

Tests d'homologation des appareils de photopolymérisation I: Procès-verbal d'essai

Jörg Thormann et Felix Lutz

Cliniques de médecine dentaire, de parodontologie et de cariologie, Centre de médecine dentaire et de stomatologie, Université de Zurich

Mots clés: Appareils de photopolymérisation, guides de lumière à fibres optiques, méthodologie

Adresse pour la correspondance:

*Prof. Dr méd., Dr méd.-dent. Felix Lutz
Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich, Plattenstr. 11, CH-8028 Zürich
tél. 01/634 32 71, fax 01/634 43 08
E-mail: lutz@zzmk.unizh.ch*

Adaptation française de Thomas Vauthier

(Bibliographie et illustrations voir texte allemand pages 1191)

Dans un premier temps, toutes les données techniques et éléments accessoires des appareils sont relevés dans un procès-verbal ad hoc. Différents autres paramètres sont ensuite évalués dans des tests de laboratoire. Le rayonnement lumineux émis à la sortie du conduit en fibre optique est mesuré pour différents paramètres, à savoir le flux lumineux, l'intensité du flux lumineux et sa répartition à la fenêtre de sortie de la fibre optique en fonction du temps. Ces paramètres sont mesurés à l'aide de radiomètres de précision et une caméra avec traitement numérique des images. De plus, le flux lumineux à la sortie du guide lumineux est réduit par différents filtres et mesuré à nouveau. Les valeurs ainsi obtenues sont ensuite comparées à celles mesurées par le radiomètre intégré. De cette façon, il est possible d'évaluer la précision des radiomètres intégrés à certains appareils, non seulement à la puissance nominale, mais également sous puissance réduite. Afin de contrôler la présence et la quali-

Suite à l'avènement et au succès des matériaux d'obturation et de scellement à polymérisation par la lumière, les lampes à photopolymériser sont devenues des appareils standards au cabinet dentaire. L'un des critères premiers d'évaluation de tels appareils est bien entendu sa puissance lumineuse qui détermine la pénétration – et par conséquent la qualité – du processus de polymérisation. Toutefois, en pratique quotidienne, d'autres facteurs jouent également un rôle important, tels que le confort d'utilisation et la simplicité de manipulation, de même que la possibilité d'en contrôler la puissance. Le marché des lampes à polymériser est très vaste et en constant renouvellement. Les informations objectives sont rares et sont le plus souvent dépassées. Par conséquent, les auteurs de la présente étude ont mis au point un concept d'évaluation pour l'homologation des lampes à polymériser. Toutes les lampes à polymériser se trouvant sur le marché en Suisse seront, dans une prochaine étude, testées au moyen de ce nouveau protocole d'essai. Par la suite, les résultats seront continuellement mis à jour afin de tenir compte des nouvelles lampes apparaissant sur le marché.

té du stabilisateur de tension, la tension du réseau électrique est variée de 230V à 207V, resp. à 244V, le flux lumineux étant mesuré pour chacune de ces tensions réseau. Outre ces mesures de la puissance lumineuse, la minuterie intégrée des lampes est contrôlée au moyen d'un chronomètre. Finalement, l'efficacité et le bruit du ventilateur de refroidissement sont mesurés à l'aide d'un phonemètre, de même que l'arrêt automatique, la protection contre la surchauffe et les temps d'enclenchement et de déclenchement sont vérifiés.

Introduction

Actuellement, la photopolymérisation fait partie intégrante de la médecine dentaire restauratrice, à titre de méthode standard. En raison de ses nombreux avantages, elle s'est imposée au détriment de la polymérisation chimique pour les matériaux de

restauration adhésifs et esthétiques (LUTZ et coll. 1992b). Alors que la photopolymérisation était, ces dernières années, destinée surtout au durcissement des obturations, elle connaît dès lors un intérêt grandissant dans le domaine des scellements adhésifs, notamment en raison de l'essor des pièces en céramique et en composite façonnées en laboratoire.

