

---

---

**Rayonnements neutroniques de  
référence —**

**Partie 1:  
Caractéristiques et méthodes de  
production**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Reference neutron radiations —  
(standards.iteh.ai)*

*Part 1: Characteristics and methods of production*

ISO 8529-1:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001>



**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 8529-1:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001>

© ISO 2001

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.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	2
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Rayonnements de référence pour l'étalonnage des dispositifs de mesure des neutrons</b> .....	6
5 <b>Rayonnements de référence pour la détermination de la réponse des dispositifs de mesure des neutrons en fonction de l'énergie des neutrons</b> .....	9
<b>Annexe A (normative) Représentation sous forme de tableaux et de graphiques des spectres de neutrons pour les sources de radionucléides</b> .....	13
<b>Annexe B (informative) Caractéristiques d'émission angulaire de deux sources de neutrons de radionucléides</b> .....	21
<b>Annexe C (normative) Débit de fluence neutronique thermique conventionnelle</b> .....	23
<b>Bibliographie</b> .....	25

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 8529-1:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001>

## 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 3.

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 de la présente partie de l'ISO 8529 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.

La Norme internationale ISO 8529-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

L'ISO 8529 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Rayonnements neutroniques de référence*:

- *Partie 1: Caractéristiques et méthodes de production*
- *Partie 2: Concepts d'étalonnage des dispositifs de radioprotection en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ de rayonnement*
- *Partie 3: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence des neutrons*

Les annexes A et C constituent des éléments normatifs de la présente partie de l'ISO 8529. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

## Introduction

La présente partie de l'ISO 8529 remplace l'ISO 8529:1989. Elle est la première d'une série de trois Normes internationales relatives à l'étalonnage des dosimètres et débitmètres utilisés pour les besoins de la protection contre les rayonnements neutroniques. Elle décrit les caractéristiques et les méthodes de production des rayonnements neutroniques de référence à utiliser pour des étalonnages. L'ISO 8529-2, décrit les notions fondamentales ayant trait aux grandeurs physiques caractérisant le champ de rayonnement et les procédures d'étalonnage en termes généraux, en insistant sur les débitmètres actifs et l'utilisation de sources de radionucléides. L'ISO 8529-3, concerne les dosimètres destinés à la surveillance de zones et à la surveillance individuelle, en décrivant les procédures d'étalonnage correspondantes et à la détermination de leur réponse en termes des grandeurs opérationnelles de l'International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). Les coefficients de conversion servant à convertir la fluence neutronique en ces grandeurs opérationnelles sont fournis dans l'ISO 8529-3.

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

[ISO 8529-1:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001>

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

ISO 8529-1:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001>

# Rayonnements neutroniques de référence —

## Partie 1: Caractéristiques et méthodes de production

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8529 spécifie les rayonnements neutroniques de référence, s'inscrivant dans le domaine d'énergie depuis les «thermiques» jusqu'à 20 MeV, destinés à l'étalonnage des instruments de mesure des neutrons utilisés à des fins de radioprotection et pour déterminer leur réponse en fonction de l'énergie des neutrons. Les rayonnements de référence sont donnés pour des débits de fluence neutronique atteignant  $1 \times 10^9 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , ce qui correspond, pour l'énergie des neutrons de 1 MeV, à des débits d'équivalent de dose atteignant  $100 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ .

La présente partie de l'ISO 8529 traite uniquement des méthodes de production et de caractérisation des rayonnements neutroniques de référence. Les procédures d'utilisation de ces rayonnements à des fins d'étalonnage sont décrites dans l'ISO 8529-2 et l'ISO 8529-3.

Les rayonnements de référence spécifiés sont les suivants:

- neutrons issus de sources de radionucléides, y compris les neutrons de sources placées dans un modérateur;
- neutrons produits par réactions nucléaires avec des particules chargées issues d'accélérateurs;
- neutrons produits par des réacteurs.

Vis à vis des méthodes de production et de leur utilisation, ces rayonnements de références sont, pour les besoins de la présente partie de l'ISO 8529, traités dans deux articles séparés suivants.

