



LIVRE BLANC

Utilisation de diodes électroluminescentes en éclairage opératoire dentaire

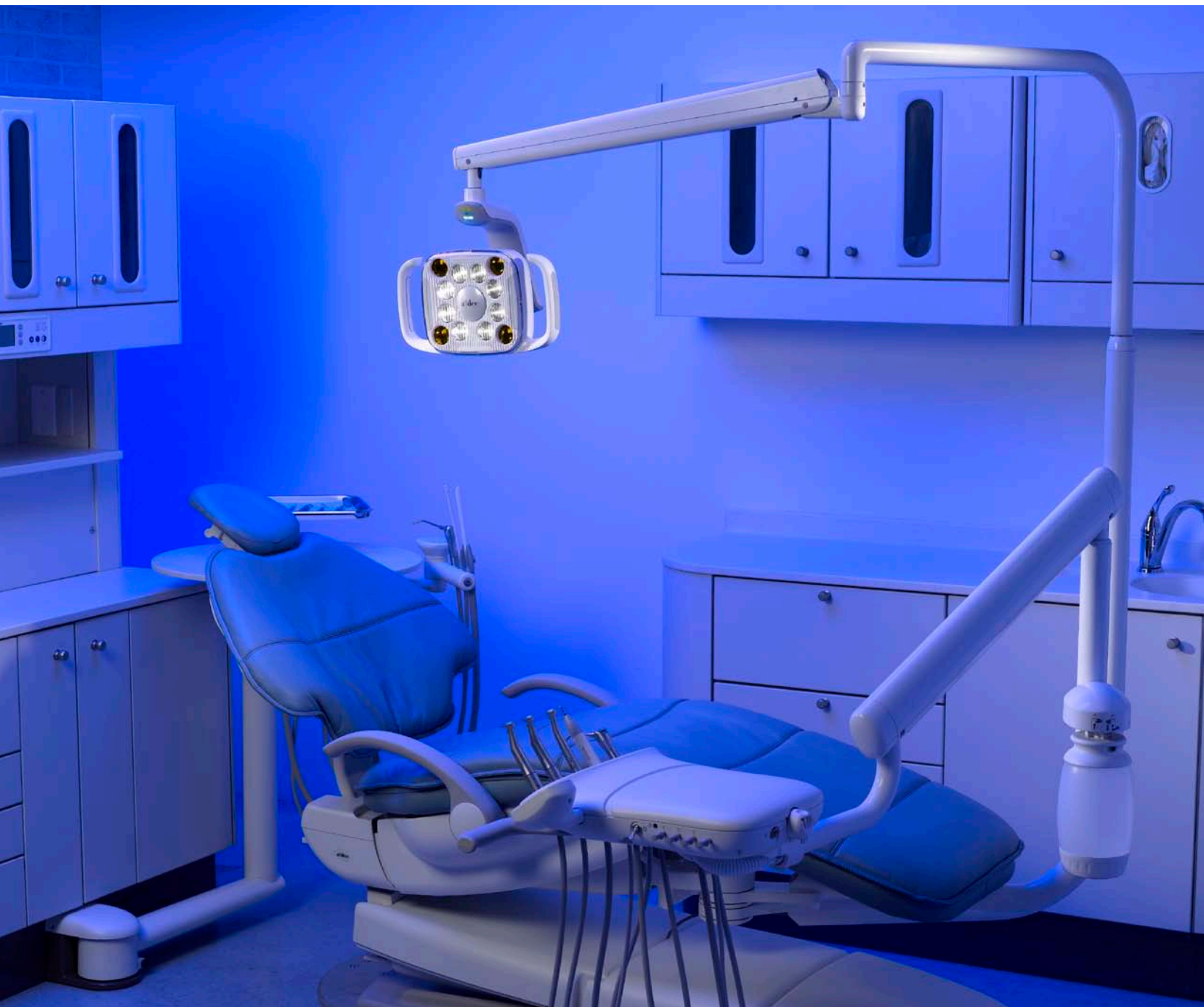


TABLE DES MATIÈRES

Contexte	3
Objectif de ce livre blanc.....	3
Composantes essentielles de l'éclairage dentaire direct.....	4
Quantité de lumière	4
Qualité de la lumière	4
Couleur.....	5
Température de couleur proximale.....	5
Chromaticité	6
Indice de rendu des couleurs	7
Cohérence et uniformité de la lumière.....	7
Zones d'ombres	8
Compatibilité avec les matériaux composites photopolymérisables	8
Autres éléments importants d'un éclairage dentaire	9
Considérations ergonomiques relatives à l'éclairage dentaire	9
Acuité visuelle et éclairage adapté	9
Maniabilité de l'éclairage	10
Fonctionnement simple et intuitif des commandes de l'éclairage	11
Asepsie.....	11
Facilité d'entretien	11
Esthétique	11
Notions de base sur les LED, avantages et inconvénients	12
Avantages de l'utilisation de LED pour l'éclairage dentaire direct	12
Inconvénients de l'utilisation de LED pour l'éclairage dentaire direct	13
Bibliographie	14

CONTEXTE

Au cours des deux dernières décennies, la technologie des diodes électroluminescentes (LED) s'est rapidement répandue, remplaçant des technologies d'éclairage plus traditionnelles, telles que l'ampoule incandescente ou la lampe fluorescente, dans un grand nombre de secteurs et d'applications. Un rendement lumineux élevé, un large choix dans les couleurs, les spectres et les intensités, une faible chaleur rayonnante, une durée de vie prolongée, une taille compacte et une consommation électrique moindre sont quelques-uns des avantages inhérents aux systèmes d'éclairage LED qui rendent cette technologie plus qu'intéressante.