Le durcissement initial lors de la polymérisation à la lumière a des répercussions, en premier lieu sur la durée de vie et l'esthétique des obturations en composite et des restaurations scellées par les méthodes adhésives (LUTZ et coll. 1992b). Les critères essentiels influençant la qualité de la photopolymérisation sont le choix judicieux de la technique de polymérisation, la durée d'exposition au rayonnement et l'intensité lumineuse de l'appareil (KREJCI 1984, LUTZ et coll. 1992a, LUTZ et coll. 1992b, NOMOTO et coll. 1994, RUEGGEBERG et coll. 1994a, RUEGGEBERG et coll. 1994b, RUEGGEBERG et coll. 1993, YEARN 1985). Il s'ensuit que le type et l'état de fonctionnement, respectivement la puissance lumineuse, de la lampe de photopolymérisation sont des paramètres décisifs quant au succès à long terme, voire de l'échec, des restaurations adhésives.

A quelques exceptions près, les lampes à polymériser actuelles continuent à fonctionner selon un principe unique. Une lampe (-tungstène) halogène à réflecteur intégré sert de source de lumière. Le rayonnement émis est réduit par un filtre bleu ne laissant passer qu'une plage spectrale spécifique, puis injecté dans un guide lumineux en fibre optique qui l'achemine de façon ciblée le faisceau, défini dès lors comme flux lumineux utile, en direction de l'objet. Les émissions de chaleur concomitantes sont évacuées par un ventilateur de refroidissement. Bien que le principe paraisse relativement unifié, les appareils proposés par les fabricants sont nettement plus diversifiés. En raison de constructions différentes, de l'utilisation d'ampoules halogènes à réflecteur intégré différentes, de filtres et guides optiques, de même que par la présence de caractéristiques différentes des éléments accessoires, les appareils de photopolymérisation se distinguent très nettement par leur apparences, leur manipulation et le rayonnement lumineux émis.

La présente étude avait pour but de mettre au point un concept permettant de procéder à une évaluation d'homologation des appareils de photopolymérisation, afin d'être en mesure, dans une étude complémentaire, de tester l'ensemble des lampes de photopolymérisation commercialisées sur le marché suisse. Cette homologation était conçue de sorte à relever toutes les données pertinentes de chaque type d'appareil. En font notamment partie les données techniques de base et des éléments accessoires, la puissance lumineuse et les composantes d'équipement spécifiques.

Données techniques et caractéristiques d'équipement

La présente étude avait pour but de relever toutes les données techniques importantes et les caractéristiques d'équipement des appareils de photopolymérisation. Afin d'en évaluer l'ensemble des données essentielles, un procès-verbal ad hoc a été mis au point. Le tableau I en donne un aperçu. Le mode d'emploi, d'une part, et l'appareil lui-même, d'autre part, ont été à la base de cette analyse. Certains points qui ne trouvent pas réponse de cette façon doivent être clarifiés en s'adressant directement au fabricant. Il s'agit en particulier de questions concernant le réglage automatique du ventilateur de refroidissement, des données du radiomètre intégré, ainsi que de la durée de vie et l'échange de différentes composantes de l'appareil.

Puissance lumineuse

Lors de l'évaluation du champ d'irradiation d'un appareil de photopolymérisation, deux entités relevant de la physique, soit le flux lumineux (= puissance lumineuse ou de rayonnement), ainsi que l'intensité du flux lumineux, sont d'une importance essentielle.

