

RECOMMANDATION  
INTERNATIONALE

**OIML R 131**

Édition 2001 (F)

---

Systemes de dosimétrie à polyméthylméthacrylate  
pour le traitement par rayonnements ionisants  
des matériaux et produits

Polymethylmethacrylate dosimetry systems for ionizing radiation  
processing of materials and products

---



## Sommaire

<i>Avant-propos</i> .....	3
0 Introduction .....	4
1 Domaine d'application .....	4
2 Application .....	5
3 Terminologie .....	5
4 Description du système dosimétrique .....	6
5 Exigences métrologiques .....	7
6 Exigences techniques .....	8
7 Instructions pratiques .....	8
8 Contrôles métrologiques .....	9
Références .....	11
Annexe A Procédure d'étalonnage du système dosimétrique .....	12
Annexe B Procédure d'essai .....	13
Annexe C Format du rapport d'essai .....	14

## Avant-propos

L'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) est une organisation intergouvernementale mondiale dont l'objectif premier est d'harmoniser les réglementations et les contrôles métrologiques appliqués par les services nationaux de métrologie, ou organismes apparentés, de ses États Membres.

Les deux principales catégories de publications OIML sont:

- les **Recommandations Internationales (OIML R)**, qui sont des modèles de réglementations fixant les caractéristiques métrologiques d'instruments de mesure et les méthodes et moyens de contrôle de leur conformité; les États Membres de l'OIML doivent mettre ces Recommandations en application dans toute la mesure du possible;
- les **Documents Internationaux (OIML D)**, qui sont de nature informative et destinés à améliorer l'activité des services de métrologie.

Les projets de Recommandations et Documents OIML sont élaborés par des comités techniques ou sous-comités composés d'États Membres. Certaines institutions internationales et régionales y participent aussi sur une base consultative.

Des accords de coopération ont été conclus entre l'OIML et certaines institutions, comme l'ISO et la CEI, pour éviter des

prescriptions contradictoires; en conséquence les fabricants et utilisateurs d'instruments de mesure, les laboratoires d'essais, etc. peuvent appliquer simultanément les publications OIML et celles d'autres institutions.

Les Recommandations Internationales et Documents Internationaux sont publiés en français (F) et en anglais (E) et sont périodiquement soumis à révision.

La présente publication - référence OIML R 131 édition 2001 - a été élaborée par le Comité Technique OIML TC 15/SC 2 *Instruments de mesure pour rayonnements ionisants utilisés dans les processus industriels*. Elle a été directement sanctionnée par la Conférence Internationale de Métrologie Légale en 2000.

Les publications de l'OIML peuvent être obtenues au siège de l'Organisation:

Bureau International de Métrologie Légale  
11, rue Turgot - 75009 Paris - France

Téléphone: 33 (0)1 48 78 12 82 et 42 85 27 11

Fax: 33 (0)1 42 82 17 27

E-mail: [biml@oiml.org](mailto:biml@oiml.org)

Internet: [www.oiml.org](http://www.oiml.org)

# Systemes dosimetriques au polymethylmethacrylate pour le traitement par rayonnements ionisants des matériaux et produits

## 0 Introduction

0.1 L'objectif de la présente Recommandation est d'harmoniser au niveau international les procédures par lesquelles un système dosimétrique au polyméthylméthacrylate (PMMA) (ci-après désigné "système dosimétrique") est évalué lorsqu'il est soumis aux lois ou réglementations. Elle permet aussi de s'assurer que le système dosimétrique peut donner des indications d'une certaine exactitude lors des mesures de dose absorbée pour les installations utilisant le traitement par irradiation des matériaux et produits. La commercialisation au niveau international des systèmes dosimétriques et des produits concernés s'en trouve en outre facilitée.

0.2 L'évaluation d'un système dosimétrique doit être effectuée par un organisme national responsable, dans le cadre d'un processus appelé contrôle métrologique qui inclut généralement l'évaluation de modèle et les vérifications primitive et ultérieure. Si l'évaluation de modèle est favorable, une approbation de modèle est délivrée une seule fois au fabricant pour un type particulier de dosimètre. La vérification doit être faite par un organisme national responsable ou par l'utilisateur pour chaque lot ou nouvel approvisionnement de dosimètres au PMMA (ci-après désignés "dosimètres").

0.3 L'évaluation de modèle constitue le sujet principal de la présente Recommandation, laquelle spécifie les exigences métrologiques et techniques du système dosimétrique devant être évalué. Le fabricant doit soumettre des échantillons d'un lot de dosimètres aux fins d'évaluation et spécifier les exigences minimales de performance des appareils de mesure utilisés pour l'évaluation de modèle. L'organisme national responsable doit utiliser ces dosimètres-échantillons pour étalonner le système dosimétrique incluant les appareils de mesure avant d'évaluer les autres échantillons de dosimètres. Tous les étalonnages doivent être effectués au sein d'une installation d'étalonnage accréditée.