Depuis cinq ans, la qualité et les performances des LED haut de gamme se sont améliorées à un point tel que la technologie peut désormais trouver des applications dans le secteur de l'éclairage dentaire. À ce jour, de nombreux fabricants d'équipement dentaire développent et commercialisent des éclairages intra-buccaux intégrant des LED.

La comparaison objective de produits concurrents révèle que les fabricants n'ont pas encore réussi à dépasser les performances des éclairages halogènes de pointe. Toutefois, le développement de la technologie LED poursuit invariablement sa lancée dans le secteur dentaire, que ce soit du côté des fabricants que de celui des praticiens. La technologie LED va de pair avec améliorations et innovations, deux éléments clés qui vont lui permettre, dans les cinq à dix prochaines années, de dépasser, si ce n'est totalement remplacer, les lampes halogènes sur le marché de l'éclairage dentaire.

OBJECTIF DE CE LIVRE BLANC

Ce livre blanc comporte un triple objectif. Tout d'abord, il vise à informer les professionnels du secteur dentaire sur les exigences de base relatives à l'éclairage dentaire intra-buccal. Ensuite, il décrit en quoi la technologie LED répond à ces exigences et en détaille les avantages et les inconvénients. Enfin, troisième objectif et non des moindres, les informations fournies devraient déboucher sur des recommandations éclairées et appuyer les décisions des cabinets dentaires en vue de l'acquisition de solutions d'éclairage de qualité.

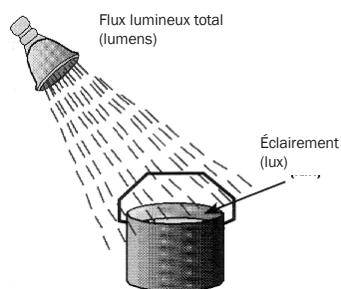


Figure 1

Un éclairage dentaire doit avant tout garantir un éclairage de qualité de la cavité buccale.

COMPOSANTES ESSENTIELLES DE L'ÉCLAIRAGE DENTAIRE DIRECT

Un éclairage dentaire doit avant tout permettre au praticien de prodiguer des soins dentaires de la meilleure qualité possible plus rapidement. Pour remplir ces objectifs, il est ainsi nécessaire que la lumière fournie présente une intensité, une qualité et une cohérence suffisantes. Ces critères sont plutôt qualitatifs et peuvent, par conséquent, s'avérer subjectifs. C'est pourquoi la description des performances d'éclairage à l'aide de paramètres plus objectifs se justifie pleinement.

Quantité de lumière

En termes d'éclairage de la cavité buccale, il convient de considérer la quantité de lumière comme la quantité de lumière incidente sur une zone donnée (figure 1).

Cette quantité de lumière est qualifiée « d'éclairage¹ » et s'exprime généralement en lux, c'est-à-dire en lumens/m². Elle peut également être représentée en pieds-bougies.

Un éclairage correct doit normalement couvrir une surface de 90 à 100 mm de large sur 150 à 160 mm de long, de sorte à éclairer l'intégralité de la cavité buccale sans avoir à être déplacé, ainsi que la zone périphérique afin de réduire la fatigue oculaire. Pour la plupart des soins dentaires, les niveaux lumineux varient de moins de 8 000 lux, par exemple pour la lumière blanche utilisée lors de restaurations en composite photopolymérisable, à plus de 30 000 lux pour des procédures au fond de la cavité buccale qui font intervenir des techniques d'observation indirectes et des fraises à refroidissement par l'eau (préparation de la cavité au niveau de la deuxième molaire de l'arcade supérieure).

Cette plage d'éclairage est plutôt étendue si on la compare à celle de la plupart des autres installations du cabinet, toutefois elle est particulièrement adaptée pour les procédures les plus délicates, à l'image de l'exemple précédent. Toutefois, il est important de garder à l'esprit que toutes les applications n'ont pas besoin d'une telle quantité de lumière. L'équipe dentaire doit donc veiller à n'utiliser que la quantité de lumière nécessaire pour chaque procédure, et ce afin de préserver à long terme sa santé oculaire. [Consultez la section « Considérations ergonomiques relatives à l'éclairage dentaire » p. 9, pour savoir comment définir correctement les niveaux lumineux.](#)

Qualité de la lumière

En raison de la sensibilisation croissante du public à l'importance des diagnostics et des traitements des troubles bucco-dentaires, ainsi que de la forte demande de restaurations cosmétiques naturelles et très esthétiques, la qualité de la lumière est devenue l'un des critères les plus exigeants dans le choix d'un éclairage dentaire.

¹ La norme ISO 9680 stipule que 75 % de l'éclairage maximal doit se concentrer sur une zone mesurant 50 x 25 mm, toutefois la plupart des éclairages dentaires couvrent un spectre plus large pour mieux éclairer la bouche et les joues du patient.