Le flux lumineux Φ_e [W] est défini comme la puissance du rayonnement émise à la sortie de la fenêtre du guide lumineux en fibre optique. Elle est mesurée à l'aide d'un radiomètre dans une plage spécifique de longueurs d'ondes. Le quinone de camphre est l'initiateur photochimique le plus utilisé, son spectre d'absorption est compris entre 350 et 515 nm, avec un maximum à 468 nm (TAIRA et coll. 1988). Or, la plage des UV-A située entre 350 et 400 nm doit être évitée, en raison de ses risques intrinsèques, tant pour le patient que pour le praticien. Par conséquent, la plage de la lumière utile pour la photopolymérisation a été définie dans le spectre situé entre 400 et 520 nm (LUTZ et coll. 1992b). La lumière de longueur d'onde supérieure à 520 nm n'est pas capable d'initier de réactions de photopolymérisation, il en résulte uniquement des effets thermiques ce qui est non désiré. Pour ces raisons, le choix des spectres de mesure se porte, d'une part sur la plage en dehors de la lumière utile définie, soit dans les longueurs d'ondes entre 300 et 400 nm et 520 à 800 nm, et, d'autre part dans les longueurs d'onde de la lumière utile entre 400 et 520 nm, alors que l'intérêt principal se porte alors sur l'intervalle situé entre 462 et 472, précisément à proximité du maximum d'absorption du quinone de camphre. L'intensité ou densité du flux lumineux D_e est une valeur obtenue par simple calcul mathématique qui met en relation le flux lumineux d'une part et la surface irradiée, soit la fenêtre de sortie du guide en fibre optique, d'autre part. Cette valeur décrit le flux lumineux émis dans un certain point de la fenêtre de sortie de la fibre optique; par conséquent, il convient de la considérer comme une valeur moyenne de la lumière émise par la fenêtre de sortie du conduit lumineux, étant donné que le flux lumineux n'est pas réparti de façon homogène sur toute la surface de la fenêtre (LUTZ et coll. 1992b, McCABE 1989, MOSELEY et coll. 1986).

Les mesures sont destinées à évaluer le flux lumineux sous différents aspects. En premier lieu, le flux lumineux est mesuré en chiffres absolus dans les spectres déterminés, afin d'en calculer la densité du flux lumineux. De plus, il faut alors mettre en relation le flux lumineux et le temps d'exposition, afin d'être en mesure de détecter d'éventuelles variations au cours d'un cycle d'exposition et de pouvoir analyser le mode soft start (démarrage doux) de quelques-uns des appareils. Il faut en outre documenter la répartition du flux lumineux sur la surface de la fenêtre de sortie du conduit de fibre optique, puisque la densité du flux lumineux en représente une valeur moyenne. Pour collationner les données souhaitées, il faut dès lors recourir à trois montages de mesure différentes.

Montage de mesure 1 – Valeurs absolues du flux lumineux dans les plages de longueurs d'ondes 400–520 nm, 300–400 nm et 520–800 nm

Les mesures des valeurs absolues du flux lumineux sont effectuées au moyen d'un spectroradiomètre avec sphère intégrante d'Ulbricht (MA-SR9910-PC Software Version 6.17.2 et MA-IS4, Macam Photometrics Limited, Livingston, Scotland). Ce type de montage élimine la sensibilité de l'appareil de mesure en regard des variations des angles d'incidence du rayonnement (WELTE 1992).

