
**Radioprotection — Critères minimaux
pour la spectroscopie par résonance
paramagnétique électronique (RPE)
pour la dosimétrie rétrospective des
rayonnements ionisants —**

Partie 1:

Principes généraux
(standards.iteh.ai)

*Radiological protection — Minimum criteria for electron
paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy for retrospective
dosimetry of ionizing radiation*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sic/8d406c492c7b2cf8/iso-13304-1-2013>

Part 1: General principles



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13304-1:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9242171-b480-407d-8d40-6c492c2b2cf8/iso-13304-1-2013>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2013

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées 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 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 Confidentialité et considérations déontologiques	2
4 Exigences de sécurité relatives aux laboratoires	3
4.1 Champ magnétique.....	3
4.2 Fréquence électromagnétique.....	3
4.3 Risques biologiques pour les échantillons.....	3
5 Prélèvement/choix et identification des échantillons	3
6 Transport et stockage des échantillons	4
7 Préparation des échantillons	4
8 Appareillage	5
8.1 Principes de la spectroscopie RPE.....	5
8.2 Exigences relatives aux spectromètres RPE.....	6
8.3 Exigences relatives au résonateur.....	6
8.4 Mesurages des signaux non issus des échantillons.....	6
8.5 Stabilité du spectromètre et surveillance/contrôle des conditions environnementales.....	7
8.6 Dérive de la ligne de base.....	7
9 Mesurages des échantillons	8
9.1 Principes généraux.....	8
9.2 Choix et optimisation des paramètres de mesure.....	8
9.3 Positionnement et chargement de l'échantillon.....	10
9.4 Réglage du spectromètre.....	10
9.5 Utilisation d'échantillons de référence comme marqueurs de champ et contrôleurs d'amplitude.....	11
9.6 Reproductibilité du contrôle.....	11
9.7 Procédure de mesure des échantillons anisotropes.....	11
9.8 Codage des spectres et des échantillons.....	11
10 Détermination de la dose absorbée dans les échantillons	11
10.1 Détermination de l'intensité du signal radio-induit.....	11
10.2 Conversion du signal RPE en une estimation de dose absorbée.....	12
11 Incertitude de mesure	13
12 Examen d'une dose suspecte	13
13 Assurance qualité et contrôle de la qualité (AQ et CQ)	14
14 Exigences minimales concernant la documentation	16
Bibliographie	17

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 procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, 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/CEI, Partie 2, www.iso.org/directives.

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. 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 sur la liste ISO des déclarations de brevets reçues, www.iso.org/patents.

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

L'ISO 13304 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Radioprotection — Critères minimaux pour la spectroscopie par résonance paramagnétique électronique (RPE) pour la dosimétrie rétrospective des rayonnements ionisants*:

— *Partie 1: Principes généraux*

Introduction

La résonance paramagnétique électronique (RPE) est une technique couramment utilisée en dosimétrie rétrospective lorsque les informations dosimétriques concernant un individu sont potentiellement incomplètes ou inconnues. Elle est largement utilisée pour l'évaluation rétrospective des doses délivrées à des moments précis dans le passé (par exemple, la dosimétrie RPE est l'une des méthodes de choix pour l'évaluation rétrospective des doses délivrées aux populations exposées à l'arme atomique au Japon et aux personnes exposées suite à l'accident de Tchernobyl) et elle est également envisagée comme méthode de tri de population lors d'accident impliquant un grand nombre de personnes potentiellement exposées à des niveaux de rayonnement cliniquement significatifs. Divers types de matériaux peuvent être analysés par la technique RPE pour estimer la dose absorbée dans ces matériaux. Ainsi, la spectroscopie RPE est un outil polyvalent pour la dosimétrie rétrospective, qui est aussi bien mis en œuvre pour les expositions aiguës (passées ou récentes, d'une partie ou de l'ensemble du corps) que pour les expositions de longue durée. Les doses estimées avec la méthode RPE ont principalement été utilisées pour établir une corrélation entre les effets biologiques des rayonnements ionisants et la dose reçue, pour valider d'autres techniques ou méthodologies, pour la gestion des victimes d'accident d'irradiation ou assurer l'expertise médico-légale dans le cadre de procédures judiciaires. Les tissus biologiques humains sont les principaux matériaux utilisés pour la dosimétrie rétrospective par RPE mais des matériaux provenant d'objets personnels ainsi que des objets situés dans l'environnement immédiat des personnes exposées peuvent être également utilisés. Le principe de la dosimétrie RPE est basée sur les propriétés fondamentales des rayonnements ionisants: la production d'espèces comportant des électrons non appariés (souvent, mais non exclusivement, des radicaux libres) en quantité proportionnelle à la dose absorbée. La spectroscopie RPE permet de détecter de manière spécifique et sensible les quantités d'espèces comportant des électrons non appariés suffisamment stables pour pouvoir être observés après leur création; bien que la quantité d'électrons non appariés détectés soit en général directement proportionnelle à la quantité générée, ces espèces peuvent réagir, d'où la nécessité d'établir, pour chaque type d'utilisation, la relation entre l'intensité du signal RPE et la dose de rayonnement. Cette technique a été le plus souvent appliquée sur des tissus calcifiés, notamment l'émail dentaire. Un Rapport technique de l'AIEA portant sur l'estimation des doses à partir de la mesure de l'émail dentaire a été publié en 2002.^[15] Pour étendre le champ d'application de la spectroscopie RPE dans le domaine de la dosimétrie rétrospective, de nouveaux matériaux potentiellement utilisables sont régulièrement étudiés et des protocoles associés établis. Le but de la présente norme est de faciliter la diffusion de cette technique, de la rendre plus facilement applicable et plus utile pour la dosimétrie. Spécifiquement, la présente Norme internationale propose un cadre méthodologique et des recommandations pour établir, valider et appliquer des protocoles allant du prélèvement des échantillons jusqu'à la consignation des doses.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13304-1:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9242171-b480-407d-8d40-6c492c2b2cf8/iso-13304-1-2013>

