
**Dosimétrie pour l'exposition au
rayonnement cosmique à bord d'un
avion civil —**

**Partie 4:
Validation des codes**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Dosimetry for exposures to cosmic radiation in civilian aircraft —
Part 4: Validation of codes*
(standards.iteh.ai)

ISO 20785-4:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-b3259da81421/iso-20785-4-2019>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 20785-4:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-b3259da81421/iso-20785-4-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +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 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
3.1 Grandeurs et unités.....	2
3.2 Champ de rayonnement atmosphérique.....	4
3.3 Termes logiciels.....	6
4 Considérations générales	6
5 Fonctionnalité	6
5.1 Généralités.....	6
5.2 Données mesurées.....	6
5.3 Données de référence de l'ICRU.....	6
5.4 Validation du code à l'aide de mesurages ou de données de référence.....	7
5.5 Facteurs à considérer pour l'évaluation des doses en routine.....	7
Bibliographie	9

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 20785-4:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-b3259da81421/iso-20785-4-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-b3259da81421/iso-20785-4-2019>

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 attirée 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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 20785 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Le personnel navigant est exposé à des niveaux élevés de rayonnement cosmique d'origine galactique et solaire, ainsi qu'au rayonnement secondaire produit dans l'atmosphère, dans la structure de l'avion et son contenu. Suivant les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) dans la Publication 60,^[1] l'Union européenne (UE) a établi une Directive relative aux normes de sécurité de base,^[2] classant parmi les expositions professionnelles du personnel navigant le cas de l'exposition aux sources naturelles de rayonnements ionisants, y compris le rayonnement cosmique. Des recommandations internationales ont également été fournies dans la série de normes de sécurité de l'IAEA.^[3] Cette action a été confirmée par les Publications 103^[4] et 132^[5] de la CIPR, et de la Directive de l'UE relative aux normes de sécurité de base^[6] a fait l'objet d'une révision. Cette Directive exige de prendre en compte l'exposition du personnel navigant susceptible de recevoir plus de 1 mSv par an. Elle identifie ensuite les quatre mesures de protection suivantes:

- i) évaluation de l'exposition du personnel concerné;
- ii) prise en compte de l'exposition évaluée lors de l'organisation des programmes de travail, en vue de réduire les doses du personnel navigant le plus fortement exposé;
- iii) information aux travailleurs concernés sur les risques pour la santé que leur travail implique; et
- iv) application des mêmes règles de protection spécifiques en cas de grossesse pour le personnel navigant féminin, eu égard à « l'enfant à naître », que pour tout autre travailleur exposé de sexe féminin.

La Directive du Conseil de l'UE doit être intégrée aux lois et réglementations des États membres de l'UE ainsi que dans les normes et les modes opératoires de sécurité de l'aviation, des autorités communes de l'aviation (Joint Aviation Authorities) et de l'Agence européenne pour la sécurité aérienne (European Air Safety Agency). D'autres pays tels que le Canada et le Japon ont émis des règles ou des recommandations à l'attention de leurs compagnies aériennes pour gérer la question de l'exposition du personnel navigant.

Les grandeurs de protection concernées, dans un cadre réglementaire et législatif, sont la dose équivalente (au fœtus) et la dose efficace. L'exposition de l'organisme au rayonnement cosmique est globalement uniforme et l'abdomen maternel ne fournit aucune protection particulière au fœtus. Ainsi, la dose équivalente au fœtus peut être considérée comme égale à la dose efficace reçue par la mère. Les doses liées à l'exposition à bord des avions sont généralement prévisibles, et des événements comparables à des expositions non prévues à d'autres postes de travail sous rayonnement ne peuvent pas habituellement se produire (à l'exception rare des éruptions solaires extrêmement intenses produisant des particules solaires très énergétiques). Le recours à des dosimètres individuels pour un usage en routine n'est pas considéré comme nécessaire. L'approche préférée pour l'évaluation des doses reçues par le personnel navigant, si nécessaire, consiste à calculer directement le débit de dose efficace, en fonction des coordonnées géographiques, de l'altitude et de la phase du cycle solaire, et à combiner ces valeurs avec les informations concernant le vol et le tableau de service du personnel, afin d'obtenir des estimations des doses efficaces pour les individus. Cette approche est recommandée par la Publication 75^[7] et la Publication 132^[5] de la CIPR, et le Rapport 84^[8] de l'ICRU.