- L'article 4 spécifie les sources de neutrons de radionucléides à spectre large destinées à l'étalonnage de dispositifs de mesures des neutrons. Ces sources doivent être utilisées par des laboratoires chargés de l'étalonnage de routine des dispositifs de mesures des neutrons dont la conception particulière a déjà fait l'objet d'un essai de type.
- L'article 5 spécifie les neutrons monoénergétiques produits par des accélérateurs et les neutrons produits dans des réacteurs à spectre large ou quasi monoénergétiques pour la détermination de la réponse d'appareils de mesure des neutrons en fonction de l'énergie des neutrons. Ces rayonnements de référence étant produits dans des laboratoires spécialisés et bien équipés, seul un minimum de détails expérimentaux est donné.

Pour réaliser la conversion de la fluence neutronique dans les grandeurs recommandées pour les besoins de la radioprotection, des coefficients de conversion ont été calculés sur la base des spectres représentés dans l'annexe normative A, et en utilisant les coefficients de conversion fluence-équivalent de dose en fonction de l'énergie des neutrons tel que spécifié dans la Publication ICRP 74 et le Rapport ICRU 57.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 8529. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 8529 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 8529-2 :2000, *Rayonnements neutroniques de référence — Partie 2: Concepts d'étalonnage des dispositifs de radioprotection en relation avec les grandeurs fondamentales caractérisant le champ de rayonnement.*

ISO 8529-3:1998, *Rayonnements neutroniques de référence — Partie 3: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et détermination de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence des neutrons.*

ICRP Publication 74, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, *Annals of the ICRP*, Vol. 26, No.3/4 (1996).

ICRU Report 33:1980, *Radiation Quantities and Units.*

ICRU Report 51:1993, *Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry.*

ICRU Report 57:1998, *Conversion Coefficients for use in Radiological Protection Against External Radiation.*

iteh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 8529, les termes et définitions donnés dans les Rapports ICRU 33 et ICRU 51, ainsi que les suivants s'appliquent.

### 3.1

#### fluence neutronique

$\Phi$   
quotient de  $dN$  par  $da$ , où  $dN$  est le nombre de neutrons incidents sur une sphère de section  $da$

$$\Phi = \frac{dN}{da}$$

NOTE L'unité de fluence neutronique est le  $m^{-2}$ ; une unité fréquemment utilisée est le  $cm^{-2}$ .

### 3.2

#### débit de fluence neutronique densité de flux neutronique

$\phi$   
quotient de  $d\Phi$  par  $dt$ , où  $d\Phi$  est l'accroissement de la **fluence neutronique** (3.1) pendant l'intervalle de temps  $dt$

$$\phi = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d^2N}{da \cdot dt}$$

NOTE L'unité du débit de fluence neutronique est le  $m^{-2} \cdot s^{-1}$ .



**3.3****fluence neutronique spectrale  
distribution énergétique de la fluence neutronique** $\Phi_E$ 

quotient de  $d\Phi$  par  $dE$ , où  $d\Phi$  est l'accroissement de la fluence neutronique dans l'intervalle d'énergie compris entre  $E$  et  $E + dE$

$$\Phi_E = \frac{d\Phi}{dE}$$

NOTE L'unité de la fluence neutronique spectrale est le  $m^{-2}\cdot J^{-1}$ ; une unité fréquemment utilisée est le  $cm^{-2}\cdot eV^{-1}$ .

**3.4****débit de fluence neutronique spectrale  
densité de flux neutronique spectral** $\varphi_E$ 

quotient de  $d\Phi_E$  par  $dt$ , où  $d\Phi_E$  est l'accroissement de la fluence neutronique spectrale dans l'intervalle de temps  $dt$

$$\varphi_E = \frac{d\Phi_E}{dt} = \frac{d^2\Phi}{dE \cdot dt}$$

NOTE L'unité du débit de fluence neutronique spectrale est le  $m^{-2}\cdot s^{-1}\cdot J^{-1}$ ; une unité fréquemment utilisée est le  $cm^{-2}\cdot s^{-1}\cdot eV^{-1}$ .

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

**3.5****dose absorbée** $D$ 

quotient de  $d\bar{\epsilon}$  par  $dm$ , où  $d\bar{\epsilon}$  est l'énergie moyenne communiquée par le rayonnement ionisant à l'élément de matière de masse  $dm$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001>

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

NOTE L'unité de dose absorbée est le  $J\cdot kg^{-1}$ , appelée gray (Gy).

**3.6****équivalent de dose** $H$ 

produit de  $Q$  et  $D$  à un point donné dans le tissu, où  $D$  est la dose absorbée et  $Q$  le facteur de qualité en ce point

$$H = QD$$

NOTE L'unité d'équivalent de dose est le  $J\cdot kg^{-1}$ , appelée sievert (Sv).