Radioprotection — Critères minimaux pour la spectroscopie par résonance paramagnétique électronique (RPE) pour la dosimétrie rétrospective des rayonnements ionisants —

Partie 1: Principes généraux

1 Domaine d'application

Le but principal de la présente Norme internationale est de fournir un ensemble de critères minimaux acceptables requis pour établir une procédure de dosimétrie rétrospective par spectroscopie par résonance paramagnétique électronique et pour rendre compte des résultats.

Le but secondaire de la présente Norme internationale vise à faciliter la comparaison entre laboratoire des mesurages et de l'estimation de la dose absorbée.

La présente Norme internationale couvre la détermination de la dose absorbée dans le matériau mesuré. Elle ne couvre pas le calcul de la dose délivrée aux organes ou à l'organisme entier. Elle ne concerne que les mesurages effectués sur des échantillons biologiques et des échantillons inertes, et plus particulièrement:

- a) les mesurages de matériaux environnementaux inertes, généralement réalisés des fréquences micro-ondes de la bande X (8 GHz à 12 GHz);
- b) les mesurages in vitro de prélèvement d'email dentaire, placé dans un tube porte-échantillon, et mesuré en général en bande X, mais l'utilisation de fréquences micro-ondes plus élevées peut être également considérée;
- c) les mesurages in vivo de dents, réalisés actuellement en bande L (1 GHz à 2 GHz), mais des fréquences micro-ondes plus élevées sont également envisagées;
- d) les mesurages in vitro de prélèvements d'ongles effectués principalement dans la bande X, mais des fréquences micro-ondes plus élevées sont également à l'étude;
- e) les mesurages in vivo des ongles, effectués en bande X sur les ongles des doigts ou des orteils;
- f) les mesurages in vitro de tissus osseux, réalisés en général en bande X mais l'utilisation de fréquences micro-ondes plus élevées est également étudiée.

En ce qui concerne les échantillons biologiques, les mesurages in vitro sont effectués sur des échantillons prélevés sur la personne et dans des conditions de laboratoire, tandis que les systèmes de mesure in vivo, réalisés sur les individus peuvent être déplacés au plus près des victimes.

NOTE La dose mentionnée dans la présente Norme internationale, est la dose absorbée de rayonnement ionisant dans les matériaux mesurés.

2 Termes et définitions

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

2.1 dosimétrie rétrospective (inclus les situations d'urgence)

dosimétrie, effectuée après une exposition aux rayonnements ionisants en utilisant des méthodes et des matériaux autres que les méthodes classiques de surveillance dosimétrique pour estimer une dose reçue par un individu

**2.2 RPE (résonance paramagnétique électronique)
RSE (résonance de spin électronique)**

technique de résonance magnétique qui est similaire à la résonance magnétique nucléaire (RMN), mais fondée sur la résonance des spin électroniques non appariés, tel que par exemple ceux présents dans les radicaux libres ou ceux liés à une vacance ou une substitution d'atomes dans un réseau cristallin

Note 1 à l'article: Le terme de RPE est maintenant le plus communément utilisé. Le terme RSE est de moins en moins employé. Le terme résonance magnétique électronique (RME), plus récent, est parfois employé car il est analogue au terme RMN (résonance magnétique nucléaire).

