



UNIVERSITE DE LILLE FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2019 N°:

THESE POUR LE

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 13 Décembre 2019

Par Simon CAMBRAI

Né le 24 février 1994 à Lille - France

RÉALISATION D'UNE VIDÉO PÉDAGOGIQUE : La dépose des reconstitutions coronoradiculaires par matériau inséré en phase plastique (RMIPP)

JURY

Président : Monsieur le Professeur Thomas COLARD

Assesseurs: Monsieur le Docteur Thibault BECAVIN

Monsieur le Docteur Lieven ROBBERECHT

Monsieur le Docteur Henri PERSOON

Membre invité : Monsieur le Docteur Maxime BEAURAIN





Président de l'Université : Pr. J-C. CAMART

Directeur Général des Services de l'Université : P-M. ROBERT

Doyen : E. BOCQUET

Vice-Doyens : A. de BROUCKER

Responsable des Services : S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité : M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES:

P. BEHIN Prothèses

T. COLARD Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux

E. DELCOURT-DEBRUYNE Professeur Emérite Parodontologie

C. DELFOSSE Responsable du Département d'Odontologie pédiatrique

E. DEVEAUX Dentisterie Restauratrice Endodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA Parodontologie

T. BECAVIN Dentisterie Restauratrice Endodontie

A. BLAIZOT Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie

Légale.

P. BOITELLE Prothèses

F. BOSCHIN Responsable du Département de Parodontologie

E. BOCQUET Responsable du Département d'Orthopédie Dento-Faciale

Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire

C. CATTEAU Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie,

Economie de la Santé, Odontologie Légale.

A. de BROUCKER Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux

M. DEHURTEVENT Prothèses

T. DELCAMBRE Prothèses

F. DESCAMP Prothèses

A. GAMBIEZ Dentisterie Restauratrice Endodontie

F. GRAUX Prothèses

P. HILDELBERT Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice

Endodontie

C. LEFEVRE Prothèses

J.L. LEGER Orthopédie Dento-Faciale

M. LINEZ Dentisterie Restauratrice Endodontie

G. MAYER Prothèses

L. NAWROCKI Responsable du Département de Chirurgie Orale

Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille

C. OLEJNIK Responsable du Département de Biologie Orale

P. ROCHER Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux

L. ROBBERECHT Dentisterie Restauratrice Endodontie

M. SAVIGNAT Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie,

Biomatériaux

T. TRENTESAUX Odontologie Pédiatrique

J. VANDOMME Responsable du Département de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse
Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Remerciements

Aux membres du jury,

Monsieur le Professeur Thomas COLARD

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Sciences Anatomiques

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur au Museum National d'Histoire Naturelle en Anthropologie Biologique
- Assesseur à la Recherche

Vous me faites l'honneur d'accepter la présidence de ma thèse malgré vos responsabilités et je vous en remercie.

Je me souviendrai de la qualité de votre enseignement durant mon tutorat d'anatomie cervico-céphalique.

Veuillez accepter ma plus sincère reconnaissance pour la disponibilité dont vous avez fait preuve.

Veuillez trouver à travers ce travail l'expression de mon profond respect.

Monsieur le Docteur Thibault BÉCAVIN

Maître de conférence des universités – Praticien hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Master II Biologie et Santé Lille 2
- Docteur de l'université de Lille

Docteur Becavin, c'est avec enthousiasme et plaisir que vous avez accepté de diriger mon travail de thèse.

Sans hésitation, toujours disponible et avec un profond soutien, vous avez su diriger parfaitement ce travail.

Vous m'avez accordé votre confiance, j'espère que cette thèse sera à la hauteur de vos espérances.

Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance et de mes respectueux remerciements.

Monsieur le Docteur Lieven ROBBERECHT

Maître de conférences des universités – Praticien hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Assesseur Développement Durable

Je vous suis très reconnaissant d'avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse. Je tiens à vous remercier pour tout ce que vous m'avez appris aussi bien en clinique qu'en cours, vos astuces m'accompagnent maintenant dans la pratique au quotidien.

Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de ma profonde estime.

Monsieur le Docteur Henri PERSOON

Assistant hospitalo-universitaire des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

- Docteur en Chirurgie dentaire
- Certificat d'Études Supérieures d'Odontologie Chirurgicale mention Odontologie Chirurgicale – Université de Lille

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger parmi les membres de ce jury et d'avoir pu vous libérer malgré un emploi du temps chargé et de nombreuses responsabilités.

Je vous en suis très reconnaissant.

Monsieur le Docteur Maxime BEAURAIN

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Certificat d'Études Supérieures d'Odontologie Conservatrice et Endodontie Lille 2
- Certificat d'Études Supérieures d'Odontologie Chirurgicale mention Médecine Buccale – Lille 2

Votre présence au sein de ce jury m'honore. Je suis ravi d'avoir travaillé en votre compagnie.

Pour vos qualités humaines d'écoute et de compréhension dont vous avez toujours fait preuve au cours de mes études, soyez assuré de ma grande reconnaissance et de mon profond respect.

Je dédie cette thèse ...

Table des matières

LI	ste des ad	cronymes	15
1	Introdu	uction	16
2	Étude	de la littérature	18
	2.1 Dé	épose des RMIPP collées	18
	2.1.1	Indications de la dépose d'une RMIPP	18
	2.1.1	1.1 Décollement de la RMIPP	18
	2.1.1	1.2 Décollement de la reconstitution en composite	19
	2.1.1		
	2.1.1		
	2.1.1	1.5 Chipping	21
	2.1.1		
	2.1.1		22
	2.1.2	Influence de la composition des tenons fibrés	23
	2.1.2	The state of the s	
	2.1.2		
		1.2.2.1 Tenon en fibres de carbone	
		1.2.2.2 Tenon en fibres de quartz et fibres de verre	
	2.1.2	= · · · = · · · · · · · · · · · · · · ·	25
		Méthode de dépose des RMIPP	
	2.1.3		
		1.3.1.1 Matériel et méthode	
		1.3.1.2 Avantages et inconvénients	27
		3.2 Méthode par forage	
		1.3.2.1 Matériel et méthode	
		1.3.2.2 Avantages et inconvénients	
	2.1.4		30
	2.1.5	Aides optiques	
	2.1.5		
	2.1.5	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
		1.5.2.1 Partie optique	
		1.5.2.2 Partie mécanique	
		1.5.2.3 Partie Électrique	
		1.5.2.4 Intérêt du microscope opératoire	
	2.1.6	Les risques lors de la dépose des RMIPP	
	2.1.7	Le cas des tenons fasciculés	
	2.1.8 2.2 Int	Objectif de travail	
	2.2 Int	térêts des vidéos pédagogiques Théorie de la charge cognitive de Sweller	
	2.2.1	Théorie de l'apprentissage multimédia de Mayer	
	2.2.2	La capsule vidéo	
	2.2.3	Apport des vidéos dans l'apprentissage de l'odontologie	
2			
3		els et méthodes	
		épose des RMIPP	
	3.1.1	Matériels de dépose	
	3.1.2	Matériels optiques	45

	3.1.3	Méthode: Technique ultra sonore sous microscope optique	. 46
	3.2 La	a vidéo pédagogique	
	3.2.1	Préproduction	
	3.2.2	Enregistrement de la vidéo (tournage)	. 48
	3.2.3	Postproduction	
4	Résult	tat	. 52
5	Discus	ssion	. 53
		roblèmes et solutions rencontrés lors du tournage de la vidéo	
		roblèmes et solutions rencontrés lors du montage de la vidéo	
		es limites de la vidéo pédagogique	
		erspectives	
6	Concl	usion	. 57
R	éférences	bibliographiques	. 58
		llustrations	
Tá	able des t	ableaux	. 63
Α	nnexes		. 64
-	Annexe 1	: Storyboard de la vidéo pédagogique	. 64
		: Scénario oral de la voix off	

Liste des acronymes

RMIPP: Reconstitutions corono-radiculaires par matériau inséré en phase plastique

LIPOE : Lésion inflammatoire péri-radiculaire d'origine endodontique

RCR: Reconstitution corono-radiculaire

TIC : Technologie de l'information et de la communication

1 Introduction

Les tenons fibrés ont été commercialisés pour la première fois en 1989. Cependant, la première preuve d'un article publié sur les tenons en fibres date de 1990, par Duret et coll. [17]. Les tenons fibrés initiaux étaient constitués de fibres de carbone / graphite, présentant de bonnes propriétés mécaniques : telles qu'une rigidité, une résistance à la traction, ainsi qu'une toxicité comparativement plus faible que les reconstitutions corono-radiculaires coulées [30].

La réalisation d'une reconstitution corono-radiculaire par matériau inséré en phase plastique est devenue un acte courant dans la dentisterie restauratrice actuelle. Leur réalisation tend à se justifier au vu des divers inconvénients que présentent les reconstitutions corono-radiculaires coulées. Les RMIPP forment une entité homogène constituée d'un tenon fibré et de résine composite collée à l'organe dentaire et elles s'inscrivent dans le courant actuel d'économie tissulaire [7]. Des études ont évalué la flexibilité et la résistance à la fracture des RMIPP collées. Ces études laissent apparaître que les RMIPP collées ont un module de flexibilité proche de la dentine, ce qui leur procurent un avantage par rapport aux tenons métalliques qui présentent un nombre plus élevé de fractures radiculaires [13][39].

Néanmoins leurs indications se limitent lorsque le nombre, la hauteur et l'épaisseur des parois dentaires résiduelles sont suffisantes. De nombreux échecs peuvent survenir lorsque les critères de choix d'une RMIPP ne sont pas respectés. De même, les études montrent que le pourcentage de succès d'un traitement endodontique primaire se basant sur une dent sans image de lésion inflammatoire péri-radiculaire d'origine endodontique (LIPOE) et traité selon les règles de l'art est de 94% [27]. Ainsi une lésion péri apicale peut survenir après un traitement canalaire adéquate pour diverses raisons.

Aujourd'hui, lors de la nécessité d'un retraitement endodontique, la dépose d'une telle reconstitution présente de réelles difficultés notamment dues à la teinte du composite de collage et du tenon fibré proche de la dentine, ainsi que l'adhésion aux parois canalaires de la RMIPP.

L'objectif du travail va consister à la réalisation d'une vidéo sous microscope de la dépose d'une RMIPP par méthode ultrasonore, pour cela une synthèse de la littérature sera faite définissant les causes d'échecs d'une RMIPP, les avantages et inconvénients de chaque technique de dépose et une description de l'intérêt de la vidéo pédagogique sera faite. Ensuite, le processus de réalisation de la vidéo sera décrit et pour finir, une discussion sur les limites et les perspectives de la vidéo sera réalisée.

2 Étude de la littérature

2.1 Dépose des RMIPP collées

Les reconstitutions corono-radiculaires par matériau inséré en phase plastique font actuellement partie des soins quotidiens. Avec l'amélioration constante des systèmes de collage, les performances des RMIPP ne cessent d'être augmentées. Néanmoins, les premiers cas d'échec des RMIPP sont mis en évidence et les praticiens ont souvent très peu de connaissance sur les diverses méthodes de dépose des RMIPP.

