B. PELISSIER, E. CASTANY, O. ROMIEU, F. DURET
UFR d'odontologie de Montpellier I

Évolution des lampes à photopolymériser : 3e génération des lampes à LED

et applications cliniques (2e partie)

Approche clinique

Nous avons eu à notre disposition à la faculté de chirurgie dentaire de Montpellier, la première lampe de troisième génération (prototype) et nous avons réalisé de nombreux cas cliniques directs mais aussi indirects. Cette lampe autofocus prototype est une lampe LED de troisième génération (Figures 1 et 2).

Les caractéristiques de cette lampe LED sont :
– Une puissance élevée de plus de 1.000 mW (soit une densité allant de 2.200 à 3.000 mW/cm² sans facteur multiplicatif, c'est-à-dire une moyenne de densité puissance de 2.500 mW/cm²) selon le guide optique utilisé (diamètre 7,5 mm ou 5,5 mm).

– Un spectre centralisé à 450 nm afin de polymériser les composites à 400 et 480 nm. Grâce à sa technologie, cette lampe utilise 100 % d'un spectre lumineux qui réduit les temps d'insolation, supprime les rayons dangereux (ultraviolets), et supprime les rayons caloriques (infrarouges) pour une polymérisation parfaite et durable.

– Une conception simple avec 3 menus libres ou autorégulés par un autofocus modulant automatiquement le temps en fonction de l'énergie reçue par le composite :
- Menu polymérisation rapide (en moyenne 8 secondes à pleine puissance).
- Menu polymérisation progressive (10 secondes de 0 à 100 % et 10 secondes à pleine puissance).
- Menu pulsé (10 fois 1 seconde).

– Une élévation thermique minime permettant une utilisation continue très longue (jusqu'à 200 coups de 10 s). Cette lampe est silencieuse (pas de ventilateur).

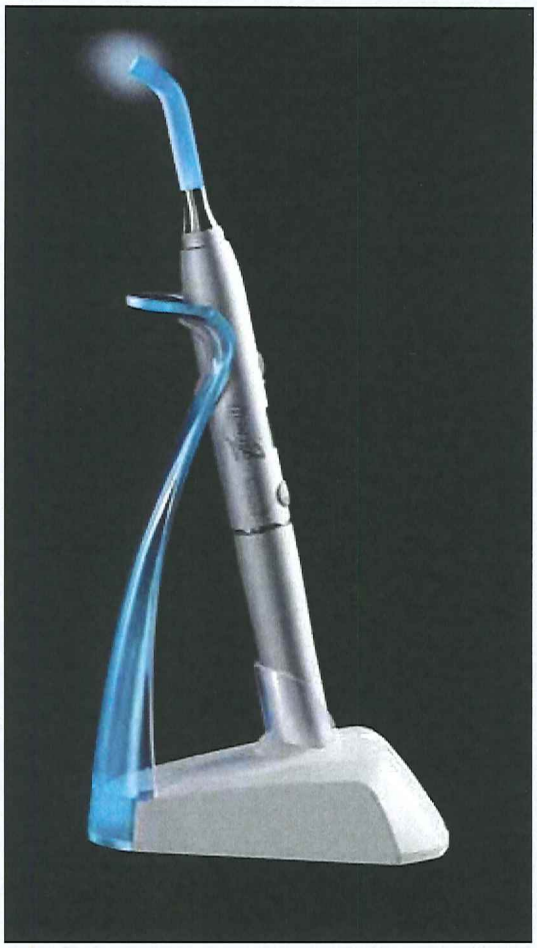
– Une batterie d'une grande capacité (250 coups de 10 s) et sans effet mémoire (3,6 V, 2.400 mAh et Li-Ion) (autonomie importante et recharge en 2 heures).

