
**Champs de rayonnement de référence —
Champs de neutrons simulant ceux de
postes de travail —**

Partie 2:
**Concepts d'étalonnage en relation
avec les grandeurs fondamentales**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)
*Reference radiation fields — Simulated workplace neutron fields —
Part 2: Calibration fundamentals related to the basic quantities*

[ISO 12789-2:2008](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bf9379dd-55ba-4f0e-b557-15adfc20339/iso-12789-2-2008>



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 12789-2:2008](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bf9379dd-55ba-4f0e-b557-15adfc20339/iso-12789-2-2008>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2008

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 et définitions	1
3 Liste des symboles	4
4 Propriétés des installations produisant des champs de neutrons simulant ceux de postes de travail	5
5 Caractérisation des champs de neutrons simulant ceux de postes de travail	6
6 Incertitudes	10
Annexe A (normative) Coefficients de conversion	13
Bibliographie	15

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 12789-2:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bf9379dd-55ba-4f0e-b557-15adfc20339/iso-12789-2-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bf9379dd-55ba-4f0e-b557-15adfc20339/iso-12789-2-2008>

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 12789-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

L'ISO 12789 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Champs de rayonnement de référence — Champs de neutrons simulant ceux de postes de travail*:

- *Partie 1: Caractéristiques et méthodes de production*
- *Partie 2: Concepts d'étalonnage en relation avec les grandeurs fondamentales*

Introduction

Les champs neutroniques rencontrés généralement aux postes de travail sont, dans la plupart des cas, bien différents des champs d'étalonnage habituellement utilisés et produits par des sources isotopiques dans des installations d'étalonnage présentant une faible composante de neutrons diffusés. La réponse, en termes d'équivalent de dose, des dosimètres individuels et des débitmètres dépend de la distribution spectrale des champs de neutrons dans laquelle ils sont utilisés, et, dans le cas des dosimètres individuels, en particulier, dépend également de l'angle d'incidence des neutrons. Dans bien des cas, les étalonnages de tels appareils dans des champs neutroniques de référence, comme ceux décrits dans l'ISO 8529 (toutes les parties), ne fournissent pas les coefficients d'étalonnage appropriés. Pour cette raison, plusieurs laboratoires ont développé des installations à même de produire des champs de rayonnement neutroniques, simulant ceux rencontrés aux postes de travail. Ces champs ont pour objectif de reproduire les caractéristiques des champs de rayonnement dans lesquels des mesurages à l'aide de dosimètres individuels ou d'instruments de surveillance de zone ont besoin d'être réalisées. Ces laboratoires disposent d'installations dans lesquelles la mise en œuvre de ces appareils de dosimétrie peut être étudiée dans les champs rencontrés au poste de travail. Sous certaines conditions, ces installations peuvent être utilisées pour étalonner les appareils de dosimétrie. Comme un champ de rayonnement neutronique au poste de travail dépend de l'environnement de chaque poste, la présente partie de l'ISO 12789 a été développée afin de spécifier les méthodes de production et de caractérisation des champs neutroniques simulant ceux aux postes de travail plutôt que de normaliser des champs de référence comme c'est le cas pour l'ISO 8529 (toutes les parties).

La présente partie de l'ISO 12789 est étroitement liée à l'ISO 12789-1, qui décrit les installations et les méthodes utilisées actuellement pour produire des champs de rayonnement simulant ceux rencontrés aux postes de travail. Ces champs de rayonnements sont obtenus en dégradant la distribution spectrale des neutrons émis par une source; ils comprennent les neutrons diffusés par les structures et matériels environnants pour la simulation de l'environnement du poste de travail. La présente partie de l'ISO 12789 décrit les méthodes utilisées pour déterminer les valeurs conventionnelles des grandeurs opérationnelles caractérisant les champs de neutrons simulant ceux de postes de travail.