0.4 L'évaluation est menée selon une procédure d'essai générale, et les résultats sont reportés dans un format de rapport d'essai, tous deux étant spécifiés dans la présente Recommandation. Après l'étalonnage, l'organisme national responsable procède à l'évaluation du système dosimétrique en choisissant de façon aléatoire des dosimètres du même lot que celui utilisé pour l'étalonnage et en irradiant ensuite ces échantillons dans la même installation d'étalonnage ou dans une autre installation accréditée, à des valeurs prédétermi-

nées de dose absorbée dans le domaine de fonctionnement en dose absorbée du système dosimétrique. Le système dosimétrique et sa courbe d'étalonnage ou sa fonction de réponse sont utilisés pour déterminer les valeurs de dose absorbée. Une analyse des lectures de dose absorbée pour plusieurs dosimètres à un seul niveau de dose d'irradiation donne une détermination de la répétabilité du mesurage. Une comparaison des valeurs moyennes de dose absorbée obtenues en utilisant la courbe d'étalonnage ou la fonction de réponse et des valeurs de dose absorbée enregistrées par l'installation d'étalonnage, fournit les erreurs maximales du système.

0.5 Les exigences de performance pour un système dosimétrique sont les mêmes pour la vérification que pour l'évaluation de modèle. La présente Recommandation indique trois différentes façons d'élaborer la documentation pour être acceptable pour la vérification par l'organisme national responsable à laquelle peut participer sur le lieu d'application soit le fabricant soit l'utilisateur.

## 1 Domaine d'application

1.1 La présente Recommandation est applicable aux systèmes dosimétriques au PMMA utilisés pour contrôler et superviser toute application de rayonnements ionisants pour le traitement industriel des matériaux et produits. Il ne couvre ni n'exclut l'utilisation de tout autre procédé équivalent de mesurage ou de détermination de dose absorbée pour ce type d'applications.

1.2 La présente Recommandation est destinée spécifiquement aux fabricants de dosimètres au PMMA et aux organismes nationaux responsables du contrôle métrologique des systèmes dosimétriques. Elle contient aussi des informations utiles pour les utilisateurs de systèmes dosimétriques au PMMA.

1.3 Les exigences métrologiques et techniques de performance des systèmes dosimétriques au PMMA sont couvertes dans la présente Recommandation; cependant, le choix et l'usage courant de ces systèmes dosimétriques et des autres dosimètres pour les applications de traitement par irradiation sont traités dans d'autres normes [1, 2]. Il est possible d'obtenir des performances supérieures à celles prescrites dans la présente Recommandation.

1.4 La présente Recommandation s'applique aux dosimètres irradiés soit par des photons dans la gamme d'énergie de 0,1 MeV à 10 MeV, soit par des électrons dans la gamme d'énergie de 1,0 MeV à 10 MeV. Les essais de dosimètres selon la présente Recommandation doivent être effectués à une température de référence et dans des étendues de dose absorbée et de taux de dose absorbée spécifiées.

*Note:* Les étendues suivantes peuvent être couvertes en utilisant un ou plusieurs types de dosimètres au PMMA:

- étendue de dose absorbée de  $10^2$  à  $10^5$  Gy [1, 2];
- étendue de taux de dose absorbée de  $10^{-2}$  à  $10^7$  Gy/s [1, 2];
- étendue de température d'irradiation de  $-78$  °C à  $+50$  °C [1, 2].

1.5 Les exigences qui peuvent être nécessaires pour la sécurité du personnel ne sont pas couvertes dans la présente Recommandation; il convient, par conséquent, que les utilisateurs déterminent si un système dosimétrique est conforme aux exigences de sécurité et d'étiquetage selon les réglementations nationales.

## 2 Application

2.1 La présente Recommandation est applicable à tout processus utilisant les rayonnements ionisants où le changement attendu d'une propriété ou caractéristique d'un produit est lié à la dose absorbée dans le produit.

2.2 Les lois ou réglementations nationales peuvent spécifier les doses absorbées minimale et maximale pour une application particulière de traitement par irradiation.

2.3 Les applications spécifiques de traitement par rayonnements ionisants incluent la stérilisation des appareils et produits médicaux, la stérilisation des déchets médicaux, et le traitement des denrées et épices pour la sortie de quarantaine, le contrôle pathogène, ou l'extension de la durée de conservation. Des exemples d'utilisation des dosimètres au PMMA dans diverses applications d'irradiation sont donnés à la référence [3].

## 3 Terminologie

*Note:* Pour les définitions de termes de métrologie autres que celles données à cet article, voir référence [4].

### 3.1 Système dosimétrique au PMMA

Système utilisé pour la détermination de la dose absorbée comprenant des dosimètres au PMMA et les appareils de mesure associés.

### 3.2 Dosimètre au PMMA

Élément de matériau PMMA spécialement choisi ou spécialement élaboré montrant des variations caractérisables d'absorbance optique spécifique induites par les rayonnements ionisants, selon la dose absorbée, enfermé individuellement par le fabricant dans un étui fermé hermétiquement. La variation d'absorbance spécifique peut être liée à la dose absorbée dans le matériau environnant.

