

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**11932**

Première édition  
1996-12-15

---

---

**Mesures d'activité de matériaux solides  
considérés comme déchets non radioactifs  
destinés à un recyclage, une réutilisation,  
ou une mise au rebut**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Activity measurements of solid materials considered for recycling, re-use,  
or disposal as non-radioactive waste*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b9ca2ff1-4076-42dc-86e4-d631fe6665e5/iso-11932-1996>



Numéro de référence  
ISO 11932:1996(F)

## Sommaire

	Page
<b>1</b> Domaine d'application .....	<b>1</b>
<b>2</b> Références normatives .....	<b>1</b>
<b>3</b> Définitions.....	<b>2</b>
<b>4</b> Exigences pour les mesures d'activité relatives à une autorisation d'utilisation sans restriction de matériaux.....	<b>3</b>
<b>4.1</b> Généralités.....	<b>3</b>
<b>4.2</b> Mesures de contamination de surface .....	<b>3</b>
<b>4.2.1</b> Radio-isotopes à considérer.....	<b>3</b>
<b>4.2.2</b> Méthodes de détermination de la contamination de surface.....	<b>4</b>
<b>4.3</b> Mesures d'activité spécifique.....	<b>7</b>
<b>4.3.1</b> Généralités.....	<b>7</b>
<b>4.3.2</b> Techniques de mesure .....	<b>7</b>
<b>4.4</b> Méthodologie d'échantillonnage.....	<b>9</b>
 <b>Annexes</b>	
<b>A</b> Abaques pour les mesures de la contamination bêta de surface	<b>11</b>
<b>B</b> Mesures du <sup>55</sup> Fe et du <sup>63</sup> Ni à de faibles niveaux d'activité .....	<b>13</b>
<b>C</b> Bibliographie .....	<b>19</b>

© ISO 1996

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'éditeur.

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

Imprimé en Suisse

## 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 vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

iTeh STANDARD PREVIEW

La Norme internationale ISO 11932 a été élaborée par le comité technique (ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, groupe de travail GT 2, *Mesurages de la radioactivité*).

ISO 11932:1996  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b9-ca2ff1-4076-42dc-86ed-d631fe6665e5/iso-11932-1996>

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale. L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

## Introduction

Pendant la réunion plénière du comité technique ISO/TC 85 à Paris (1988-10-13), il fut décidé de constituer un nouveau groupe de travail ad hoc relatif aux «*Mesurages de la radioactivité*», afin de mener à bien, entre autres, la tâche de déterminer dans quelles zones peuvent être effectués de tels mesurages, en particulier en ce qui concerne les faibles niveaux de radioactivité, et dans quelle mesure est souhaitable une normalisation internationale dans ce domaine. Au vu des sujets traités au sein d'autres comités techniques, comme ceux concernant les mesures de radioactivité dans le sol et l'eau, est apparue la nécessité de définir une norme de «Détermination du seuil de décision et de la limite de détection pour les mesures de radiations ionisantes». En outre, est apparue la nécessité d'une Norme internationale directement liée au domaine de l'énergie nucléaire et, en particulier, au problème de recyclage, de réutilisation ou de mise au rebut de matériaux provenant du démantèlement d'installations nucléaires, en tant que matériaux inactifs. Les principales installations nucléaires de production d'électricité, pour l'essentiel, et, dans une moindre mesure, les installations telles que les accélérateurs de particules et les usines de retraitement, existent depuis plus de 30 ans et atteignent donc la fin de leur durée de vie planifiée. On estime à 51 le nombre d'usines commerciales d'énergie nucléaire qui doivent être mises hors service dans les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques entre 1981 et 1995, 237 autres usines devront être mises hors service durant les 15 années suivantes (référence [1] de l'annexe C). Parmi les métaux contaminés et activés issus de la mise hors service, on a calculé (référence [2] de l'annexe C) que 4 800 t environ provenant d'un réacteur à eau sous pression de 1 000 MW(e) présenteraient une activité spécifique inférieure ou égale à 1 Bq·g<sup>-1</sup>. Cette limite d'activité spécifique est proposée en tant que limite éventuelle de recyclage sans restriction de rebuts en acier dans la CCE. Par conséquent, au vu des quantités de rebuts concernées et du fait que des matériaux autorisés dans un pays en vue d'une utilisation sans restriction peuvent pénétrer dans d'autres pays en tant que rebuts ordinaires, la nécessité d'une normalisation internationale des procédures de mesures de radioactivité utilisées pour faire apparaître un respect des critères d'autorisation revêt une urgence particulière.