**3.7****débit d'équivalent de dose** $\dot{H}$ 

quotient de  $dH$  par  $dt$ , où  $dH$  est l'accroissement d'équivalent de dose pendant un intervalle de temps  $dt$

$$\dot{H} = \frac{dH}{dt}$$

NOTE L'unité de débit d'équivalent de dose est le  $J\cdot kg^{-1}\cdot s^{-1}$ , appelée sievert par seconde ( $Sv\cdot s^{-1}$ ).

**3.8**  
**coefficient de conversion fluence neutronique-équivalent de dose**

$h_{\Phi}$

quotient de l'équivalent de dose neutronique,  $H$ , et de la fluence neutronique,  $\Phi$ , en un point du champ de rayonnement, non perturbé par l'objet irradié

$$h_{\Phi} = \frac{H}{\Phi}$$

NOTE Toute expression d'un coefficient de conversion fluence neutronique-équivalent de dose nécessite la mention du type d'équivalent de dose, par exemple équivalent de dose ambiant, équivalent de dose individuel. Leurs définitions spécifiques et les coefficients de conversion correspondants sont fournis dans l'ISO 8529-3.

**3.9**  
**activité d'une quantité de radionucléide dans un état d'énergie particulier à un instant donné**

$A$

quotient de  $dN^+$  par  $dt$ , où  $dN^+$  est l'espérance mathématique du nombre de transitions nucléaires spontanées depuis cet état d'énergie pendant l'intervalle de temps  $dt$

$$A = \frac{dN^+}{dt}$$

NOTE L'unité de l'activité est la  $s^{-1}$ , appelée Becquerel (Bq).

**3.10**  
**émission neutronique d'une source à un instant donné**

$B$

quotient de  $dN^*$  par  $dt$ , où  $dN^*$  est l'espérance mathématique du nombre de neutrons émis par la source pendant un intervalle de temps  $dt$

$$B = \frac{dN^*}{dt}$$

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/56a64cb3-0719-4f69-84e1-7e722fb38612/iso-8529-1-2001>

NOTE L'unité d'émission d'une source est la  $s^{-1}$ .

**3.11**  
**émission angulaire**

$B_{\Omega}$

quotient de  $dB$  par  $d\Omega$ , où  $dB$  est le nombre de neutrons par unité de temps se propageant dans une direction donnée, à l'intérieur de l'angle solide  $d\Omega$

$$B_{\Omega} = \frac{dB}{d\Omega}$$

NOTE L'unité d'émission angulaire est  $s^{-1}\cdot sr^{-1}$ .

**3.12**  
**émission spectrale d'une source**  
**distribution énergétique de l'émission d'une source de neutrons**

$B_E$

quotient de  $dB$  par  $dE$ , où  $dB$  est l'accroissement de l'émission d'une source de neutrons dans l'intervalle d'énergie compris entre  $E$  et  $E + dE$

$$B_E = \frac{dB}{dE}$$

NOTE 1 L'unité d'émission spectrale est  $s^{-1}\cdot J^{-1}$ ; une unité fréquemment utilisée est  $s^{-1}\cdot eV^{-1}$ .

NOTE 2 L'émission d'une source  $B$  est calculée à partir de  $B_E$  de la manière suivante:

$$B = \int_0^{\infty} B_E dE$$

À une distance  $l$  d'une source ponctuelle, le **débit de fluence neutronique spectrale**  $\varphi_E$  (3.4), dû aux neutrons émis de façon isotrope à partir d'une source ponctuelle d'émission spectrale neutronique  $B_E$  (en négligeant l'influence de l'environnement), est donné par

$$\varphi_E = \frac{B_E}{4\pi l^2}$$

### 3.13 énergie moyenne en fluence des neutrons

$\bar{E}$   
énergie neutronique moyennée sur la fluence neutronique spectrale

$$\bar{E} = \frac{1}{\Phi} \int_0^{\infty} E \cdot \Phi_E(E) dE$$

### 3.14 énergie moyenne d'équivalent de dose

$\tilde{E}$   
énergie neutronique moyennée sur le spectre d'équivalent de dose

$$\tilde{E} = \frac{1}{H} \int_0^{\infty} E \cdot h_{\Phi}(E) \Phi_E dE$$

NOTE Dans l'équation ci-dessus,  $H = \int_0^{\infty} h_{\Phi}(E) \Phi_E dE$

### 3.15 réponse

$R$   
quotient de la lecture  $M$ , d'un instrument de mesure par la valeur conventionnellement vraie de la grandeur mesurée

