
**Rayonnements X et gamma de référence
pour l'étalonnage des dosimètres et des
débitmètres et pour la détermination de
leur réponse en fonction de l'énergie des
photons —**

**Partie 4:
Étalonnage des dosimètres de zone (ou
d'ambiance) et individuels dans des
champs de référence X de faible énergie**

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae49e876-5928-4686-8fa7-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae49e876-5928-4686-8fa7-85e844ed1655/iso-4037-4-2004)

*X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and
doserate meters and for determining their response as a function of
photon energy —*

*Part 4: Calibration of area and personal dosimeters in low energy X
reference radiation fields*



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 4037-4:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae49e876-5928-4686-8fa7-85e844ed1655/iso-4037-4-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae49e876-5928-4686-8fa7-85e844ed1655/iso-4037-4-2004>

© 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 Références normatives | 1 |
| 3 Termes et définitions | 2 |
| 4 Symboles (et abréviations) | 2 |
| 5 Procédures générales d'étalonnage et de détermination de la réponse | 4 |
| 6 Caractérisation et production des rayonnements X de référence de faible énergie | 4 |
| 6.1 Généralités | 4 |
| 6.2 Tension du tube | 4 |
| 6.3 Uniformité du champ et rayonnement diffusé | 5 |
| 6.4 Distribution en énergie de la fluence et coefficients de conversion | 5 |
| 7 Dosimétrie des rayonnements de référence de faible énergie | 6 |
| 7.1 Généralités | 6 |
| 7.2 Mise en œuvre des instruments étalons | 6 |
| 7.2.1 Instruments pour la mesure du kerma dans l'air | 6 |
| 7.2.2 Instruments pour la mesure des grandeurs d'équivalent de dose définies dans le rapport ICRU 51 | 6 |
| 8 Étalonnage et détermination de la réponse en fonction de l'énergie des photons et de l'angle d'incidence du rayonnement | 7 |
| 8.1 Généralités | 7 |
| 8.2 Choix de la méthode d'étalonnage | 7 |
| 8.3 Étalonnage à l'aide des instruments de référence pour K_a | 7 |
| 8.3.1 Généralités | 7 |
| 8.3.2 Valeur conventionnellement vraie de la grandeur kerma dans l'air | 8 |
| 8.3.3 Valeur conventionnellement vraie des grandeurs d'équivalent de dose $H_p(0,07)$ et $H'(0,07)$ | 9 |
| 8.3.4 Valeur conventionnellement vraie des grandeurs d'équivalent de dose $H_p(10)$ et $H'(10)$ | 9 |
| 8.3.5 Réalisation de l'étalonnage | 10 |
| 8.4 Étalonnage à l'aide d'instruments de référence de mesure des grandeurs d'équivalent de dose de l'ICRU | 10 |
| 8.4.1 Généralités | 10 |
| 8.4.2 Valeur conventionnellement vraie des grandeurs d'équivalent de dose $H_p(10)$ et $H^*(10)$ | 11 |
| 8.4.3 Réalisation de l'étalonnage | 12 |
| 8.5 Expression des incertitudes | 12 |
| Annexe A (normative) Correction de la masse volumique de l'air | 14 |
| Annexe B (informative) Mesure des distributions d'impulsions | 18 |
| Bibliographie | 21 |

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 4037-4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

L'ISO 4037 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons*.

- *Partie 1: Caractéristiques des rayonnements et méthodes de production*
- *Partie 2: Dosimétrie pour la radioprotection dans les gammes d'énergie de 8 keV à 1,3 MeV et de 4 MeV à 9 MeV*
- *Partie 3: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et mesurage de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence*
- *Partie 4: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels dans des champs de référence X de faible énergie*

Introduction

La présente partie de l'ISO 4037 est en relation directe avec les trois autres parties de l'ISO 4037. La première, l'ISO 4037-1, décrit les méthodes de production et de caractérisation des rayonnements de référence de photons. La deuxième, l'ISO 4037-2, décrit la dosimétrie des rayonnements de référence et la troisième, l'ISO 4037-3, décrit les procédures d'étalonnage et de détermination de la réponse des dosimètres et des débitmètres en utilisant les grandeurs opérationnelles [1, 2, 3] définies par la Commission internationale des unités et mesures de rayonnement (ICRU: International Commission on Radiation Units and Measurements) à des fins de radioprotection.