2.3 centre paramagnétique

espèce contenant un (des) électron(s) non apparié(s)

Note 1 à l'article: Les électrons appariés ont le même état quantique, mais des spins orientés de manière opposée; les électrons non appariés n'ont pas de «partenaire» avec un spin électronique opposé. Lorsque le spin non apparié se trouve sur une molécule, il est habituellement désigné par «radical»; lorsque l'électron non apparié se trouve dans une matrice, il est souvent désigné par «défaut paramagnétique».

2.4 mesurage in vivo

mesurage réalisé sur un système vivant comme, par exemple, des mesurages de centres paramagnétiques présents dans l'émail dentaire mesurés directement dans la cavité buccale

2.5 mesurage in vitro

mesurage de prélèvements biologiques réalisé à l'extérieur de l'organisme

Note 1 à l'article: Le terme ex vivo a également été utilisé dans la littérature pour des échantillons prélevés et analysés in vitro, mais irradiés à l'intérieur de l'organisme.

2.6 assurance qualité

toutes les actions planifiées et systématiques nécessaires pour attester qu'un processus, un mesurage ou un service satisfait aux exigences de qualité

2.7 contrôle de la qualité

actions planifiées et systématiques destinées à vérifier que les systèmes et les composants sont conformes aux exigences prédéterminées

3 Confidentialité et considérations déontologiques

Aucune information permettant d'identifier un donneur d'échantillons ne doit être jointe aux informations figurant sur les échantillons. Ces informations doivent être sécurisées. Il convient d'identifier les échantillons correspondants par des codes avec seulement une indication des paramètres ayant un intérêt scientifique et être utile pour mener l'analyse. La conservation des données reliant le code à l'identité de la personne est autorisée à condition qu'elle soit sécurisée, avec un accès limité aux personnes en charge des données.

Le cas échéant, il convient que la permission pour l'acquisition et le mesurage des échantillons soit obtenue conformément à la législation du lieu d'obtention des échantillons.

4 Exigences de sécurité relatives aux laboratoires

4.1 Champ magnétique

Avec les spectromètres conventionnels, le champ magnétique (pour les signaux avec un facteur g proche de 2,0, typiquement 350 mT en bande X, et 1 200 mT en bande Q) est confiné dans l'espace entre les pôles des aimants, l'entrefer, il n'y a donc a priori aucun risque biologique associé lors de l'utilisation (Toutefois, les montres ou les cartes à lecture magnétique sont endommagées lorsque placées dans et à proximité de l'entrefer).

L'absence de confinement du champ magnétique de certains spectromètres RPE in vivo (pour les signaux avec un facteur g proche de 2,0, 40 mT en bande L) associée aux espacements importants entre les pôles peut potentiellement induire des champs supérieurs à la limite admise de 0,5 mT au-delà du périmètre du local du spectromètre. Il convient de s'assurer que cette limite n'est pas dépassée pour les zones accessibles au grand public et en cas de dépassement un blindage approprié doit être installé. L'établissement de la limite à 0,5 mT est fondé sur les effets potentiels sur les pacemakers qui sont l'unique source significative de risques engendrés par les champs magnétiques utilisés avec la RPE. La limite conventionnelle est fixée à 0,5 mT (qui est une valeur très conservative) et il convient que des contrôles soient effectués pour confirmer que cette limite n'est pas dépassée si une personne équipée d'un pacemaker est susceptible de se trouver à proximité.

Pour les mesurages in vivo, les effets des champs magnétiques sur les tissus ou des restaurations dentaires ne constituent pas un risque significatif.

4.2 Fréquence électromagnétique

4.2.1 Mesurage in vitro

Les configurations utilisées pour les mesurages in vitro ne présentent pas de risque connu concernant l'exposition des opérateurs puisque les micro-ondes sont concentrées sur l'échantillon sans qu'une quantité notable ne soit émise à l'extérieur du résonateur.

4.2.2 Mesurage in vivo

Les mesurages in vivo présentent le risque potentiel d'un échauffement local. La limite de sécurité fonctionnelle est celle établie pour la RMN concernant les taux admissibles d'absorption d'énergie. Dans la pratique, il n'y a de risque potentiel qu'à des niveaux élevés de puissance hyperfréquence incidente — habituellement > 1 W, ce qui représente au moins un facteur trois fois supérieur à celui des instruments existants.

4.3 Risques biologiques pour les échantillons

Il convient que les échantillons d'origine biologique mesurés in vitro soient traités conformément aux règles normalement applicables pour la manipulation des échantillons biologiques.