L'utilisation de calculs dans cette approche est unique par rapport aux méthodes d'évaluation habituellement utilisées en routine en radioprotection et il est largement admis qu'il convient de valider les doses calculées par mesurage. La dose efficace n'est pas directement mesurable. La grandeur opérationnelle utilisée est l'équivalent de dose ambiant, $H^*(10)$. En fait, comme l'indique en particulier le Rapport 84 de l'ICRU, l'équivalent de dose ambiant est considéré comme un estimateur conservatif de la dose efficace si l'irradiation peut être supposée isotrope. L'équivalent de dose ambiant constitue un bon estimateur de la dose efficace et de la dose équivalente au fœtus pour les champs de rayonnement considérés, de la même façon que l'utilisation de l'équivalent de dose individuel est justifiée pour l'estimation de la dose efficace des travailleurs sous rayonnement. Afin de valider les doses évaluées en termes de dose efficace, il est possible de calculer les débits d'équivalent de dose ambiant ou les doses pendant le vol, en termes d'équivalent de dose ambiant, et de comparer les résultats à des mesurages traçables à des étalons nationaux. La validation des calculs de l'équivalent de dose ambiant par une méthode de calcul particulière peut être considérée comme la validation du calcul de la dose efficace

par le même code. La variante consiste à établir, *a priori*, que l'équivalent de dose ambiant constitue un bon estimateur de la dose efficace et de la dose équivalente au fœtus pour les champs de rayonnements considérés, de la même façon que l'utilisation de l'équivalent de dose individuel est justifiée pour l'estimation de la dose efficace des travailleurs sous rayonnement.

La dose pour une route donnée constitue une bonne estimation de l'équivalent de dose ambiant pour la route réelle enregistrée pour le personnel navigant. Cependant, la route réelle suivie pour ce vol spécifique peut varier en raison des conditions météorologiques, de la programmation des vols, etc.

Il convient de noter que le présent document porte uniquement sur le rayonnement cosmique galactique (GCR). Découvert par Victor Hess il y a plus de 100 ans, le GCR est une source de rayonnements ionisants permanente et bien comprise, tant sur Terre qu'en vol. Le GCR peut être modélisé avec une précision et une exactitude raisonnables. Il convient de reconnaître qu'il existe d'autres sources de rayonnement intermittentes. Comme il est actuellement impossible de modéliser ces sources avant leur apparition, elles ne seront pas traitées dans le présent document. Ces sources comprennent les événements à protons solaires (souvent appelés événements à particules solaires), les événements à neutrons solaires, les événements solaires à rayonnement gamma, les tempêtes magnétiques solaires qui altèrent les blindages magnétiques et les flashes gamma terrestres qui sont associés à certains éclairs. Des expositions peuvent également résulter de l'expédition de substances radioactives ainsi que de protocoles médicaux requis préalablement à l'embauche du personnel navigant. Ces sources intermittentes peuvent engendrer des expositions à des rayonnements qui dépassent les limites fixées à la fois pour le personnel navigant et les passagers.

Afin de traiter correctement l'exposition aux rayonnements totale des travailleurs et des passagers, il est nécessaire d'étudier l'exposition à des sources de rayonnement intermittentes après l'occurrence d'un événement, soit par surveillance du rayonnement soit par modélisation.

(standards.iteh.ai)

ISO 20785-4:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-b3259da81421/iso-20785-4-2019>

Dosimétrie pour l'exposition au rayonnement cosmique à bord d'un avion civil —

Partie 4: Validation des codes

1 Domaine d'application

Le présent document est destiné à la validation des codes utilisés pour calculer les doses reçues par les individus à bord des avions. Il fournit aux autorités de radioprotection et aux développeurs de codes, des recommandations concernant les exigences fonctionnelles de base auxquelles le code doit se conformer.

Suivant l'approbation formelle par une autorité de radioprotection, d'autres exigences concernant les essais logiciels peuvent s'appliquer.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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 20785-1, *Dosimétrie pour l'exposition au rayonnement cosmique à bord d'un avion civil — Partie 1: Fondement théorique des mesurages*

ISO 20785-2, *Dosimétrie pour l'exposition au rayonnement cosmique à bord d'un avion civil — Partie 2: Caractérisation de la réponse des instruments*

ISO 20785-3, *Dosimétrie pour les expositions au rayonnement cosmique à bord d'un avion civil — Partie 3: Mesurages à bord d'avions*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 20785-1, l'ISO 20785-2, l'ISO 20785-3 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1 Grandeurs et unités

3.1.1

fluence de particules

fluence

Φ

quotient de dN sur da , où dN est le nombre moyen de particules incidentes sur une sphère d'aire de section da , soit:

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

Note 1 à l'article: L'unité de base de la fluence de particules est le m^{-2} ; le cm^{-2} constitue une unité d'usage courant.