### 3.3 Lot de dosimètres

Quantité de dosimètres fabriquée à partir d'une masse spécifique de matériau ayant une composition uniforme, issue d'une seule série de production dans des conditions contrôlées et constantes, et à laquelle est attribué un code d'identification unique.

### 3.4 Longueur d'onde d'analyse, $\lambda$

Longueur d'onde utilisée dans un spectrophotomètre pour mesurer l'absorbance optique d'un dosimètre au PMMA.

### 3.5 Absorbance spécifique, $k_\lambda$

Absorbance optique,  $A_\lambda$ , à la longueur d'onde,  $\lambda$ , divisée par l'épaisseur du dosimètre,  $t$ :

$$k_\lambda = A_\lambda / t$$

*Note:* L'épaisseur,  $t$ , est une mesure de la longueur du chemin optique.

### 3.6 Dose absorbée, $D$

Quotient de  $\bar{d}_e$  par  $dm$ , où  $\bar{d}_e$  est l'énergie moyenne cumulative transmise par les rayonnements ionisants à une quantité de matière de masse  $dm$ . L'unité pour la dose absorbée est le gray (Gy), où  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ .

### 3.7 Équilibre des électrons

Condition existant dans un matériau soumis à des rayonnements ionisants par laquelle les énergies, le nombre, et la direction des électrons secondaires induits par les rayonnements sont uniformes dans tout le volume concerné. Ainsi, pour tel volume, la somme des énergies des électrons secondaires entrants est égale à la somme des énergies des électrons secondaires quittant ce volume.

### 3.8 Installation d'étalonnage

Combinaison d'une source de photons ou d'électrons et des appareils associés fournissant une valeur de dose absorbée ou de taux de dose absorbée, uniforme et reproductible, en des points précis d'un matériau spécifique. La dose absorbée doit être raccordable aux étalons nationaux ou internationaux.

### 3.9 Courbe d'étalonnage

Représentation graphique de la relation entre la réponse du dosimètre et la dose absorbée pour un système dosimétrique donné.

### 3.10 Fonction de réponse

Représentation mathématique de la relation entre la réponse du dosimètre et la dose absorbée pour un système dosimétrique donné.

### 3.11 Traçabilité

Propriété du résultat de mesure ou de la valeur d'un étalon selon laquelle il ou elle peut être lié(e) à des références définies, habituellement des étalons nationaux ou internationaux, à travers une chaîne ininterrompue de comparaisons ayant toutes des incertitudes définies.

### 3.12 Répétabilité

Étroitesse de l'accord entre les résultats des mesures successives du même échantillon effectuées dans les mêmes conditions et dans un laps de temps relativement court.

*Note:* Par "mêmes conditions", il convient d'entendre même méthode de mesure, même instrument de

mesure, même opérateur, même lieu, et mêmes conditions environnementales ambiantes.

### 3.13 Erreurs maximales tolérées

Valeurs extrêmes d'une erreur admises par les spécifications, les réglementations, etc. pour un instrument de mesure donné.

### 3.14 Domaine de fonctionnement en dose absorbée

Ensemble des valeurs de dose absorbée pour lequel il est prévu que l'erreur du système dosimétrique ne dépasse pas les limites spécifiées.

### 3.15 Organisme national responsable

Organisation ou agence d'un pays particulier chargée de déterminer si le système dosimétrique est conforme aux exigences de performance désignées par les lois ou réglementations.

### 3.16 Fabricant

Producteur du dosimètre au PMMA à évaluer sauf spécification contraire.

## 4 Description du système dosimétrique

### 4.1 Généralités

4.1.1 Le système dosimétrique au PMMA fournit un moyen de détermination de la dose absorbée dans les matériaux. Le rayonnement ionisant provoque des réactions chimiques à l'intérieur du matériau au PMMA soumis à exposition qui créent et/ou accroissent certaines bandes d'absorption optiques. L'absorbance dans ces bandes d'absorption induites par les rayonnements ionisants est déterminée aux longueurs d'onde sélectionnées. Les longueurs d'onde appropriées d'analyse pour des systèmes dosimétriques particuliers sont identifiées par le fabricant ou dans les références publiées.

4.1.2 Le système dosimétrique est étalonné en utilisant des doses absorbées raccordables aux étalons nationaux ou internationaux. La dose absorbée est normalement spécifiée comme celle qui serait reçue dans l'eau. La dose absorbée dans d'autres matériaux peut être déterminée en appliquant les facteurs de conversion appropriés, tels que mentionnés en référence [2].

## 4.2 Composants principaux

### 4.2.1 Dosimètre au PMMA

Le dosimètre a normalement une épaisseur nominale de 1 mm à 4 mm et consiste en une plaque rectangulaire transparente, homogène et sur pied. Les dosimètres sont fournis enveloppés individuellement dans des étuis fermés hermétiquement protégeant le matériau au PMMA d'éventuels effets des variations d'humidité de l'air. En service, les dosimètres sont irradiés dans ces étuis fermés. La limite inférieure des énergies d'électron incidentes pour laquelle ces dosimètres peuvent être utilisés dépend de l'épaisseur combinée du dosimètre et de son étui.

