
**Énergie nucléaire — Mesurage de
l'activité de colis de déchets —**

**Partie 1:
Spectrométrie gamma haute résolution
en mode intégral et géométrie ouverte**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Nuclear energy — Waste-packages activity measurement —
Part 1: High-resolution gamma spectrometry in integral mode with open
geometry*

[ISO 14850-1:2004](https://standards.iso.org/iso/14850-1:2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14850-1:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004>

© ISO 2004

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
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 Termes, définitions et symboles	1
3 Principe	3
4 Détecteurs et appareillages auxiliaires	4
4.1 Dispositifs mécaniques	4
4.2 Détecteur et préamplificateur	4
4.3 Amplificateur	5
4.4 Convertisseur analogique-numérique	5
4.5 Analyseur multicanal et système de traitement des données	5
4.6 Blindage	5
4.7 Collimateur	5
4.8 Écrans	5
5 Étalonnage	5
5.1 Principe de l'étalonnage	6
5.2 Appareillage spécifique à l'étalonnage	7
5.3 Mesurages à effectuer	11
5.4 Estimation de l'incertitude d'étalonnage	12
6 Mode opératoire	13
7 Interprétation des résultats	13
7.1 Expression de l'activité	13
7.2 Évaluation de l'incertitude	14
7.3 Limite de détection	15
8 Validation des résultats	16
9 Présentation des résultats	16
Annexe A (informative) Transformations des radionucléides — Énergie et intensité des émissions (ICRP, publication 38)	18
Bibliographie	20

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 14850-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité SC 5, *Technologie du combustible nucléaire*.

L'ISO 14850 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Énergie nucléaire — Mesurage de l'activité de colis de déchets*:

- <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d1e74-dcf9-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004>
- *Partie 1: Spectrométrie gamma haute résolution en mode intégral et géométrie ouverte*
 - *Partie 2: Spectrométrie gamma avec détecteurs HPGe*

Introduction

Plusieurs méthodes non destructives peuvent être utilisées, après étalonnage, pour déterminer les caractéristiques radioactives de colis de déchets:

- la spectrométrie gamma;
- le comptage neutronique passif avec ou sans discrimination des neutrons issus de réactions (α , n);
- l'interrogation neutronique active avec détection des neutrons dus aux fissions induites (neutrons prompts ou neutrons retardés).

La présente partie de l'ISO 14850 décrit une procédure de mesurage de l'activité contenue dans un colis de déchets par spectrométrie gamma et définit des recommandations pour l'étalonnage d'une chaîne de mesure.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14850-1:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14850-1:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004>

Énergie nucléaire — Mesurage de l'activité de colis de déchets —

Partie 1: Spectrométrie gamma haute résolution en mode intégral et géométrie ouverte

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14850 décrit une procédure de mesurage de l'activité des radionucléides émetteurs gamma présents dans les objets homogènes suivants:

- les déchets non conditionnés, comprenant les déchets de procédé (filtres, barres de contrôle, etc.), les déchets de démantèlement, etc.;
- les déchets conditionnés dans diverses matrices (bitume, liant hydraulique, résines thermodurcissables, etc.), notamment sous la forme de colis de 100 l, 200 l, 400 l ou 800 l, les éprouvettes ou échantillons (déchets vitrifiés);
- les déchets mis en étui, en particulier les déchets technologiques.

Elle spécifie également l'étalonnage d'une chaîne de spectrométrie gamma.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27->

De manière générale, les énergies des raies gamma utilisées sont comprises entre 0,05 MeV et 3 MeV.

2 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

2.1

source de référence

radionucléide scellé dans une enveloppe appropriée, dont les caractéristiques radioactives sont déterminées par rapport à un matériau de référence

2.2

volume source

volume en m³ occupé par la matrice (ou par le déchet) dans lequel est répartie l'activité

2.3

masse source

masse en kg de la matrice dans laquelle est répartie l'activité

2.4

colis

objet à caractériser comportant une enveloppe (contenant) dans laquelle se trouve le volume source (conditionné ou non)

2.5

maquette

colis réalisé à partir d'une enveloppe (contenant) et de matériaux bien connus représentatifs de la matrice