Les grandeurs opérationnelles utilisées dans la présente partie de l'ISO 12789 sont l'équivalent de dose ambiant, $H^*(10)$, et l'équivalent de dose individuel, $H_p(10)$. Pour des champs de rayonnement de référence, il est recommandé de déterminer leurs valeurs conventionnelles à partir de la fluence neutronique, ou de son débit, en fonction de l'énergie neutronique, et, pour le cas de $H_p(10)$, en fonction de la direction, en utilisant les coefficients de conversion de l'Annexe A. Dans certains cas, l'utilisation des coefficients de conversion n'est pas envisageable pour la détermination de $H_p(10)$. Dans ce cas, un calcul direct est nécessaire.

Actuellement, il n'existe pas de méthode simple pour assurer la traçabilité des grandeurs opérationnelles d'un Institut National de Métrologie vers des champs neutroniques simulant ceux aux postes de travail. La procédure de détermination des grandeurs opérationnelles à partir de la fluence décrite dans la présente partie de l'ISO 12789 ajoute des incertitudes supplémentaires.

La présente partie de l'ISO 12789 contient des méthodes admises pour la détermination de l'incertitude associée aux valeurs des grandeurs opérationnelles et donne de nouvelles informations concernant l'incertitude associée à l'obtention de la distribution spectrale de la fluence neutronique utilisant des techniques de déconvolution reconnues. Les incertitudes liées à la détermination de la grandeur $H_p(10)$ utilisant la distribution directionnelle de la fluence neutronique pourraient être importantes, mais la quantification de cette source d'incertitude n'est pas évoquée pour le moment.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 12789-2:2008](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bf9379dd-55ba-4f0e-b557-15adfc20339/iso-12789-2-2008>

Champs de rayonnement de référence — Champs de neutrons simulant ceux de postes de travail —

Partie 2: Concepts d'étalonnage en relation avec les grandeurs fondamentales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 12789 décrit la caractérisation des champs de rayonnement neutroniques simulant ceux rencontrés aux postes de travail. Ces champs de rayonnement sont produits en utilisant des méthodes décrites dans l'ISO 12789-1. Elle spécifie les procédures à utiliser afin de remplir les conditions d'étalonnage des appareils de radioprotection dans des champs de rayonnement neutroniques produits par ces installations, avec un accent particulier mis sur les neutrons diffusés. La diversité des champs neutroniques aux postes de travail est telle que plusieurs installations spécifiques ont été construites afin de les reproduire en laboratoire. Dans la présente partie de l'ISO 12789, les caractéristiques des champs de rayonnement neutroniques sont classées en fonction des grandeurs opérationnelles. Des méthodes générales pour la caractérisation des champs de neutrons simulant ceux aux postes de travail sont recommandées.

2 Termes et définitions

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

2.1

indication lecture

M

valeur fournie par un instrument de mesure ou un système de mesure

NOTE 1 Une indication peut être présentée sous forme visuelle ou acoustique ou peut être transférée à un autre dispositif. Elle est souvent donnée par la position d'un pointeur sur un affichage pour les sorties analogiques, par un nombre affiché ou imprimé pour les sorties numériques, par une configuration codée pour les sorties codées, par la valeur assignée pour les mesures matérialisées.

NOTE 2 Une indication et la valeur de la grandeur mesurée correspondante ne sont pas nécessairement des valeurs de grandeurs de même nature.

[ISO/CEI Guide 99:2007, 4.1]

2.2

valeur conventionnelle valeur conventionnelle d'une grandeur

valeur attribuée à une grandeur par un accord pour un usage donné

EXEMPLE 1 Valeur conventionnelle de l'accélération due à la pesanteur ou accélération normale de la pesanteur, $g_n = 9,806\,65\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

EXEMPLE 2 Valeur conventionnelle de la constante de Josephson, $K_{J-90} = 483\,597,9\text{ GHz V}^{-1}$.

EXEMPLE 3 Valeur conventionnelle d'un étalon de masse donné, $m = 100,003\,47\text{ g}$.

NOTE 1 Le terme «valeur conventionnellement vraie» est quelquefois utilisé pour ce concept, mais son utilisation est déconseillée.