*Note:* Un stratifié de polyester/papier-aluminium/polyéthylène est un exemple de matériau d'emballage pouvant être utilisé pour la fabrication d'étuis.

4.2.1.2 L'absorbance optique du dosimètre à la longueur d'onde d'analyse prescrite varie lorsque le dosimètre est exposé à un rayonnement ionisant. L'absorbance optique d'un dosimètre est une fonction de l'épaisseur de son matériau sensible au rayonnement et de la dose absorbée qu'il reçoit.

4.2.1.3 La dose absorbée dans le dosimètre est déterminée en mesurant son absorbance optique et son épaisseur et en utilisant la courbe d'étalonnage ou fonction de réponse qui fournit une relation fonctionnelle entre la dose absorbée et l'absorbance spécifique.

### 4.2.2 Jauge d'épaisseur

L'instrument utilisé pour mesurer l'épaisseur du dosimètre est normalement une jauge d'épaisseur mécanique telle qu'un micromètre ou un autre instrument approprié.

### 4.2.3 Instrument de mesure de l'absorbance optique

4.2.3.1 Un spectrophotomètre est utilisé pour déterminer l'absorbance du dosimètre à la longueur d'onde d'analyse spécifiée par le fabricant.

4.2.3.2 Les composants optiques du spectrophotomètre incluent une source de lumière, un monochromateur à réseau spectral pour la sélection de longueur d'onde, un support pour obtenir un positionnement re-

productible du dosimètre dans le faisceau lumineux de mesure, et un photodétecteur.

4.2.3.3 Le composant d'affichage des données peut être soit analogique, soit numérique, et les données peuvent être enregistrées soit manuellement par un opérateur, soit automatiquement par un système de traitement des données.

4.2.3.4 Les étalons usuels de longueur d'onde et d'absorbance sont utilisés pour contrôler l'instrument; cependant, il est préférable de disposer d'un spectrophotomètre équipé d'un système d'auto-contrôle piloté par microprocesseur ou ordinateur, pour vérifier ses caractéristiques de fonctionnement avant utilisation.

## 5 Exigences métrologiques

*Note:* Le présent article fournit les exigences de performance auxquelles le système dosimétrique doit satisfaire lors de l'évaluation de modèle.

### 5.1 Exigences générales

- Pour l'évaluation, le fabricant doit fournir des échantillons d'un lot de dosimètres au PMMA à l'organisme national responsable.
- Une courbe d'étalonnage ou une fonction de réponse du système dosimétrique doit être déterminée par l'organisme national responsable à partir d'une analyse des échantillons du lot de dosimètres présenté. Celle-ci doit couvrir le(s) domaine(s) de fonctionnement en dose absorbée.
- Les critères de performance du spectrophotomètre doivent être spécifiés par le fabricant (voir 6.5).
- Les procédures de réalisation des étalonnages sont données dans l'Annexe A.

### 5.2 Erreurs maximales tolérées et répétabilité de la mesure de dose absorbée

5.2.1 Au moins quatre dosimètres emballés individuellement dans des étuis fermés hermétiquement doivent être irradiés dans une installation d'étalonnage à chacun des niveaux séparés (au moins trois) de dose absorbée dans le domaine de fonctionnement en dose absorbée. Lors de l'évaluation de modèle, la répétabilité et les erreurs maximales pour la dose absorbée mesurée doivent être déterminées pour les dosimètres irradiés dans les conditions de référence suivantes:

- température:  $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  ou telle que spécifiée par le fabricant;
- installation d'étalonnage: source de rayonnement dont le type de rayonnement et le domaine de taux de dose absorbée sont spécifiés par le fabricant.

*Note:* Dans la référence [5], les résultats montrent que l'incertitude élargie (pour  $k = 2$  ou le niveau de confiance de 95 %) dans la dose absorbée transmise dans l'installation d'étalonnage au dosimètre peut être de  $\pm 2\%$ .

5.2.2 À chaque niveau de dose absorbée par irradiation, l'erreur maximale de mesure doit être égale à la différence entre la valeur moyenne de dose absorbée assignée selon la courbe d'étalonnage et la valeur de dose absorbée par irradiation correspondante fournie pour chaque niveau par l'installation d'étalonnage. Les erreurs maximales tolérées de dose absorbée ainsi déterminées ne doivent pas dépasser  $\pm 6\%$ .

5.2.3 La répétabilité de la dose absorbée mesurée pour chaque niveau de dose absorbée par irradiation exprimée en écart type relatif ne doit pas dépasser 4 %.

5.2.4 La procédure d'essai pour la détermination de la répétabilité et des erreurs maximales est donnée dans l'Annexe B.

## 6 Exigences techniques

*Note:* Le présent article couvre les informations relatives aux exigences de caractéristiques et d'étiquetage des dosimètres, ces informations devant être fournies par le fabricant à l'organisme national responsable avant de procéder à l'évaluation de modèle.

6.1 Les dosimètres doivent être emballés, et l'emballage doit être marqué clairement en indiquant le produit et l'identification du lot. Si approprié, il convient que l'épaisseur réelle ou moyenne soit également clairement indiquée sur l'emballage.

