NORME INTERNATIONALE

**ISO 18589-3**

Deuxième édition
2015-02-15

Version corrigée
2015-12-01

# Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Sol —

## Partie 3: Méthode d'essai des radionucléides émetteurs gamma par spectrométrie gamma

*Measurement of radioactivity in the environment — Soil —*

*Part 3: Test method of gamma-emitting radionuclides using gamma-ray spectrometry*

Numéro de référence
ISO 18589-3:2015(F)

© ISO 2015



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2015, 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** ..... **v**

**1 Domaine d'application** ..... **1**

**2 Références normatives** ..... **1**

**3 Termes, définitions et symboles** ..... **2**
3.1 Termes et définitions ..... 2
3.2 Symboles ..... 2

**4 Principe** ..... **3**

**5 Équipement de spectrométrie gamma** ..... **3**

**6 Conteneur d'échantillon** ..... **4**

**7 Mode opératoire** ..... **5**
7.1 Conditionnement des échantillons pour les besoins de mesurage ..... 5
7.2 Niveau du bruit de fond du laboratoire ..... 5
7.3 Étalonnage ..... 6
7.3.1 Étalonnage en énergie ..... 6
7.3.2 Étalonnage en efficacité ..... 6
7.4 Mesurages des radionucléides naturels et correction des résultats des mesures ..... 6

**8 Expression des résultats** ..... **7**
8.1 Calcul de l'activité massique ..... 7
8.1.1 Généralités ..... 7
8.1.2 Corrections de décroissance ..... 8
8.1.3 Correction de l'effet d'auto-absorption ..... 8
8.1.4 Corrections des effets de sommation ou des pertes par coïncidence ..... 8
8.2 Incertitude-type ..... 9
8.3 Seuil de décision ..... 10
8.4 Limite de détection ..... 10
8.5 Limites de l'intervalle de confiance ..... 11
8.6 Corrections relatives aux contributions d'autres radionucléides et du bruit de fond ..... 11
8.6.1 Généralités ..... 11
8.6.2 Contribution des autres radionucléides ..... 11
8.6.3 Contribution du bruit de fond ..... 13

**9 Rapport d'essai** ..... **13**

**Annexe A** (informative) **Calcul de l'activité massique à partir d'un spectre de rayonnement gamma par soustraction d'un bruit de fond linéaire** ..... **15**

**Annexe B** (informative) **Analyse par spectrométrie gamma de radionucléides naturels présents dans des échantillons de sols** ..... **17**

**Bibliographie** ..... **23**

© ISO 2015 – Tous droits réservés

# 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.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 18589-3:2007), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 18589 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Sol:*

— *Partie 1: Lignes directrices générales et définitions*

— *Partie 2: Lignes directrices pour la sélection de la stratégie d'échantillonnage, l'échantillonnage et le prétraitement des échantillons*

— *Partie 3: Méthode d'essai des radionucléides émetteurs gamma par spectrométrie gamma*

— *Partie 4: Mesurage des isotopes du plutonium (plutonium 238 et plutonium 239+240) par spectrométrie alpha*

— *Partie 5: Mesurage du strontium 90*

— *Partie 6: Mesurage des activités alpha globale et bêta globale*

— *Partie 7: Mesurage in situ des radionucléides émetteurs gamma*

La présente version corrigée de l'ISO 18589-3:2015 inclut une correction à la Formule (4).

 © ISO 2015 – Tous droits réservés

# Introduction

La présente partie de l'ISO 18589 est publiée en plusieurs parties, à utiliser ensemble ou séparément selon les besoins. L'ISO 18589-1 à l'ISO 18589-6, concernant le mesurage de la radioactivité dans le sol, ont été élaborées en même temps. Elles sont complémentaires entre elles et s'adressent aux personnes chargées de déterminer la radioactivité présente dans les sols. Les deux premières parties comportent des informations d'ordre général. L'ISO 18589-3 à l'ISO 18589-5 traitent des mesurages spécifiques des radionucléides et l'ISO 18589-6 traite des mesurages non spécifiques des activités alpha globale et bêta globale. L'ISO 18589-7 traite du mesurage des radionucléides émetteurs gamma par spectrométrie *in situ*.

D'autres parties sont susceptibles d'être ajoutées ultérieurement à l'ISO 18589, s'il devient nécessaire de normaliser les mesurages d'autres radionucléides.

© ISO 2015 – Tous droits réservés

# Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Sol —

# Partie 3:
# Méthode d'essai des radionucléides émetteurs gamma par spectrométrie gamma

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 18589 spécifie l'identification et le mesurage de l'activité d'un grand nombre de radionucléides émetteurs gamma, dans des sols, par spectrométrie gamma. Cette méthode non destructive applicable à des échantillons de grand volume (jusqu'à 3 000 $cm^3$) permet de déterminer, par un seul mesurage, tous les émetteurs γ présents dont l'énergie des photons est comprise entre 5 keV et 3 MeV.