La présente partie de l'ISO 4037 est la quatrième partie de la série, et elle décrit les procédures particulières applicables aux champs de rayonnement de référence X de faible énergie. Dans l'ISO 4037-3, toutes les grandeurs de dose utilisées sont déterminées à partir du kerma dans l'air K_a en espace libre (free-in-air). Soit le K_a est la grandeur de mesure choisie, soit l'une des grandeurs d'équivalent de dose $H'(0,07)$, $H_p(0,07)$, $H_p(10)$ et $H^*(10)$ est calculée en utilisant les coefficients de conversion du kerma dans l'air K_a à la grandeur d'équivalent de dose appropriée. Cette méthode pour déterminer les grandeurs d'équivalent de dose $H'(0,07)$ et $H_p(0,07)$ n'induit qu'une faible augmentation de l'incertitude, dans la mesure où les coefficients de conversion sont peu dépendants de l'énergie des photons et de l'angle d'incidence du rayonnement pour les gammes d'énergie indiquées dans l'ISO 4037-3. Par conséquent, ces grandeurs d'équivalent de dose n'exigent pas d'attention particulière pour les champs de rayonnement de référence X de faible énergie. La situation est différente pour les deux autres grandeurs d'équivalent de dose $H_p(10)$ et $H^*(10)$. Dans leur cas, l'utilisation des coefficients de conversion peut être assortie d'incertitudes supplémentaires importantes, pour les champs de rayonnement de référence X de faible énergie; se reporter à la remarque déjà mentionnée pour ces cas dans l'ISO 4037-3. Ceci est dû au fait que les coefficients de conversion dépendent étroitement de l'énergie des photons et de l'angle d'incidence du rayonnement. Pour la même qualité nominale de rayonnement tel que défini dans l'ISO 4037-1, les coefficients de conversion peuvent diverger de plusieurs dizaines de pour-cent. Une description détaillée de toutes les mesures et de toutes les méthodes nécessaires pour éviter ces incertitudes supplémentaires est donnée par Ankerhold *et al.* [4, 5] et par Behrens [6].

NOTE Pour l'irradiation du corps entier, $H_p(10)$ et $H^*(10)$ sont pertinents pour la radioprotection tant qu'ils sont plus proches de leurs limites que $H'(0,07)$ et $H_p(0,07)$. Cela est le cas jusqu'à environ 15 keV.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4037-4:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae49e876-5928-4686-8fa7-85e844ed1655/iso-4037-4-2004>

Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons —

Partie 4:

Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels dans des champs de référence X de faible énergie

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4037 donne des indications concernant les aspects complémentaires sur la caractérisation des rayonnements de photons de faible énergie. La présente partie de l'ISO 4037 décrit également les procédures pour l'étalonnage et la détermination de la réponse des dosimètres ou débitmètres de zone (d'ambiance) et individuels en fonction de l'énergie des photons et de l'angle d'incidence. La présente partie de l'ISO 4037 traite de la détermination précise des coefficients de conversion du kerma dans l'air aux équivalents de dose $H_p(10)$ et $H^*(10)$ pour les spectres de rayonnement de photons de faible énergie. Une méthode d'étalonnage direct de ces grandeurs au moyen d'instruments de référence appropriés est donnée comme alternative à l'utilisation des coefficients de conversion.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae49e876-5928-4686-8fa7-85e844ed1655/iso-4037-4-2004>

2 Références normatives

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ae49e876-5928-4686-8fa7-85e844ed1655/iso-4037-4-2004>