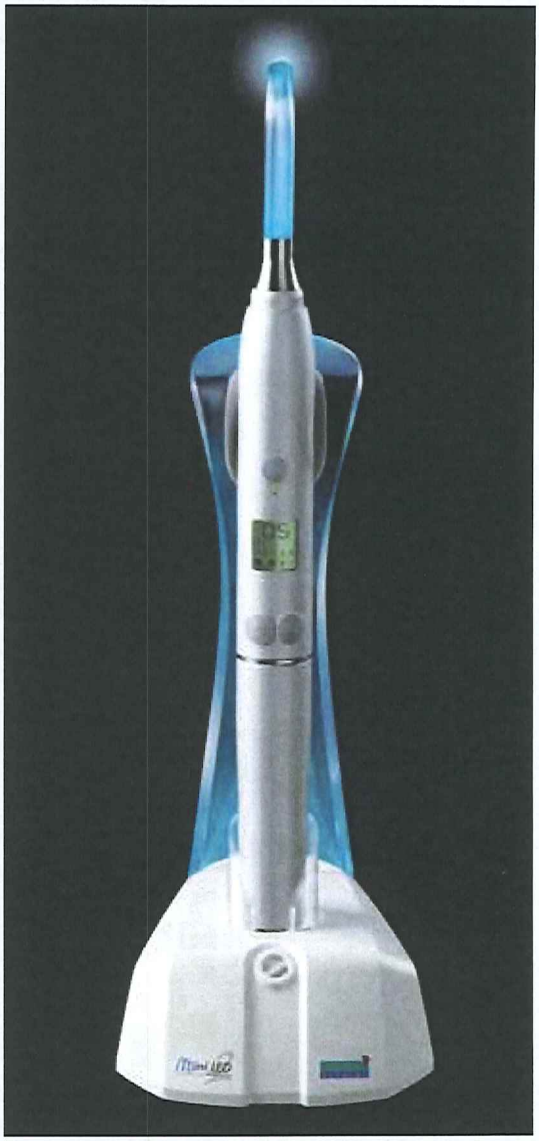
– Petite (26 cm x 2.4 cm guide optique inclus), légère (160 g sans guide) et facile à utiliser (sans fil)

Cas directs et indirects

Pour montrer l'importance et l'intérêt de cette technologie Autofocus, il est important de faire certains rappels cliniques concernant les techniques de montage du matériau, mais aussi concernant le positionnement et la distance du guide lumineux par rapport au matériau.

De nombreuses études ont préconisé l'utilisation de la technique dite de stratification par opposition à la technique de montage en bloc (3, 15, 20, 27).





FIGURES 1 ET 2 *Lampe LED autofocus*

D'après le Collège national des enseignants en odontologie conservatrice (CNEOC), la stratification est une technique de mise en place d'un matériau composite par apport d'incréments successifs, permettant d'utiliser différentes couleurs et consistances, pour améliorer la qualité fonctionnelle et esthétique finale de la restauration. La technique de stratification «couche par couche» diminuerait les effets de la rétraction de prise et procurerait une meilleure polymérisation dans l'épaisseur du matériau.

Elle peut également réduire le rapport de surface collée et de surface non collée (selon le facteur cavitaire ou facteur C). L'effet est une baisse de stress, donc une diminution de la rétraction, surtout si on utilise du composite fluide (2, 5, 16, 29). La stratification permet une manipulation aisée, une meilleure modélisation (composite-up ou technique des boules), et surtout une meilleure profondeur de polymérisation par une insolation successive des différentes couches en profondeur (6, 17, 19).

La durée d'irradiation est un facteur important dans la photopolymérisation, et il est évident qu'en parallèle, l'intensité de la lumière doit être suffisante, afin d'exciter les photo-initiateurs présents dans la composition d'un matériau composite. 30 secondes sont normalement requises pour une polymérisation

efficace pour une intensité de 500 à 600 mW/cm², mais qui est toutefois cliniquement long.

Il faut souligner aussi que le temps d'exposition doit être augmenté lors d'utilisation de teintes plus foncées ou opaques, ou lors d'insolation à travers des barrières comme les structures dentaires ou des céramiques (techniques indirectes) dans certaines limites cliniques, et des matériaux de collage dual ou même autopolymérisables sont plus souvent préconisés.

De nombreuses études ont démontré qu'on pouvait compenser une baisse de l'intensité d'une lampe à polymériser par une augmentation du temps de polymérisation (10, 11). Mais il existe des limites à de telles affirmations cliniques. La réciprocité temps/intensité n'est pas toujours vérifiée pour tous les composites, et elle peut être affectée par la teinte et l'épaisseur du matériau. L'intensité lumineuse diminue rapidement quand la distance de l'embout à la surface du composite augmente (8, 9, 24, 25, 28).

Des réductions peuvent aller de 30 % à 75 % pour différentes lampes à polymériser découlant d'une augmentation de la distance. Dans une étude de Pires et al, une intensité lumineuse de 405 mW/cm² était réduite à 200 mW/cm² à une distance de 6 mm pour diminuer encore à 100 mW/cm² à 12 mm du composite, donc insuffisante pour une bonne polymérisation (25).

La logique clinique démontre que la distance doit toujours être maintenue la plus faible possible, ne dépassant pas les 4-5 mm si possible, et que le temps d'exposition doit être augmenté quand on s'éloigne de la surface, afin de maximiser la polymérisation de la résine. Cliniquement, la distance idéale de la source lumineuse de la surface du composite est de 1 mm et la sortie optique doit être positionnée si possible à 90° de la surface, pour éviter des zones d'ombres non polymérisées (9, 25).