Tab.1 Données techniques et caractéristiques d'équipement: protocole

<p>Nom du fabricant <i>Type et nom commercial de l'appareil</i></p>	<input type="checkbox"/> mode «soft start»:
<p><i>Type d'appareil:</i> <input type="checkbox"/> externe ou <input type="checkbox"/> intégré à l'unit <input type="checkbox"/> appareil à conduit lumineux intégré ou <input type="checkbox"/> à câble fibre optique externe <input type="checkbox"/> poignée type pistolet ou <input type="checkbox"/> type stylo <input type="checkbox"/> fonctionnement sur secteur ou <input type="checkbox"/> sur accu</p>	<p><i>Ventilateur de refroidissement:</i> – emplacement: – commande: mise en marche: <input type="checkbox"/> par commutateur principal <input type="checkbox"/> par commutateur de la lumière <input type="checkbox"/> en fonction de la température arrêt: <input type="checkbox"/> par commutateur principal <input type="checkbox"/> par commutateur de la lumière <input type="checkbox"/> en fonction de la température</p> <p>– Protection contre la surchauffe: mise en marche: <input type="checkbox"/> par commande en fonction du temps <input type="checkbox"/> par la température arrêt: <input type="checkbox"/> par commande en fonction du temps <input type="checkbox"/> en fonction de la température temps après démarrage à froid: temps de récupération:</p>
<p><i>Données techniques:</i> – Tension: – Fusible: – Lampe halogène :</p>	<p><i>Radiomètre intégré:</i> Type: <input type="checkbox"/> numérique ou <input type="checkbox"/> analogique – Plage des spectres de mesure: – Surface de mesure: – Guides lumineux utilisables:</p>
<p><i>Dimensions:</i> – Unité centrale (L×H×P): – Pièce à main (L×H×P):</p>	<p><i>Stabilisateur de tension intégré:</i> <input type="checkbox"/> présent ou <input type="checkbox"/> absent</p>
<p><i>Poids:</i> – Unité centrale: – Pièce à main: – Unité complète:</p>	<p><i>Source lumineuse:</i> – Type (norme: ampoule halogène à réflecteur intégré): – Tension et puissance nominales: – Durée de vie: – Pièces de rechange (manipulation, durée, précision):</p>
<p><i>Câbles:</i> – Câble secteur (longueur, fixe, amovible, type de fiche électrique): – Câble de la pièce à main (longueur, fixe, amovible):</p>	<p><i>Filtre bleu:</i> – Durée de vie: – Pièces de rechange (manipulation, durée):</p>
<p><i>Possibilités de fixation/montage:</i> – Unité centrale (pose sur meuble/tablette, fixation murale, sur l'unit, intégration dans l'unit): – Support/fixation pour pièce à main (sur unité centrale, unit, séparément):</p>	<p><i>Fusibles:</i> – Types, nombre: – Pièces de rechange (manipulation, durée):</p>
<p><i>Interrupteurs/commutateurs:</i> (emplacement, type: à bascule, rotatif, à touche) – Commutateur principal: – Commutateur de lumière: – Minuterie (timer): – Présélection de temps d'exposition: – Mode timer: – Mode signal sonore: – Touche de neutralisation des heures de fonctionnement:</p>	<p><i>Maniement/manipulation:</i> – Pièce à main (poignée, prise, balance): – Visualisation du champ d'opération: – Rayon d'action (longueur du câble de la pièce à main):</p>
<p><i>Affichage des fonctions:</i> (emplacement, type: LCD [= cristaux liquides]/LED [= diodes lumineuses], fonction) – Commutateur principal: – Commutateur de lumière: – Minuterie (timer): – Mode timer: – Affichage d'intervalle: – Radiomètre: – Nombre d'heures de fonctionnement de la lampe halogène</p>	<p><i>Entretien:</i> – <i>Nettoyage</i> (type et produits): – unité centrale: – pièce à main: – <i>Endroits difficiles à nettoyer</i> (genre, emplacement, clavier de commande standard ou sous feuille de protection): – <i>Garantie</i> (durée, couverture):</p>
<p><i>Signal sonore:</i> <input type="checkbox"/> présent ou <input type="checkbox"/> absent <input type="checkbox"/> peut être activé/désactivé <input type="checkbox"/> niveau sonore réglable – Durées des intervalles:</p>	<p><i>Mode d'emploi:</i> – Langues: – Contenu: – Intelligibilité:</p>
<p><i>Commande de la source lumineuse:</i> – <i>Modes de timer:</i> <input type="checkbox"/> fonctionnement en continu: <input type="checkbox"/> Fonctionnement par intervalles (durées des intervalles): <input type="checkbox"/> autres: – <i>Minuterie:</i> <input type="checkbox"/> indicateur optique: <input type="checkbox"/> indicateur sonore: – <i>Modes d'exposition:</i> <input type="checkbox"/> mode d'exposition normale: <input type="checkbox"/> mode d'exposition réduite:</p>	<p><i>Equipement à la livraison / équipement standard:</i> <i>Guides lumineux:</i> – Type (norme: fibres optiques frittées): – Dimensions (diamètre à la fenêtre de sortie, longueur): – Forme (angulée ou droite): – Diamètre actif de la fenêtre d'entrée: – Diamètre actif de la fenêtre de sortie: – Dispositif de couplage (maniement, rotation, précision): – Nettoyage (type et produits):</p> <p><i>Accessoires / pièces de rechange:</i></p> <p><i>Année de mise sur le marché:</i></p>