2.6

colis de référence

maquette contenant des sources de référence dans des positions bien connues

2.7

densité apparente de la source

rapport de la masse de la source à son volume

2.8

contenant

enveloppe du volume source

2.9

matrice

matériau de structure immobilisant la radioactivité

2.10

blindage

radioprotection

matériau de nature et d'épaisseur appropriées disposé autour du colis pour atténuer le flux de photons émis

2.11

écran

matériau de nature et d'épaisseur appropriées interposé entre le colis et le détecteur pour atténuer le flux de photons

2.12

détecteur

tout type de semi-conducteur en germanium hyperpur

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

2.13

rendement

ε

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004>

rapport entre le nombre d'événements détectés et le nombre de photons gamma émis

2.14

collimateur et blindage

dispositifs de protection du détecteur pour diminuer le bruit de fond en limitant l'angle solide et le bruit de fond gamma (collimateur) et réduire le bruit de fond incident (blindage)

2.15

bruit de fond

B_e
nombre d'impulsions en s^{-1} relevées à l'énergie e dans le spectre de bruit de fond en l'absence de toute source, échantillon ou colis

2.16

seuil de décision

T_D
valeur (en s^{-1}) à partir de laquelle, au risque α près dit de première espèce, une grandeur observée est considérée comme vraie

NOTE Cette limite correspond au risque α d'affirmer la présence de la grandeur vraie recherchée alors qu'elle n'est pas présente. On recommande de prendre $\alpha = 2,5 \%$.

2.17**limite de détection** L_D

valeur (en Bq) de la grandeur à mesurer qui a une probabilité donnée $(1 - \beta)$ d'être détectée en donnant un résultat corrigé supérieur au seuil de décision

NOTE Le risque β correspond à affirmer l'absence de la grandeur vraie recherchée, alors qu'elle est présente. On recommande de prendre $\beta = 2,5 \%$.

2.18**incertitude-type composée** u_{Cx}

combinaison quadratique des incertitudes-types de type A (incertitude évaluée en appliquant des méthodes statistiques, exprimée sous la forme d'un écart-type, s_i) et de type B (incertitude évaluée par d'autres moyens que des procédés statistiques, exprimée sous la forme d'un écart-type, u_j):

$$u_{Cx} = \left[\sum_i (s_i)^2 + \sum_j (u_j)^2 \right]^{1/2}$$

2.19**facteur d'élargissement** k

valeur définie par l'utilisateur, dépendant de la loi de probabilité, du niveau de confiance et de l'exactitude de l'estimation de écart-type, avec

$k = 1$ pour les calculs d'écart-type, et standards.iteh.ai

$k = 2$ pour la loi normale, un niveau de confiance de 95 % et un écart-type supposé connu

2.20**incertitude élargie**

produit de l'écart-type par le facteur d'élargissement, k

3 Principe

La présente partie de l'ISO 14850 décrit la mise en œuvre d'une procédure non destructive de mesure des taux d'émission photonique à différentes énergies par spectrométrie gamma, à l'aide d'appareillages fixes ou mobiles, dans le but:

- d'identifier les radionucléides détectables dans les objets définis dans l'Article 1, par mesure directe ou en utilisant les schémas de désintégration;
- de déterminer l'activité des radionucléides identifiés par le relevé du taux de comptage enregistré sous chaque pic d'absorption totale pondéré par le facteur d'étalonnage.

La méthode implique l'optimisation des paramètres de l'appareillage, l'étalonnage en énergie et l'étalonnage en efficacité (modélisation de la fonction de transfert ou réalisation de maquettes):

- choix du (des) détecteur(s), de l'électronique associée et du blindage;
- choix de la géométrie de mesure;
- choix de la géométrie d'étalonnage.

La validation de la méthode peut être obtenue:

- par comparaison avec des résultats d'examens destructifs effectués sur des échantillons représentatifs;
- par le mesurage de colis de référence dont l'activité, la nature des radionucléides, la nature des éléments constituant les déchets et l'homogénéité sont exactement connues.

4 Détecteurs et appareillages auxiliaires

Le poste de mesure se compose généralement des équipements suivants.

a) Dispositifs mécaniques:

- un système de positionnement du colis (rotation, déplacement vertical éventuel);
- un système de positionnement du détecteur (déplacement vertical, horizontal, en profondeur);
- un poste de pesée (éventuellement);
- une table tournante;
- un collimateur, un blindage et des écrans.

b) Détecteur et dispositifs de mise en forme des signaux électroniques:

- un détecteur et un préamplificateur;
- un amplificateur;
- un convertisseur analogique-numérique; [ISO 14850-1:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004)
- un module indépendant ou une carte d'interface calculateur.

c) Calculateur associé à des logiciels de traitement et d'interprétation.