NOTE 2 Une valeur conventionnelle est quelquefois une estimation d'une valeur vraie.

NOTE 3 Une valeur conventionnelle est généralement considérée comme associée à une incertitude de mesure convenablement petite, qui peut être nulle.

[ISO/CEI Guide 99 :2007, 2.12]

2.3 fluence neutronique

Φ
quotient de dN par da , où dN est le nombre de neutrons incidents sur une sphère de section droite da , selon l'Équation (1):

$$\Phi = \frac{dN}{da} \quad (1)$$

NOTE L'unité de la fluence neutronique est le mètre à la puissance moins deux (m^{-2}).

2.4 débit de fluence neutronique

φ
quotient de $d\Phi$ par dt , où $d\Phi$ est l'incrément de la fluence neutronique pendant l'intervalle de temps dt , selon l'Équation (2):

$$\varphi = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d^2N}{da dt} \quad (2)$$

NOTE 1 L'unité du débit de fluence neutronique est le mètre à la puissance moins deux seconde à la puissance moins un ($m^{-2} s^{-1}$).

NOTE 2 Cette grandeur est également appelée densité de flux neutronique.

2.5 distribution spectrale de la fluence neutronique

Φ_E
quotient de $d\Phi$ par dE , où $d\Phi$ est l'incrément de la fluence neutronique dans l'intervalle d'énergie compris entre E et $E + dE$, selon l'Équation (3):

$$\Phi_E = \frac{d\Phi}{dE} \quad (3)$$

NOTE L'unité de la distribution spectrale de la fluence neutronique est le mètre à la puissance moins deux joule à la puissance moins un ($m^{-2} \cdot J^{-1}$).

2.6 distribution spectrale et directionnelle de la fluence neutronique

$\Phi_{E,\Omega}$
quotient de $d\Phi$ par $d\Omega$ et par dE , où $d\Phi$ est l'incrément de la fluence neutronique dans l'intervalle d'énergie compris entre E et $E + dE$ et dans l'intervalle d'angle solide compris entre Ω et $\Omega + d\Omega$, selon l'Équation (4):

$$\Phi_{E,\Omega} = \frac{d^2\Phi}{dE d\Omega} \quad (4)$$

NOTE L'unité de la distribution spectrale et directionnelle de la fluence est le mètre à la puissance moins deux joule à la puissance moins un stéradian à la puissance moins un ($m^{-2} \cdot J^{-1} \cdot sr^{-1}$).

2.7**équivalent de dose ambiant à une profondeur de 10 mm** $H^*(10)$

équivalent de dose en un point dans un champ de rayonnement qui serait produit par le champ correspondant expansé et unidirectionnel dans la sphère «ICRU», à une profondeur de 10 mm sur le rayon faisant face à la direction du champ unidirectionnel

NOTE L'unité de l'équivalent de dose ambiant est le joule par kilogramme ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$). Son nom spécial est le sievert (Sv).

2.8**équivalent de dose individuel à une profondeur de 10 mm** $H_p(10)$

équivalent de dose dans du tissu mou, à une profondeur de 10 mm, sous un point spécifié du corps

NOTE 1 L'unité de l'équivalent de dose individuel est le joule par kilogramme ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$). Son nom spécial est le sievert (Sv).

NOTE 2 Dans le rapport ICRU 47 [12], l'ICRU a considéré la définition de l'équivalent de dose individuel pour inclure l'équivalent de dose à une profondeur, d , dans un fantôme ayant la composition du tissu «ICRU». Par conséquent, pour l'étalonnage des dosimètres individuels, $H_p(10)$, est l'équivalent de dose à une profondeur de 10 mm dans un fantôme composé de tissu «ICRU», mais avec des dimensions et une forme de fantôme utilisé pour l'étalonnage (parallélépipède de $30 \times 30 \times 15$ cm). Les coefficients de conversion, $h_{p,\text{plaque}}(10)$, sont calculés pour cette configuration.