La distance peut être cependant une préoccupation clinique, même si on place la lampe contre la dent. On peut rencontrer cette situation dans la restauration des cavités proximales quand un incrément cervical doit être polymérisé. La distance dans ce cas est suffisamment importante, de l'ordre du centimètre, pour que l'intensité lumineuse soit affectée (réduction de 50 % voire plus) (1, 14, 15).

L'utilisation d'une lampe à polymériser de forte intensité possédant une intensité supérieure à 400 mW/cm² est donc salutaire. Pour de nombreux appareils, une intensité minimale de 600 mW/cm² est nécessaire pour s'assurer qu'une intensité adéquate atteigne cette couche juxtagingivale de la boîte proximale (4, 26, 27). Les matrices transparentes, les cônes lumineux ou les coins interdentaires transparents ne peuvent pas résoudre le problème de l'éloignement de la lampe. Afin de compenser efficacement cette baisse d'intensité, il est préférable d'avoir des temps d'exposition plus longs avec des modes d'insolation adaptés (6, 13, 15).

Discussion

Actuellement, avec les lampes LED de deuxième génération ayant des puissances supérieures aux lampes halogènes classiques, des temps de 10 à 20 secondes peuvent être préconisés et les résultats obtenus en dureté sont excellents à 2 mm de profondeur (22). Cliniquement, les restaurations composites sont plus faciles à réaliser avec des temps de mise en œuvre corrects, surtout lorsque l'on sait que le champ opératoire en pratique libérale est rarement mis !

La lampe Miniled Auto.Focus répond aux techniques de montage du matériau composite, en corrélation avec la littérature (temps/puissance/stabilité). Il est évident qu'il faudra toujours tenir compte du facteur cavitaire, de respecter des couches de composite de 2 mm d'épaisseur, et les protocoles cliniques de la dentisterie adhésive. Dans la photopolymérisation des résines composites postérieures, l'expérience de l'opérateur est un des facteurs de réussite. Un positionnement stable du guide lumineux pendant toute la durée de l'insolation est nécessaire afin d'optimiser la polymérisation des composites. Due à la très faible polymérisation latérale de la surface couverte par la sortie du guide lumineux, le positionnement stable du guide lumineux perpendiculaire à la surface est impératif, ceci est d'autant plus important quand le diamètre du guide approche le diamètre de la cavité.

L'autofocus va permettre l'optimisation du temps de polymérisation, et c'est une qualité de polymérisation constante grâce au correcteur de positionnement entre le guide optique et le site clinique. La lampe calcule automatiquement et en temps réel au cours de l'acte clinique, le temps nécessaire à une polymérisation parfaite, ce qui est très important pour la pérennité des restaurations adhésives.
Le cercle de visée laser associé à l'autofocus va permettre de visualiser et de contrôler la zone lumineuse

où la puissance sera maximale. En effet, disposer d'un maximum d'énergie sans maîtriser l'orientation de sa lampe fait perdre en moyenne 50 % d'efficacité au clinicien.

Cas clinique antérieur direct

Le principe de la technique de stratification, proposé par un praticien italien, Vanini, est de remplacer les tissus manquants par des appositions successives en strates ou couches de différentes masses de composite. Au début les matériaux ne possédant pas les propriétés optiques requises, on utilisait plusieurs matériaux pour recréer les propriétés de l'émail et de la dentine. Une amélioration des qualités optiques des composites, optimisant leur rendu esthétique par similitude avec les tissus naturels de la dent, a abouti à une simplification de la technique, dont le principe avait été proposé par Dietschi dès 1995, qui ne nécessite alors qu'une seule masse de composite pour l'émail et une seule pour la dentine (différentes saturations).

L'évolution s'est donc faite à partir d'une stratification «anatomique» avec des matériaux inadaptés (opacité, translucidité, opalescence et fluorescence, différentes de celles des tissus dentaires naturels) vers une stratification dite «naturelle» avec des composites spécifiques (fabriqués pour la stratification), grâce à l'amélioration de leurs qualités optiques.

Dans le cas des techniques adhésives en technique directe, seules les méthodes de stratification couche par couche peuvent prétendre à un résultat final esthétique, biologique et fonctionnel. En effet, ces méthodes de stratification permettent d'obtenir, contrairement à la méthode de restauration classique par des composites traditionnels, un contrôle de la contraction de polymérisation par une mise en place spécifique de fines couches de composite (1 à 1,5 mm) et une photopolymérisation individuelle de chaque incrément, et non pas une photopolymérisation unique d'une importante masse de composite. Cela permet donc de compenser en partie les effets de la contraction de polymérisation. (21, 23). Des résultats fiables, prédictibles et reproductibles sont ainsi associés à une esthétique et un naturel de la restauration finale.