6.2 Si l'épaisseur du dosimètre est spécifiée par le fabricant, l'épaisseur réelle de chaque dosimètre ou la valeur moyenne et l'écart type de la répétabilité des mesures d'épaisseur pour une taille spécifique d'échantillon d'un lot doit alors être fournie.

6.3 Le fabricant doit spécifier le domaine de fonctionnement en dose absorbée du dosimètre.

Le fabricant doit rendre disponible l'information relative aux caractéristiques des dosimètres incluant tout effet connu sur la réponse des dosimètres causé par les conditions d'irradiation (grandeurs d'influence) telles que la température, le taux de dose absorbée, et la durée de mesurage après irradiation.

*Note:* Les grandeurs d'influence peuvent être à l'origine d'erreurs significatives dans les mesures de dose absorbée dans les installations de traitement par irradiation. La réponse du matériau d'un dosimètre au PMMA peut être affectée par l'humidité et l'atmosphère s'il n'est pas contenu dans un étui fermé.

6.5 La performance minimale acceptable requise pour l'appareillage de mesure doit être spécifiée par le fabricant des dosimètres. Les spécifications pour le spectrophotomètre doivent inclure son étendue et sa reproductibilité de mesurage de la longueur d'onde et de l'absorbance. Les exigences de performance pour la jauge d'épaisseur doivent aussi être spécifiées.

6.6 La performance de l'instrument doit être testée en utilisant des étalons certifiés d'absorbance optique et de longueur d'onde, de préférence des matériaux de référence certifiés, raccordables aux étalons nationaux ou internationaux.

*Note:* Le spectrophotomètre peut comporter des filtres d'essai intégrés utilisés en mode d'auto-contrôle (voir 4.2.3.4).

6.7 Le spectrophotomètre doit inclure ou être étiqueté avec les informations suivantes:

- le nom et la marque commerciale du fabricant;
- le modèle et le numéro de série;
- le manuel d'utilisation fourni par le fabricant; et
- un registre de service et d'entretien.

## 7 Instructions pratiques

*Note:* Le présent article fournit des informations destinées à être prises en compte par l'utilisateur avant de choisir un système dosimétrique pour quelque application.

7.1 Avant d'utiliser un système dosimétrique, il convient de prendre en compte tous les facteurs envi-

ronnementaux relatifs à l'application spécifique d'irradiation. Si les conditions d'irradiation sont différentes de celles spécifiées pour le système dosimétrique, il convient de consulter le fabricant ou les autres sources concernées avant d'utiliser le système dosimétrique. La référence [2] fournit des conseils pour le choix de systèmes dosimétriques.

7.2 Toutes précautions ou avertissements nécessaires aux utilisateurs des instruments doivent être indiquées explicitement dans le manuel d'utilisation et doivent être affichés clairement sur le spectrophotomètre, le cas échéant, si spécifié dans les réglementations nationales.

## 8 Contrôles métrologiques

*Note:* Le présent article indique les étapes à suivre par l'organisme national responsable pour la réalisation de l'évaluation de modèle du système dosimétrique. Les procédures et les exigences sont aussi fournies pour la vérification et les essais de routine du système dosimétrique. Dans l'évaluation de modèle, l'organisme national responsable choisit des dosimètres du lot utilisé pour étalonner le système dosimétrique et les irradie ensuite dans une installation d'étalonnage à des niveaux prédéterminés de dose absorbée. Les doses absorbées déterminées par le système dosimétrique comparées aux doses absorbées données à l'installation d'étalonnage fournissent des données pour l'évaluation de modèle.

### 8.1 Évaluation de modèle

8.1.1 Le fabricant doit fournir à l'organisme national responsable des échantillons d'un lot de dosimètres au PMMA et peuvent également fournir des données d'essai démontrant que ces dosimètres satisfont aux exigences de performance selon la présente Recommandation.

8.1.2 Les dosimètres au PMMA doivent être évalués en utilisant un spectrophotomètre et une jauge d'épaisseur conformes aux spécifications indiquées à l'article 6.

8.1.3 Le système dosimétrique doit être étalonné conformément aux exigences de 5.1 et à l'Annexe A.

8.1.4 Après étalonnage du système dosimétrique, l'organisme national responsable doit effectuer les essais de performance en utilisant la procédure de l'Annexe B

pour s'assurer de la conformité aux exigences suivantes:

- erreurs maximales tolérées des mesures de dose absorbée (5.2.2); et
- répétabilité des mesures de dose absorbée (5.2.3).

*Note:* Au lieu d'effectuer l'étalonnage et ces essais, l'organisme national responsable peut envisager d'accepter les données d'essai présentées par le fabricant démontrant qu'il y a conformité.

8.1.5 Les résultats des essais d'un système dosimétrique effectués lors de l'évaluation de modèle doivent contenir, au minimum, les points d'information mentionnés dans le format fourni en Annexe C. Un format de rapport d'essai spécifique peut être élaboré selon la préférence nationale. Le fabricant doit être tenu informé des commentaires particuliers relatifs à tous les échecs lors des essais.