La présente partie de l'ISO 18589 peut être utilisée par les laboratoires d'essai réalisant des mesures de radioactivité en routine, car la majorité des radionucléides émetteurs gamma est caractérisée par des raies d'émission gamma entre 40 keV et 2 MeV.

Cette méthode peut être mise en œuvre en utilisant un germanium ou un autre type de détecteur d'une résolution supérieure à 5 keV.

La présente partie de l'ISO 18589 s'adresse aux personnes chargées de déterminer l'activité des radionucléides émetteurs gamma présents dans les sols dans un but de radioprotection. Elle est parfaitement adaptée à la surveillance de l'environnement et à l'inspection d'un site et permet, en cas d'accidents, une évaluation rapide du niveau de radioactivité gamma. Elle peut concerner les sols de jardins ou des terres agricoles, les sols de sites urbains ou industriels pouvant contenir des débris de matériaux de construction, ainsi que les sols qui n'ont pas été modifiés par des activités humaines.

Lorsque la caractérisation radiologique d'un matériau tamisé supérieur à 200 µm ou à 250 µm, de nature pétrographique ou d'origine anthropogénique, tels que des débris de matériaux de construction, est nécessaire, ce matériau peut être broyé afin d'obtenir un échantillon homogène pour les essais décrits dans l'ISO 18589-2.

## 2 Références normatives

Les documents suivants, en totalité ou en partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 10703, *Qualité de l'eau — Détermination de l'activité volumique des radionucléides — Méthode par spectrométrie gamma à haute résolution*

ISO 11074, *Qualité du sol — Vocabulaire*

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 18589-1, *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Sol — Partie 1: Lignes directrices générales et définitions*

ISO 18589-2, *Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Sol — Partie 2: Lignes directrices pour la sélection de la stratégie d'échantillonnage, l'échantillonnage et le prétraitement des échantillons*

© ISO 2015 – Tous droits réservés

ISO 80000-10, *Grandeurs et unités — Partie 10: Physique atomique et nucléaire*

IEC 61452, *Instrumentation nucléaire — Mesure des taux d'émission gamma de radionucléides — Étalonnage et utilisation des spectromètres germanium*

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 10703, ISO 11074, l'ISO 18589-1 et l'ISO 80000-10 ainsi que les suivants s'appliquent.

## 3.2 Symboles

| | |
|---|---|
| $m$ | Masse de la prise d'essai, en kilogrammes |
| $A$ | activité de chaque radionucléide de la source d'étalonnage, à la date de l'étalonnage, en becquerels |
| $a$, $a_c$ | activité massique de chaque radionucléide, sans et avec correction, en becquerels par kilogramme |
| $t_g$ | temps de comptage du spectre de l'échantillon, en secondes |
| $t_0$ | temps de comptage du spectre du mouvement propre, en secondes |
| $t_s$ | temps de comptage du spectre d'étalonnage, en secondes |
| $n_{N,E}$, $n_{N0,E}$, $n_{Ns,E}$ | nombre de coups dans l'aire nette du pic, à l'énergie $E$, respectivement dans le spectre de l'échantillon, le spectre du mouvement propre et le spectre d'étalonnage |
| $n_{g,E}$, $n_{g0,E}$, $n_{gs,E}$ | nombre de coups dans l'aire brute du pic, à l'énergie $E$, respectivement dans le spectre de l'échantillon, le spectre du mouvement propre et le spectre d'étalonnage |
| $n_{b,E}$, $n_{b0,E}$, $n_{bs,E}$ | nombre de coups du fond continu sous le pic, à l'énergie $E$, respectivement dans le spectre de l'échantillon, le spectre du mouvement propre et le spectre d'étalonnage |
| $\varepsilon_E$ | efficacité du détecteur à l'énergie $E$, avec la géométrie de comptage utilisée |
| $P_E$ | probabilité d'émission d'un rayonnement gamma d'énergie $E$ par désintégration, pour chaque radionucléide |
| $\mu_1(E)$, $\mu_2(E)$ | coefficient d'atténuation linéique, respectivement de l'échantillon et d'une source d'étalonnage, par centimètre, pour une énergie photonique $E$ |
| $\mu_{m,i}(E)$ | coefficient d'atténuation massique de l'élément $i$, en centimètres carrés par gramme, à l'énergie photonique $E$ |
| $h$ | hauteur de l'échantillon dans le conteneur, en centimètres |
| $w_i$ | proportion massique de l'élément $i$ (pas d'unité) |
| $\rho$ | masse volumique apparente de l'échantillon, en grammes par centimètre cube |
| $\lambda$ | constante de décroissance de chaque radionucléide, par seconde |
| $u(a)$, $u(a_c)$ | incertitude-type associée au résultat d'un mesurage, sans et avec correction, respectivement, en becquerels par kilogramme |
| $U$ | incertitude élargie, calculée par $U = k \cdot u(a)$ avec $k = 1, 2, \ldots$, en becquerels par kilogramme |
| $a^*$, $a_c^*$ | seuil de décision, pour chaque radionucléide, sans et avec correction, respectivement, en becquerels par kilogramme |


© ISO 2015 – Tous droits réservés