FIGURE 3 *Restauration composite (Ceram X Duo Dentsply) : cas préopératoire*

Pour la restauration d'angle suite à une fracture, le protocole clinique a été le suivant (Figure 3) :

1e séance

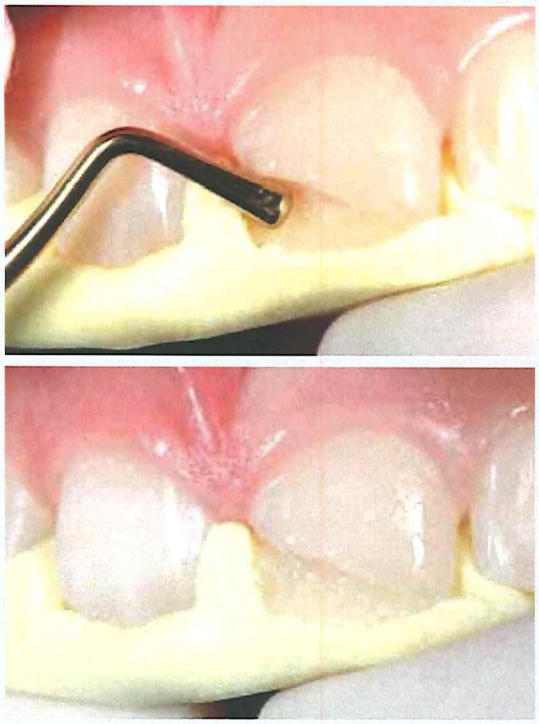
– Examen clinique et radiologique, pour écarter toute effraction de corne pulpaire, de mortalité pulpaire de la dent et évaluer l'importance de la perte de substances.
– Réalisation du guide en silicone (empreinte prise et wax up réalisés lors de la consultation).

Séance clinique

– Nettoyage de la dent avec de la ponce et de l'eau.
– Analyse préliminaire de la morphologie générale de la dent, du type de bord libre, du macro et microrelief ainsi que des caractéristiques spécifiques à la nature de la dent ou à son âge.
– Choix de la teinte, et pour le cas clinique il s'agit de la teinte A3 (Ceram X Duo : E2 associée à D3).
– Anesthésie.
– Préparation d'un large biseau ou chanfrein périphérique sous spray.
– Essayage de la clé en silicone.
– Procédure de collage : nous avons utilisé le système adhésif unidose avec conditionnement acide des tissus dentaires (Prime&Bond NT Dentsply) :

- Mordançage amélo-dentinaire à l'acide phosphorique 37% (le gel de mordançage est placé sur l'émail, au bout de 15 secondes, on en étale sur la surface dentinaire pour 15 secondes supplémentaires),
- Rinçage abondant pendant au moins 15 à 30 secondes,
- Séchage (sans assécher, ni déshydrater la dentine),
- Application de l'adhésif, que l'on laisse pénétrer pendant 15 à 20 secondes, puis on applique un léger jet d'air pour éliminer le solvant,

– Puis photopolymérisation en mode progressif avec la lampe Miniled AF.



Figures 4 et 5 *Stratification guidée.*

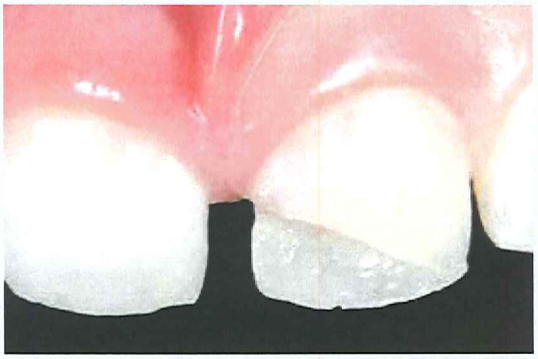


Figure 6 *Mur palatin (composite E2).*

– Insertion du composite émail palatin E2 par l'intermédiaire de la clé en silicone (Figures 4 et 5) en couche fine selon le protocole de stratification guidée.
– Photopolymérisation de la couche d'émail palatin en mode rapide AF (10 secondes), le facteur C étant favorable. La photopolymérisation, suite au montage du mur palatin, se fera d'abord par la face vestibulaire en maintenant la clé en silicone, puis en palatin après avoir retiré la clé (Figure 6).

Figures 7 et 8 *Cas postopératoire.*

– Mise en place de la couche de composite «dentine» D3 (morphologie interne) et photopolymérisation en mode rapide AF (10 secondes).
– Insertion du composite émail vestibulaire E2 (morphologie externe : macro et micro géographies) et photopolymérisation en mode rapide AF (10 secondes)
– Dégrossissage, finition et polissage pour obtenir un résultat final correct (Figures 7 et 8).
– Contrôle rigoureux de l'occlusion. L'enregistrement au papier d'occlusion des trajets du guide incisif antérieur et des latéralités permet un réglage précis des reconstructions et assure ainsi leur pérennité.