Durant chaque cycle de mesure, le spectroradiomètre balaye l'ensemble de l'intervalle de mesure sélectionné, en suivant des pas de progression programmés. Il en résulte des documents de données dont les points de mesure indiquent le flux lumineux spectral [W/nm] en fonction de la longueur d'onde mesurée [nm]. Les données peuvent être représentées sous forme de graphiques et le flux lumineux peut être calculé pour la plage de longueur d'onde définie (fig. 1).

Les deux plages de longueurs d'onde situées entre 330 et 400 nm d'une part et 520 à 800 nm d'autre part sont rassemblées pour un premier cycle de mesure avec un pas de progression de 10 nm. Le deuxième cycle de mesure porte sur la plage de longueurs d'onde entre 400 et 520 nm, avec un pas de progression de 2 nm. Le nombre de mesures par point de mesure, dont résulte le calcul de la moyenne, s'élève à 100 par essai. La sensibilité (sensitivity) au début du cycle de mesure est réglée sur la position «HIGH». Lorsque le flux lumineux spectral devient trop important en cours d'essai, le réglage doit être réduit à la position «LOW».

Pour tous les montages de mesure, il convient de veiller à ce que les appareils testés fonctionnent à une tension de réseau de 230V. La régulation de la tension électrique est contrôlée par un circuit comportant d'une part un stabilisateur de tension à aimant (Constant Voltage Transformer, Gould Electronic Components, Wrexham, Grande-Bretagne) monté en entrée, assurant la stabilisation de la tension à 220 V, et d'autre part, par trois transformateurs de tension montés en série (MTr 22, Wild AG, Heerbrugg, Suisse), permettant de varier la tension d'unités de +/- 8 V, de même que par un voltmètre monté en parallèle à la lampe de photopolymérisation (Digital Multimeter 8600A, Fluje, Tilburg, Pays-Bas) qui permet de suivre la tension actuelle à l'entrée de l'appareil. Ce montage permet de régler à 230V la tension du réseau lors du fonctionnement, c'est-à-dire après enclenchement de la source lumineuse.

Par rapport au spectre de la lumière du jour, celui de l'ampoule halogène se caractérise toujours par une prédominance des parties situées dans le rouge. Toutefois, lorsque la température du filament incandescent augmente, le maximum de l'émission lumineuse se déplace vers des longueurs d'ondes plus courtes (OSRAM 1994). Pour cette raison, il est dès lors nécessaire de différer le début de la mesure de 40 secondes après la mise en marche de la lampe à polymériser. Ce délai permettant de garantir que la température des filaments incandescents ait atteint 3400 °K (WELTE 1992).

Etant donné que le spectroradiomètre n'est pas capable de mesurer le flux lumineux par intervalle de temps, il est nécessaire de recourir à un autre montage de mesure pour mesurer le flux lumineux en fonction du temps.

Montage de mesure 2 – Flux lumineux en fonction du temps

Les mesures de l'intensité des sources lumineuses sont effectuées à l'aide d'un photomètre doté d'une photodiode avec filtre radiométrique (61 Optometer, United Detector Technology, Culver City, USA). A l'instar du montage de test précédent, une sphère intégrante d'Ulbricht (Spindler & Hoyer, Göttingen, Allemagne) est montée en amont du filtre radiométrique. La courbe dynamique en fonction du temps est enregistrée sous forme graphique au moyen d'une table traçante de laboratoire (E 856 Labograph, Metrohm, Herisau, Suisse). Les signaux de la photodiode y sont transmis par le canal CH 2 du photomètre où ils sont amplifiés d'un facteur de 100. Les signaux sont ensuite acheminés vers la table graphique qui les enregistre sous forme

d'une courbe en fonction du temps, la sensibilité étant de 200 mV. Les résultats graphiques (fig. 2) ne représentent pas de valeurs absolues, mais seulement relatives, du flux lumineux.