Jusqu'à présent, le recyclage ou la réutilisation de matériaux provenant d'installations nucléaires est géré dans les pays individuels suivant des critères adéquats basés sur les législations nationales existantes. Toutefois, des critères internationaux d'autorisation de réutilisation des matériaux ont été établis et attendent une adoption formelle. Par exemple, un groupe d'experts de la CCE a recommandé les niveaux d'autorisation ci-après pour le recyclage d'acier contaminé ou activé (référence [2] de l'annexe C), comme indiqué précédemment, et ils ne sont cités qu'à titre d'exemples.

Pour l'activité bêta/gamma:

- une limite d'activité spécifique de  $1 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$  calculée par une moyenne sur une masse maximale de 1 tonne, sans qu'aucun élément spécifique n'excède  $10 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ ;
- une limite d'activité de surface de  $0,4 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$  pour une contamination non fixée sur des surfaces accessibles, calculée par une moyenne sur  $300 \text{ cm}^2$  ou sur la totalité de la surface si celle-ci est inférieure à  $300 \text{ cm}^2$ ;
- dans le cas d'une contamination fixée, la limite d'activité spécifique est supposée appliquée.

Pour les émetteurs alpha:

- une limite d'activité de surface  $0,04 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$  calculée par une moyenne sur une surface de  $300 \text{ cm}^2$ .

D'autres exemples peuvent être trouvés dans les références [3] et [4] de l'annexe C. Aussi, occasionnellement, des critères d'élimination sont basés sur l'activité totale.

La présente Norme internationale concerne les mesures de radioactivité au sein de matériaux, afin de faire apparaître un respect des critères d'autorisation précédemment mentionnés ou des critères d'un ordre de grandeur similaire, tels que définis par les autorités nationales ou internationales. Un examen de l'expérience dans ce domaine est donné dans la référence [5] de l'annexe C.

ISO 11932:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b9ca2ff1-4076-42dc-86e4-d631fe6665e5/iso-11932-1996>

Page blanche

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

ISO 11932:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b9ca2ff1-4076-42dc-86e4-d631fe6665e5/iso-11932-1996>

# Mesures d'activité de matériaux solides considérés comme déchets non radioactifs destinés à un recyclage, une réutilisation, ou une mise au rebut

## 1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale prescrit des lignes directrices et des méthodes fondamentales pour les mesures d'activité de matériaux en vue d'un recyclage, d'une réutilisation ou d'une mise au rebut en tant que déchets non radioactifs issus de l'opération et de la mise hors service d'installations nucléaires, afin de faire apparaître un respect des critères établis d'autorisation sans restriction. Elle n'est pas applicable aux déchets radioactifs ordinaires.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 2 Références normatives

ISO 11932:1996

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 4037:1979, *Rayonnements X et  $\gamma$  de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons.*

ISO 6980:1984, *Rayonnements bêta de référence pour l'étalonnage des dosimètres et débitmètres et la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie bêta.*

ISO 7503-1:1988, *Évaluation de la contamination de surface — Partie 1: Émetteurs bêta (énergie bêta maximale supérieure à 0,15 MeV) et émetteurs alpha.*

ISO 7503-2:1988, *Évaluation de la contamination de surface — Partie 2: Contamination de surface par le tritium.*

ISO 7503-3:1996, *Évaluation de la contamination de surface — Partie 3: Émetteurs à transition isomérique et attachement d'un électron, émetteurs de faible énergie bêta (énergie bêta maximale inférieure à 0,15 MeV).*

ISO 8769:1988, *Sources de référence pour l'étalonnage des moniteurs de contamination de surface — Émetteurs bêta (énergie bêta maximale supérieure à 0,15 MeV) et émetteurs alpha.*

ISO 11929-1:—<sup>1)</sup>, *Détermination des limites inférieures de détection et de décision de mesures des rayonnements ionisants — Partie 1: Principes fondamentaux et application aux mesures de comptage, sans l'influence du traitement d'échantillon.*