NOTE Il convient de spécifier le type de réponse, par exemple «réponse en fluence» (réponse relative à  $\Phi$ ):

$$R_{\Phi} = \frac{M}{\Phi}$$

ou «réponse en équivalent de dose» (réponse relative à l'équivalent de dose  $H$ ):

$$R_H = \frac{M}{H}$$

## 4 Rayonnements de référence pour l'étalonnage des dispositifs de mesure des neutrons

### 4.1 Introduction

Le présent article spécifie les rayonnements de référence produits par des sources radioactives particulièrement appropriées à l'étalonnage de dispositifs de mesures des neutrons (voir l'ISO 8539-3).

### 4.2 Propriétés générales

#### 4.2.1 Types

Les sources de neutrons données dans le Tableau 1 doivent être utilisées pour produire des rayonnements de référence. Les valeurs numériques fournies dans le Tableau 1 doivent être considérées seulement comme des estimations des caractéristiques principales des sources. Les émissions neutroniques des sources et les débits d'équivalent de dose peuvent varier en fonction de la construction de la source, en raison de la diffusion et de l'absorption de neutrons et des rayonnements  $\gamma$  et en fonction des impuretés isotopiques du matériau radioactif utilisé. Par conséquent, des détails sont donnés sur le gainage de la source (voir 4.2.2), et la méthode de détermination de l'anisotropie de l'émission neutronique est spécifiée (voir 4.4). En ce qui concerne le  $^{252}\text{Cf}$ , le débit d'équivalent de dose photonique spécifique dépend de l'âge de la source en raison de l'accumulation de produits de fission émetteurs  $\gamma$ . L'augmentation ne dépasse toutefois pas les 5 % au cours des 20 premières années.

Outre les sources énumérées dans le Tableau 1, des sources telles que Pu-Be( $\alpha,n$ ) et Am-Li( $\alpha,n$ ) sont également utilisées. Il est toutefois recommandé aux laboratoires de ne pas utiliser des sources de plutonium-béryllium, s'ils ne le font déjà.

(standards.iteh.ai)

#### 4.2.2 Forme et gainage de la source

ISO 8529-1:2001

Il convient que la source ait une forme sphérique ou cylindrique; lorsqu'elle est cylindrique, il est préférable que le diamètre et la longueur soient approximativement les mêmes. Il convient que l'épaisseur du gainage soit uniforme et faible par rapport au diamètre extérieur. Pour une source  $^{241}\text{Am-Be}(\alpha,n)$ , la distribution spectrale, principalement dans le domaine d'énergie inférieur à environ 2 MeV, dépend, dans une certaine mesure, de la taille et de la composition de la source. Il convient que les sources soient conformes aux exigences de gainage de l'ISO 2919.

La source  $^{241}\text{Am-Be}(\alpha,n)$  peut être recouverte d'un écran de plomb de 1 mm d'épaisseur. Le débit d'équivalent de dose «photons» est ainsi réduit à moins de 5 % du débit d'équivalent de dose «neutrons». L'écran de plomb produit une modification négligeable (inférieure à 1 %) du débit d'équivalent de dose «neutrons». En l'absence d'écran de plomb, le débit d'équivalent de dose «photons» (provenant principalement des rayons  $\gamma$  qui ont une énergie de 59,5 keV) dépendra de la construction de la source mais peut être comparable au débit d'équivalent de dose dû aux neutrons.

### 4.3 Caractéristiques des sources d'étalonnage

#### 4.3.1 Types

Il convient de préférence d'utiliser des sources  $^{241}\text{Am-Be}(\alpha,n)$  et/ou de fission spontanée de  $^{252}\text{Cf}$  pour les étalonnages de routine (voir ISO 8529-3). Les sources de  $^{252}\text{Cf}$  ont généralement une émission spécifique élevée et sont par conséquent relativement petites. En raison de leur période de 2,65 ans, il est occasionnellement nécessaire de les remplacer. Les sources de neutrons à base d'américium doivent être constituées d'un alliage d'américium ou d'un mélange homogène comprimé d'oxyde d'américium et de béryllium ou, le cas échéant, de bore. Des alliages d'américium peuvent aussi être utilisés.