**La qualité de la lumière
que la bouche du
patient réfléchit
(c.-à-d. la lumière perçue)
dépend de celle de sa
source.**

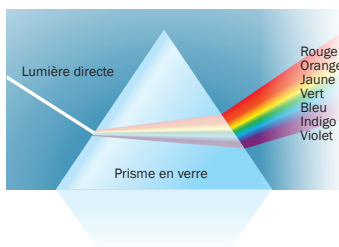


Figure 2



Figure 3

Depuis plusieurs décennies, les acteurs du secteur dentaire, qu'il s'agisse des praticiens et des fabricants, ont convenu unanimement que l'éclairage de la cavité buccale doit être d'un blanc neutre, couleur qui permet aux dentistes de mieux évaluer la santé bucco-dentaire de leurs patients et faire la différence entre les tissus sains et ceux malades ou nécrosés.

C'est pour ces raisons que les fabricants d'éclairage dentaire ont cherché à concevoir des produits qui reproduisent le plus fidèlement possible la lumière naturelle du soleil. En effet, cette dernière offre un spectre chromatique, c'est-à-dire une répartition spectrale énergétique, large et bien équilibré que l'œil humain considère comme l'éclairage idéal pour percevoir la couleur « réelle » d'un objet. Plus la source lumineuse reproduit avec fidélité la qualité de la lumière du soleil, plus la probabilité qu'un praticien dentaire évalue avec précision la santé de la cavité buccale est élevée. En somme, la qualité de la lumière que la bouche du patient réfléchit et que perçoit le praticien dépend de celle de sa source.

Couleur

Un éclairage dentaire a pour principal objectif de restituer les tissus de façon naturelle et, bien que cet objectif soit lié à des perceptions subjectives, la meilleure solution pour l'atteindre consiste à utiliser une lumière blanche. Il est important de noter que ce que l'œil humain perçoit comme de la lumière blanche est en réalité une décomposition de toutes les couleurs, c'est-à-dire des longueurs d'onde, de la lumière visible. Ce mélange de couleurs peut être représenté par une courbe de répartition énergétique spectrale de la source lumineuse.

La répartition énergétique spectrale (figure 2) s'apparente à l'empreinte digitale d'une source de lumière, qui fournirait toutes ses caractéristiques chromatiques. Même s'il apporte des informations détaillées sur la source, ce schéma ne permet pas de présenter de façon claire et limpide l'apparence globale de la couleur, ni de préciser s'il est possible de distinguer les couleurs de la source. Pour une description plus claire des caractéristiques chromatiques, c'est-à-dire de la qualité des couleurs, d'une source de lumière, d'autres mesures sont couramment utilisées dans le secteur de l'éclairage : la température de couleur proximale, la chromaticité et l'indice de rendu des couleurs.

Température de couleur proximale

La température de couleur proximale (TCP) permet généralement de décrire la couleur perçue d'une source lumineuse. Le concept de température de couleur s'appuie sur le phénomène qui veut qu'un corps émette de la lumière lorsqu'il est chauffé à une température suffisamment élevée. La couleur de la lumière dépend ainsi de la température mesurée sur l'échelle Kelvin (K), qui décrit la relation entre la température et la couleur. La figure 3 illustre cette corrélation pour un « corps noir », c'est-à-dire un radiateur thermique idéal qui absorbe complètement les rayonnements. Dans la pratique, la plupart des sources lumineuses ne renvoient pas exactement les couleurs du corps noir idéal. Il est toutefois possible de déterminer une correspondance s'en approchant : il s'agit de la « température de couleur proximale », qualifiée ainsi afin de signaler qu'elle

La lumière blanche neutre présente un TCP de 5 000 K, température que la plupart des éclairages dentaires atteignent ou avoisinent.

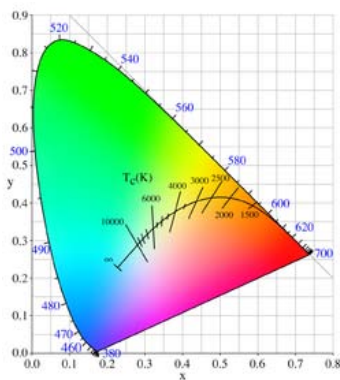


Figure 4

ne correspond pas nécessairement à la couleur exacte d'un corps noir à la température spécifiée.

Étant donné que la température de couleur peut s'avérer une méthode de mesure portant à confusion, plusieurs points importants doivent être pris en considération. Tout d'abord, les individus ont tendance à en conclure que la lampe fonctionne effectivement à cette température, alors que ce n'est pas nécessairement le cas. Ensuite, les tons rouges sont souvent qualifiés de « couleurs chaudes » et les tons bleus de « couleurs froides ». Paradoxalement, une lumière bleue correspond à une température de couleur proximale supérieure à celle d'une lumière rouge.

La température de couleur proximale est ainsi une mesure utile pour déterminer la chaleur ou la froideur d'une lumière, mais à elle seule elle ne fournit pas des informations suffisamment complètes sur la qualité de ses couleurs. Cette constatation est particulièrement valable pour les sources lumineuses qui n'exigent pas l'échauffement d'un filament jusqu'à incandescence, notamment les LED, étant donné que leur couleur peut différer nettement des couleurs produites par le corps noir.

Chromaticité

Étant donné que les éclairages LED ne fonctionnent pas de la même manière que les sources incandescentes, ne considérer que la température de couleur proximale pour décrire avec précision la couleur d'une lumière blanche est largement insuffisant. Il s'avère ainsi opportun de s'appuyer sur les coordonnées chromatiques.