ISO 11929-2:—<sup>1)</sup>, *Détermination des limites inférieures de détection et de décision de mesures des rayonnements ionisants — Partie 2: Principes fondamentaux et application aux mesures de comptage, avec l'influence du traitement d'échantillon.*

ISO 11929-3:—<sup>1)</sup>, *Détermination des limites inférieures de détection et de décision de mesures des rayonnements ionisants — Partie 3: Principes fondamentaux et application aux mesures de comptage, par spectrométrie gamma haute résolution, sans l'influence du traitement d'échantillon.*

CEI 325:1981, *Contaminamètres et moniteurs de contamination alpha, bêta, alpha-bêta.*

CEI 846:1989, *Mesureurs d'équivalent de dose, bêta, X et gamma, utilisables en radioprotection.*

CEI 1017-1:1991, *Appareils portables, mobiles ou à poste fixe de mesure de rayonnements X ou gamma pour la surveillance de l'environnement — Partie 1: Débitmètres.*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**3.1 activité** (d'une quantité d'un radio-isotope dans un état d'énergie spécifique à un moment donné): Quotient de la valeur prévue du nombre de transitions nucléaires spontanées  $dN$ , à partir de cet état d'énergie et de l'intervalle de temps.

(standards.iteh.ai)

Le nom spécial de l'unité SI d'activité est le becquerel (Bq) ( $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$ ).

**3.2 activité spécifique:** Activité d'un matériau spécifié divisé par sa masse.

Elle est exprimée en becquerels grammes à la puissance moins un ( $\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ ).

NOTE — Le terme «concentration d'activité de masse» est parfois utilisé dans d'autres publications (voir référence [2] de l'annexe C), mais la terminologie ISO est utilisée dans la totalité de la présente Norme Internationale.

**3.3 contamination de surface:** Contamination des surfaces par des substances radioactives.

**3.4 activité de surface:** Rapport de l'activité des radio-isotopes présents sur une surface à la surface elle-même.

Elle est exprimée en becquerels centimètres à la puissance moins deux ( $\text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ ).

**3.5 contamination de surface directement mesurable:** Fraction de la contamination de surface disponible pour une mesure directe.

**3.6 contamination de surface non fixée:** Fraction de la contamination de surface qui peut être éliminée ou transférée dans des conditions de travail normales.

**3.7 évaluation indirecte de la contamination de surface non fixée:** Évaluation de l'activité pouvant être éliminée d'une surface, au moyen d'un frottis.

**3.8 frottis:** Estimation de l'activité labile d'un échantillon par frottement de la surface avec un matériau sec ou humide et par évaluation ultérieure de l'activité transférée sur le matériau utilisé pour frotter la surface.

1) À publier.



**3.9 facteur de séparation,  $F$ :** Rapport de l'activité enlevée de la surface par un frottis à l'activité non fixée de cette surface avant le frottis.

**3.10 rendement des instruments,  $\epsilon_i$ :** Rapport de la lecture nette des instruments (comptes par unité de temps) au débit de surface de la source (particules ou photons émis par unité de temps) dans une géométrie spécifiée par rapport à la source.

NOTE — Le rendement des instruments dépend de l'énergie des rayonnements émis par la source.

**3.11 rendement de la source de contamination,  $\epsilon_s$ :** Rapport du débit de surface au nombre de particules ou de photons de même type créés ou libérés au sein de la source par unité de temps.

NOTE — Conformément à cette définition, on peut escompter que le rendement d'une source soit inférieur à 0,5, car l'émission n'intervient qu'à partir de la face avant; cependant, une contribution due aux particules rétrodiffusées peut augmenter cette valeur.

**3.12 débit de surface d'une source:** Nombre de particules ou de photons d'un type donné au-dessus d'une énergie donnée issus de la face avant de la source ou de sa fenêtre par unité de temps.

## 4 Exigences pour les mesures d'activité relatives à une autorisation d'utilisation sans restriction de matériaux

### 4.1 Généralités

Les mesures de radioactivité relatives à une utilisation sans restriction de matériaux solides ont trait

- aux mesures de contamination de surface;
- aux mesures d'activité spécifique;
- aux mesures de débit de dose;
- à l'évaluation de l'activité totale.