### 8.2 Vérifications primitive et ultérieure

8.2.1 Les exigences de performance pour la vérification soit sur le site du fabricant, soit sur celui de l'application doivent être les mêmes que pour l'évaluation de modèle (8.1.4).

8.2.2 La vérification primitive et, si nécessaire, la vérification ultérieure d'un lot de dosimètres au PMMA peuvent être effectuées sur la base des informations fournies par le fabricant ou l'utilisateur. Il convient que ces informations décrivent les essais de performance nécessaires (8.1.4) pour chacun des niveaux (au moins trois) de dose absorbée couvrant le domaine de fonctionnement de l'application prévue des dosimètres. La documentation examinée pour la vérification peut être élaborée en utilisant des échantillons d'un lot de dosimètres avec l'une des méthodes suivantes:

- (a) en effectuant avec les ensembles d'échantillons un étalonnage d'un système dosimétrique et en vérifiant que les données obtenues pour la courbe d'étalonnage ou la fonction de réponse satisfont aux exigences de répétabilité nécessaires;
- (b) en utilisant un système dosimétrique étalonné pour analyser les ensembles d'échantillons irradiés dans une installation d'étalonnage et en comparant les doses absorbées mesurées avec celles relevées pour les ensembles par l'installation d'étalonnage; ou
- (c) en utilisant un système dosimétrique étalonné pour analyser les ensembles d'échantillons irradiés dans l'installation de l'utilisateur en même

temps que les dosimètres étalons de transfert, par lequel les doses absorbées mesurées sont comparées aux valeurs relevées pour les dosimètres de transfert comme déterminées par une installation d'étalonnage accréditée.

Il convient que les procédures des Annexes A et B soient utilisées comme approprié dans l'élaboration de la documentation conforme aux exigences de 8.1.4.

*Note:* La vérification peut être effectuée par l'utilisateur en utilisant une méthode d'étalonnage faisant partie des procédures d'assurance qualité de l'utilisateur.

8.2.3 Le format de rapport d'essai en Annexe C peut être modifié de façon appropriée pour relever les résultats des essais pour la vérification.

8.2.4 La période de validité pour la vérification primitive effectuée conformément à 8.2.2 doit être d'un an sauf si des données documentées fournies par le fabricant sont favorables à une autre période de validité. La période de validité pour la vérification ultérieure doit être d'un an.

### 8.3 Essais de routine par l'utilisateur

8.3.1 L'organisme national responsable peut renvoyer les utilisateurs à des méthodes appropriées d'utilisation des systèmes dosimétriques pour des applications industrielles particulières. Certaines méthodes de mesure peuvent être appropriées à l'utilisation pour contrôle de qualité de la réponse du système dosimétrique lors du traitement par irradiation.

8.3.2 L'utilisateur doit définir une courbe d'étalonnage ou une fonction de réponse pour chaque lot particulier de dosimètres et chaque spectrophotomètre utilisé. Il convient que l'étalonnage reflète aussi les conditions particulières d'irradiation pour l'application.

8.3.3 Les essais de performance du dosimètre à des expositions dans des conditions environnementales extrêmes de température et aux extrêmes de taux de dose absorbée doivent être effectués si nécessaire pour des applications particulières.

*Note:* Les données fournies par le fabricant ou dans les publications correspondantes sur les effets environnementaux pour un dosimètre particulier peuvent être utilisées à la place des essais. Dans certains cas, les données fournies par le fabricant pour un lot particulier de dosimètres peuvent être plus actuelles et appropriées que l'information relative aux effets environnementaux trouvée dans les publications.

8.3.4 Un registre chronologique pour chaque système dosimétrique doit être tenu pendant une période conforme aux exigences nationales et contenir au moins les informations suivantes:

- résultats des étalonnages;
- résultats de tous les essais de routine;
- étendue de l'entretien et de la réparation de l'appareillage de lecture; et
- identification des composants principaux remplacés dans l'appareillage de lecture.

---

## Références

- [1] ISO 15558:1998(F) "Pratique de l'utilisation d'un système dosimétrique au polyméthylméthacrylate", Organisation Internationale de Normalisation, Genève, Suisse.
- [2] ISO 15556:1998(F) "Guide de choix et d'étalonnage des appareils de mesure dosimétrique pour le traitement par irradiation", Organisation Internationale de Normalisation, Genève, Suisse.
- [3] McLaughlin, W.L.; Boyd, A.W.; Chadwick, K.H.; McDonald, J.C. and Miller, A. - "Dosimetry for Radiation Processing" (Textbook), Taylor and Francis (publishers), London, New York, Philadelphia, 1989.
- [4] Vocabulaire International des Termes Fondamentaux et Généraux de Métrologie (VIM), BIPM, CEI, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, Édition 1993 (ISO).
- [5] Humphreys, J.C; Puhl, J.M.; Seltzer, S.M.; McLaughlin, W.L.; Desrosiers, M.F.; Nagy, V.Y.; Benson, D.L. and Walker, M.L. - "Radiation Processing Dosimetry Calibration Services: Manual of Calibration Procedures", NIST Special Publication 250-45, National Institute of Standards and Technology (1998).