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 4037-1:1996, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons — Partie 1: Caractéristiques des rayonnements et méthodes de production*

ISO 4037-2:1997, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres, et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons — Partie 2: Dosimétrie pour la radioprotection dans les gammes d'énergie de 8 keV à 1,3 MeV et de 4 MeV à 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *Rayonnements X et gamma de référence pour l'étalonnage des dosimètres et des débitmètres et pour la détermination de leur réponse en fonction de l'énergie des photons — Partie 3: Étalonnage des dosimètres de zone (ou d'ambiance) et individuels et mesurage de leur réponse en fonction de l'énergie et de l'angle d'incidence*

BIPM/CEI/FICC/ISO/OIML/UICPA/UIPPA, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*, 1995

ICRU Report 51:1993, *Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry*, International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda, Maryland 20814, USA

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 4037-3 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 rayonnement X de référence de faible énergie
ensemble des qualités de rayonnement tel que spécifié dans l'ISO 4037-1 et l'ISO 4037-3 avec des tensions de tube nominales jusqu'à et y compris 30 kV

NOTE Ces types de rayonnement sont tous des rayonnements filtrés et des rayonnements de fluorescence de référence.

3.2 distribution en énergie de la fluence
répartition de la fluence Φ en fonction de l'énergie E des photons

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

3.3 distribution en énergie du kerma dans l'air
répartition du kerma dans l'air K_a en fonction de l'énergie E des photons

$$(K_a)_E = \frac{dK_a}{dE}$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.4 distribution d'impulsions
 dN/dQ

répartition du nombre d'impulsions N en fonction de la charge Q générée dans le détecteur

ISO 4037-4:2004

<https://standards.iteh.ai/en/standards/iso-4037-4:2004/85e844ed1655/iso-4037-4-2004>

3.5 fonction de réponse à la distribution en énergie de la fluence (ou fonction de réponse à la fluence spectrale)
fonction $R(E, Q)$ décrivant la relation entre la distribution en énergie de la fluence Φ_E et la distribution d'impulsions, dN/dQ

$$\frac{dN}{dQ} = \int_{E_0}^{E_{max}} R(E, Q) \cdot \Phi_E \, dE$$

3.6 déconvolution
détermination de la distribution en énergie de la fluence Φ_E à partir de la distribution d'impulsions (mesurée), dN/dQ

3.7 matrice réponse de la distribution en énergie de la fluence
matrice dans laquelle chaque colonne représente la fonction réponse $R(E, Q)$ pour les photons d'énergie E

4 Symboles (et abréviations)

Les symboles (et abréviations) utilisés dans la présente norme sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles (et abréviations)