Ces critères d'autorisation peuvent être, par exemple:

- contamination de surface: comprise entre  $0,4 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$  et  $4,0 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$  pour les émetteurs bêta/gamma, et entre  $0,04 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$  et  $0,4 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$  pour les émetteurs alpha (valeurs moyennes pour des surfaces comprises entre  $100 \text{ cm}^2$  et  $1 \text{ m}^2$ );
- activité spécifique: dans l'étendue  $0,1 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$  à  $10^4 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$  (limites définies aussi par des valeurs locales et moyennes);
- débit de dose: de  $0,05 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$  à  $1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$  (au-delà du bruit de fond local, débit de dose près de la surface).

Les critères d'utilisation sans restriction de solides en vue d'un recyclage, d'une réutilisation, ou d'une mise au rebut et l'association des règles dans leur applicabilité sont définis par les autorités nationales.

### 4.2 Mesures de contamination de surface

#### 4.2.1 Radio-isotopes à considérer

Les radio-isotopes considérés pendant l'opération et lors d'une mise hors service dépendront fortement du type d'installation nucléaire (par exemple, réacteur de puissance, usine d'enrichissement, accélérateur, usine de fabrication de combustible) et différeront d'une installation nucléaire à l'autre. Quelle que soit l'installation, le mélange de radio-isotopes doit être connu avant de débiter un programme de surveillance de contamination de surface à grande échelle, car la réponse des instruments de surveillance dépend du mélange de radio-isotopes. Ainsi, le mélange de radio-isotopes contaminants devra être déterminé pour chaque partie de l'usine, à moins qu'il

ne concerne qu'une installation n'impliquant qu'un unique contaminant connu [par exemple, l'oxyde d'uranium ( $UO_2$ ) naturel]. Pour procurer dans le domaine des mesures une information d'«empreinte initiale», de telles déterminations du laboratoire sont essentielles.

#### 4.2.1.1 Détermination du mélange de radio-isotopes

La composition du mélange de radio-isotopes peut être déterminée au moyen d'une ou deux des méthodes ci-après:

- Spectrométrie des rayons X et gamma à haute résolution utilisant, par exemple, des détecteurs Ge(Li) ou des détecteurs au germanium de haute pureté pour le rayonnement gamma, et des détecteurs Si(Li) ou des détecteurs au germanium planaire de haute pureté pour les rayonnements X et les rayonnements gamma mous, pour la plage d'énergie de 5 keV à 50 keV.
- Radioanalyse d'échantillons de faible activité au moyen de méthodes telles la fixation sur des «entraîneurs», la séparation radiochimique pour isoler, plus particulièrement, des radio-isotopes qui ne peuvent être mesurés au moyen de la spectrométrie gamma, par exemple (voir annexe B).

Des calculs peuvent être utilisés pour compléter les mesures, mais uniquement dans le cas où la précision du calcul a été confirmée par des mesures ponctuelles et où l'activité issue de l'activation globale domine l'inventaire de l'activité. Ils ne peuvent être utilisés dans le cas où la contamination est importante.

#### 4.2.2 Méthodes de détermination de la contamination de surface

##### 4.2.2.1 Généralités

La contamination de surface peut être déterminée au moyen de mesures directes ou indirectes (voir également ISO 7503-1, ISO 7503-2 et ISO 7503-3). Les mesures directes sont exécutées au moyen de contaminamètres et de moniteurs. Ces détecteurs mesurent la contamination de surface fixée et la contamination de surface non fixée. Les mesures indirectes sont effectuées à l'aide de frottis afin de déterminer la contamination de surface éliminable.

ISO 11932:1996

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b9ca2ff1-4076-42dc-86e4-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b9ca2ff1-4076-42dc-86e4-4631e665e5/iso-11932-1996)

Les mesures directes peuvent parfois s'avérer difficiles, voire impossibles, si des dépôts inactifs, solides ou liquides, sont présents sur la surface, ou si les mesures sont influencées par de forts niveaux de bruit de fond de rayonnements dus, par exemple, à l'activation des objets à contrôler, ou si la surface à contrôler n'est pas accessible à l'instrument.

Les méthodes indirectes (frottis) peuvent uniquement être utilisés pour déterminer le niveau de contamination non fixée, avec une incertitude concernant la fraction d'enlèvement. Certaines propositions de critères d'exemption (référence [2] de l'annexe C) préconisent cependant des niveaux d'autorisation de contamination non fixée, uniquement sur les surfaces accessibles. Dans ce cas, les mesures directes peuvent avoir pour résultat une surestimation, et les frottis sont donc plus appropriés. Dans de nombreux cas, une combinaison des deux méthodes fournira les résultats les plus fiables. La détermination du tritium par frottis peut être inefficace (voir aussi 4.2.2.5).