## Annexe A

### Procédure d'étalonnage du système dosimétrique

#### (Obligatoire)

A.1 Sélectionner aléatoirement à partir d'un seul lot un ensemble d'au moins quatre dosimètres contenus individuellement dans des étuis fermés hermétiquement afin d'être irradiés à chaque niveau voulu de dose absorbée. Utiliser au moins cinq niveaux de dose absorbée par décade du domaine de fonctionnement en dose absorbée, avec un minimum de cinq niveaux de dose absorbée si ce domaine est inférieur à une décade. Spécifier la dose absorbée exprimée en dose absorbée dans l'eau, ou dans un autre matériau approprié pour l'application particulière.

A.2 Identifier chaque dosimètre en inscrivant un numéro sur l'étiquette du dosimètre ou en le plaçant dans une enveloppe numérotée.

*Note:* Une mauvaise manipulation du dosimètre peut altérer son analyse. Suivre les conseils du fabricant pour la manipulation du dosimètre.

A.3 Irradier les dosimètres dans une installation d'étalonnage dans les conditions de référence telles que spécifiées en 5.2.1. Les irradiations par photons doivent être effectuées dans les conditions d'équilibre électronique.

*Note:* La définition de l'équilibre électronique est donnée en 3.7. Par exemple, pour la détermination de la dose absorbée dans l'eau pour une irradiation au  $^{60}\text{Co}$ , l'équilibre électronique peut être obtenu en entourant les dosimètres avec du polystyrène solide de 3 mm à 5 mm d'épaisseur ou un matériau polymère équivalent. Le matériau enveloppant forme une sorte de "cavité" et devrait être assez épais pour absorber tous les électrons secondaires générés par la source de rayonnement à l'extérieur de ce matériau avant d'atteindre la "cavité".

A.4 Mesurer et noter l'absorbance de post-irradiation,  $A_g$ , de chaque dosimètre.

A.5 Mesurer et noter l'épaisseur,  $t$ , de chaque dosimètre, ou noter la valeur individuelle ou moyenne d'épaisseur donnée par le fabricant. Les cales étalons

ou autres étalons utilisés pour étalonner les instruments de mesure de l'épaisseur doivent être raccordables aux étalons nationaux.

A.6 Calculer la réponse de chaque dosimètre, c'est-à-dire, l'absorbance spécifique,  $k_\lambda$  (voir 3.5).

A.7 Définir une courbe d'étalonnage ou une fonction de réponse. Utiliser une forme analytique (par exemple: linéaire, polynomiale ou exponentielle) qui corresponde aux données mesurées, en utilisant des techniques appropriées normalisées d'ajustement de courbe.

*Note:* L'ajustement linéaire est normalement uniquement approprié pour les domaines de dose restreints. L'ajustement polynomial est communément utilisé; auquel cas il est important de choisir l'ordre polynomial le plus bas donnant une bonne correspondance (l'ordre est égal à la plus grande valeur d'exposant dans l'équation).

A.8 Examiner la courbe d'étalonnage ou fonction de réponse résultante pour vérifier la correspondance.

*Note:* Des procédures statistiques normalisées peuvent être utilisées pour éliminer les valeurs isolées et vérifier la correspondance.

A.9 Répéter cette procédure d'étalonnage si une valeur s'écarte significativement de la courbe déterminée et si l'élimination de cette valeur conduit à un manque de données pour la définition de la courbe.

A.10 La courbe d'étalonnage ou fonction de réponse résultante du système dosimétrique est applicable uniquement pour le lot de dosimètres et le spectrophotomètre spécifique utilisés dans la procédure d'étalonnage. Un nouvel étalonnage doit être effectué si un changement pouvant altérer l'étalonnage, y compris la réparation du spectrophotomètre, est effectué dans le lot de dosimètres ou dans n'importe quel composant du système dosimétrique.

## Annexe B

### Procédure d'essai

#### (Obligatoire)

B.1 Le but de cet essai est d'évaluer la répétabilité et les erreurs maximales de dose absorbée déterminées par le système dosimétrique pour au moins trois niveaux de dose absorbée dans le domaine de fonctionnement en dose absorbée du dosimètre.

B.2 Conformément à la procédure en A.2, préparer un ensemble d'au moins quatre dosimètres pour chacun des niveaux de dose sélectionnés nécessaires en choisissant les dosimètres de façon aléatoire à partir du même lot duquel les échantillons ont été sélectionnés pour étalonner le système dosimétrique.

B.3 Irradier les ensembles de dosimètres dans une installation d'étalonnage à au moins trois niveaux de dose absorbée y compris les zones basse, moyenne et forte du domaine de fonctionnement en dose absorbée spécifié par le fabricant.

*Note:* Il n'est pas nécessaire que l'installation d'étalonnage soit la même que celle utilisée pour étalonner le système dosimétrique; cependant, il convient qu'elle soit conforme aux exigences de 5.2.1.

B.4 Conformément aux procédures de A.4 à A.6, mesurer la réponse de chaque dosimètre avec le même spectrophotomètre que celui utilisé pour étalonner le système dosimétrique (voir A.4).