Note 2 à l'article: La distribution en énergie de la fluence de particules, Φ_E , est le quotient, $d\Phi$ par dE , où $d\Phi$ est la fluence des particules dont l'énergie est comprise entre E et $E+dE$. Il existe une définition analogue pour la distribution directionnelle, Φ_Ω , de la fluence de particules. La représentation complète de la fluence de particules différentielle double peut s'écrire (avec les arguments) $\Phi_{E,\Omega}(E,\Omega)$, où les indices caractérisent les variables (grandeurs) de différenciation et où les symboles entre parenthèses décrivent les valeurs des variables. Les valeurs entre parenthèses sont requises pour des valeurs de fonction spéciales, par exemple la distribution en énergie de la fluence de particules à l'énergie $E = E_0$ s'écrit sous la forme $\Phi_E(E_0)$. En l'absence d'indication de toute valeur spéciale, les parenthèses ne sont pas nécessaires.

3.1.2

débit de fluence de particules

débit de fluence

$\dot{\Phi}$

quotient de l'incrément de la fluence de particules $d\Phi$ sur un intervalle de temps dt , par cet intervalle

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-b3259da81421/iso-20785-4-2019>

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

Note 1 à l'article: L'unité de base du débit de fluence est le $m^{-2} s^{-1}$; le $cm^{-2} s^{-1}$ constitue une unité d'usage courant.

3.1.3

dose absorbée

D

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

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

Note 1 à l'article: L'unité de la dose absorbée est le joule par kilogramme ($J kg^{-1}$) et son équivalent est le gray (Gy).

3.1.4

facteur de qualité

Q

facteur utilisé dans le calcul et le mesurage de l'équivalent de dose pour pondérer la dose absorbée, afin de tenir compte des différentes efficacités biologiques des rayonnements, aux fins de la radioprotection

Note 1 à l'article: Le facteur de qualité est une grandeur sans dimension. Voir aussi [3.1.7](#).

3.1.5 équivalent de dose

H

produit de la dose absorbée D au point considéré dans le tissu et du facteur de qualité Q en ce point

$$H = DQ$$

Note 1 à l'article: L'unité de l'équivalent de dose est le joule par kilogramme (J kg^{-1}), et son équivalent est le sievert (Sv).

3.1.6 équivalent de dose ambiant

$H^*(10)$

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

Note 1 à l'article: L'unité de l'équivalent de dose ambiant est le joule par kilogramme (J kg^{-1}), et son équivalent est le sievert (Sv).

3.1.7 dose efficace

E

somme des doses équivalentes pondérées pour tous les tissus et organes spécifiés du corps, calculée d'après l'expression:

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

où H_T ou $w_R D_{T,R}$ est la dose équivalente pour un tissu ou un organe, T , et w_T est le facteur de pondération tissulaire

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-b3259da81421/iso-20785-4-2019)

[b3259da81421/iso-20785-4-2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/799a2842-5c56-4417-9e28-b3259da81421/iso-20785-4-2019)

Note 1 à l'article: L'unité de la dose efficace est le joule par kilogramme (J kg^{-1}), et son équivalent est le sievert (Sv).

3.1.8 équivalent de dose

H_T

dose dans un tissu ou organe T , déterminée d'après:

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

où $D_{T,R}$ est la dose moyenne absorbée à partir du rayonnement R dans un tissu ou organe T , et w_R est le facteur de pondération des rayonnements. w_R est sans dimension

Note 1 à l'article: L'unité de l'équivalent de dose est le joule par kilogramme (J kg^{-1}), et son équivalent est le sievert (Sv).

3.1.9 altitude barométrique étalon pression d'altitude

altitude déterminée par un altimètre barométrique étalonné par référence à l'atmosphère type internationale (ISA) (ISO, 1975) lorsque les données de l'altimètre sont établies à 1 013,25 hPa

Note 1 à l'article: La Partie 2 des Directives ISO impose d'utiliser les unités SI dans les documents ISO et de se conformer à l'ISO 80000. Il convient donc que l'unité par défaut soit le mètre. Cependant, dans le domaine de l'aviation, le niveau de vol est souvent donné sous la forme FLxxx, où xxx est un nombre à trois chiffres qui représente les multiples de 100 pieds d'altitude-pression, sur la base de l'atmosphère ISA et d'un paramétrage de données à 1 013,25 hPa; par exemple, FL350 correspond à 35 000 ft ou, en utilisant 1 pied = 0,304 8 m, 10 668 m.