2.1.1 Indications de la dépose d'une RMIPP

2.1.1.1 Décollement de la RMIPP

L'altération du joint de colle est la première cause d'échec des RMIPP. Le décollement est principalement dû à la dégradation de la liaison dentine-composite sous l'influence de la fonction masticatoire et des composants de l'environnement buccal. Lorsque le tenon fibré entre en contact avec les fluides buccaux, sa résistance à la flexion est fortement réduite. Ces fluides combinés à une charge cyclique de l'environnement buccal (mastication, occlusion), jouent un rôle important dans le décollement des tenons fibrés. De plus, la percolation des RMIPP est souvent associée à des caries [34].

Pour éviter le défaut de collage des RMIPP, il faut [35] :

- Évaluer soigneusement le nombre de parois dentaires disponibles, tout en tenant compte également de la quantité de parois dentaires qui sera perdue à la suite de la préparation de la couronne ultérieure. L'absence de paroi dentaire disponible pour le collage est l'une des principales causes de l'altération du collage de notre RMIPP;
- S'assurer que la préparation a un cerclage (ferrule) suffisant ;
- S'assurer que la longueur maximale de préparation du logement canalaire a été créée, sans risquer de perforer les racines ni compromettre l'étanchéité apicale du canal radiculaire ;
- Choisir le tenon fibré adapté ;

- Isoler la dent avec une digue en latex pour contrôler l'humidité et assurer une liaison optimale à la dentine;
- Éliminer tous les restes de gutta percha et de ciment d'obturation de l'espace canalaire, afin d'optimiser la surface dentinaire disponible pour le collage.

2.1.1.2 Décollement de la reconstitution en composite

Le décollement de la RMIPP est une complication rare. Cela peut se produire lorsqu'aucune paroi dentaire résiduelle n'est laissée après préparation et que la dent est soumise à des contraintes masticatoires et des forces de cisaillement importantes [20][37][2].

La contamination de la surface du tenon pendant la procédure de collage, et un manque d'attention portée aux protocoles de collage peuvent également être à l'origine de ce type de d'échec.

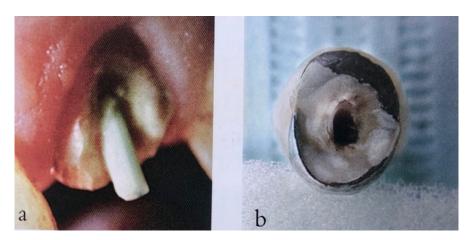


Figure 1 : Décollement du composite de restauration du tenon fibré [35]

2.1.1.3 Fracture du tenon fibré

Selon la littérature, la fracture des RMIPP est rare. La cause principale est généralement l'utilisation d'un tenon trop étroit, pour la restauration d'une dent fortement délabrée, soumise à une charge occlusale importante [37].

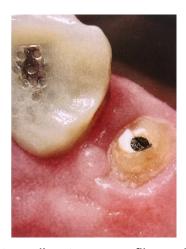


Figure 2 : Fracture d'un tenon en fibres de carbone [35]

2.1.1.4 Fracture radiculaire

Les études cliniques indiquent que les fractures radiculaires sont très rares lorsque la dent est restaurée avec une RMIPP et une couronne. Les fractures radiculaires peuvent être associées à un décollement du tenon fibré entrainant un défaut du module d'élasticité de la reconstitution corono-radiculaire collée. Le module d'élasticité des tenons fibrés favorise la rupture par décollement plutôt que la fracture radiculaire. Une étude s'est intéressée à la résistance à la fracture des dents obturées endodontiquement présentant différentes épaisseurs de dentine cervicale et restaurées par une reconstitution corono-radiculaire [49]. Les résultats n'ont montré aucune fracture lorsque les dents sont exposées à une charge intermittente, ceci est dû au module d'élasticité du tenon fibré (18 à 50 GPa) et de la dentine (18 GPa) qui sont très proches. Cependant lors d'une charge statique, une différence significative est observée entre les différents groupes de dents :

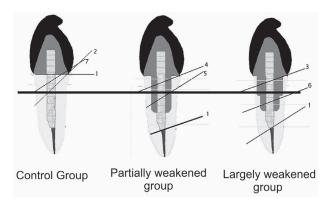


Figure 3 : Nombres et types de fracture des dents reconstituées par une RMIPP soumise à une charge statique en fonction de l'épaisseur de dentine cervicale résiduelle [49]

Les fractures les plus fréquentes pour les racines avec une épaisseur de dentine cervicale épaisse sont les fractures du composite de restauration ou de la dentine cervicale, tandis que pour les racines affaiblies, la fracture la plus fréquente est celle de la racine (Figure 1). Ainsi, les résultats de cette étude démontrent qu'en cas de racines fortement affaiblies, avec des parois de dentine très fines, l'utilisation des RMIPP ne permet pas aux racines de retrouver la même résistance à la fracture que les racines non affaiblies.

2.1.1.5 Chipping

Le chipping du composite de restauration est normalement un problème mineur, il est simplement résolu par réparation ou, s'il est important, par remplacement du composite. Normalement, la présence du tenon fibré assure un soutien suffisant à la nouvelle restauration en composite. Cependant, la mise en place d'une couronne est souvent indiquée si le composite est volumineux et subit des éclats répétés [35].



Figure 4 : Chipping du composite de restauration d'une RMIPP [35]

2.1.1.6 Place de la dent sur l'arcade et nombre de paroi

Il est établi que la place de la dent sur l'arcade est un facteur très important dans la survie d'une RMIPP. Les dents antérieures maxillaires (incisives et canines) sont soumises à des forces de cisaillement horizontales nettement supérieures à ceux des prémolaires et molaires qui subissent majoritairement des forces de compression verticales. Ainsi la région maxillaire antérieure présente un taux d'échec des RMIPP en termes de fractures supérieur à la région postérieure [37]. Il a aussi été démontré que le nombre de parois résiduelles est un facteur crucial pour la survie des restaurations, le nombre de parois doit être supérieur à 2. Une RMIPP réalisée sur une dent ne possédant aucune ou une seule paroi entraine une fracture systématique de celle-ci [21][9].

2.1.1.7 Épidémiologie : Fréquence d'échec des RMIPP

Une étude quantitative rétrospective sur 6 ans a été menée sur 43 dents reconstituées par des tenons en fibre de quartz.[25]. Le résultat du traitement et le taux de succès ont été évalués par des examens cliniques et radiographiques intra-oraux. Le résultat était considéré comme réussi si le tenon ne présentait pas de signes cliniques ou radiographiques de défaillance technique, de perte de rétention, de fracture radiculaire, de fracture du tenon ou de lésion péri-apicale. Sur les 43 dents, 21 dents (soit 48,84%) ont été classées comme un succès. Cette étude a révélé que la principale raison de l'échec des restaurations en composite était due à une coloration du joint de collage, d'autres études ont montré que les caries secondaires étaient la raison la plus fréquente de remplacement des restaurations composites [5].

Cette étude nous montre aussi que la survie des RMIPP à 6 ans était nulle. La raison probable de ces résultats est due au manque de protection de la partie coronaire de la dent par une couronne.

Une étude [20] révèle que la raison la plus fréquente d'échec est le décollement de la RMIPP dû à un manque de dentine cervicale autour de la reconstitution, le cerclage (ferrule) devant être de 2 mm minimum.

2.1.2 Influence de la composition des tenons fibrés

2.1.2.1 Composition des tenons fibrés

Les tenons fibrés sont constitués de fibres longitudinales parallèles entre elles, unidirectionnelles noyées dans une matrice de résine polymère [7]. La fonction de la matrice dans les tenons fibrés est de maintenir les fibres ensemble dans le tenon, ainsi que d'interagir avec les monomères fonctionnels contenus dans les matériaux adhésifs pour une liaison réussie entre le tenon et le composite de collage. Plusieurs types de matrice constituent les tenons en fonction des marques des tenons. Il y a des matrices à base d'époxy, des matrices de résine diméthacrylate comprenant du Bis-GMA ou encore une matrice faite de polymères semi-interpénétrés non polymérisés. Mais la liaison entre le tenon et le composite de collage se fait surtout par le traitement de surface de cette matrice : la silanisation [3].

Les fibres, en revanche, apportent force et rigidité au tenon. Elles sont constituées de fibres de carbone, de quartz ou de verre.

2.1.2.2 Les tenons fibrés

2.1.2.2.1 Tenon en fibres de carbone

Les tenons en fibres de carbone sont constitués à partir de fibres de carbone continues et unidirectionnelles dans une matrice en résine époxy. Une étude [44] montre que les tenons en fibres de carbone seraient plus performants que ceux en fibres de verre dû à leur rigidité supérieure. Le défaut d'esthétisme est le principal inconvénient des tenons en fibres de carbone. Leur couleur marron foncé risque de compromettre le rendu esthétique en créant un effet d'ombre au niveau cervical si le parodonte est fin et le canal est large.

Néanmoins, leur couleur marron foncé est un avantage lors de leur éviction car l'opérateur va pouvoir identifier facilement le tenon de la dentine radiculaire et ainsi éviter le risque de perforation radiculaire. De même selon Couvrechel [15], ils ont une faible adhésion à la matrice résineuse, ce qui rend leur décohésion plus facile.



Figure 5 : Tenon en fibres de carbone [35]

2.1.2.2.2 Tenon en fibres de quartz et fibres de verre

Les tenons en fibres de quartz et de verre sont constitués de fibres longitudinales parallèles entre elles et noyées dans une matrice de résine époxy ou polyester. Les fibres représentent environ 60 à 65% du tenon. Ils peuvent être cylindriques à double étage, cylindriques ou cylindro-coniques [26].

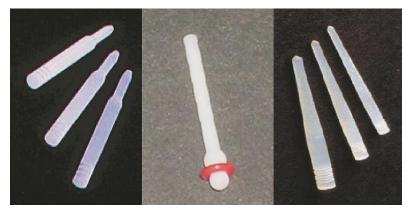


Figure 6 : Tenon en fibres de verre ou de quartz (cylindrique à double étage / cylindrique / cylindroconique) [25]

Les tenons en fibres de quartz et de verre allient une bonne biocompatibilité, de bonnes propriétés mécaniques ainsi qu'une esthétique satisfaisante de par leur couleur blanche ou opaque. Néanmoins ils présentent une plus grande rigidité dans le sens axial par rapport aux tenons en fibres de carbone.

Leur couleur très proche de la dentine radiculaire pose toutefois plus de complications lors de la dépose. Les risques de fausse route, d'affaiblissement des parois radiculaires et de perforation sont ainsi majorés. De même, les propriétés optiques des fibres de quartz et de verre améliorent la transmission de la lumière à travers les

tenons translucides qui induit une polymérisation plus complète du composite de collage dans la région apicale et ainsi une rétention accrue du tenon [24].

2.1.2.3 Les colles et composites de collage

Il existe trois systèmes de collage :

- Les colles avec propriétés adhésives contenant un monomère actif (ex : Superbond);
- Les colles auto-adhésives (ex : RelyX unicem) ;
- Les colles sans propriété adhésive nécessitant un mordançage et l'utilisation d'agent de couplage (ex : Duolink).

Ce sont ces dernières qui sont utilisées pour le collage des tenons fibrés, il faut ainsi utiliser un agent de couplage à polymérisation dual (M&R2 et certains SAM1) pour que le collage intra-canalaire soit complet [7].