Contrairement à la température de couleur proximale, qui se limite aux couleurs émises par un corps noir, la chromaticité s'applique à toutes les couleurs. Il existe plusieurs représentations bidimensionnelles de la chromaticité, dans lesquelles chaque paire de coordonnées définit une couleur unique. L'une des plus largement utilisées est le diagramme de chromaticité (x, y) représenté dans la figure 4. Il est ainsi possible de caractériser avec précision une couleur en indiquant des valeurs pour les coordonnées x et y.

Ce schéma comporte également une ligne incurvée qui repère les couleurs générées par le corps noir idéal. Les lignes courtes et droites symbolisent les coordonnées auxquelles la température de couleur proximale reste constante. Elles prouvent également combien la TCP est insuffisante pour décrire la qualité des couleurs. Prenons la ligne correspondant à 6 000 K. Au point d'intersection avec la courbe de température du corps noir, la couleur est proche du blanc. Une couleur dans les tons verts se dessine si on se déplace vers le haut de la ligne correspondant à 6 000 K, tandis que vers le bas ressort une couleur rosée.

Les coordonnées chromatiques permettent de décrire plus exhaustivement la couleur d'une source lumineuse que la température de couleur proximale. Toutefois, elles comportent une limite que la figure 4 illustre bien : sans tracé il n'est pas évident de déterminer quelle couleur une paire de coordonnées chromatiques représente.



Source avec un IRC élevé Source avec un IRC faible
Figure 5

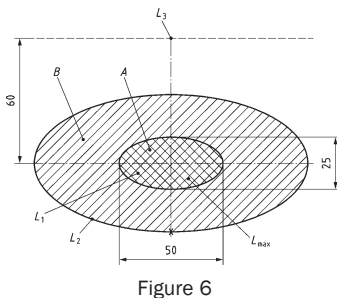
Indice de rendu des couleurs

Tandis que la température de couleur proximale et la chromaticité servent à caractériser l'apparence de la couleur d'une source lumineuse, l'indice de rendu des couleurs (IRC) permet de mesurer la fidélité de reproduction des couleurs de divers objets par rapport à une source lumineuse idéale ou naturelle. Comme nous l'avons mentionné précédemment, la lumière du soleil contient toutes les couleurs, c'est-à-dire toutes les longueurs d'onde, de la lumière à des niveaux suffisants qui permettent de restituer avec précision toutes les couleurs reflétées par un objet. Autrement dit, la composante rouge de la lumière blanche du soleil nous permet de percevoir toutes les subtilités de la teinte, qu'il s'agit des rouges du tissu de la gencive ou de la palette variée de couleurs perçues dans un simple sourire (figure 5).

On considère que la lumière du soleil garantit un rendu des couleurs parfait et présente un indice de rendu des couleurs de 100. Il en découle donc qu'un éclairage dentaire doit présenter un IRC aussi élevé que possible, tout en offrant des couleurs correctes et un éclairage adapté, afin de garantir une évaluation précise de la santé de la cavité buccale.

Les modèles classiques d'éclairage, tels que l'éclairage A-dec 6300, avec ampoule halogène en quartz et réflecteur dichroïque peuvent atteindre un IRC constant et supérieur à 95. Les éclairages dentaires directs intégrant des LED ne parviennent généralement pas à obtenir un IRC équivalent. Pour preuve, malgré le nombre croissant de produits affichant un indice supérieur ou égal à 90, certains éclairages du marché ne dépassent toujours pas un IRC de 80 à 5 000 K.

Au vu de l'extrême adaptabilité de l'œil humain, les effets cliniques découlant de l'utilisation d'un éclairage présentant un IRC plus faible ne sont pas clairement établis. Toutefois, les études confirment qu'un éclairage avec un IRC élevé, supérieur à 90, restitue avec davantage de précision et de fidélité les couleurs de tissus de la cavité buccale.



Spectre lumineux en vertu de la norme ISO 9680:2007
A Zone d'éclairage intérieure
B Zone d'éclairage extérieure

Cohérence et uniformité de la lumière

La cohérence globale d'un spectre lumineux (figure 6) permet de différencier davantage les performances des éclairages. Pour garantir un éclairage optimal, le spectre lumineux doit comporter une région centrale nette et uniforme qui éclaire en continu la zone d'intérêt ciblée.

Les niveaux d'éclairage doivent décroître graduellement jusqu'aux bords amincis du spectre de sorte à limiter la fatigue oculaire que peut ressentir le praticien chaque fois qu'il doit adapter son regard entre deux zones au contraste lumineux important. [Consultez également la section « Considérations ergonomiques relatives à l'éclairage dentaire », p. 9.](#)

En outre, le spectre de l'éclairage ne doit pas éblouir les yeux du patient. La norme ISO 9680 stipule que la lumière directe ou diffuse atteignant une ligne située à 60 mm du centre du spectre, ce qui correspond à la distance approximative entre la bouche et l'axe médian horizontal des yeux, ne doit pas dépasser 1 200 lux. Un éclairage dentaire de qualité doit normalement fonctionner à des niveaux bien inférieurs à ce seuil. Toutefois, il est important de savoir que les éclairages, y compris ceux intégrant des LED, ne respectent pas tous ces exigences.

La source lumineuse doit s'étendre sur 150 mm au minimum pour garantir un spectre lumineux avec un effet « stade ».

