta t$  est inférieur à 0,5 an, le dernier facteur de l'équation peut être supprimé.

#### 8.1.3 Inexactitude due à la nature statistique de la décroissance radioactive et du rayonnement ambiant

Calculer l'écart-type de  $c$  (8.1.2) dû à la nature statistique de la décroissance radioactive et du rayonnement ambiant à partir de l'équation

$$s_c = \left\{ \frac{\sqrt{(R_0 + \bar{R}_s)/t_0}}{\varepsilon V_2} \right\} e^{\lambda \Delta t} \quad \dots (5)$$

où

$s_c$  est l'écart-type de  $c$  (8.1.2), en becquerels par mètre cube;

$t_0$  est la somme des temps de comptage, en secondes, des flacons de comptage contenant les solutions d'essai à blanc (égale à la somme des temps de comptage des flacons de comptage contenant les échantillons);

$\bar{R}_0$ ,  $\bar{R}$ ,  $\varepsilon$ ,  $V_2$ ,  $\lambda$  et  $\Delta t$  sont comme définis en 8.1.2.

#### NOTES

24 Dans les échantillons à faible activité volumique du tritium, la nature de la décroissance radioactive et des rayonnements ambiants est la source prédominante de l'inexactitude, que l'on désigne habituellement comme «erreur aléatoire de comptage». À des activités volumiques du tritium supérieures à  $10^5 \text{ Bq/m}^3$  environ, d'autres sources d'erreur se font remarquer (voir [5] et [8]).

25 Lorsqu'on procède à un comptage présélectionné, calculer l'écart-type de  $c$  (8.1.2) dû à la nature statistique de la décroissance radioactive et du rayonnement ambiant à partir de l'équation plus générale

$$s_c = \frac{\sqrt{\bar{R}_0/t_0 + \bar{R}/t_s}}{\varepsilon V_2} e^{\lambda \Delta t} \quad \dots (6)$$