Plusieurs facteurs influenceraient la facilité de la dépose :

- Selon l'étude de Ferrari et coll.[22], les M&R2 à prise dual auraient un potentiel de collage plus important que les autres systèmes de collage;
- De même les RMIPPs avec un tenon carbone transmettent moins la lumière et ont une polymérisation incomplète dans le tiers apical [24];
- L'insertion non complète du tenon lors du collage entraine la présence d'un bouchon de colle dans le tiers apical. Le composite de collage adhère aux parois radiculaires et est beaucoup moins pénétrable que le tenon fibré ce qui complique la dépose. Il est recommandé d'effectuer la dépose de ce bouchon sous aide optique pour limiter les risques de perforation [29][15].

2.1.3 Méthode de dépose des RMIPP

2.1.3.1 Ultrasonore / sonore

2.1.3.1.1 Matériel et méthode

La dépose des RMIPPs peut se faire avec des instruments ultrasonores ou sonores. Il faut au préalable déterminer la nature du tenon et les éventuelles difficultés grâce à la radiographie retro-alvéolaire. Une aide optique est fortement conseillée (microscope ou loupe optique)[29]. Il faut dans un premier temps déposer la reconstitution prothétique, puis poser le champ opératoire (digue) pour avoir une complète étanchéité lors de la dépose.

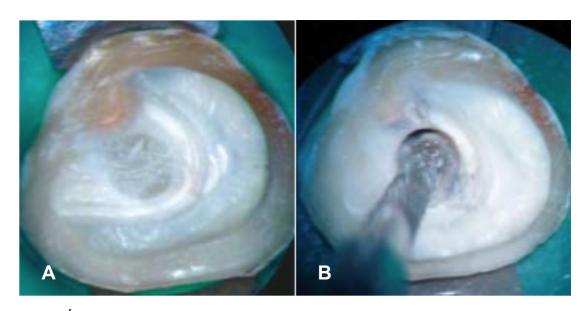


Figure 7 : Étapes de dépose par méthode ultrasonore (Figure 4A : dépose du composite de restauration avec une fraise boule diamantée / Figure 4B : dépose du tenon fibré à l'aide des ultrasons diamantés) [14]

Lors de la dépose par méthode ultrasonore, le composite de restauration et la partie du tenon coronaire sont déposés à l'aide d'une fraise boule diamantée pour ne laisser que l'émergence du tenon radiculaire (Figure 4A).

Puis, l'éviction du tenon fibré et du composite de collage radiculaire se fait avec des inserts diamantés boules et des inserts diamantés cylindro-coniques sans eau sous microscope optique. L'ensemble du tenon et du composite est éliminé par touches successives de deux trois secondes pour éviter une nécrose des tissus de soutien de la dent par échauffement, jusqu'au traitement canalaire (Figure 4B) [14][15].

2.1.3.1.2 Avantages et inconvénients

Selon Couvrechel [14] la méthode ultrasonore serait la plus sûre pour la dépose des RMIPPs, et la plus efficace dans l'élimination des fibres résiduelles. Son utilisation semble indispensable pour l'éviction des bouchons de colle situés entre le tenon et la gutta sous-jacente.

Elle reste cependant très chronophage, il faut environ 15 min de forage pour l'éviction de 2 millimètres de tenon fibré. L'indication de la technique ultrasonore serait plutôt réservée pour les fractures de tenons fibrés dans le tiers moyen ou apical. Le travail s'effectuant dans la partie la plus apicale, des aides optiques telles que le microscope optique ou télé loupe X4 sont indispensables pour la dépose[29].

2.1.3.2 Méthode par forage

2.1.3.2.1 Matériel et méthode

La dépose des RMIPP peut aussi se faire par forage du tenon, c'est une technique beaucoup plus accessible au cabinet en terme de moyen matériel. Cependant, elle reste très opérateur dépendant. Il faut dans un premier temps déposer la reconstitution prothétique, puis poser le champ opératoire (digue) pour avoir une complète étanchéité lors de la dépose.

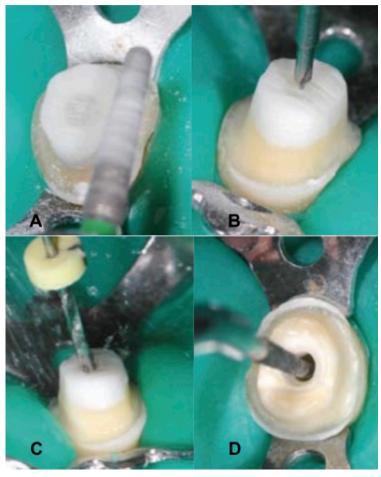


Figure 8 : Étapes de dépose des tenons fibrés par forage (Figure 5A : Mise en évidence du tenon / Figure 5B : Fraisage du tenon à l'aide d'un foret pointeur / Figure 5C : Dépose du tenon à l'aide du foret travaillant / Figure 5D : Nettoyage aux ultrasons de la colle résiduelle)
[14]

Pour la dépose d'une RMIPP par forage, on réalise tout d'abord une section avec une fraise diamantée de la partie coronaire de la reconstitution, de sorte à obtenir un plan perpendiculaire à l'axe du tenon et de mettre en évidence la tête du tenon (Figure 8A), par la suite on utilise un foret pointeur au centre du tenon et perpendiculaire à

l'axe du tenon sur 2 millimètres, pour assurer par la suite un guidage contrôlé du foret d'éviction (Figure 8B). Pour le forage du tenon, un foret (type Peeso) est inséré dans l'émergence du foret pointeur, le foret est muni d'un stop à la longueur du tenon. Il est utilisé sur contre angle à pleine vitesse sous irrigation jusqu'à la longueur du stop en caoutchouc et mise en évidence de la gutta percha. Une pression intermittente sous irrigation est préconisée pour préserver les tissus adjacents (Figure 8C). L'élimination des résidus de fibre et du composite de collage intra-canalaire est réalisée avec des inserts diamantés cylindro-coniques (Figure 8D) [14][29][15].

2.1.3.2.2 Avantages et inconvénients

Selon Couvrechel [15], la technique de forage semble être la plus rapide et la moins chronophage. De même, certains fabricants proposent des kits de dépose en fonction de leur tenon qui faciliteraient la dépose, par exemple les tenons Hi-Rem Prosthetic post [42].

Cependant cette technique reste très praticien dépendant, présente un risque beaucoup plus important de perforation radiculaire et demande une connaissance de l'axe et de la profondeur du tenon fibré par une lecture radiographique précise [14]. L'utilisation seule des forets ne permettrait pas de nettoyer complètement les parois, ni l'éviction de bouchon apical de composite de collage, ainsi un complément d'insert ultrasonore sous aide optique semble nécessaire[29].

2.1.4 Étude comparative des différentes techniques

Tableau 1 : Revue des études sur les différentes techniques de dépose des RMIPP (tableau personnel)

Auteurs et	Objectif de	Population	Les différents	Méthode	Critère	Résultat
date	l'étude	étudiée	tenons fibrés et les		diagnostique	
			différentes		Ou De	
			techniques de		jugement	
			dépose			
Matthew	Comparaison de	80 prémolaires	4 tenons :	Les dents sont sectionnées	<u>Le temps :</u>	Selon une ANOVA et le
Lindemann	l'efficacité de	Mandibulaires.	- Parapost XH Control	à la JEC, puis obturées à la	chaque	test de Hoc Tuckey une
et coll.	diverses	monocanalaires	(tenon titane)	gutta percha et	procédure est	différence significative
(2005)[31]	techniques de	extraites avec	- Parapost fiber white	désobturées sur 8mm.	chronométrée	est observée (p=0,05)
	dépose des	des longueurs et	(tenon fibré)	20 dents sont utilisées pour		Temps:
	RMIPP	largeurs	- Luscent anchors (tenon	chaque tenon.	Efficacité :	- Les systèmes des
		similaires	fibré)	Elles sont ensuite divisées	Échelles à 5	fabricants étaient plus
			- Aesthesi-plus (tenon	en deux groupes.	points en	rapides et les tenons
			fibré)	10 tenons sont déposés par	fonction de	titane plus longs à
				le système du fabricant et	l'efficacité de la	déposer.
			2 systèmes de dépose :	les 10 autres par les fraises	dépose	Efficacité :
			- système du fabricant	et inserts diamantés.		- Le système fraise et
			- fraise diamantée et	Les dents sont ensuite		insert diamanté a une
			insert diamanté	sectionnées et analysées		légère efficacité
				par le même opérateur au		supérieure
				microscope.		

Gesi et coll.	Comparaison de	60 dents	3 tenons :	Les dents sont sectionnées	Le temps :	Une ANOVA à deux
(2003)[24]	l'efficacité de	antérieures	- tenon fibré conique 6%	puis traitées	La dépose est	facteurs et un test de
	deux techniques	extraites sans	(Ghimas) + utilisation	endontiquement et	chronométrée,	comparaison multiple
	de dépose en	fracture avec une	d'un primer sur le tenon	obturées à la gutta percha	avec pour	de Tuckey sont réalisés
	fonction du tenon	racine d'au moins	et d'un adhésif +	par condensation verticale	début : avant	(p=0,05)
		14 mm	composite de collage	et désobturées sur 10 mm.	l'insertion du	
			dual	L'échantillon est divisé en	premier foret et	- La dépose du
			- FRC post fiber post	trois sous-groupes de 20	pour fin :	Composipost est
			(Ivoclar) + silanisation du	dents sur lesquelles sont	visualisation de	significativement plus
			tenon et utilisation d'un	collés les différents tenons	la gutta percha.	rapide.
			adhésif + composite de	1 ^{er} groupe : tenon Ghimas		- La technique : foret
			collage dual	2 ^{ème} groupe : FRC post		pointeur + largo 3 est
			- composipost : tenon	3 ^{ème} groupe : Composipost		significativement plus
			fibré carbone (RTD) +	Ensuite les sous-groupes		rapide que le kit de
			utilisation d'un adhésif et	sont divisés en deux et		dépose RTD
			composite de collage	chaque technique d'éviction		
				est réalisée sur les sous-		
			2 systèmes de dépose :	échantillons		
			- Kit RTD composé d'un			
			foret pointeur et d'une			
			fraise de dépose allant à			
			la longueur			
			- foret pointeur et foret			
			largo 3			

Anderson et	Évaluer la vitesse	60 dents mono-	2 tenons :	Les dents sont sectionnées	<u>Le temps :</u>	Une analyse de
coll.	et l'efficacité des	canalaires	- DT light post n°1 +	à 3 mm au-dessus de la	La dépose est	variance à deux
(2007)[10]	trois systèmes de	extraites et	utilisation d'un MR2 et	JEC. Elles sont ensuite	chronométrée	facteurs (ANOVA) est
	dépose des	exemptes de	d'un composite de	traitées endodontiquement	juste avant	réalisée pour comparer
	RMIPP	lésions carieuses	collage dual (Duo link)	et obturées à la gutta	l'insertion de la	les types de tenon fibré
		et de fractures,	- Parapost fiberlux +	percha par technique	première fraise	et les différentes
		avec une	utilisation d'un SAM2 et	verticale à chaud. Un	jusqu'à	techniques de dépose.
		longueur	d'un composite de	forage de 9 mm est réalisé	l'exposition	
		radiculaire	collage dual (ParaCem)	pour les futurs tenons	apicale de la	Au niveau du temps,
		normalisée		fibrés, 5 mm minimum de	gutta.	aucune différence
		autour de 14 mm	3 systèmes de dépose :	gutta est laissé en apical.		significative n'a été
			- Kit RTD light post (foret	La moitié des dents sont	<u>L'efficacité :</u>	observée entre les
			pilote + foret travaillant)	restaurées avec les tenons	Échelles à 5	différentes techniques.
			- Kodex et Tenax drills	DT light post n°1et l'autre	points en	
			(fraise boule + foret	partie par les tenons	fonction de	Efficacité : Les trois
			pointeur hélicoïdal Kodex	parapost. Chacun des deux	l'efficacité de la	techniques sont
			+foret Tenax starter et	groupes est reparti en 3	dépose	efficaces mais la
			Parapost	sous-groupes pour chaque		technique fraise boule
			- fraise boule pointeuse +	technique de dépose.		+ forets Peeso semble
			forets Peeso n°3 et n°4	Après la dépose, les dents		être la plus efficace.
				sont sectionnées		
				longitudinalement et elles		
				sont analysées au		
				microscope.		