Zones d'ombres

Un éclairage dentaire doit offrir des performances optimales même en cas de zones d'ombres, afin de garantir la posture adéquate du praticien dentaire et de renforcer son rythme de travail. La tête d'éclairage doit être conçue de sorte qu'une obstruction partielle du champ lumineux ne projette pas d'ombres excessives ou réduise considérablement la source de lumière, ce qui pourrait obliger le dentiste à ralentir son travail, à repositionner l'éclairage ou à adopter une posture peu ergonomique.

Pour offrir de bonnes performances dans les zones d'ombres et ainsi éviter que des objets gênants, tels qu'un instrument ou une main, ne forment des ombres inopportunes, la tête d'éclairage dentaire doit être suffisamment large sur les plans à la fois horizontal et vertical. Lorsque la tête lumineuse se trouve à une distance standard de 700 mm de la cavité buccale, la source lumineuse doit s'étendre sur 150 mm au minimum pour garantir un spectre lumineux avec un effet « stade ». Pour ce faire, il est nécessaire de disposer d'un réflecteur suffisamment large ou d'une rangée de cellules lumineuses réparties uniformément.

Compatibilité avec les matériaux composites photopolymérisables

L'utilisation de matériaux photopolymérisables dans les soins dentaires modernes a connu un véritable essor. Plus particulièrement, les résines composites photopolymérisables sont devenues très prisées en raison de l'aspect esthétique naturel qu'elles confèrent, du meilleur confort d'utilisation qu'elles procurent, ainsi que de la solidité renforcée et de la durée de vie allongée dont elles font preuve. En outre, elles ne soulèvent pas les mêmes inquiétudes que les amalgames à base de mercure.

La camphorquinone est le photo-initiateur le plus couramment utilisé dans les matériaux dentaires photopolymérisables, que ce soit dans les composites utilisés pour les restaurations, les résines de scellement ou encore les brackets orthodontiques. Étant donné que la camphorquinone durcit sous une lumière bleue, à savoir sous une lumière visible ayant une longueur d'onde inférieure à 500 nm, et que la lumière blanche contient naturellement des couleurs dans le spectre du bleu, un éclairage dentaire blanc puissant risque d'entraîner un durcissement prématuré. Cela risque alors d'entraîner une restauration de qualité médiocre, comportant des défauts ou des inclusions d'air, ou d'obliger le dentiste à retirer le matériau et à recommencer les soins.

Au vu de l'engouement pour les matériaux dentaires photopolymérisables, il est donc primordial que les éclairages dentaires soient parfaitement compatibles avec ces types d'applications. D'ordinaire, les fabricants d'éclairage dentaire halogène prévoient un ajustement relatif de l'intensité pour permettre à l'utilisateur de réduire la puissance lumineuse. En plus d'allonger la durée nécessaire au praticien pour appliquer et durcir la résine photopolymérisable, cette fonctionnalité ne permet pas d'éviter l'éventualité d'une réaction prématurée. Nombreux sont les dentistes qui préfèrent alors tout simplement décaler la lampe ou l'éteindre, et travailler sans éclairage direct plutôt que de prendre ce risque.

La technologie LED est idéale pour contourner ce problème. Toute lumière blanche, y compris les LED, se décompose en lumière bleue qui peut provoquer le durcissement des matériaux. Ainsi l'intégration de plusieurs LED sur une même tête d'éclairage permet d'offrir un mode qui réduit, en combinant des LED de plusieurs couleurs, ou élimine complètement, à l'aide de filtres ou de LED non blanches, la lumière bleue du spectre. Il va de soi que dans ce cas le spectre n'est pas blanc, mais le dentiste profite quand même d'un éclairage complet de la cavité buccale, primordial pour des restaurations sensibles.

AUTRES ÉLÉMENTS IMPORTANTS D'UN ÉCLAIRAGE DENTAIRE

Il est évident qu'un éclairage de qualité de la cavité buccale constitue la composante essentielle de tout éclairage dentaire. Néanmoins, pour être vraiment performant, l'éclairage dentaire direct doit également répondre à plusieurs autres exigences dictées par les professionnels de l'odontologie et l'environnement. S'ils sont pensés intelligemment, des critères tels que l'ergonomie, l'asepsie, la facilité d'entretien et l'aspect esthétique d'un éclairage dentaire permettent tous d'apporter de la valeur à l'équipement.

CONSIDÉRATIONS ERGONOMIQUES RELATIVES À L'ÉCLAIRAGE DENTAIRE

Les professionnels de l'odontologie moderne en sont tous venus à reconnaître l'impact considérable que l'ergonomie d'un cabinet avait sur la pratique de leur spécialité. Soucieux de prodiguer des soins et des traitements dentaires d'une qualité optimale, les praticiens sacrifient souvent une posture correcte au profit d'une visibilité accrue de la cavité buccale. Résultats de tels problèmes d'ergonomie : des douleurs chroniques et un ralentissement du travail qui peuvent aboutir à une carrière plus courte. L'éclairage dentaire jouant un rôle considérable à cet égard, sa conception doit garantir, dans la mesure du possible, une posture et une visibilité correctes.

Acuité visuelle et éclairage adapté

Tel que mentionné précédemment, le spectre lumineux doit avant tout éclairer l'intégralité de la cavité buccale, afin de garantir une posture correcte au praticien et lui éviter de devoir sans cesse repositionner l'éclairage. Ces conditions réunies, l'éclairage dentaire doit fournir un éclairage qui s'adapte parfaitement à chaque utilisateur et chaque application.