L'intérêt ne porte pas seulement sur l'évolution dynamique du flux lumineux durant des intervalles d'une minute, mais également sur la durée complète d'un cycle assurant la polymérisation d'une obturation MOD en composite, réalisée par la technique d'implémentation de couches successives. Pour cette raison, le flux lumineux est enregistré sur une période de 15 minutes, composée à son tour de huit intervalles d'irradiation d'une minute chacun et interrompus de pauses d'une minute. L'avancement du papier de l'enregistreur graphique de laboratoire est réglé à 10 mm/min durant le cycle de mesure.

Certaines lampes à polymériser sont dotées, outre le mode de fonctionnement normal, d'un mode appelé «soft start» (démarrage en douceur), caractérisé par une puissance lumineuse initiale réduite. Or, le spectroradiomètre ne permet pas de mesurer la puissance lumineuse du mode soft start. Par conséquent, l'évolution dynamique du flux lumineux au cours du temps en fonction des niveaux de puissance programmées est d'un intérêt considérable. La mesure est alors réalisée sur un intervalle d'une minute. L'avancement du papier de l'enregistreur graphique de laboratoire est réglé à 100 mm/min durant le cycle de mesure.

Montage de mesure 3 – Répartition du flux lumineux à la fenêtre de sortie du guide de lumière

L'ensemble du spectre de la lumière émise est présent à chaque point de la surface de sortie de la fibre optique. Par conséquent, la luminosité d'un point donné peut être considérée comme une mesure de l'intensité de rayonnement présent sur ce point, bien que la valeur de la luminosité est dépendante de la longueur d'onde (V_{λ} -courbe caractéristique de l'œil humain). Pour la détermination de la répartition du flux lumineux à la fenêtre de sortie du guide de lumière, il convient de mesurer la répartition de la luminosité sur un cliché noir-blanc pris à la fenêtre de sortie du guide de lumière.

Pour la réalisation des clichés, on utilise une caméra CCD (= dispositif à couplage de charge; Philips, Pays-Bas) munie d'un filtre (NG 3+4, Schott, Allemagne). Afin de rendre insensible le montage de mesure à l'encontre des différences des angles d'incidence du rayonnement à la sortie du guide lumineux, un diffuseur est installé directement sur la fenêtre de sortie de la lumière. Or, dans ce type de cliché (fig. 3), l'information sur la dimension et la position exactes du guide lumineux est perdue, ce qui rend nécessaire d'effectuer, en vue de l'analyse des résultats, un cliché complémentaire derrière une vitre, mais sans diffuseur (fig. 4). Les deux clichés comparatifs ainsi obtenus sont ensuite soumis à un traitement numérique des images modifié (Image Version 1.61) pour l'analyse définitive des données. Le cliché sans diffuseur permet d'évaluer la dimension et la position de la fenêtre de sortie du guide optique, valeurs qui sont ensuite transférées sur le cliché réalisé avec le diffuseur. Un quadrillage avec des carrés de 16×16 pixels est superposé à la surface ainsi marquée; la moyenne de la luminosité est alors mesurée dans chacun des carrés de la trame superposée. Les valeurs de luminosité ainsi relevées sont exportées dans un tableau Excel conçu selon les cotes de la trame au niveau de la surface de mesure. Afin d'être mieux à même de comparer les répartitions de différents guides lumineux, les répartitions de luminosité sont normées de façon uniforme, à la valeur maximale de 100. De cette manière, les représentations graphiques permettent de visualiser clairement la répartition du flux lumi-

neux sur une échelle en pourcentage de la valeur maximale (fig. 5 et 6).