B.5 Assigner une valeur de dose absorbée,  $D$ , correspondant à chaque réponse mesurée en utilisant la courbe d'étalonnage ou la fonction de réponse du système dosimétrique.

B.6 Déterminer la dose absorbée moyenne,  $\bar{D}$ , et l'écart type relatif,  $\sigma_r$ , pour chaque niveau de dose absorbée en utilisant les équations suivantes:

$$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n}$$

$$\sigma = \left[ \frac{\sum (D_i - \bar{D})^2}{n - 1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_r = \frac{\sigma}{\bar{D}} \times 100 \%$$

où:

$D_i$  est une valeur individuelle de dose absorbée, et

$\bar{D}$  est la dose absorbée moyenne d'un nombre ( $n$ ) de dosimètres pour le niveau de dose absorbée.

*Note:* Des procédures statistiques normalisées peuvent être utilisées pour éliminer les valeurs isolées.

B.7 Les erreurs maximales de  $\bar{D}$  et la valeur de  $\sigma_r$ , à chaque niveau de dose absorbée doivent être conformes aux exigences de 5.2.2 et 5.2.3, respectivement.

## Annexe C

### Format du rapport d'essai

Le présent *Format du rapport d'essai* présente un format normalisé pour les résultats des divers essais et examens auxquels un modèle (ou type) de système dosimétrique au polyméthylméthacrylate pour le traitement des matériaux et produits par rayonnements ionisants doit être soumis en vue de son approbation. La liste des essais est donnée dans l'Annexe B de la présente Recommandation.

Dans le cas de l'application de la présente Recommandation:

- dans le cadre du *Système de Certificats OIML pour les Instruments de Mesure*, **l'utilisation du présent Format du rapport d'essai est obligatoire.**
- dans les réglementations nationales (et dans les autres cas), **le présent Format du rapport d'essai a seulement un caractère informatif.** Toutefois, dans ce cas:
  - il est **fortement recommandé** à tous les services de métrologie ou laboratoires évaluant des modèles (ou types) de systèmes dosimétriques au polyméthylméthacrylate pour le traitement des matériaux et produits par rayonnements ionisants conformément aux réglementations nationales basées sur la présente Recommandation d'utiliser le présent *Format du rapport d'essai*, directement ou après traduction en une autre langue que l'anglais ou le français;
  - il est **même encore plus fortement recommandé** que le présent *Format du rapport d'essai* soit utilisé en anglais ou en français (ou dans ces deux langues) chaque fois que les résultats d'essai peuvent être transmis par le pays effectuant ces essais aux autorités d'approbation d'un autre pays, par exemple dans le cadre des accords bi- ou multilatéraux de coopération.

Un rapport d'essai destiné à être utilisé dans le cadre du Système de Certificats OIML et à d'autres fins doit inclure les informations suivantes:

Rapport N° .....

Recommandation OIML N° ..... Édition (année) .....

#### C.1 Nom et adresse du (des) laboratoire(s) d'essai

.....

.....

.....

.....

#### C.2 Lieu où les essais sont effectués, si différent de celui indiqué en C.1

.....

.....

.....

.....



**C.7 Résumé des résultats des essais d'évaluation de modèle effectués**

**C.7.1 Conditions de référence des essais**

Taux de dose absorbée (Gy/s dans l'eau) .....

Température ambiante du volume d'irradiation ..... °C

Pour des emballages non fermés hermétiquement:

Humidité relative entourant le dosimètre ..... %

Gaz atmosphériques entourant le dosimètre .....

Commentaires: .....  
 .....  
 .....

**C.7.2 Identification de la courbe d'étalonnage ou de la fonction de réponse du système dosimétrique**

Domaine de fonctionnement en dose absorbée: .....

Longueur d'onde d'analyse: .....

Date et lieu d'étalonnage: .....

Commentaires: .....  
 .....  
 .....

**C.7.3 Erreurs maximales et répétabilité de la dose absorbée mesurée**

Niveaux de dose absorbée (valeurs) →	1	2	3
Mesurages ↓			
1			
2			
3			
4			
$\bar{D}$			
$\sigma_r$			

Erreur maximale (différence entre la dose absorbée moyenne déterminée par la courbe d'étalonnage ou la fonction de réponse et celle indiquée par l'installation d'étalonnage) pour chaque niveau de dose absorbée:

1 ..... 2 ..... 3 .....

Succès       Échec      conformément aux erreurs maximales tolérées.

Commentaires: .....  
.....  
.....

Répétabilité pour les niveaux de dose absorbée:

1 ..... 2 ..... 3 .....

Succès       Échec

Commentaires: .....  
.....  
.....

**C.8    Bref exposé des conclusions indiquant si oui ou non les dosimètres ou le système dosimétrique soumis aux essais sont conformes aux exigences de la présente Recommandation**

.....  
.....  
.....  
.....

**C.9    Personne(s) responsable(s) des essais**

Signature(s) et titre(s)

.....  
.....  
.....  
.....

Date: .....