La définition de niveaux de luminosité corrects pour les éclairages dentaires a fait l'objet de nombreux débats et a donné lieu à tout autant d'études. Nombreux sont les praticiens dentaires qui considèrent qu'une source de lumière plus importante est le garant d'une meilleure acuité visuelle, notion définie dans le domaine de l'odontologie par la capacité à percevoir avec précision la santé des différents tissus de la cavité buccale. Toutefois, un éclairage accru ne va pas nécessairement de pair avec une meilleure acuité visuelle étant donné que l'œil humain s'adapte naturellement à la luminosité ambiante (Calleja & Hernandez, 1998).

Pour limiter la fatigue oculaire et améliorer la productivité, un éclairage dentaire doit permettre de sélectionner facilement le plus bas niveau d'éclairage qui, à la fois, respecte les préférences de l'utilisateur et garantit les meilleurs résultats pour chaque procédure.

Des facteurs tels que l'âge, le sexe et l'origine ethnique peuvent influencer sur les préférences du praticien quant à un éclairage « correct ». De même, la spécificité de la procédure dentaire à pratiquer va également influencer le degré de luminosité souhaité. Par exemple, un dentiste homme de 60 ans aux yeux marron qui travaille dans le fond de la cavité buccale va avoir besoin d'un éclairage bien plus puissant qu'une dentiste femme de 35 ans aux yeux bleus qui pratique une restauration à l'entrée de la bouche à l'aide d'un éclairage direct. Il est évident que l'utilisation de loupes, pièces à main ou appareils d'aspiration éclairés pèse également sur la lumière directe ou réfléchie qui atteint les yeux du praticien.

Il est alors primordial de pouvoir ajuster la luminosité de l'éclairage dentaire de sorte que ce dernier ne diffuse que la quantité de lumière nécessaire et adaptée aux spécificités de l'utilisateur et de la procédure.

Il est également intéressant de préciser que les éclairages dentaires intégrant des LED présentent un avantage incontestable en termes de réglage de la luminosité par rapport aux éclairages avec des ampoules classiques. En effet, étant donné que les premiers intègrent différentes modalités de maintien et de réglage de la puissance, il est possible de régler le degré lumineux sans que la couleur du spectre lumineux ne s'en trouve modifiée. À l'inverse, avec les éclairages à ampoule, ce spectre risque de changer de couleur à mesure de la variation du niveau de luminosité. Ainsi, si le praticien utilise un éclairage à LED et qu'il a besoin de réduire l'intensité lumineuse, la couleur de la lumière reste inchangée.

Pour résumer, un éclairage dentaire doit permettre de sélectionner facilement le plus bas niveau d'éclairage qui respecte les préférences de l'utilisateur et répond aux exigences propres à chaque procédure. Cela permet de limiter la fatigue oculaire et d'améliorer la productivité.

Maniabilité de l'éclairage

Positionnement brut de l'éclairage. Il doit être possible de placer l'éclairage en position de rangement ou de l'en sortir en toute facilité. L'éclairage dentaire doit offrir une liberté de mouvement suffisante pour être placé facilement dans des positions garantissant un éclairage adéquat des arcades supérieure ou inférieure, et ce pour toutes les procédures prévisibles. Ces dernières peuvent exiger notamment que le patient soit en position allongée ou assise, mais également concerner le traitement d'un patient à mobilité réduite ne pouvant être installé sur le fauteuil.

Enfin, la liberté des mouvements et la maniabilité de l'éclairage doivent permettre au praticien de positionner l'appareil à 15 degrés de la verticale, c'est-à-dire de l'aligner sur sa ligne visuelle, pour renforcer l'ergonomie de sa posture lorsqu'il utilise des loupes, un éclairage indirect ou des techniques d'observation indirecte.

Positionnement précis de l'éclairage et maniabilité sur trois axes. Certains praticiens se contentent d'un éclairage doté de deux axes de rotation. Toutefois, d'un point de vue ergonomique, il est avéré qu'un système à trois axes est préférable. Ce troisième axe permet de placer l'éclairage en position oblique par rapport au patient. De la sorte, l'éclairage de la cavité buccale est homogène et le dentiste peut déplacer sa tête lors du

Les praticiens devraient pouvoir activer l'éclairage sans avoir à le toucher ou à détourner leur regard de la cavité buccale.

traitement sans créer d'ombres. Sa posture est plus adaptée et sa visibilité accrue, sans aucune zone d'ombre.

Enfin, il ressort de ces considérations que la maniabilité de l'éclairage dentaire est indispensable et permet au praticien de n'avoir que très peu souvent à changer la position de l'appareil. Cependant, s'il s'avère nécessaire de le déplacer, les mouvements doivent être fluides, intuitifs et sans effort. La technologie LED a beau rendre possible le développement d'éclairages dentaires faisant preuve d'une maniabilité supérieure, les concepteurs sont peu nombreux à avoir saisi cette opportunité.

Fonctionnement simple et intuitif des commandes de l'éclairage

Comme précisé ci-dessus, la technologie LED offre des fonctionnalités particulièrement adaptées aux procédures dentaires, à l'image du réglage des niveaux de luminosité et du mode anti-polymérisation. Néanmoins, les praticiens dentaires souhaitent, à juste titre, rester concentrés sur la cavité buccale et ne prennent alors pas forcément le temps de passer à un autre mode d'éclairage.