| Symbole | Désignation | Unité |
|-----------------------|---|-----------------------------------|
| ρ | masse volumique de l'air | kg/m ³ |
| ρ_0 | masse volumique de l'air dans les conditions de référence: $\rho_0 = 1,197\ 4\ \text{kg/m}^3$ | kg/m ³ |
| ρ_{irr} | masse volumique de l'air lors de l'irradiation | kg/m ³ |
| ρ_{con} | masse volumique de l'air lors de la détermination de la valeur conventionnellement vraie du mesurande | kg/m ³ |
| ρ_{cal} | masse volumique de l'air lors de l'étalonnage de l'instrument | kg/m ³ |
| ρ_{MC} | masse volumique de l'air lors de l'étalonnage de la chambre moniteur | kg/m ³ |
| ρ_{spec} | masse volumique de l'air lors des mesures spectrales | kg/m ³ |
| $\Delta\rho$ | variation de la masse volumique de l'air | kg/m ³ |
| α | angle d'incidence du rayonnement par rapport à l'incidence normale à la surface du fantôme | ° (degrés) |
| $\Delta\alpha$ | variation de l'angle d'incidence du rayonnement | ° (degrés) |
| U | tension du tube | V |
| ΔU | variation de la tension du tube | V |
| T | température de l'air | K |
| T_0 | température de l'air dans les conditions de référence: $T_0 = 293,15\ \text{K}$ (équivalent à 20 °C) | K |
| r | humidité relative de l'air | — |
| r_0 | humidité relative de l'air dans les conditions de référence: $r_0 = 0,65$ (équivalent à 65 %) | — |
| p | pression de l'air | kPa |
| p_0 | pression de l'air dans les conditions de référence: $p_0 = 101,3\ \text{kPa}$ | kPa |
| m_d | gradient du gradient $m(d_{\text{air}})$ | m ² /kg |
| $m(d_{\text{air}})$ | gradient de la distance d_{air} | m ³ /kg |
| $m(1,0\ \text{m})$ | gradient de la distance 1,0 m | M ³ /kg |
| K_a | kerma dans l'air en espace libre | Gy |
| $k(\rho, M)$ | facteur de correction de la masse volumique de l'air pour le mesurande M | — |
| $H_p(10)$ | équivalent de dose individuel à une profondeur de 10 mm | Sv |
| $H_p(0,07)$ | équivalent de dose individuel à une profondeur de 0,07 mm | Sv |
| $H^*(10)$ | équivalent de dose ambiant à une profondeur de 10 mm | Sv |
| $H^*(0,07)$ | équivalent de dose directionnel à une profondeur de 0,07 mm | Sv |
| $h_{p,K}(10, \alpha)$ | coefficient de conversion de K_a en $H_p(10)$ pour l'angle d'incidence α du rayonnement | Sv/Gy |
| $h^*_K(10)$ | coefficient de conversion de K_a en $H^*(10)$ | Sv/Gy |
| E | énergie des photons | eV |
| d_{MC} | distance entre la fenêtre de sortie des faisceaux du tube à rayons X et la chambre moniteur | m |
| d_{air} | distance entre la fenêtre de sortie des faisceaux du tube à rayons X et le point de mesure | m |
| $\Phi_E(E)$ | distribution en énergie de la fluence à l'énergie E des photons | m ⁻² ·eV ⁻¹ |
| N | nombre d'impulsions générées dans le détecteur | — |
| Q | charge Q générée dans le détecteur par un photon | C |
| $R(E, Q)$ | fonction réponse | m ² ·C ⁻¹ |

5 Procédures générales d'étalonnage et de détermination de la réponse

Tous les critères et procédures mentionnés dans l'ISO 4037, Parties 1 à 3, se rapportent à la grandeur de mesure kerma dans l'air en espace libre K_a . Soit K_a est la grandeur de mesure choisie ou soit l'une des grandeurs d'équivalent de dose $H'(0,07)$, $H_p(0,07)$, $H_p(10)$ et $H^*(10)$ est calculée en utilisant les coefficients de conversion du kerma dans l'air à la grandeur appropriée. K_a est mesuré à l'aide d'un étalon secondaire ou d'autres instruments appropriés étalonnés avec précision. Cette méthode pour déterminer les grandeurs d'équivalent de dose $H'(0,07)$ et $H_p(0,07)$ n'induit qu'une faible incertitude supplémentaire dans la mesure où, pour les gammes indiquées dans l'ISO 4037-3, les coefficients de conversion dépendent peu de l'énergie des photons et de l'angle d'incidence du rayonnement. Par conséquent, la seule correction qui s'applique à ces coefficients pour les champs de rayonnement X de référence de faible énergie, outre les corrections mentionnées dans l'ISO 4037, Parties 1 à 3, est la correction de la masse volumique de l'air, et la même correction s'applique au kerma dans l'air en espace libre K_a . La situation est différente pour les deux autres grandeurs d'équivalent de dose $H_p(10)$ et $H^*(10)$. En l'occurrence, l'utilisation des coefficients de conversion peut induire des incertitudes supplémentaires importantes pour les champs de rayonnement de référence X de faible énergie; se reporter à la remarque déjà mentionnée pour ces cas dans l'ISO 4037-3:1999, Tableaux 9 à 11, 28 à 30 et 32. Ceci est dû au fait que les coefficients de conversion $h_{p,K}(10, \alpha)$ et $h_K^*(10)$ dépendent étroitement de l'énergie des photons et de plus $h_{p,K}(10, \alpha)$ dépend de l'angle d'incidence du rayonnement. Pour la même qualité nominale de rayonnement tel que défini dans l'ISO 4037-1, les coefficients de conversion peuvent varier de plusieurs dizaines de pour-cent.