Scotti et coll.	Évaluer en	48 dents mono-	Tenon:	Les dents sont sectionnées	<u>Le temps :</u>	Un test de Kolmogorov
(2013)[42]	fonction de	canalaires	- DT light post n°1 (tenon	à la JEC, puis elles sont	calculé avec un	et Smirnov et des tests
	l'expérience	extraites de	fibré)	traitées endodontiquement	chronomètre sur	Post-hoc Tukey sont
	professionnelle,	même longueur.	- Hi-Rem Prosthetic post	obturées à la gutta. Un	la phase	utilisés.
	la vitesse et		(tenon fibré composé	forage de 10 mm est	opératoire.	Adhésion : pas de
	l'efficacité de		d'une tige centrale en	réalisé.	Adhésion :	différence significative.
	dépose de deux		polymère souple)	La moitié des dents sont	Utilisation d'une	Temps: influence
	systèmes de		Les deux tenons sont	restaurées avec les tenons	machine qui	majeure de
	dépose.		collés grâce à un ciment	DT light et l'autre avec les	exerce une force	l'expérience de
			de scellement composite	tenons Hi-Rem. Les dents	d'arrachement	l'opérateur dans la
			auto adhésif.	sont ensuite placées dans	parallèle au	technique ultrasonore
				un bloc acrylique où des	tenon et à la	et pas de différence
			Technique :	tests d'arrachement sont	dent.	dans la dépose des
			- Ultrason Start X n°3	réalisés et calculés en	<u>L'usure</u>	tenons Hi-Rem
			(insert micro fraisé), pour	newton.	<u>iatrogène :</u>	(p<0,001).
			la dépose des tenons DT	Dans chaque groupe, 16	Calculée avec	Les tenons Hi-Rem
			light post	dents sont sélectionnées et	une balance	plus rapides à déposer
			- Foret Profile 25/0.04	divisées en deux pour	avant et après la	que DT light
			utilisé dans le centre du	l'opérateur étudiant et le	dépose	(p<0,0001)
			tenon Hi-Rem fait de	praticien expérimenté.	<u>L'efficacité :</u>	<u>Usure :</u> l'opérateur
			polymère souple +	Chaque observateur	Échelles à 5	expérimenté moins
			utilisation d'un largo n°2	effectue les deux méthodes	points	mutilant.
			pour l'éviction complète	puis les dents sont		Efficacité qualitative
				sectionnées et analysées		similaire.
				au microscope		

Abe et coll.	Évaluation de	45 canines	<u>Tenon</u> :	Les dents sont sectionnées	Temps:	Une Anova est utilisée
(2014) [1]	l'efficacité de trois	maxillaires	- Reforpost n°2 /	avec un disque au niveau	Enregistré avec	pour le temps, un test
	techniques de	extraites avec	diamètre 1,3 mm (tenon	de la JEC. Puis préparées	un chronomètre	de Kruskal Wallis pour
	dépose des	des racines	en fibre de verre). Le	endodontiquement et	du début à la fin	l'efficacité et une
	tenons fibrés.	mono-canalaires	tenon est collé au	obturées à la gutta percha	de l'opération,	Anova ainsi qu'un test
		d'environ 16 mm	Panavia F.	au diamètre 40.	avec arrêt lors	de Tuckey Kramer sont
				Un forage à 10 mm avec un	du changement	utilisés pour l'usure.
			Technique :	largo 4 est réalisé.	d'instrument et	
			- Fraise pointeuse	La technique de Bramante	irrigation.	Temps:
			diamantée n°1012 +	et Al est réalisée :		La méthode 3 semble
			largo n°4	La racine est insérée dans	Efficacité :	être la plus rapide pour
			- Insert ultrason diamanté	un bloc de résine poly-	Le tiers cervical	le retrait et la 1 semble
			ST 21	esther contenu dans un	et moyen sont	être la plus lente.
			- Fraise carbure de	moule.	photographiés	
			tungstène long col jusque	Les racines sont ensuite	après la dépose	Efficacité : (p<0,05)
			½ de la longueur du	sectionnées	et analysés en	La méthode 3 semble
			tenon + ultrason	transversalement en trois	aveugle par	être la plus efficace.
			diamanté ST 21	(à 5 mm / 10 mm de la	deux	
				couronne) pour avoir des	observateurs. Ils	Usure : (p<0,01)
				trois tiers radiculaires.	sont ensuite	La méthode 3 et 2
				Le tiers cervical et moyen	comparés avec	présentent légèrement
				sont photographiés puis les	les	plus d'usure des parois
				dents sont remontées dans	photographies	radiculaires.
				le système de moule.	avant l'éviction	
				Les tenons fibrés sont	pour déceler la	D'après les résultats, la
				collés au Panavia F.		méthode 3 semble être

	Les dents sont divisées en	présence de	la plus efficace
	trois sous-groupes de 15	colle résiduelle.	seulement sur le
	tiers cervical et 15 tiers		facteur : retrait des
	moyen, chaque tiers est	<u>Usure :</u>	colles résiduelles, mais
	ensuite divisé en 3 sous-	Analysée par	d'un point de vue de
	groupes de dépose.	deux	l'efficacité des trois
	Un seul opérateur effectue	observateurs en	techniques, aucune
	les déposes sous	aveugle, puis	différence significative
	microscope optique.	analysée dans	n'a pu être mise en
	La dépose est complète	un logiciel	évidence.
	lorsque les 10 mm sont	« image tool for	
	atteints, que la gutta est	windows », les	
	visible et aucun composite	observateurs ont	
	de collage n'est laissé.	mesuré la	
		surface	
		radiculaire	
		externe et	
		interne pour	
		obtenir un	
		rapport et ainsi	
		le comparer	
		avec le rapport	
		avant traitement.	

<u>Liste des abréviations du tableau 1 :</u> RMIPP : Reconstitutions corono-radiculaires par matériau inséré en phase plastique ; JEC : Jonction émail cément.

La décision d'inclure les articles dans l'étude comparative a été basée sur plusieurs critères, les articles doivent :

- Comparer plusieurs techniques de dépose, et plusieurs tenons ;
- Être statistiquement significatifs ;
- Avoir des critères de jugement différents ;
- Être différents les uns des autres.

L'étude de Matthew Lindemann et coll. [31] montre que le système de dépose du fabricant semble plus rapide mais légèrement moins efficace que l'association fraise boule diamantée et insert diamanté. Il démontre aussi que les tenons titane sont plus longs à déposer que les tenons fibrés.

Gesi et coll. [24] montrent quant à eux que les tenons en fibres de carbone sont plus rapides à déposer que les tenons en fibres de quartz ou de verre. Néanmoins, le système de dépose du fabricant pour les tenons en fibres de carbone est moins rapide que la technique foret pointeur et Largo 3 sur les autres tenons.

De même, Anderson et coll. [10] évaluent 3 systèmes de dépose par forage (un système du fabricant, un système avec un foret hélicoïdal allant à la longueur du tenon et un kit fraise boule pointeuse avec un foret Peeso). Aucune différence en terme de temps n'est observée mais une efficacité supérieure du kit fraise boule et foret Peeso est démontrée.

Scotti et coll. [42] évaluent l'expérience professionnelle du praticien et étudient les tenons Hi-Rem composés d'une tige centrale souple facilitant la dépose. L'étude montre que le praticien expérimenté sera plus rapide et moins mutilant dans la dépose aux ultrasons diamantés et que les tenons Hi-Rem sont plus rapides à déposer que les tenons fibrés classiques.

Enfin, Abe et coll. [1] évaluent 3 techniques de dépose (fraise pointeuse et largo, ultrasons diamantés et l'association fraise carbure de tungstène long col jusqu'à la moitié du tenon et ultrasons diamantés). L'association fraise carbure de tungstène et ultrasons est la plus efficace et la plus rapide, néanmoins les ultrasons sont plus mutilants que la dépose par forage. L'étude démontre que les ultrasons sont plus efficaces sur les retraits des colles résiduelles mais aucune différence significative entre les techniques n'est observée.

Pour résumer, 3 types de système de dépose ont été utilisés dans les études, les forets (type Largo ou Peeso), les inserts ultrasons ou les kits de dépose des fabricants du tenon.

Les inserts ultrasons montrent une efficacité supérieure, leurs utilisations semblent nécessaires au nettoyage complet du système canalaire, après l'utilisation des autres systèmes de dépose. L'usure de la structure dentaire est ainsi supérieure lors de son utilisation, cependant elle semble logique, car l'éviction de la colle dans les tubulis dentinaires est nécessaire pour l'irrigation.

Selon l'étude de Gesi et coll. [24], les tenons en fibres de carbone sont plus rapides à déposer que les tenons en fibres de verre ou de quartz, dû à leur couleur foncée qui transmet moins la lumière et induit une photopolymérisation moins importante du composite de collage.

Néanmoins l'expérience de l'opérateur prime sur les diverses techniques utilisées en termes de vitesse de dépose, d'efficacité et d'usure de la structure dentaire.

Certains nouveaux tenons comme les Hi-Rem Prothetic Post sont conçus pour permettre une dépose plus aisée pour les opérateurs non-initiés.

2.1.5 Aides optiques

Les aides optiques peuvent être considérées comme étant l'ensemble des appareils visant à corriger une déficience visuelle, à prévenir ou réduire une situation de handicap, ou à compenser une incapacité visuelle [43].

2.1.5.1 Loupes binoculaires

Deux principes d'optique sont utilisés pour les télé-loupes :

- Le principe optique de Galilée, qui comporte des déformations et aberrations de l'image. Pour cette raison, ce système sera utilisé pour des grossissements faibles (jusque environ x 2,5)
- Le principe optique de Kepler, qui comporte très peu de déformation et offre une vision stéréoscopique avec un grossissement compris entre x 3,2 et x 8.

Les télé loupes pourront ensuite être montées sur un système relevable (FLIPP UP) ou un système transfixé (TTL). De même elles pourront comporter un éclairage qui est plus que recommandé avec un montage sur monture de lunette classique ou sur un casque support en fonction du poids de celle-ci.

Le choix des télé loupes se fera en fonction du grossissement qui impose une profondeur de champ qui diminuera de manière inversement proportionnelle au grossissement, ce qui réduit la facilité d'utilisation.