Il convient que les mesurages effectués sur des dents in vivo soient conformes aux règles normalement applicables chez les professionnels en dentaire eu égard à la contamination potentielle des opérateurs ou autres personnes par les sujets examinés.

5 Prélèvement/choix et identification des échantillons

Il convient que les échantillons soient prélevés d'une manière aussi uniforme que possible et que les conditions de prélèvement soient consignées, bien que le laboratoire de mesure ne soit pas toujours en mesure de le contrôler. Si une coordination préalable est possible entre les laboratoires en charge des prélèvements et ceux réalisant les mesurages, il convient que les exigences concernant les prélèvements, les règles de sélection (des donneurs, du lieu ou des matériaux) et la conservation (porte-échantillon, intégrité de l'échantillon et du récipient, température, lumière, rayonnement ultraviolet) soient spécifiées. Si des informations concernant les échantillons sont disponibles, il convient de les conserver

(il peut s'agir d'informations concernant l'emplacement, l'origine ou l'historique de l'échantillon, ou d'informations concernant le donneur, etc.). Il convient qu'un code d'identification unique soit associé à chacun des échantillons.

6 Transport et stockage des échantillons

Si le prélèvement des échantillons a lieu dans un endroit autre que le laboratoire de mesure, alors, il convient que ces échantillons soient transportés et conservés dans des conditions environnementales spécifiées. Il convient que ces conditions soient convenues entre les laboratoires en charge du prélèvement et ceux en charge du mesurage. Les conditions de transport et de conservation de l'échantillon peuvent altérer l'intégrité de l'échantillon et modifier la quantité ou la nature des espèces paramagnétiques dans les échantillons. Les paramètres environnementaux, tels que la lumière et autres types de rayonnements (UV, rayons X, gamma, etc.), la température, l'humidité, la teneur en oxygène, le conditionnement des échantillons dans l'eau ou dans une solution désinfectante par exemple, ou encore la contamination (par exemple poussière), peuvent altérer considérablement la nature et la quantité des espèces paramagnétiques dans les échantillons. En conséquence, il convient de prêter une attention particulière aux conditions de transport et de conservation afin d'éviter ou de limiter autant que possible l'influence des paramètres environnementaux sur les échantillons.

Si possible, il convient d'étudier l'influence de ces paramètres sur la forme et l'intensité de la raie du signal induit par les rayonnements ionisants afin de déterminer les conditions optimales pour le transport ou la conservation et d'éviter les précautions inutiles. Si les échantillons sont réputés sensibles à une ou plusieurs conditions environnementales, ou si l'influence de ces paramètres sur les échantillons n'est pas connue, il est vivement recommandé que des précautions soient prises pour éviter les conditions susceptibles d'affecter les échantillons.

Il convient que les conditions de transport, y compris les dates, les moyens de transport et le mode de contrôle des conditions de transport soient consignées. Il convient que des emballages pour échantillons soient toujours utilisés afin de protéger les échantillons contre toute détérioration physique.

Il convient que des procédures soient mises en œuvre pour éviter l'exposition des échantillons aux rayons X lors des contrôles aux aéroports. La dose, au niveau du contrôle par rayons X des bagages à main, étant de l'ordre du microgray, elle peut être considérée comme négligeable pour certaines applications. Sinon, lorsque l'échantillon est transporté dans un bagage à main, il convient d'obtenir par avance une autorisation dispensant le bagage du contrôle par rayons X afin d'éviter les soucis lors des contrôles de sécurité dans les aéroports. Le bagage porté peut être soumis à une dose plus élevée de rayons X. Pour l'expédition, il convient d'utiliser un étiquetage approprié (comprenant une note indiquant que le colis contient des dosimètres sensibles aux rayonnements et qu'il convient de ne pas l'irradier). Si cela n'est pas possible, il convient de placer des échantillons ou des dosimètres témoins identiques non irradiés dans le colis.

Une fois les échantillons réceptionnés, il convient de les conserver dans des conditions stables et de surveiller et de consigner la température et l'humidité. Il convient de toujours éviter l'exposition des échantillons à la lumière.

7 Préparation des échantillons

Il convient que la préparation des échantillons soit effectuée selon un protocole établi et explicite.

Pour les mesurages in vitro et ex vivo, la préparation des échantillons est habituellement requise pour atteindre plusieurs objectifs, parmi lesquels: l'obtention d'une taille d'échantillon adaptée au tube de mesure, la réduction de l'anisotropie, la désinfection, l'élimination des impuretés paramagnétiques contenues dans l'échantillon, le séchage de l'échantillon et la stabilisation des signaux RPE.