Il existe deux méthodes permettant de résoudre cette difficulté. Pour la Méthode I, un spectromètre est utilisé pour mesurer le spectre de la qualité de rayonnement à considérer. De ce spectre, le coefficient de conversion exact peut être calculé et appliqué à la valeur mesurée du kerma dans l'air en espace libre, K_a . La Méthode II consiste à mesurer $H_p(10)$ ou $H^*(10)$ à l'aide d'une chambre étalon spécifique. Cette chambre doit présenter, pour ces quantités, une faible variation par rapport à la courbe du coefficient de conversion en fonction de l'énergie et, pour $H_p(10)$, une dépendance d'angle additionnel de la réponse est exigée pour l'instrument d'étalonnage pour le kerma dans l'air en espace libre K_a défini dans l'ISO 4037-2:1997, 4.3.

La présente partie de l'ISO 4037 définit les conditions devant être satisfaites pour utiliser l'une des deux méthodes ainsi que les modes opératoires à suivre pour la méthode sélectionnée. Lorsqu'une chambre moniteur (voir l'ISO 4037-2:1997, 8.2) est utilisée comme dispositif de transfert, des corrections supplémentaires doivent s'appliquer aux différences entre la masse volumique de l'air lors de l'étalonnage de la chambre moniteur et celle lors de l'essai de l'instrument. La présente partie de l'ISO 4037 ne fournit aucune indication concernant la construction des instruments nécessaires aux deux méthodes mentionnées. Des exemples d'instruments et de modes opératoires applicables à ces deux méthodes sont donnés par Ankerhold *et al.* [4, 5], Behrens [6] et Duftschmid *et al.* [7].

6 Caractérisation et production des rayonnements X de référence de faible énergie

6.1 Généralités

Le présent article spécifie les caractéristiques selon lesquelles un laboratoire peut produire les rayonnements X filtrés de référence indiqués dans l'ISO 4037-1 pour les objectifs mentionnés. Les données relatives à la variation des rayonnements de référence qui entraîne une variation de 2 % du mesurande sont fournies pour diverses grandeurs d'influence. Ces données doivent être interprétées soit comme des valeurs limites de l'écart par rapport à la valeur nominale du mesurande, soit, dans toute la mesure du possible, comme un critère de nécessité d'application des corrections.

Les exigences de l'ISO 4037-1:1996, 4.1.2, Paragraphe 5, (énergies moyennes avec une incertitude de ± 5 % et résolution avec une incertitude de ± 15 % par rapport aux valeurs données dans l'ISO 4037-1:1996, Tableaux 3, 4 et 5) ne doivent pas s'appliquer aux grandeurs $H_p(10)$ ou $H^*(10)$ pour les rayonnements de référence de faible énergie dans la mesure où elles sont insuffisantes et doivent être remplacées par les exigences spécifiées dans le présent article.

6.2 Tension du tube

Le présent paragraphe s'applique aux Méthodes I et II. Les grandeurs d'équivalent de dose $H_p(10)$ et $H^*(10)$ sont, pour les rayonnements X de faible énergie, plus sensibles à la tension du tube qu'au kerma dans l'air en

espace libre K_a . Le Tableau 2 donne les valeurs correspondant à la variation de la tension du tube qui entraîne une variation relative de la valeur du coefficient de conversion de 2 %, lorsque tous les autres paramètres demeurent identiques. Pour les Méthodes I et II, les exigences concernant la valeur absolue de la tension du tube à ± 2 % (spécifiées dans l'ISO 4037-1:1996, 4.2.2) sont suffisantes, mais la variation de la tension du tube ne doit pas dépasser les limites indiquées dans le Tableau 2.