Cas clinique postérieur direct

Dans le cas clinique postérieur, pour remplacer l'ancienne restauration (Figure 9), nous avons choisi la technique de stratification simplifiée Ceram X Mono avec le système adhésif Xeno III unidose (Dentsply), en utilisant la lampe Mini LED AF pour polymériser l'adhésif et les différentes couches de composite. Après la prise de teinte, les étapes de préparation de la dent sont effectuées selon les principes de la dentisterie adhésive. L'ancienne restauration composite

FIGURES 9 À 14 *Remplacement d'une ancienne restauration composite (Ceram X mono Dentsply)*

FIGURE 9

FIGURE 10

FIGURE 11

FIGURE 12

FIGURE 13

FIGURE 14

est déposée sous spray à la turbine. Après l'étape de préparation, le conditionnement de la dent est réalisé avec l'adhésif auto-mordançant Xeno III de Dentsply unidose.

Ce type de système adhésif est utilisé parce que nous avons des surfaces dentinaires importantes. Il entraîne une très nette diminution des sensibilités postopératoires en effectuant simultanément les fonctions de gel de mordançage acide, de primer et d'adhésif sur la dentine et l'émail. L'adhésif a été polymérisé en mode progressif avec la lampe Mini LED AF (Figures 10 et 11). Les différentes couches de composite ont été polymérisées en mode progressif avec cette lampe LED de troisième génération en associant la visée laser à l'autofocus (facteur C défavorable et couches profondes dans la boîte proximale). Dans un premier temps, le composite «Ceram X Mono» est monté en couches fines et obliques pour reconstituer le mur proximal (Figure 12).

Pour le noyau de dentine, le composite de teinte «Ceram X Mono» M5 est utilisé. Pour accentuer l'anatomie interne et donner une profondeur à la restauration, un apport de composite de teinte «Ceram X Mono» M3 est situé en couche intermédiaire. Le montage occlusal est ensuite réalisé à l'aide de la teinte «Ceram X Mono» M2 (Figure 13). Nous obtenons une restauration esthétique et fonctionnelle (Figure 14). Une photo polymérisation LED finale est faite en mode «pleine puissance» (10 secondes au niveau de la face occlusale et 10 secondes au niveau des faces vestibulaire et linguale).

Cas clinique antérieur indirect

Pour les restaurations indirectes collées, la lampe doit être suffisamment puissante pour pouvoir polymériser à travers le matériau céramique. Mais il est impératif d'utiliser des systèmes adhésifs et des matériaux de collage à polymérisation duale. Pour les facettes céramiques, même si leurs épaisseurs sont inférieures à 1,5 mm, le faisceau lumineux aura du mal à passer à travers le matériau, surtout si des céramiques opaques sont nécessaires pour masquer des dyschromies par exemple. Il faudra donc utiliser des puissances plus élevées associées à des temps plus longs.

Par contre, il est nécessaire d'utiliser le mode progressif lors des premières insolations pour éviter une polymérisation trop brutale. Pour ce cas clinique

Figures 15 à 18 *Facette céramique collée avec Variolink II Ivoclar Vivadent*

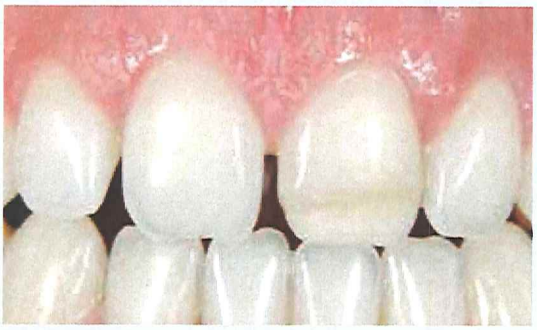


Figure 15

Figure 16

Figure 17

Figure 18

(fracture d'une ancienne restauration) (Figure 15), une préparation supragingivale a été réalisée avec un retour palatin (Figure 16). Pour le collage de cette céramique feldspathique, nous avons utilisé le système adhésif Excite DSC Ivoclar Vivadent, donc dual associé au composite de collage Variolink II Ivoclar Vivadent lui aussi dual.

Pour la restauration indirecte collée présentée, le protocole clinique a été le suivant :

Consultation

– Examen clinique et radiologique.
– Analyse préliminaire de la morphologie générale de la dent, du type de bord libre, du macro et microrelief ainsi que des caractéristiques spécifiques à la nature de la dent ou à son âge.
– Choix de la teinte.
– Empreintes prises.