De façon idéale, ils devraient pouvoir activer l'éclairage sans avoir à le toucher ou à détourner leur regard de la cavité buccale.

Asepsie

Même s'il est évident que la technologie LED est un atout non négligeable dans l'évolution du secteur de l'éclairage dentaire, il est important de garder à l'esprit que les nouveaux modèles doivent cela dit respecter les protocoles rigoureux de nettoyage et de désinfection applicables dans les cabinets dentaires modernes.

Dans la mesure du possible, l'éclairage doit comporter le moins de surfaces de contact possible, sans que cela ne compromette toutefois le caractère intuitif de son activation et de son positionnement. Les formes et les bords de l'éclairage doivent être simples à nettoyer ou à protéger avec des barrières pour permettre une transition rapide et efficace d'un patient à l'autre.

Facilité d'entretien

Le produit doit être fiable et solide, et ne demander que très peu d'entretien. En théorie, les éléments lumineux d'un éclairage LED bien conçu ne devraient jamais avoir à être remplacés. Une conception extrêmement solide permet de répondre aux exigences en termes de performances sans intégrer des composants, tels que des ventilateurs, des disjoncteurs thermiques ou des ampoules, qui risqueraient de provoquer une défaillance prématurée.

Les réparations et les réglages doivent être simples, directs et peu coûteux.

Esthétique

Seuls quelques éléments de la salle de soins ressortent et sautent aux yeux du patient dans le fauteuil. Parmi ceux-ci figurent l'éclairage : il est donc essentiel que sa conception renvoie une image professionnelle. Des formes simples et des lignes épurées

sont synonymes de sophistication et de haute technologie, et influent sur l'expérience générale dans la salle de soins. Un éclairage dentaire affichant normalement une durée de vie de 10 à 20 ans, sa conception doit également garder son attrait au fil du temps.

En outre, les surfaces visibles, tout particulièrement des composants tels que l'écran protecteur ou le réflecteur, doivent être simples à nettoyer ou à protéger avec une barrière et ne présenter ni rayures, ni taches qui risqueraient de laisser une sensation défavorable au patient.

NOTIONS DE BASE SUR LES LED, AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Au moment de remplacer une technologie en place par une nouvelle, il est impératif de toujours considérer les avantages et les inconvénients qui en découlent. La transition depuis les éclairages dentaires classique avec ampoule halogène en quartz aux derniers modèles intégrant des LED répond également à la règle.

Avantages de l'utilisation de LED pour l'éclairage dentaire direct

Luminosité accrue, consommation moindre. Les LED font preuve d'une efficacité inégalée en termes de production de lumière. La technologie a atteint un stade de développement tel qu'il est désormais possible d'obtenir une luminosité considérablement accrue tout en consommant bien moins d'électricité. Un éclairage dentaire avec une ampoule classique consomme environ 100 W pour fournir à peu près 24 000 lux. Pour comparaison, un éclairage LED peut fournir 25 % de luminosité supplémentaire en consommant cinq fois moins d'électricité. En outre, l'apparition de LED encore plus efficaces est une tendance qui se dessine pour un futur proche. Tandis que les dentistes sont peu désireux de sacrifier les performances de leur éclairage dans le seul but de réduire leur consommation électrique, ils savent apprécier la réduction des dépenses énergétiques ainsi que les avantages en termes de longévité que suppose cette technologie LED.

Longue durée de vie sans remplacement d'ampoule. Même les meilleures ampoules ont une durée de vie limitée et finissent par lâcher, bien souvent au beau milieu d'une procédure. Cela entraîne à chaque fois un ralentissement du travail et des dépenses. Par opposition, les éclairages LED offrent la garantie quasi certaine d'un fonctionnement sans défaillance pendant toute la durée de vie du produit, estimée à 40 000 heures d'utilisation sur 20 ans. Cette affirmation se vérifie davantage si l'éclairage est doté d'un système de régulation thermique et énergétique puissant et équilibré ([voir le point « Régulation thermique » de la section « Inconvénients », p. 13](#)). Il faut enfin savoir que les diodes électroluminescentes sont par nature bien plus résistantes que les ampoules incandescentes.

Pas de chaleur rayonnante. Les éclairages LED ne produisent pas de chaleur rayonnante et n'entraînent donc aucun effet de « lampe chauffante ». Les praticiens dentaires ne transpirent pas dans leur équipement de protection personnel composé notamment de gants, lunettes, masque et blouse. Leur travail ne peut en être que plus agréable et productif.

Si la LED n'a pas été conçue de sorte que l'échauffement de sa jonction se dissipe, sa durée de vie risque d'en être considérablement réduite.

Cet avantage est particulièrement appréciable dans les cliniques dentaires de taille plus importante ou dans les établissements spécialisés, où de nombreux éclairages à proximité immédiate les uns des autres fonctionnent simultanément. Les BTU, c'est-à-dire les calories britanniques, dégagées par les éclairages halogènes peuvent augmenter considérablement la température de la pièce.

Des applications améliorées. Comme nous l'avons détaillé dans les sections précédentes, les LED permettent de fournir davantage de lumière en consommant moins, ainsi que d'améliorer la maniabilité et l'ergonomie des éclairages. Par ailleurs, elles conviennent parfaitement pour l'exécution de procédures délicates, telles que des restaurations en composite.