##### 4.2.2.2 Mesures directes de contamination de surface

###### 4.2.2.2.1 Instruments de mesure

Les caractéristiques et les performances des instruments de mesure doivent être conformes à la CEI 325. Les instruments doivent pouvoir détecter des activités inférieures au niveau des critères d'autorisation de contamination de surface, tels que définis dans les réglementations internationales ou nationales. Des lignes directrices concernant la limite de détection peuvent être obtenues dans l'ISO 11929-1, l'ISO 11929-2 et l'ISO 11929-3.

#### 4.2.2.2 Procédure de détection

Le détecteur est placé aussi près que possible au-dessus d'une surface. Lorsqu'une zone contaminée est détectée, le détecteur doit être positionné au-dessus de cette zone, puis doit demeurer dans une position stationnaire pendant une durée suffisante pour confirmer la valeur mesurée de contamination. La vitesse de déplacement doit être adaptée au niveau de contamination et aux caractéristiques du détecteur.

#### 4.2.2.3 Procédure de mesure

Lors de l'exécution d'une mesure, les instructions opérationnelles relatives à l'instrument de mesure utilisé ainsi que les exigences ci-après doivent être respectées.

- Le taux de comptage du bruit de fond doit être déterminé sur un emplacement représentatif de la zone à surveiller.
- Le taux de comptage du bruit de fond doit être régulièrement vérifié.
- Le fonctionnement correct de l'instrument devrait être vérifié au moyen d'une source de contrôle adéquate (une vérification par jour pour les instruments fréquemment utilisés). Les écarts excédant 25 % par rapport à la valeur indiquée de la source doivent donner lieu à un réétalonnage de l'instrument.
- Des entretoises amovibles peuvent être nécessaires pour maintenir une distance aussi restreinte que possible entre le détecteur et la surface.
- Le détecteur doit être maintenu en position pendant au moins une durée égale à trois fois le délai de réponse de l'instrument (indication 95 %).
- La précision de l'instrument en ce qui concerne les radio-isotopes à mesurer doit être connue, dans le domaine prévu des conditions de l'environnement.
- L'effet de la forme de la surface des objets à vérifier sur la sensibilité de l'instrument doit être évalué dans le cas où la surface n'est pas plate (des exemples sont indiqués dans la référence [6] de l'annexe C).
- L'effet sur le rendement de la source de contamination,  $\epsilon_s$ , de couches visibles de salissure et/ou d'oxydation sur la surface des objets à vérifier doit être pris en compte dans le cas où ces couches ne peuvent pas être éliminées. Des facteurs de correction sont précisés dans l'annexe A, pour divers radio-isotopes, en fonction de la masse surfacique de la couche absorbante.

Conformément à l'ISO 7503-1, l'activité de surface, alpha ou bêta,  $A_S$ , de la contamination fixée et non fixée, exprimée en becquerels centimètres à la puissance moins deux, est donnée par l'équation suivante:

$$A_S = \frac{(n - n_B)}{\epsilon_i \times \epsilon_s \times W} \quad \dots (1)$$

où

$n$  est le taux de comptage total, en secondes à la puissance moins un;

$n_B$  est le taux de comptage du bruit de fond, en secondes à la puissance moins un;

$\epsilon_i$  est le rendement de détection de l'instrument pour les rayonnements alpha ou bêta;

$W$  est la surface de la fenêtre du détecteur, en centimètres carrés;

$\epsilon_s$  est le rendement de la source de contamination.

En l'absence de valeurs connues,  $\epsilon_s$  peut être considéré comme

$$\epsilon_s = 0,5 \text{ [émetteurs bêta } (E_\beta \geq 0,4 \text{ MeV)]}$$

$$\epsilon_s = 0,25 \text{ [émetteurs bêta } (0,15 \text{ MeV} < E_\beta < 0,4 \text{ MeV) et émetteurs alpha]}$$

où  $E_\beta$  est l'énergie bêta maximale.

La possibilité de sous-estimer la contamination alpha est évaluée dans l'ISO 7503-1.