1ère séance clinique

– Réalisation de guides en silicone (wax up), un servant pour la réalisation de la provisoire et un autre pour la visualisation de l'épaisseur lors de la préparation.
– Anesthésie.
– Nettoyage de la dent avec de la ponce et de l'eau.
– Préparation de la dent sous spray avec contrôle de l'épaisseur par la clé guide.
– Confirmation de la teinte.
– Provisoire.
– Empreinte.

2e séance clinique

– Anesthésie.
– Provisoire enlevée et nettoyage de la dent avec de la ponce et de l'eau.
– Essayage de la facette céramique, contrôles des points de contact mais pas de l'occlusion.
– Procédure de collage : nous avons utilisé le système adhésif dual avec conditionnement acide des tissus dentaires (Excite DSC Ivoclar Vivadent) associé au composite de collage dual (Variolink II Ivoclar Vivadent).
– Préparation de l'intrados de la facette céramique :
- Mordançage à l'acide fluorhydrique,
- Rinçage abondant pendant au moins 15 à 30 secondes,
- Séchage et neutralisation de l'acide,
- Application du silane puis de l'adhésif.

– Préparation de la dent :
- Mordançage amélo-dentinaire à l'acide phosphorique 37 %,
- Rinçage abondant pendant au moins 15 à 30 secondes,
- Séchage (sans assécher, ni déshydrater la dentine),
- Application de l'adhésif, que l'on laisse pénétrer pendant 15 à 20 secondes, puis on applique un léger jet d'air pour éliminer le solvant.

– Mise en place du composite de collage dual dans l'intrados de la facette et positionnement sur la dent. Élimination des excès avec le fil dentaire et des pinceaux en maintenant la facette en place.
– Photopolymérisation en mode pulsé avec la lampe Miniled AF (3 à 5 flashes pour figer le composite).
– Excès enlevés.
– Photopolymérisation finale en mode progressif avec la lampe Miniled AF (Figures 17 et 18).
– Contrôle de l'occlusion.

Cas clinique postérieur indirect

Pour les restaurations indirectes collées postérieures, la lampe doit être aussi suffisamment puissante pour pouvoir polymériser à travers le matériau céramique qui présente des épaisseurs plus importantes, avec un minimum de 2 mm. Il est donc très difficile de faire une simple photopolymérisation vu l'épaisseur des onlays ou autre restauration indirecte ; le faisceau lumineux a du mal à passer à travers le matériau surtout si des céramiques opaques sont nécessaires pour masquer des dyschromies ou si on fait des endocouronnes ou monoblocs par exemple. Il faut donc utiliser des systèmes adhésifs et des matériaux de collage à polymérisation duale.

Pour ce cas clinique (restauration d'une dent dépulpée) (Figure 19), le choix a été de réaliser un onlay type monobloc (limites supragingivales), et ainsi d'éviter une reconstitution coronoradiculaire toujours très aléatoire, surtout pour les prémolaires. Pour le collage de cette céramique feldspathique, nous avons utilisé le système adhésif Excite DSC Ivoclar Vivadent donc dual, associé au composite de collage Variolink II Ivoclar Vivadent lui aussi dual.

Pour la restauration indirecte collée présentée, le protocole clinique a été le suivant :

Consultation

– Examen clinique et radiologique.
– Analyse préliminaire de la morphologie et de l'occlusion.

– Choix de la teinte.
– Empreintes prises.

1ère séance clinique

– Réalisation d'un guide en silicone (d'après le wax up) pour la réalisation de la restauration provisoire qui permettra de visualiser l'épaisseur de la future restauration.
– Anesthésie.
– Pansement provisoire enlevé, préparation (Figure 20).
– Comblement des contre-dépouilles avec du composite fluide après traitement adhésif.
– Photopolymérisation de ce composite en mode progressif avec la lampe Miniled AF.
– Préparation de la dent sous spray et finition de la préparation.
– Provisoire qui préfigure la future restauration. (Figure 21).
– Empreinte (Figure 22), toujours réalisée après la restauration provisoire. Des retouches de la préparation peuvent être faites si l'onlay provisoire présente des défauts d'épaisseur ou de forme.
– Scellement de la restauration provisoire.