4.1 Dispositifs mécaniques

4.1.1 Système de positionnement du colis

Ce système a pour fonction de supporter le colis à mesurer et de l'entraîner en rotation autour de son axe de symétrie vertical. Il peut également assurer un déplacement vertical du colis et être équipé d'un système de pesée.

4.1.2 Système de positionnement du détecteur

Ce système porte le détecteur équipé de son blindage de protection et assure son positionnement en hauteur et en azimuth par rapport au colis à mesurer. Un système de détermination de positionnement relatif du colis par rapport au détecteur peut lui être associé.

4.2 Détecteur et préamplificateur

La méthode ne prend en compte que les détecteurs à semi-conducteur en germanium hyperpur. Deux types de détecteurs peuvent être choisis en fonction de l'énergie des radionucléides recherchés:

- les détecteurs à structure plane ou coaxiale plane, ayant une meilleure résolution aux basses énergies (inférieures à 400 keV);
- les détecteurs à structure coaxiale, ayant un meilleur rendement aux fortes énergies.

Le cristal semi-conducteur nécessite un ensemble cryogénique. Au détecteur est associé un préamplificateur à contre-réaction, il peut être de type résistif, à transistor reset ou de type optique pulsé en fonction des applications.

4.3 Amplificateur

L'amplificateur utilise une mise en forme gaussienne ou triangulaire avec une constante de temps ajustable (de 0,25 μ s à 15 μ s). Un réjecteur d'empilements est généralement associé et, dans certains cas, l'amplificateur est équipé d'un intégrateur à porte.

Différents types d'amplificateurs peuvent être utilisés dans cette méthode. Le choix d'un amplificateur est fonction des différents éléments qui lui sont associés dans la chaîne de comptage.

4.4 Convertisseur analogique-numérique

Deux types de convertisseurs analogiques-numériques sont employés en spectrométrie gamma:

- le codeur de type Wilkinson se caractérise par un temps mort variable, les pertes de comptage sont fonction de la fréquence de conversion et de l'amplitude du signal;
- le codeur à approximations successives se caractérise par un temps mort fixe indépendant de l'amplitude du signal.

4.5 Analyseur multicanal et système de traitement des données

Il permet de classer l'information codée dans un bloc constitué de mémoires élémentaires en liaison avec le calculateur.

NOTE Un module de traitement numérique du signal peut remplacer les fonctions décrites en 4.2, 4.3 et 4.4. Il numérise le signal délivré par le préamplificateur, ce qui autorise des taux de comptage plus élevés.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/067d4e34-dcfa-4b91-9a27-0d12e5004354/iso-14850-1-2004>

4.6 Blindage

Un blindage assure la protection contre le rayonnement extérieur. Ce blindage est réalisé en plomb (de faible activité de préférence) ou avec un matériau de haute densité. Les dimensions dépendent de l'environnement dans lequel ont lieu les mesurages.

4.7 Collimateur

Le collimateur est réalisé dans un matériau de haute densité (Pb, W, Ta, Cu), avec une géométrie correspondant à une détection sous un angle solide favorable. La géométrie est définie pour favoriser le rapport du signal d'activité gamma issu de l'élément d'intérêt vis-à-vis du signal d'activité gamma provenant de l'environnement, par exemple le bruit de fond ambiant.

4.8 Écrans

Les écrans sont interposés devant le détecteur et ont pour fonction d'atténuer le flux de photons incident. Ils sont de nature et d'épaisseur appropriées aux caractéristiques du flux.

5 Étalonnage

L'étalonnage consiste à déterminer la (ou les) courbe(s) de rendement (ou courbe d'efficacité) de chaque détecteur (ou du poste de mesure dans son ensemble), en fonction de l'énergie. Cette courbe (ou ces courbes) permet(tent) de déterminer le rapport entre le nombre d'événements détectés et le nombre de photons gamma émis au moyen de plusieurs sources monoénergétiques ou de quelques sources multiénergétiques dont les raies sont bien réparties en énergie pour couvrir la zone correspondant aux raies gamma des radionucléides présents dans les échantillons ou colis à mesurer.