Dans le domaine de la dépose des reconstitutions par matériaux insérés en phase plastique, il faudra choisir un fort grossissement.

Les télé loupes ont l'avantage d'être nettement moins onéreuses que le microscope optique en terme d'investissement mais elles ont une profondeur de champs pour le même grossissement nettement inférieure [33].

2.1.5.2 Microscope opératoire

Le principe du microscope est de former une image agrandie d'un objet éclairé. Il y a deux types de stéréo-microscopie :

- Type de Greenough : Deux microscopes sont disposés côte à côte et convergent vers le même objet
- Type Galiléen : c'est l'association de trois éléments. Un objectif, 2 oculaires et des prismes situés entre les 2 systèmes.

Le système Galiléen est le seul utilisé en dentisterie. On distingue 3 parties dans le microscope : une partie optique, une partie mécanique et une partie électrique [33].

2.1.5.2.1 Partie optique

Les deux oculaires surmontés de bonnettes en caoutchouc sont par où l'observateur regarde l'objet. Elles ont une focale comprise entre 100 et 125 mm et un grossissement de 10X ou 12,5X.

Les objectifs situés du côté de l'objet sont facilement interchangeables. Leurs focales varient de 200 à 400 mm. L'objectif sera choisi en fonction de la distance de travail du praticien et de son exercice.

Les prismes sont situés entre l'objectif et les oculaires, ils sont situés sur 3 niveaux ou 5 niveaux. Les microscopes actuels possèdent un zoom automatique qui modifie la hauteur du prisme dans une tourelle [33].

2.1.5.2.2 Partie mécanique

Le bras pantographique est constitué d'un bras rigide connecté à un statif et d'un bras ciseaux sur son autre extrémité où est branché le système optique. Le statif peutêtre [33] :

- Mural;
- Plafonnier;
- Au sol sur un plateau.

2.1.5.2.3 Partie Électrique

L'éclairage est de type coaxial. Une lumière traversant l'objectif est réfléchie sur le site opératoire et retraverse l'objectif et les binoculaires du microscope pour donner une image 3D grâce aux 2 oculaires. Il y a 3 types d'ampoules possible, les ampoules halogènes-quartz (obsolètes), les ampoules au xénon refroidies par un ventilateur et les LEDs [33].

2.1.5.2.4 Intérêt du microscope opératoire

Le microscope opératoire permet de discerner très finement la dentine radiculaire du tenon fibré, ainsi qu'une large visualisation de l'émergence du tenon. Il procure au praticien une vision continuelle lors du travail en profondeur dans le canal, ce qui limite les risques de fausse route et de perforation. Il possède un plus gros grossissement et une meilleure profondeur de champs que les télé-loupes. Néanmoins, son apprentissage est plus long (6mois). Le praticien doit apprendre à travailler en vision indirecte et nécessite un travail à quatre mains. De plus, le microscope optique est largement plus onéreux que les télé-loupes, son prix se situe entre 20000 et 80000 euros, limitant son achat à une spécialisation ou une pratique exclusive de l'endodontie [43].

2.1.6 Les risques lors de la dépose des RMIPP

La dépose d'un tenon fibré présente certains risques. L'opérateur lors de l'éviction du tenon fibré va fragiliser la dent. Certaines études ont évalué l'influence des ultrasons dans les traitements endodontiques sur la formation de microfissures dans les racines et de leurs propagations [8][47]. L'étude de Çapar et coll. [11] montre que la dépose des tenons fibrés à l'aide de foret n'avait pas d'effet significatif sur la propagation de fissures. La récente étude de Aydemir et coll. [6] démontre une résistance à la fracture similaire entre une dent ayant subi une dépose d'un tenon fibré avec des forets et une dent n'ayant pas subi de dépose. Cependant, elle montre une résistance moindre pour les déposes aux ultrasons. Ceci serait dû à la production de chaleur des ultrasons [19] et à la création de microfissures.

Néanmoins, aucune autre étude n'a comparé l'effet des techniques de dépose sur la fracture ou la perforation des racines. Il reste évident que la dépose d'un tenon fibré fragilise la dent de par le sur-traitement qui est exercé sur cette dent.

2.1.7 Le cas des tenons fasciculés

Le tenon anatomique fasciculé est un nouveau type de tenon fibré qui s'adapte à l'anatomie canalaire, le canal ne sera pas préparé mais juste désobturé, permettant l'économie tissulaire et limitant le risque de fracture [18][4]. Le tenon fasciculé est composé de micro-tenons fibrés individualisés formant un aspect de fagot. Ils sont

ensuite collés entre eux dans le canal grâce à un composite de restauration. Cependant, il semble plus compliqué de ré intervenir sur ce type de tenon anatomique car le tenon s'apparente à un noyau de composite chargé en fibres. L'opérateur aura du mal à discerner la dentine radiculaire du tenon, le tenon peut être légèrement courbe contrairement au tenon fibré classique qui est rectiligne. Ainsi certains tenons fasciculés possèdent un canal de gravure centrale ou un cône de gutta au centre qui facilite la dépose [40].

2.1.8 Objectif de travail

L'objectif de la thèse est de réaliser une vidéo pédagogique de la dépose d'une RMIPP, en définissant au préalable les prérequis de la littérature sur le sujet. La vidéo sera diffusée sur la plateforme Moodle pour les étudiants de la faculté de chirurgie dentaire de Lille 2. De même, elle sera mise en ligne sur le site de l'Uness (Université Numérique en Santé et Sport) dans la rubrique odontologie. Ce site propose aux étudiants et aux enseignants des ressources pédagogiques numériques en libre accès. Ces ressources collectives et référencées nationalement constituent le site de référence des facultés françaises en sciences odontologiques.

2.2 Intérêts des vidéos pédagogiques

Le E-learning (apprentissage en ligne) consiste à utiliser des ressources internet dans le domaine de l'éducation. L'apprentissage est réalisé au moyen de TIC (technologie de l'information et de la communication) tels que les sites internet, patients virtuels, modélisation numérique, les tutoriels en ligne ou encore les vidéos [46].

2.2.1 Théorie de la charge cognitive de Sweller

Sweller a développé une théorie sur la charge cognitive et ses effets sur l'apprentissage. Il définit 2 types de mémoire :

- Une mémoire à court terme ;
- Une mémoire à long terme.

La mémoire à court terme est limitée vis-à-vis du nombre d'éléments qu'elle peut contenir simultanément. Ainsi il ne faut pas la surcharger au risque d'avoir des effets négatifs sur l'apprentissage. Sweller considère que les contenus de la mémoire à long terme sont des structures sophistiquées qui nous permettent de percevoir, de penser et de résoudre des problèmes. Il faut ainsi privilégier la mémoire à long terme. Au cours de l'apprentissage, l'information doit se maintenir dans la mémoire de travail (mémoire à court terme) jusqu'à ce qu'elle ait été suffisamment traitée pour passer dans la mémoire à long terme. Le support audio-visuel fait partie des outils qui permettent l'amélioration de cet apprentissage [45][12].

2.2.2 Théorie de l'apprentissage multimédia de Mayer

Mayer a développé une théorie de l'apprentissage centrée sur l'apprenant, sur ses capacités et non pas sur les performances que l'on peut avoir grâce aux outils multimédia. Le multimédia est ainsi là pour aider l'apprenant dans son apprentissage, il faut que l'étudiant soit acteur de son apprentissage. La théorie de l'apprentissage multimédia de Mayer repose sur 3 principes :

 Le double encodage : deux voies existent entre l'auditif et le visuel et entre le verbal et le non-verbal ;

- La capacité limitée : la quantité d'informations stockables dans chaque canal est limitée ;
- Le processus actif : Il y a apprentissage seulement lorsque l'apprenant est acteur de celui-ci, l'apprenant va sélectionner l'information importante pour l'intégrer à ses connaissances et étoffer son savoir.

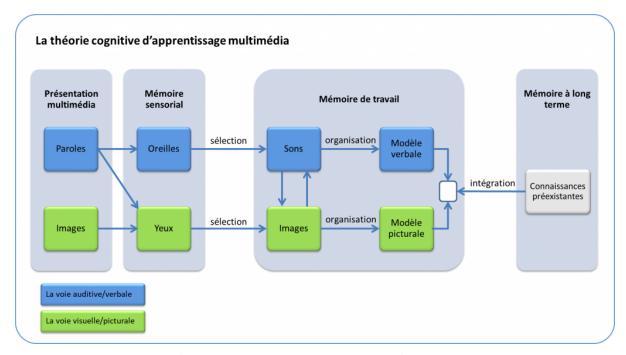


Figure 9 : la théorie de l'apprentissage multimédia selon Mayer [51]

La théorie de Mayer montre qu'il y a 2 canaux perceptuels, le visuel et l'auditif. Chaque information va être perçue et donc entrer dans la mémoire sensorielle qui lui correspond pour ensuite être intégrée à la mémoire de travail qui a des capacités limitées. L'intérêt de la vidéo va être de stimuler les diverses voies possibles d'apprentissage. Néanmoins, il ne faut pas surcharger la mémoire visuelle avec des images et des mots lus et empêcher l'apprentissage [36].

2.2.3 La capsule vidéo

Une capsule vidéo est une courte vidéo d'une durée de 2 à 5 minutes. On peut aussi parler de clip vidéo. Sa construction doit répondre à des règles précises, l'écriture au préalable d'un scénario pour assurer la fluidité de la vidéo et elle doit suivre également un plan clair et précis. Son objectif est de permettre à l'apprenant d'accéder de façon multimédia et en autonomie à un contenu informatif qui peut être

méthodologique, culturel ou conceptuel. Elle peut prendre diverses formes (une diapositive commentée, un tutoriel vidéo...). Une capsule vidéo va permettre à l'apprenant d'accéder rapidement à l'information sur un mode d'apprentissage qui lui est devenu naturel. Pour l'enseignant, la capsule vidéo sera un bon vecteur pour transmettre des éléments d'explication ou de correction sur des données vues en cours[16].

2.2.4 Apport des vidéos dans l'apprentissage de l'odontologie

Plusieurs études ont montré l'intérêt de la vidéo dans l'enseignement [50][41]. Elles permettent une amélioration de la compréhension, de l'attention et la mémorisation. Les élèves mémorisent en général 50% de ce qu'ils voient et entendent, d'où l'intérêt d'utiliser des vidéos. De même, l'étudiant doit s'investir, avoir une motivation pour que son apprentissage se fasse le plus idéalement possible. La vidéo est un outil innovant qui fait partie intégrante de la vie quotidienne des élèves. L'odontologie est un métier théorique et pratique. Il est très difficile pour un étudiant d'imager certains cours écrits résumant des pratiques cliniques. La vidéo va permettre à l'étudiant de visualiser les actes cliniques, tout en intégrant les données théoriques qu'il a acquises. Elle va aussi lui permettre de voir la gestuelle, l'ergonomie du praticien qui ne peuvent être enseignées théoriquement.

3 Matériels et méthodes

3.1 Dépose des RMIPP

3.1.1 Matériels de dépose

Les inserts ultrasonore Satelec® ET 18D (diamanté cylindro-conique) et ET BD (diamanté boule) montés sur un manche à ultrasons NEWTRON de chez Satelec® sont utilisés pour la dépose de la RMIPP.