2.9**coefficient de conversion fluence neutronique – équivalent de dose** h_ϕ

quotient de l'équivalent de dose neutronique, H , par la fluence neutronique, Φ , en un point dans le champ de rayonnement, selon l'Équation (5): (standards.iteh.ai)

$$h_\phi = \frac{H}{\Phi} \quad (5)$$

NOTE Toute expression du coefficient de conversion fluence neutronique — équivalent de dose exige la mention du type d'équivalent de dose, c'est-à-dire équivalent de dose ambiant, h^*_{ϕ} , ou équivalent de dose individuel, $h_{p,\text{plaque}\phi}$.

2.10**réponse** R

(d'un instrument de mesure) indication ou lecture divisée par la valeur conventionnelle de la grandeur qui en est la cause

NOTE Le type de réponse doit être spécifié. Par exemple, «réponse en fluence»:

$$R_\phi = \frac{M}{\Phi} \quad (6)$$

ou «réponse en équivalent de dose»:

$$R_H = \frac{M}{H} \quad (7)$$

Si M est une mesure de débit, alors les grandeurs fluence, Φ , et équivalent de dose, H , sont remplacées respectivement par le débit de fluence, ϕ , et le débit d'équivalent de dose, \dot{H} .

2.11**coefficient d'étalonnage** N

inverse de la réponse, quand celle-ci est déterminée dans les conditions de référence

NOTE Le coefficient d'étalonnage est le coefficient par lequel l'indication M est multipliée pour obtenir la valeur de la grandeur à mesurer.

2.12

dépendance en énergie de la réponse en termes de fluence

$R_{\phi}(E)$

réponse, R , en termes de fluence, Φ , en fonction de l'énergie des neutrons, E

2.13

dépendance en énergie de la réponse en termes d'équivalent de dose

$R_H(E)$

réponse, R , en termes d'équivalent de dose, H , en fonction de l'énergie des neutrons, E

2.14

point de mesure

point dans le champ de rayonnement où la valeur conventionnelle d'une grandeur à mesurer est connue

2.15

point de référence

(d'un instrument) point que l'on place au point de mesure à des fins d'étalonnage ou d'essai

3 Liste des symboles

Φ	fluence neutronique
ϕ	débit de fluence neutronique
Φ_E	distribution spectrale de la fluence neutronique en champ non perturbé au point de mesure
Φ_{E_n}	distribution spectrale de la fluence neutronique au point de référence dans le fantôme où la grandeur opérationnelle est définie
$\Phi_{E,\Omega}$	distribution spectrale et directionnelle de la fluence neutronique au point de mesure avec le fantôme présent
E	énergie des neutrons
$\langle h_{\phi} \rangle$	coefficient de conversion fluence neutronique — équivalent de dose, moyenné en énergie
$h^*_{\phi}(E)$	coefficient de conversion fluence neutronique — équivalent de dose ambiant, en fonction de l'énergie des neutrons, E
$h_{p,plaque}(E, \alpha)$	coefficient de conversion fluence neutronique — équivalent de dose individuel, en fonction de l'énergie des neutrons, E , et de leur angle d'incidence, α
H	équivalent de dose
$H^*(10)$	équivalent de dose ambiant à une profondeur de 10 mm
$H_p(10)$	équivalent de dose individuel à une profondeur de 10 mm sous un point spécifié du corps
$H_{p,plaque}(10)$	équivalent de dose individuel à une profondeur de 10 mm dans le fantôme plaque en tissu ICRU
k_f	coefficient de kerma
M	indication (d'un instrument de mesure) ou lecture
μ_{tr}/ρ	coefficient massique de transfert d'énergie
N	coefficient d'étalonnage
Q_n	facteur de qualité moyen des particules chargées secondaires induites par les neutrons

R	réponse d'un instrument de détection de neutrons
R_H	réponse en termes d'équivalent de dose [ou $R_H(E)$ lorsque la distribution spectrale est considérée, voir 2.13]
R_ϕ	réponse en termes de fluence [ou $R_\phi(E)$ lorsque la distribution spectrale est considérée, voir 2.12]
$\Psi_{E\gamma}$	distribution spectrale de la fluence des photons induits par les neutrons au point dans le fantôme où la grandeur opérationnelle est définie.