Si nécessaire, la préparation de l'échantillon peut être effectuée par broyage, concassage, découpage, perçage ou autres traitements mécaniques. Durant ces opérations, il convient d'éviter de surchauffer l'échantillon en utilisant un dispositif d'aspersion d'eau ou d'autres systèmes de refroidissement. La contamination de l'échantillon par des métaux peut être évitée en utilisant des outils en alliages durs.

Selon les besoins, la stérilisation, le nettoyage, la déprotéinisation et/ou le dégraissage sont effectués à l'aide d'agents chimiques. Il est possible de procéder à un traitement thermique (recuit, congélation) pour accélérer ou ralentir la recombinaison des radicaux. Les échantillons présentant des taux d'humidité élevés peuvent être séchés avant d'être soumis aux mesurages RPE afin d'améliorer le rapport signal/bruit.

La mise en place d'un protocole de préparation des échantillons doit inclure l'évaluation de l'effet du protocole sur les signaux RPE (forme de raie et intensité) et sur l'estimation de la dose, y compris un possible effet induit sur les signaux RPE. Lors de l'utilisation de la méthode des doses additives (voir 10.2.1), il est vivement recommandé d'utiliser des protocoles qui n'affectent pas la sensibilité aux rayonnements.

Il convient que le protocole soit décrit en détail dans les documents et qu'il indique les éléments suivants: la durée de traitement, la qualité des réactifs ainsi que l'instrumentation utilisée et ses performances. Il convient que tous les échantillons soient préparés selon le même protocole. Les échantillons utilisés pour l'étalonnage doivent être traités selon le même protocole que les échantillons à mesurer.

Il convient que toute modification du protocole soit consignée et que l'influence de chaque modification soit évaluée (par exemple puissance ou fréquence du bain à ultrasons, qualité des réactifs).

Tous les détails des procédures relatives à chaque échantillon doivent être enregistrés dans un registre répertoriant l'historique de l'échantillon.

Pour les mesurages in vivo, il n'existe aucune exigence concernant la préparation des échantillons. Selon le site mesuré, il est possible qu'il soit nécessaire de réduire le taux d'humidité (notamment lors de mesurages effectués in vivo sur des dents) ou pour exécuter certaines opérations de nettoyage (par exemple, élimination de matière particulaire évidente sur et/ou sous les ongles). En raison de la capacité limitée de contrôle des conditions environnementales lors des mesurages in vivo, il est vivement recommandé de toujours utiliser un échantillon de référence qui ayant une relation connue avec les facteurs qui affectent les mesurages (notamment les facteurs qui affectent le facteur qualité du résonateur) puissent être détectés et pris en compte lors du traitement des données.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9242171-b480-407d-8d40-6c492c2b2cf8/iso-13304-1-2013>

8 Appareillage

8.1 Principes de la spectroscopie RPE

La résonance paramagnétique électronique (RPE) est une technique qui détecte de manière spécifique et sensible les électrons non appariés. Elle est fondée sur l'absorption résonante d'une énergie électromagnétique correspondant à celle entre les états de spins électroniques.^[23] L'application d'un champ magnétique statique permet d'induire une absorption nette par les transitions entre les états de spins s'il y a un niveau vacant que le spin peut occuper. Dans un champ magnétique, les différents états de spins donnent lieu à des niveaux d'énergie différents, la différence d'énergie étant proportionnelle au champ magnétique. Une transition entre ces deux niveaux peut être induite par un champ électromagnétique approprié.

La spectroscopie RPE à ondes continues est habituellement utilisée pour la dosimétrie par RPE. Dans un spectromètre RPE à ondes continues, la fréquence de résonance est appliquée à une structure résonante et l'absorption des ondes électromagnétiques par un échantillon dans le résonateur est détectée. En général, la condition de résonance est atteinte grâce à la variation continue du champ magnétique principal, tandis qu'une fréquence fixe est appliquée au résonateur. En conséquence, on obtient un spectre d'absorption RPE en fonction de l'intensité du champ magnétique. D'autres méthodes de détection de signaux par RPE, telles que la spectroscopie RPE pulsée, la spectroscopie RPE à balayage rapide, etc. sont potentiellement disponibles, mais jusqu'à présent, il n'a pas été démontré que ces méthodes étaient plus efficaces pour l'application en dosimétrie que la technique RPE à ondes continues. Ainsi, dans la présente Norme internationale, les considérations sur la dosimétrie RPE se limitent à la spectroscopie RPE à ondes continues, bien que la plupart des lignes directrices soient applicables à d'autres types de spectroscopie RPE.