2e séance clinique

– Anesthésie
– Dépose de la restauration provisoire et nettoyage de la dent avec de la ponce et de l'eau.
– Essayage de l'onlay céramique monobloc (Figures 23, 24 et 25) pour les contrôles des points de contact et des limites, mais pas de l'occlusion.
– Procédure de collage : nous avons utilisé le système adhésif dual avec conditionnement acide des

Figures 19 à 28 *Onlay céramique monobloc collé avec Variolink II Ivoclar Vivadent*

Figure 19

Figure 21

Figure 20

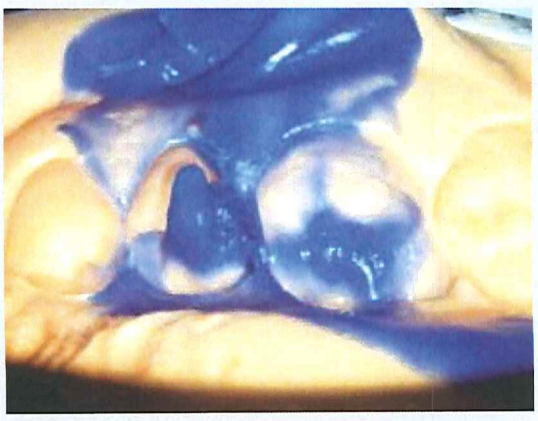


Figure 22

FIGURE 23

FIGURE 24

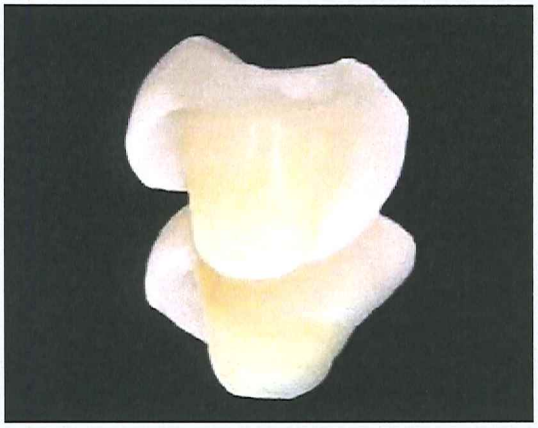


FIGURE 25

FIGURE 26

FIGURE 27

FIGURE 28

tissus dentaires (Excite DSC Ivoclar Vivadent), associé au composite de collage dual (Variolink II Ivoclar Vivadent). Les procédures sont les mêmes que pour le cas précédent indirect avec la préparation de l'intrados de l'endocouronne céramique et la préparation de la dent.

– Mise en place du composite de collage dual dans l'intrados de l'onlay et positionnement sur la dent. Élimination des excès avec le fil dentaire et des pinceaux en maintenant la restauration indirecte en place.
– Photopolymérisation en mode pulsé avec la lampe Miniled AF (3 à 5 flashes pour figer le composite).
– Excès enlevés.
– Photopolymérisation en mode progressif avec la lampe Miniled AF.

– Contrôle de l'occlusion.
– Photopolymérisation finale en mode pleine puissance avec la lampe Miniled AF et résultat final (Figures 26, 27 et 28).

Conclusion

La technologie LED de seconde génération associée à différents modes d'insolation (mode à pleine puissance, mode progressif et mode pulsé) permet actuellement une bonne polymérisation des matériaux dentaires (8, 12, 18, 22). De nombreuses situations cliniques peuvent être traitées par cette technologie dans la pratique quotidienne, tout en respectant les principes de la dentisterie adhésive. Cette dentisterie adhésive présente de nombreux avantages (préparations a minima, esthétique, biocompatibilité), mais aussi de nombreux inconvénients (mise en œuvre délicate, protocoles stricts, polymérisation difficile dans certaines situations cliniques et en profondeur).

Les lampes à LED de troisième génération sont une véritable révolution car, en plus d'égaler les meilleures lampes à photopolymériser halogènes, plasmatiques ou à LED, elles offrent des moyens cliniques totalement innovants. La lampe à LED de troisième génération semble supérieure à toutes les générations antérieures. Le clinicien pourra adapter le mode d'irradiation soit au matériau soit à la technique en ayant une seule lampe. En plus de ces données exceptionnelles arrivent des fonctions uniques et caractéristiques de cette troisième génération, qui permettent de diminuer les inconvénients rencontrés lors des réalisations cliniques, et donc d'obtenir des restaurations pérennes et de meilleure qualité.

Actuellement, il est important que le praticien puisse choisir, lui-même, la technique et les lampes qui lui semblent les mieux appropriées (7). Pour la réalisation des cas cliniques et les études in vitro, nous avons utilisé la lampe Miniled AF de Satélec, concept reconnu par les instances professionnelles.

Bibliographie

1) BERGER D., KREITMAI E. Appareil à rayonnement pour la polymérisation de résines. In: EP. vol. EP0.879.582 A2. europe; 1997.

2) BURGESS JO., DEGOES M., WALKER R., RIPPS AH. An evaluation of four ligh-curing units comparing soft and hard curing Pract. Periodont. Aesth. Dent., 1999 ; 11,1 : 125-32.