NOTE Tous les calculs décrits dans le présent paragraphe sont fondés sur les hypothèses suivantes. Première hypothèse: afin de calculer les variations de la valeur du coefficient de conversion par rapport à la grandeur d'équivalent de dose, $H_p(10)$ ou $H^*(10)$, pour une qualité de rayonnement donnée, il est possible de substituer au coefficient de conversion pour l'énergie moyenne, celui du rayonnement monoénergétique correspondant. Seconde hypothèse: la variation relative de la tension du tube et la variation relative de l'énergie moyenne sont équivalentes.

Tableau 2 — Variation de la tension du tube entraînant une variation de la valeur des coefficients de conversion de 2 % pour les qualités de rayonnement avec des tensions de tube nominales jusqu'à et y compris 30 keV

| Qualité du rayonnement ^a | Tension du tube U kV | Énergie moyenne ^b keV | ΔU entraînant une variation de 2 % du coefficient de conversion V | | $\Delta U/U$ entraînant une variation de 2 % du coefficient de conversion % | |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
| | | | $h_{p,K}(10, 0^\circ)$ $h_{K^*}(10)$ | $h_{p,K}(10, 60^\circ)$ | $h_{p,K}(10, 0^\circ)$ $h_{K^*}(10)$ | $h_{p,K}(10, 60^\circ)$ |
| L-10 | 10 | 9,2 | 12 | 5,4 | 0,12 | 0,054 |
| L-20 | 20 | 17,4 | 150 | 79 | 0,74 | 0,40 |
| L-30 | 30 | 26,7 | 450 | 320 | 1,5 | 1,1 |
| N-10 | 10 | 8,9 | 10 | 5,6 | 0,1 | 0,056 |
| N-15 | 15 | 12,7 | 41 | 22 | 0,28 | 0,15 |
| N-20 | 20 | 16,5 | 130 | 67 | 0,63 | 0,33 |
| N-25 | 25 | 20,4 | 250 | 150 | 0,99 | 0,61 |
| N-30 | 30 | 24,7 | 450 | 300 | 1,5 | 0,99 |
| H-10 | 10 | 8,7 | 9 | 4,6 | 0,09 | 0,046 |
| H-20 | 20 | 14,0 | 83 | 41 | 0,41 | 0,21 |
| H-30 | 30 | 20,1 | 300 | 180 | 1,0 | 0,59 |

^a Voir l'ISO 4037-3:1999, Tableau 1.

^b Les valeurs sont celles données à la référence [8] dans la Bibliographie pour une distance de 2,5 m qui est une distance type pour les étalonnages par rapport à $H_p(10)$ effectués sur un fantôme plaque d'eau.

6.3 Uniformité du champ et rayonnement diffusé

Le présent paragraphe s'applique aux Méthodes I et II. La section du faisceau de rayonnement de référence est généralement suffisante pour irradier complètement la zone des dosimètres, des débitmètres ou le fantôme utilisé à des fins d'étalonnage des dosimètres. La variation du débit de kerma dans l'air dans la section droite du faisceau doit être inférieure à 5 %, et la contribution du rayonnement diffusé au débit total de kerma dans l'air doit également être inférieure à 5 % (voir l'ISO 4037-1:1996, 4.5). L'essai 1 décrit dans l'ISO 4037-1:1996, 4.5.3.1) ne doit pas être effectué, dans la mesure où les corrections relatives à l'atténuation par l'air sont importantes et ne peuvent être effectuées que si la distribution en énergie de la fluence est connue.

6.4 Distribution en énergie de la fluence et coefficients de conversion

Le présent paragraphe s'applique uniquement à la Méthode I. La distribution en énergie de la fluence est nécessaire pour déterminer, pour chaque qualité du rayonnement, le coefficient de conversion entre le kerma