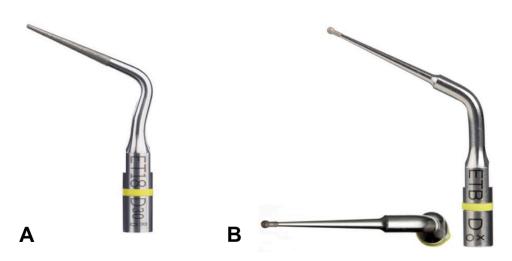


Figure 10 : Insert diamanté (Figure 7A : Insert Satelec® ET 18D / Figure 7B : Insert Satelec® ET BD) [52][53]

3.1.2 Matériels optiques

Un microscope optique KAPs® est utilisé comme aide optique pour déposer la RMIPP. Ses caractéristiques sont :

- Éclairage LED transmis par fibre optique ;
- Objectif 250 mm avec mise au point fine ;
- Fixation sur plateau roulant ;
- Tubes inclinés à grand angle de 0° à 210° et oculaire à grand angle avec des bonnettes pour les porteurs de lunettes WF 12,5x;
- Grossissement : Barillet à 5 positions.



Figure 11 : microscope KAPs® (Photographie personnelle)

3.1.3 Méthode : Technique ultra sonore sous microscope optique

Dans le cas présenté pour la vidéo pédagogique, madame « X » suivie à la faculté dentaire de Lille présente une reconstitution corono-radiculaire par matériau inséré en phase plastique sur une 37. Cette RMIPP présente une fracture et une reprise carieuse. La patiente ne présente pas de douleur mais souhaite réaliser une réhabilitation prothétique de sa dent. La technique ultrasonore sera choisie pour la dépose de la RMIPP et permettre le retraitement endodontique de la dent par la suite. Une anesthésie tronculaire du secteur 3 est réalisée, puis une reconstitution préendodontique est fabriquée grâce à une bague de cuivre et du composite flow. La digue est ainsi posée permettant l'isolation de la dent.

Le composite de restauration est ensuite déposé à l'aide d'une fraise boule diamantée pour mettre en évidence les 2 entrées canalaires mésiales et isoler le tenon fibré dans la racine distale.

Enfin, le tenon est déposé à l'aide des inserts diamantés boules et cylindroconiques sans eau par petites pressions successives pendant 10 à 15 secondes, puis des rinçages successifs à l'EDTA 17% et spray air-eau sont réalisés pour éliminer les résidus de fibre et de colle. Les opérations sont répétées jusqu'à la dépose complète du tenon fibré et la visibilité de la gutta percha. Un nettoyage complet de la colle résiduelle est opéré à l'aide des ultrasons cylindro-coniques pour permettre à l'irrigant de pénétrer dans les tubulis dentinaires et une radiographie post-opératoire est réalisée.

Le temps total de la dépose de la RMIPP après isolation de la dent jusqu'au nettoyage complet des parois est de 1 heure et 3 minutes.

3.2 La vidéo pédagogique

3.2.1 Préproduction

La première étape d'une vidéo est la préproduction, c'est une étape importante en amont qui permet le bon déroulement de la vidéo le jour du tournage. Il s'agit notamment de réaliser un mini scénario (storyboard) qui donne à la vidéo une logique, une cohérence et permet également de définir les différents plans de la vidéo, les objectifs et les points clefs. L'objectif est de réaliser une vidéo à visée pédagogique complétant les acquis théoriques sur le sujet de la dépose des RMIPP. Une répartition des plans par code couleur a été réalisée dans le storyboard de la vidéo (Annexe 1) :

- Bleu pour les photographies extra-buccales ;
- Vert pour les photographies intra-buccales ;
- Rouge pour les plans à filmer.

Il faut également se familiariser avec le matériel optique, savoir où connecter l'appareil photo sur le microscope optique, quel appareil photo est-il possible de connecter au microscope. Une série de photos tests est réalisée pour définir les réglages et obtenir la meilleure qualité photo possible. L'appareil photo sera réglé sur le mode manuel avec :

- Une vitesse d'ouverture de 1/100 ;
- Une ouverture du diaphragme de F-- car il n'y a pas d'objectif, le boitier est directement branché sur le microscope opératoire;
- Une sensibilité iso de 1600 ;
- Une balance des blancs auto ;
- Un format JPEG, moins lourd que le format RAW mais qui contient moins d'information que celui-ci.

En mode vidéo aucun réglage n'est à effectuer. De même lors de l'étape de préproduction, un listing complet du matériel doit être effectué en classant les instruments par étape opératoire (annexe 1) :

- Plateau de base ;
- Matériel d'isolation ;
- Matériel de dépose.

3.2.2 Enregistrement de la vidéo (tournage)

Un appareil photo reflex Nikon® 7200 a été utilisé pour la vidéo de la dépose de la RMIPP, que ce soit pour la vidéo ou les photos. Il est connecté au microscope optique grâce à un adaptateur pour appareil photo reflex numérique. Il enregistre des vidéos avec une longueur de trame de 1920p et une hauteur de 1080p.

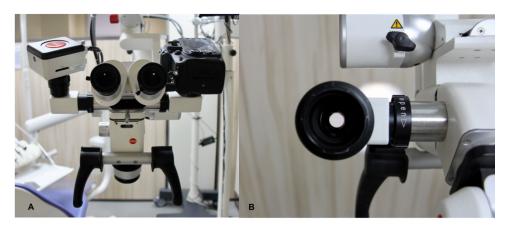


Figure 12 : Connexion de l'appareil photo au microscope optique (Figure 11A : Nikon® D7200 branché au microscope opératoire / Figure 11B : Adaptateur pour appareil photo numérique) (Photographie personnelle)

Un appareil photo hybride Olympus® MarkII E5 est quant à lui utilisé pour les photos extra-orales du microscope et du matériel. Les appareils photos hybrides présentent les mêmes qualités d'images que les reflex avec des objectifs interchangeables tout en bénéficiant d'un faible poids et d'une petite taille.

Le matériel sur champ bleu est tout d'abord photographié. Puis les photos du composite de restauration sont réalisées, il est important à ce stade de calibrer la dioptrie des oculaires pour avoir une concordance de la netteté entre l'image dans les oculaires et la vision du site dans l'appareil photo. La vidéo est commencée au début de la dépose du tenon fibré par méthode ultrasonore. La décision de ne pas faire de photo mais plutôt des arrêts sur image lors de la postproduction a été prise pour éviter

de dérégler le microscope optique et les flous de bouger. Une deuxième batterie est souvent nécessaire, le temps total de dépose a été divisé en 3 vidéos de deux fois 30 minutes et une de 3 minutes.



Figure 13 : Matériel opératoire (Figure 12A : plateau de base / Figure 12B : matériel pour l'isolation / Figure 12C : matériel de dépose) (Photographie personnelle)

3.2.3 Postproduction

La postproduction est l'étape finale de la réalisation de la vidéo. C'est un travail long mais essentiel pour aboutir à une vidéo finale courte, fluide, attractive et pédagogique. Le logiciel de montage utilisé pour le projet pédagogique est Wondershare® Filmora9, le logiciel se divise en 3 parties, une partie à gauche où la sélection des diverses fonctionnalités est possible, une partie à droite qui visualise le travail en cours et enfin une partie inférieure, la Timeline (barre de temps) qui permet le montage de la vidéo. C'est un logiciel payant qui permet de nombreuses fonctionnalités :

- Couper, dupliquer, supprimer, agrandir, réduire des séquences ;
- Il possède une grande bibliothèque de titres, sous-titres, fonds d'écran et génériques de fin modifiables ;
- Il est aussi doté d'un très grand nombre de transitions, effets, éléments et source audio ;
- Il est également possible de faire des impressions images de la vidéo (screenshot)
 et d'enregistrer sa voix avec le dictaphone du logiciel.



Figure 14 : Logiciel Wondershare® Filmora9 (Photographie personnelle)

Les trois vidéos ont été importées dans le logiciel puis réduites en supprimant toutes les séquences non exploitables et non importantes. Les vidéos faisant initialement deux fois 30 minutes et une de 30 secondes ont été réduites, l'opération a été répétée deux fois pour obtenir 3 séquences de : 2 minutes 30, 1 minute 30 et une de 30 secondes.

Les photos brutes de l'appareil photo présentent souvent des défauts. Le logiciel photo de Apple a été utilisé pour recadrer et retoucher les photos et obtenir des images les plus nettes possible.

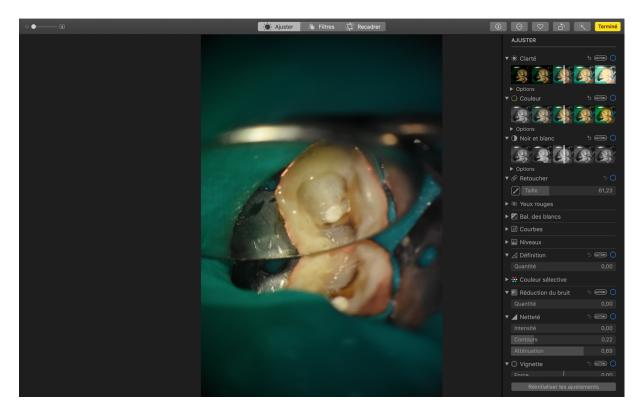


Figure 15 : Logiciel photo de Apple® (Photographie personnelle)

Le montage a consisté à insérer dans la Timeline les diverses séquences et photos tout en incluant des transitions et textes pour rendre le contenu logique et fluide. De plus, une partie de la séquence sur la dépose du tenon fibré aux ultrasons a été accélérée pour ne pas rendre la vidéo fastidieuse.

Pour finir, un scénario oral est écrit pour accompagner la vidéo (Annexe3), il a été enregistré grâce au micro Rode® wireless go et une bonnette anti vent pour limiter les bruits de fond. La voix off est ajoutée à la Timeline ainsi qu'une musique de fond pour dynamiser le contenu.



Figure 16: Microphone (Figure 14A: Micro Rode® wireless go / Figure 14B: Bonnette anti-vent) (Photographie personnelle)

4 Résultat

La vidéo de 4 minutes et 26 secondes a été réalisée avec le logiciel Wondershare® Filmora. La vidéo a une résolution de 1080p, une résolution supplémentaire (4K ou 8K) au vu du projet n'est pas nécessaire. La taille de la vidéo est de 974,9 Mo et elle est exportée sous le format MPEG-4 lisible sur PC portable et Apple® Mac.

Cette vidéo sera accessible par tous les étudiants de la faculté de chirurgie dentaire de Lille sur la plateforme Moodle.



Figure 17 : Vidéo finale de la dépose d'une RMIPP par méthode ultrasonore (Photographie personnelle)

5 Discussion

5.1 Problèmes et solutions rencontrés lors du tournage de la vidéo

Plusieurs problèmes se sont posés pour mener à bien la réalisation de la vidéo. Ainsi, des modifications et des solutions ont dû être apportées pour obtenir la qualité souhaitée.

Premièrement, il était nécessaire de trouver un patient consentant et présentant une nécessité de dépose d'une RMIPP. Un premier patient a été approché mais il présentait une mobilité mandibulaire trop importante pour réaliser la vidéo au microscope. Ensuite, Madame « X » s'est présentée avec le souhait de réaliser une réhabilitation prothétique de sa molaire mandibulaire. Les indications pour la dépose de la RMIPP étant posées, la patiente a donné son consentement éclairé pour la réalisation de la vidéo.