Inconvénients de l'utilisation de LED pour l'éclairage dentaire direct

Régulation thermique. Les LED ne génèrent pas de chaleur rayonnante, ou lumière infrarouge, à l'extérieur du spectre visible. Néanmoins, de la chaleur est *effectivement* produite à leur jonction. Si cet échauffement ne se dissipe pas, la durée de vie des LED risque d'en être considérablement réduite. En effet, une température excessive peut entraîner la rupture de la jonction de la diode.

Le regroupement de plusieurs LED, méthode que certains fabricants ont adoptée, exacerbe le problème de la régulation thermique. Un système de refroidissement actif, incluant ventilateur et capteurs de température, doit alors être installé, ce qui finit par limiter la solidité et la fiabilité de l'éclairage.

Les éclairages LED qui parviennent à maintenir les températures aux jonctions à de faibles niveaux, en évitant les ensembles rapprochés de LED et les systèmes de refroidissement actif, sont par nature bien plus efficaces en termes de régulation thermique.

Indice de rendu des couleurs. Les avancées technologiques ont beau permettre aux éclairages LED d'atteindre d'excellents indices de rendu des couleurs, les modèles avec ampoule halogène en quartz et réflecteur dichroïque sont toujours à la pointe et peuvent dépasser la valeur de 97. Il faut pourtant savoir que certains éclairages LED offrent désormais des performances se rapprochant tellement de cet IRC que beaucoup de praticiens ne sont plus en mesure de faire la différence à l'usage. Néanmoins, avant d'acquérir un éclairage basé sur l'une ou l'autre de ces technologies, le praticien doit en premier lieu évaluer les appareils et fonder sa décision sur ses préférences personnelles.

Prix initial. Les éclairages LED qui offrent des performances similaires ou supérieures à leurs équivalents avec ampoule intègrent des technologies et une sophistication bien plus avancées. Les composants LED doivent être montés individuellement sur une carte de circuit imprimé et alimentés électriquement par une carte pilote. Par ailleurs, les exigences en termes de performances lumineuses donnent lieu à l'intégration de systèmes de régulation thermique et d'optiques bien plus élaborés.

Le remplacement du moteur de l'éclairage LED, le cas échéant, est bien plus coûteux. Les LED ont reçu bon nombre de louanges amplement méritées à propos de leur résistance. Toutefois, il est important de savoir qu'une défaillance de l'éclairage, causée par exemple par une température excessive, entraîne des coûts et des travaux de réparation bien plus importants que le simple remplacement d'une ampoule.



Siège social d'A-dec

2601 Crestview Drive
Newberg, Oregon 97132
États-Unis
Tél. : +1 800 547-1883
(États-Unis/Canada)
Tél. : +1 503 538-7478
(hors États-Unis/Canada)
Fax : +1 503 538-0276
a-dec.com

Centres de distribution internationale

A-dec Australie

Unit 8, 5-9 Ricketty Street
Mascot, NSW 2020
Australie
Tél. : 1800 225 010 (Australie)
Tél. : +61 (0)2 8332 4000
(hors Australie)
Fax : +61 (0)2 9699 4700
a-dec.com.au

A-dec Royaume-Uni

Austin House, 11 Liberty Way
Nuneaton, Warwickshire CV11 6RZ
Angleterre
Tél. : 0800 ADEC UK (2332 85)
(Royaume-Uni)
Tél. : +44 +(0)24 7635 0901
(hors Royaume-Uni)
Fax : +44 (0)24 7634 5106
a-dec.co.uk

BIBLIOGRAPHIE

Calleja, F. R., & Hernandez, A. (1998). Les conditions nécessaires du confort visuel. Dans J. M. Stellman, *Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, Volume II*. Genève : Organisation internationale du travail.

Chu, S. J., Devigus, A., & Mieleszko, A. (2004). *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry*. Carol Stream, Illinois, USA: Quintessence Publishing Co, Inc.

Comité technique de l'ISO/TC 106 : Médecine bucco-dentaire, Sous-comité SC 6 : Matériel dentaire. (2007). ISO 9680 : Art dentaire - Appareils d'éclairage. Suisse : ISO Copyright Office.

van Boheeman, J., Albayrak, A., Molenbroek, J., & de Ruijter, R. (2009). Adequate Dental Task Lighting. *Tijdschrift voor Ergonomie* , 14-21.

van Boheeman, J., Albayrak, A., Molenbroek, J., & de Ruijter, R. (2008). Design of a Dental Operating Light. Delft, The Netherlands: Delft University of Technology.

Wikipedia. (n.d.). *Color_Temperature* (Couleur de température - en anglais). Consulté en 2011 à l'adresse http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature

Wikipedia. (n.d.). *Dichroic_Filter* (Filtre dichroïque - en anglais). Consulté en 2011 à l'adresse http://en.wikipedia.org/wiki/Dichroic_filter

Wikipedia. (n.d.). *Illuminance* (Éclairement lumineux - en anglais). Consulté en 2011 à l'adresse <http://en.wikipedia.org/wiki/Illuminance>

Wikipedia. (n.d.). *Tungsten* (Tungstène - en anglais). Consulté en 2011 à l'adresse <http://en.wikipedia.org/wiki/Tungsten>

Young, J. M. (1987). Intraoral dental lights: Test and evaluation. (L. J. Boucher, Ed.) *The Journal of Prosthetic Dentistry* , 57 (1).