Stabilisateur de tension

La plupart des appareils de photopolymérisation sont équipés d'un stabilisateur de tension intégré dont la fonction est de maintenir une tension secondaire, respectivement une puissance lumineuse, constantes en cas de variations de la tension du réseau électrique. Afin de tester cet élément, le flux de la tension est mesuré en valeurs absolues, à l'aide du montage d'essai décrit plus haut. Le test est réalisé en faisant varier la tension du réseau de 230 V à 207 V, respectivement à 244 V.

Radiomètre

Certains appareils de photopolymérisation sont équipés d'un radiomètre intégré servant au contrôle de la puissance lumineuse. Cet essai a pour but de tester la fiabilité de cette composante des appareils. Il faut dès lors comparer les valeurs indiquées par le radiomètre intégré à celles obtenues avec un radiomètre étalonné externe (montage de mesure 1). Afin de simuler le processus de vieillissement de la composante, il faut mesurer, outre les valeurs initiales, des valeurs à des puissances réduites. Pour cet essai, six filtres de densité neutre (Wratten Neutraldichtefilter 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 et 0.6 Gelatin n° 96, Eastman Kodak Company, Rochester, USA) sont posés à plat entre le conduit en fibre optique et le capteur du radiomètre. Pour les mesures par le spectroradiomètre, le filtre est posé dans un tube dans lequel est introduit l'ouverture de mesure de la sphère intégrante d'Ulbricht. Il est ainsi possible de réduire le flux lumineux selon six paliers de puissance, à partir de la puissance initiale.

Vérification de la minuterie (timer)

L'objectif de ce test est de contrôler le fonctionnement des timers sonores, optiques et/ou à programmation d'intervalles. Pour cet essai, les temps d'apparition des signaux sonores ou optiques au cours du cycle d'exposition, de même que la durée précise des intervalles programmés, sont mesurés à l'aide d'un chronomètre (Herwins, USA), puis comparés aux valeurs figurant dans les informations du fabricant.

Ventilateur de refroidissement

L'élément de refroidissement des appareils de photopolymérisation se compose d'un ventilateur et de son module de commande spécifique.

L'évaluation de la performance de l'élément de refroidissement, respectivement la mesure des températures survenant au cours des cycles de fonctionnement des différentes pièces de construction de l'appareil seraient susceptibles de fournir des informations importantes permettant d'anticiper les processus de vieillissement. Il s'est toutefois avéré dans nos tests que la technique de mesure complexe et l'interprétation des données recueillies posent de tels problèmes au point qu'il vaut mieux renoncer à ce critère d'évaluation.

Dès lors, il reste le contrôle du dispositif de protection contre la surchauffe ainsi que la mesure de l'intensité des émissions sonores de l'élément de refroidissement.

Pour le test du dispositif de protection contre la surchauffe, la lampe est enclenchée à froid et en mode de fonctionnement continu. Lorsque l'appareil ne fonctionne qu'en mode par intervalles, il faut alors sélectionner l'intervalle le plus long possible et continuer à redémarrer la lampe à la fin de chaque intervalle. Le temps écoulé entre le départ à froid jusqu'à la mise en marche automatique du dispositif de protection contre la surchauffe est mesuré à l'aide du chronomètre, de même que la durée d'arrêt imposé jusqu'au départ du prochain cycle de fonctionnement possible de la lampe.

Le niveau des émissions sonores des appareils est mesuré à l'aide d'un phonomètre (RO-1350, Roline, Allemagne) en respectant une distance latérale de 0,5 m par rapport aux volets de sortie d'air, en évaluant différentes plages de fréquences. La plage de fréquence C mesure le niveau sonore dans la zone des fréquences comprise entre 30 et 10 000 Hz. La plage de fréquence A relève notamment les fréquences entre 500 et 10 000 Hz, correspondant à celles qui sont le mieux perçues par l'oreille humaine.

Remerciements

Les auteurs souhaitent exprimer leur gratitude à la Société Suisse d'Odonto-stomatologie pour sa généreuse contribution du présent travail de recherche (Fonds SSO, requête no 188).