4 Propriétés des installations produisant des champs de neutrons simulant ceux de postes de travail

La présente partie de l'ISO 12789 est consacrée aux champs de rayonnement neutroniques «réalistes», tels que ceux décrits et produits conformément à l'ISO 12789-1. Lors de l'établissement ou du choix d'un champ de neutrons «réaliste», il est nécessaire de prendre en compte les caractéristiques (à savoir, en termes de distributions spectrale et directionnelle) du champ de rayonnement neutronique à simuler et les réponses caractéristiques des appareils utilisés pour déterminer les distributions neutroniques.

Il y a trois méthodes principales produisant des champs de rayonnement neutronique dits «réalistes»: des installations d'irradiation ont été conçues en utilisant soit des sources neutroniques de type radionucléides, soit des accélérateurs, soit des réacteurs. Dans chaque cas, une variété de matériaux diffusants, absorbants ou de conversion peuvent être placés entre la source primaire et le point de mesure afin de modifier la distribution spectrale et de simuler un champ de rayonnement neutronique «réaliste». Alors que les recommandations de l'ISO 8529-1 et de l'ISO 8529-2 présentent des méthodes pour réduire les effets des neutrons diffusés sur les distributions spectrales de référence de la fluence neutronique, l'ISO 12789-1 décrit des champs de rayonnements qui mettent à profit certains matériaux pour ajouter des rayonnements diffusés, absorbés et secondaires. Pour chacun des champs de rayonnements de référence décrits dans l'ISO 12789-1, des matériaux comme l'eau légère (H_2O), l'eau lourde (D_2O), le polyéthylène, le graphite, le fer, le béton et l'uranium sont utilisés.

Les grandeurs caractérisant les champs de rayonnement neutroniques «réalistes» au point de mesure (en termes de distribution spectrale et directionnelle de la fluence neutronique) ainsi que tous les facteurs de correction nécessaires à l'évaluation des coefficients de conversion appropriés doivent être déterminés.

La méthode de détermination des coefficients de conversion appropriés passe par la mesure et le calcul des distributions spectrale et directionnelle des neutrons au point de mesure. Ces distributions sont utilisées pour déterminer, pour chaque énergie et pour chaque angle, l'équivalent de dose ambiant ou individuel à une profondeur de 10 mm respectivement dans la sphère ICRU ou dans le fantôme.

Les coefficients de conversion, exprimés en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence du rayonnement et donnés en Annexe A, s'appliquent aux champs de rayonnement neutronique unidirectionnels et étendus. Si le champ de rayonnement neutronique est suffisamment étendu et uniforme, c'est-à-dire homogène sur l'ensemble de la face avant du fantôme ou de l'appareil en cours d'étalonnage, ces coefficients de conversion peuvent être appliqués sans autres considérations. Si ces hypothèses ne sont pas satisfaites, alors $H_p(10)$ doit être calculé directement en considérant les distributions spectrale et directionnelle des neutrons au point de mesure et en utilisant cette distribution pour déterminer l'équivalent de dose à 10 mm dans le fantôme plaque «ICRU». Ces considérations sont discutées ultérieurement au paragraphe 5.4.2 de la présente partie de l'ISO 12789.

Il convient d'adapter la géométrie et les dimensions de la région entourant le point de mesure afin que les irradiations puissent être reproductibles pour une étendue maximale. Il convient que tous les moyens possibles soient utilisés afin d'assurer aussi bien la reproductibilité de positionnement de l'instrument utilisé pour la caractérisation des champs d'étalonnage que celle de l'appareil à étalonner. Il convient de prendre en compte les différences éventuelles des distributions spectrale et directionnelle des neutrons entre le point de référence et le point de mesure. Cela peut être réalisé en ajoutant une incertitude supplémentaire prenant en compte l'inhomogénéité du champ, ou en introduisant un facteur de correction additionnel.