3) CHEEKHOOREE KS. Photopolymérisation des résines composites directes : «Étude prospective des lampes à polymériser dans les cabinets dentaires du département de l'Hérault». Thèse Chir Dent,Montpellier ; 2005, 206 p.

4) CHRISTENSEN G. The curing light dilemma. J Am Dent Assoc 2003; 133:761-763.

5) CHRISTENSEN RP., PALMER T. New resin curing light, High Intensity vs. Multi-modr Intensity, Status report : 2. CRA Newletter 1999; 23(5-6):1-5.

6) DAVIDSON CL., DE GEE AJ., FEILZER AJ. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress; J. Dent. Res. 1984 ; 63 : 1396-1399.

7) DURET F., PELISSIER B. Fotopolimerizacion y Blanqueamiento Dentario: por que la LED. Edited by U. Maimonides. Buenos Aires (Argentina). 2006.

8) FREEDMAN G. Bayers' Guide to Curing Lights. Dentistry Today 2003; 9:140-151.

9) HANSEN EK, ASMUSSEN E. Visible-light curing units : correlation betweeen depth of cure and distance between exit window and resin surface. Acta Odontol Scand 1997 ; 55,3 : 162-6.

10) HARRIHGTON L, WILSON HJ. Light-activated restorative materials : a method of determining effective radiation times. J Oral Rehabil 1996 ; 23 ,3, : 210-8.

11) HARRIHGTON L, WILSON HJ. Determination of radiation energy emiitted by light activation units. J Oral Rehabil 1995 ; 22 ,5 : 377-85.

12) JOHNSTON B. Out of the Blue. Forbes Global 1999; 9,6:66-71.

13) KANCA J.3rd, SUH BI. Pulse activation : reducing resin-based composite contraction stresses at the enamel cavo-surface margins. Am. J. Dent. 1999 Jun ; 12,3 : 107-112.

14) KENNEDY J., KAVSER R. Portable Light Emitting Apparatus with a Semiconductor Emitter Array. In: United States Patent. vol. 5.634.711. USA; 1994.

15) KORAN P., KURSCHNER R. Effect of sequential continuos irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion and degree of polymerization. Am. J. Dent. 1998 ; 11,1 :17-22.

16) LYNCH C, RAY N, HAGAN L, BURKE F. The effect of different exposure routines on surface microhardness of light-activated resin composite. Quintessence Int 2003 ; 34 ,6 : 468-72.

17) MILLS R.W., UHL A., et JANDT KD. Optical power outputs, spectra and dental composite depths of cure, obtained with blue light emitting diode (LED) and halogen light curing units (LCUs). Br Dent J 2002 Oct 26 ;193,8 :47.

18) MILLS R.W. Blue light emitting diodes - another method of light curing? In: Br Dent J. vol. 178; 1995: 169.

19) MUSANJE L, DARVELL BW. Polymerization of resin composite restorative materials : exposure reciprocity. Dent Mat 2003 ; 19 ,6 : 531-41.

20) OPDAM NJ, FEILZER AJ, ROETERS JJ, SMALE I. Class I occlusal composite resin restorations : in vivo post-operative sensitivity, wall adaptation, and microleakage. Am J Dent 1998 ; 11 ,5 : 229-34.

21) PELISSIER B., CHAZEL JC., CASTANY E. et DURET F. Lampes à photopolymériser. EMC,Stomatologie/Odontologie,22-020-A 05,2003,11p

22) PELISSIER B., CASTANY E. et DURET F. Les lampes à LED de deuxième génération:évolution de la photopolymérisation. Le point Soc de med dent Belge, 2006 ; 196:12-23.

23) PELISSIER B., CHAZEL JC., CASTANY E. et DURET F. Photopolymérisation LED: approche clinique. Alpha Oméga News 2003 ; 80,11:13-15.

24) PELISSIER B., DURET F. Embouts des lampes à Photopolymériser. Encyclopédie Médico-Chirurgicale (EMC) 2007 ; 22-020-A-06(Stomatologie):1-13.

25) PIRES JA, CVITKO E, DENEHY GE, SWIFT EJ Jr. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. Quintessence Int 1993 ; 24 ,7 : 517-21.

26) RUEGGEBERG FA, CAUGHMAN WF, CURTIS JW Jr. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. Oper Dent 1994 ; 19 ,1 : 26-32.

27) YAP AU. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement : impact of cavity depth and exposure time. Oper dent 2000 ; 25 ,2 : 113-20.

28) YAP AU., SENEVIRATNE C. Influence of light energy intensity on effectiveness of composite cure. Oper Dent. 2001 ; 26,3 :260-6.

29) YAP AU, NG SC, SIOW KS. Soft-start polymerization : influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. Oper Dent 2001 ; 26 ,3 : 260-6.