Un appareil reflex Canon® Eos 700D était initialement prévu pour l'enregistrement de la vidéo mais le microscope KAPs® de la faculté dentaire de Lille ne possèdait qu'un adaptateur pour appareil photo Nikon®. C'est pour cette raison, que le reflex Nikon®7200 a été utilisé.

Certains passages de la dépose ont été inexploitables en terme de qualité d'image et de flou. Il était nécessaire de calibrer la netteté en amont du lancement de la vidéo. La concordance de netteté entre l'image dans les oculaires et la vision de l'image sur l'écran de l'appareil photo numérique a été ajusté en réglant la dioptrie des oculaires. De même, un flou de bouger peut apparaitre, tout mouvement minime du miroir, du patient ou du microscope optique peut entrainer des séquences inexploitables.

De plus, une dépose d'une RMIPP par méthode ultrasonore est longue et très chronophage, ainsi un bon équipement est nécessaire pour avoir une efficacité de dépose optimale. Cependant les inserts diamantés utilisés pour la dépose étaient

usagés et ne possédaient plus la granulométrie nécessaire pour la dépose. Les inserts Satelec® ET18D et ET BD sont des instruments très chers (environ 200 euros l'unité).

5.2 Problèmes et solutions rencontrés lors du montage de la vidéo

La vidéo a été enregistrée en continu tout le long de la dépose de la RMIPP. Ainsi plus d'une heure de tournage a dû être retravaillée pour éliminer toutes les séquences inexploitables et inutiles. De même, la phase de dépose du tenon fibré est une succession d'actes similaires qui rend les séquences redondantes. Il aurait été plus judicieux de réaliser de courtes vidéos des moments clefs de la dépose, permettant un travail de post production moins conséquent. De plus, une longue vidéo pourrait endommager l'appareil photo numérique par surchauffe de celui-ci.

Une vidéo est au format 16/9, tandis qu'une photo est au format 3/2. Ainsi lors de l'insertion de photo dans la vidéo, des bandes noires apparaissaient à gauche et à droite de la photo, ne permettant pas l'affichage de la photo en plein écran. Il est impossible de transformer une photo au format 3/2 en une photo au format 16/9 sans altérer la qualité de l'image ou perdre des informations de celle-ci.

L'enregistrement de la voix fut un problème majeur, il est très compliqué et nécessite plusieurs paramètres à gérer pour obtenir un son de qualité. Dans un premier temps, il faut un environnement sans nuisance extérieure, sans bruit parasite qui peuvent gâcher la prise de son. La taille de la pièce et l'encombrement sont aussi des paramètres à prendre en compte pour avoir le meilleur écho et la meilleure reverbe possible. De plus, il est très important d'utiliser un microphone avec une qualité adaptée pour limiter les bruits de fond et avoir un son le plus brut possible. Dans la vidéo un dictaphone Philips® DVT 4010/00 a été utilisé dans un premier temps mais la qualité de son obtenu n'était pas acceptable. Ainsi la voix off a été enregistrée dans un lieu sans nuisance sonore avec un microphone Rode® Wireless Go muni d'une bonnette anti-vent pour limiter au maximum les bruits de fond.

Le montage vidéo a été réalisé avec le logiciel Wondershare® filmora, c'est un éditeur vidéo pratique et facile d'utilisation pour débutant permettant de faire du

montage vidéo. Ce logiciel possède une interface moderne et simple, il permet de couper, ajuster et fusionner des vidéos. Il possède également des multitudes de filtres, de superpositions et de textes personnalisés. Néanmoins, Wondershare filmora montre ses limites sur les options de montage vidéo qui ne sont pas assez performantes. Pour réaliser des vidéos plus complexes dans un but professionnel, un logiciel comme Adobe® premier pro serait plus adapté au vu des options disponibles. Mais en terme de prix du logiciel (60 euros par an pour Wondershare® filmora contre 290 euros par an pour Adobe® premier), le logiciel Wondershare reste très acceptable pour une pratique non professionnelle.

5.3 Les limites de la vidéo pédagogique

La vidéo pédagogique est un outil que l'étudiant va devoir utiliser de manière active. Il doit hiérarchiser ses connaissances et faire le tri des informations qui lui sont apportées par la vidéo. Or, certains étudiants vont avoir des difficultés dans ce domaine. De plus, la simultanéité des différentes images, ainsi que la superposition d'éléments visuels et sonores peuvent altérer la compréhension de certains.

L'étude de Dongsong Zhang et coll. [48] a démontré que l'efficacité d'une vidéo dépendait de son interactivité avec l'apprenant. Une vidéo non interactive n'améliore ainsi pas l'apprentissage comparé à un apprentissage théorique classique, il définit une vidéo interactive comme étant associée à un débriefing avec l'enseignant. Il faut donc considérer la vidéo pédagogique comme un outil de l'apprentissage.

5.4 Perspectives

Pour cette thèse, une vidéo sur la dépose d'une RMIPP par méthode ultrasonore a été réalisée. Il serait intéressant de produire une vidéo d'une dépose d'une RMIPP par forage, ainsi qu'une vidéo de la dépose d'un tenon fibré possédant un tuteur avec le matériel du fabricant (par exemple, Hi-Rem prosthetic post).

Ce travail a pour but de proposer aux enseignants un support visuel pour les étudiants afin de les aider dans la compréhension de leur apprentissage théorique. Cette vidéo pédagogique doit permettre à l'étudiant de visualiser le matériel nécessaire et de comprendre les différentes étapes de dépose de la méthode choisie. Cette vidéo est accessible à tous les étudiants de la faculté de chirurgie dentaire de Lille sur la

plateforme Moodle. Néanmoins, il serait intéressant de réaliser un travail pratique (TP) d'une dépose d'une RMIPP par méthode ultrasonique sur dent en résine en salle de simulation après visionnage de la vidéo.

La réalité virtuelle est perçue comme quelque chose de très proche mais difficilement concevable. Cependant depuis peu la réalité virtuelle est intégrée dans de nombreux domaines de notre vie. Santiago Gonzales Izard et coll. ont créé dans leur étude un simulateur virtuel d'une opération d'une scoliose. L'étudiant est ainsi en complète immersion dans un bloc opératoire avec diverses opérations à réaliser. Cette étude montre que la réalité virtuelle est très utile pour connaître les divers outils ainsi que les étapes d'une opération. De plus, l'étudiant peut effectuer la simulation un nombre illimité de fois pour mieux assimiler l'opération [28]. Dans le domaine de la chirurgie dentaire, la réalité virtuelle est une technique d'apprentissage qu'il faudra approfondir par la suite lorsque les moyens financiers et techniques mis en jeu seront moins conséquents et plus accessibles.

Une étude récente de 2019 a démontré l'utilité des guides endodontiques pour l'élimination des tenons fibrés. Un examen par tomographie à faisceau conique et une empreinte optique ont été réalisés pour produire un guide endodontique 3D sur la dent grâce au logiciel Blue Sky Plan® et Blue Sky Blue®. Le guide permet de guider le chemin du foret jusqu'à la gutta percha sans risque de perforation [38].

6 Conclusion

Les techniques actuelles prônent le « no post, no crown » introduit par Pascal Magne en 2008 [32]. Les RMIPP sont toutefois utilisées et préférées lorsqu'elles sont nécessaires aux RCR coulées pour leur esthétique et leurs propriétés physiques. Le module d'élasticité des RMIPP proche de la dentine réduit significativement le risque de fracture radiculaire. Néanmoins, il est très important que la dent possède au moins 2 parois résiduelles et un cerclage de dentine périphérique d'au moins 2 millimètres pour éviter les échecs de celle-ci. Un non-respect de ces critères, une erreur lors du protocole d'assemblage ou une pathologie périapicale sont des indications de dépose de la RMIPP.

Ainsi, deux techniques existent, une par méthode ultrasonore et une autre par forage. Après analyse de la littérature, aucune technique n'est significativement plus efficace et plus rapide, ces dernières restent très praticien dépendant.

Dans la présente étude, une vidéo d'une dépose d'une RMIPP par méthode ultrasonore au microscope optique a été réalisée. Cette vidéo aura pour vocation de compléter l'enseignement théorique et d'aider les étudiants de chirurgie dentaire dans leurs apprentissages.

D'un point de vue pédagogique, la vidéo est un outil très utilisé par les enseignants pour imager leurs enseignements théoriques. Elle permet de capter l'attention des étudiants qui sont de plus en plus sensibilisés à l'usage des TIC et des multimédias.

Une vidéo supplémentaire sur la dépose d'une RMIPP par forage associé à un TP sur modèle Frasaco en salle simulation permettrait aux étudiants une mise en pratique des donnés acquises.

Références bibliographiques

- 1. Abe FC, Bueno CE da S, Martin ASD, Davini F, Cunha RS. Efficiency and effectiveness evaluation of three glass fiber post removal techniques using dental structure wear assessment method. Indian J Dent Res. janv 2014;25(5):576-9.
- Agence nationale de l'accréditation et de l'évaluation en santé. Indications et contre-indications des reconstitutions corono-radiculaires préprothétiques coulées et insérées en phase plastique [Internet]. 2003 [consulté le 6 juill 2019]. Disponible sur: https://res-5.cloudinary.com/abcdent/image/upload/v1507227034/Reconstitution_corono_i1 ccs1.pdf
- 3. Alnaqbi IOM, Elbishari H, Elsubeihi ES. Effect of Fiber Post-Resin Matrix Composition on Bond Strength of Post-Cement Interface. Int J Dent. déc 2018;2018:11.
- Arora V, VineetaNikhil, Suri N. Reinforcement of Flared root canals with fiberpost & auxillary prepolymerised nanohybrid composite posts: a clinical report. IJIRSET. déc 2013;2(12):7210-3.
- 5. Asghar S, Ali A, Rashid S, Hussain T. Replacement of Resin-Based Composite Restorations in Permanent Teeth. Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan. 2010;20(10):639-43.
- Aydemir S, Arukaslan G, Sarıdağ S, Kaya-Büyükbayram I, Ylıdıran Y.
 Comparing Fracture Resistance and the Time Required for Two Different Fiber Post Removal Systems. J Prosthodont. oct 2018;27(8):771-4.
- 7. Bataillon Linez P, Linez marc, Deveaux E. Fiber post reconstructions: when, why, how? Rev Odont Stomat. sept 2010;(39):187-209.
- 8. Beling KL, Marshall JG, Morgan LA, Baumgartner JC. Evaluation of cracks associated with ultrasonic root-end preparation of gutta-percha filled canals. J Endod. mai 1997;23(5):323-6.
- 9. Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaudt J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, et al. Randomized Clinical Trial Comparing the Effects of Post Placement on Failure Rate of Postendodontic Restorations: Preliminary Results of a Mean Period of 32 Months. J Endod. nov 2009;35(11):1477-82.
- 10. C Anderson G, Perdigao J, S Hodges J, Bowles W. Efficiency and effectiveness of fiber post removal using 3 techniques. Quintessence Int Berl Ger 1985. oct 2007;38(8):663-70.
- 11. Çapar İD, Uysal B, Ok E, Arslan H. Effect of the Size of the Apical Enlargement with Rotary Instruments, Single-cone Filling, Post Space Preparation with Drills, Fiber Post Removal, and Root Canal Filling Removal on Apical Crack Initiation and Propagation. J Endod. févr 2015;41(2):253-6.

- 12. Chanquoy L, Tricot A, Sweller J. La charge cognitive: théorie et applications. Paris, France: A. Colin; 2007. 293 p.
- 13. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. J Prosthodont. mars 2001;10(1):26-36.
- Couvrechel C, Bronnec F, Caron G, Schaeffer G. Procédures de réintervention pour la dépose des restaurations coronoradiculaires des dents dépulpées. Réal Clin. 2011;22(1):73-84.
- 15. Couvrechel C, Schaeffer G. Dépose des restaurations corono-radiculaires avec tenon fibré. l'information dentaire. Fevrier 2012;(7/8):14-9.
- 16. Dufour H. La classe inversée. Technologie. oct 2014;(193):44-7.
- 17. Duret B, Reynaud M, Duret F. New concept of coronoradicular reconstruction: the Composipost. Chir Dent Fr. nov 1990;60(540):131-41.
- 18. El-Ela OAA, Abdallah Atta O, El-Mowafy O. Fracture Resistance of Anterior Teeth Restored with a Novel Nonmetallic Post. J Can Dent Assoc. juin 2008;74(5):441-441e.
- 19. Ettrich CA, Labossière PE, Pitts DL, Johnson JD. An Investigation of the Heat Induced during Ultrasonic Post Removal. J Endod. oct 2007;33(10):1222-6.
- Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Mason PN, Tay F. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. Am J Dent. oct 2007;20(5):287-91.
- 21. Ferrari M, Cagidiaco MC, Grandini S, De Sanctis M, Goracci C. Post Placement Affects Survival of Endodontically Treated Premolars. J Dent Res. août 2007;86(8):729-34.
- 22. Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a Self-Curing Adhesive— Resin Cement System on Luting Glass-Fiber Posts into Root Canals: An SEM Investigation. The International journal of prosthodontics. nov 2001;14(6):543-9.
- 23. Francesco Mannocci, Cavalli G, Gagliani M. Adhesive restoration of Endodontically Treated Teeth. In: Quintessence Publishing Co. Ltd. London; 2008.p.79-88.
- 24. Gesi A, Magnolfi S, Goracci C, Ferrari M. Comparison of Two Techniques for Removing Fiber Posts. J Endod. sept 2003;29(9):580-2.
- 25. Ghavamnasiri M, Maleknejad F, Ameri H, Moghaddas MJ, Farzaneh F, Chasteen JE. A retrospective clinical evaluation of success rate in endodontic-treated premolars restored with composite resin and fiber reinforced composite posts. J Conserv Dent JCD. déc 2011;14(4):378-82.
- 26. Idrissi Janati A, El Yamani A, El Bernoussi J. Tenons en fibres de quartz et RCR esthétiques. Actual Odonto-Stomatol. mars 2008;(241):7-21.

- 27. Imura N, Pinheiro ET, Gomes BPFA, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ. The Outcome of Endodontic Treatment: A Retrospective Study of 2000 Cases Performed by a Specialist. J Endod. nov 2007;33(11):1278-82.
- 28. Izard SG, Juanes JA, García Peñalvo FJ, Estella JMG, Ledesma MJS, Ruisoto P. Virtual Reality as an Educational and Training Tool for Medicine. J Med Syst. févr 2018;42(3):1-5.
- 29. Josset Y, Tubiana J henri. Dépose des tenons fibré et et céramiques sur les reconstitutions corono-radiculaire. le fil dentaire. oct 2010;(56):46-8.
- 30. Lamichhane A, Xu C, Zhang F. Dental fiber-post resin base material: a review. J Adv Prosthodont. 1 févr 2014;6(1):60-5.
- 31. Lindemann M, Yaman P, Dennison J, Herrero A. Comparison of the Efficiency and Effectiveness of Various Techniques for Removal of Fiber Posts. J Endod. juill 2005;31(7):520-2.
- 32. Magne P. No post, no crown: biomimetic restorative dentistry (science, common sense, experience). Gide: Dolphin Face, 2010; 2008.
- 33. Mallet J philippe. Microdentisterie et systèmes optiques. Rev Odont Stomat. mai 2002;(31):83-107.
- 34. Mannocci F, Bertelli E, Watson TF, Ford TP. Resin-dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. Am J Dent. févr 2003;16(1):28-32.
- 35. Mannocci F, Cavalli G. Adhesive restoration of endodontically treated teeth. London, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord: Quintessence; 2008. 130 p.
- 36. Mayer RE. The Cambridge handbook of multimedia learning. New York, Etats-Unis d'Amérique: Cambridge University Press; 2014. 930 p.
- 37. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year Survival Evaluation for Glass-fiber–supported Postendodontic Restoration: A Prospective Observational Clinical Study. J Endod. avr 2012;38(4):432-5.
- 38. Perez C, Finelle G, Couvrechel C. Optimisation of a guided endodontics protocol for removal of fibre-reinforced posts. Aust Endod J J Aust Soc Endodontology Inc. oct 2019;
- 39. Plotino G, Grande NM, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. Dent Mater. sept 2007;23(9):1129-35.
- 40. Richert R, Robinson P, Viguie G, Farges J-C, Ducret M. Multi-Fiber-Reinforced Composites for the Coronoradicular Reconstruction of Premolar Teeth: A Finite Element Analysis. BioMed Res Int. juin 2018;2018:6.
- 41. Saltrick S, Honey M, Pasnik S. Television Goes to School: The Impact of Video on Student Learning in Formal Education. EDC's Center for Children and Technology. janv 2004;1-24.

- 42. Scotti N, Bergantin E, Alovisi M, Pasqualini D, Berutti E. Evaluation of a Simplified Fiber Post Removal System. J Endod. nov 2013;39(11):1431-4.
- 43. Simon S, Machtou P, Pertot W-J, Friedman S. Endodontie. Rueil-Malmaison, France: Editions CdP; 2012. 514 p.
- 44. Soares CJ, Santana FR, Pereira JC, Araujo TS, Menezes MS. Influence of airborne-particle abrasion on mechanical properties and bond strength of carbon/epoxy and glass/bis-gma fiber-reinforced resin posts. J Prosthet Dent. juin 2008;99(6):444-54.
- 45. Sweller J. Cognitive Architecture and Instructional Design. Educational Psychology Review. sept 1998;10(3):251-96.
- 46. Tarpada SP, Morris MT, Burton DA. E-learning in orthopedic surgery training: A systematic review. J Orthop. sept 2016;13(4):425-30.
- 47. Waplington M, Lumley PJ, Walmsley AD. Incidence of root face alteration after ultrasonic retrograde cavity preparation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. mars 1997;83(3):387-92.
- 48. Zhang D, Zhou L, Briggs RO, Nunamaker JF. Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. Inf Manage. janv 2006;43(1):15-27.
- 49. Zogheib LV, Pereira JR, Valle AL do, Oliveira JA de, Pegoraro LF. Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post. Braz Dent J. 2008;19(4):329-33.
- 50. Marshall, D. Learning with Technology: Evidence that technology can and does support learning, San Diego CA: Cable in classroom. mai 2002;1-27.
- 51. La théorie cognitive d'apprentissage multimédia de Mayer : Les cours en ligne et l'apprentissage humain | European Heart Association [Internet]. [consulté le 6 août 2019]. Disponible sur: https://www.heartassociation.eu/la-theorie-cognitive-dapprentissage-multimedia-de-mayer-les-cours-en-ligne-et-lapprentissage-humain/?lang=fr
- 52. Insert ET BD [Internet]. [consulté le 8 août 2019]. Disponible sur: http://www.fdcweb.fr/boutique/fiche_produit.cfm?ref=SATEF88020&type=104&code_lg=lg_fr&num=131
- 53. Acteon ET18D [Internet]. [consulté le 8 août 2019]. Disponible sur: https://www.acteongroup.com/fr/mes-produits/equipement/ultrasons/inserts-conventionnels/endodontie-1/et18d#/endodontie-1/preparation-de-la-cavite-dacces/et18d

Table des illustrations

Figure 1 : Décollement du composite de restauration du tenon fibré [35]	19
Figure 2 : Fracture d'un tenon en fibres de carbone [35]	20
Figure 3 : Nombres et types de fracture des dents reconstituées par une RMIPP soumise à une charge statique en fonction de l'épaisseur de dentine cervicale résiduelle [49]	21
Figure 4 : Chipping du composite de restauration d'une RMIPP [35]	21
Figure 5 : Tenon en fibres de carbone [35]	24
Figure 6 : Tenon en fibres de verre ou de quartz (cylindrique à double étage / cylindrique / cylindro-conique) [25]	24
Figure 7 : Étapes de dépose par méthode ultrasonore (Figure 4A : dépose du composite de restauration avec une fraise boule diamantée / Figure 4B : dépose de tenon fibré à l'aide des ultrasons diamantés) [14]	
Figure 8 : Étapes de dépose des tenons fibrés par forage (Figure 5A : Mise en évidence du tenon / Figure 5B : Fraisage du tenon à l'aide d'un foret pointeur / Figu 5C : Dépose du tenon à l'aide du foret travaillant / Figure 5D : Nettoyage aux ultrasons de la colle résiduelle) [14]	
Figure 9 : la théorie de l'apprentissage multimédia selon Mayer [51]	43
Figure 10 : Insert diamanté (Figure 7A : Insert Satelec® ET 18D / Figure 7B : Inser Satelec® ET BD) [52][53]	
Figure 11 : microscope KAPs® (Photographie personnelle)	46
Figure 12 : Connexion de l'appareil photo au microscope optique (Figure 11A : Nikon® D7200 branché au microscope opératoire / Figure 11B : Adaptateur pour appareil photo numérique) (Photographie personnelle)	48
Figure 13 : Matériel opératoire (Figure 12A : plateau de base / Figure 12B : matérie pour l'isolation / Figure 12C : matériel de dépose) (Photographie personnelle)	
Figure 14 : Logiciel Wondershare® Filmora9 (Photographie personnelle)	50
Figure 15 : Logiciel photo de Apple® (Photographie personnelle)	51
Figure 16 : Microphone (Figure 14A : Micro Rode® wireless go / Figure 14B : Bonnette anti-vent) (Photographie personnelle)	51
Figure 17 : Vidéo finale de la dépose d'une RMIPP par méthode ultrasonore (Photographie personnelle)	52

Table des tableaux

Tableau 1	: Revue des	s études s	ur les	différentes	techniques	de dép	ose des l	RMIPP
(tableau pe	ersonnel)							30

Annexes

Annexe 1 : Storyboard de la vidéo pédagogique.

Code couleur:

- Bleu = photo hors bouche (1ère appareil photo);
- Vert = photo en bouche (2ème appareil photo);
- Rouge = vidéo au microscope (3^{ème} appareil photo).

Plan 1: Exposition du cas :

- Radio préopératoire.

Plan 2 : Présentation du matériel optique :

- Microscope opératoire ;
- Appareil photo numérique ;
- Connexion appareil photo numérique et microscope optique.

Plan 3 : Présentation du matériel de dépose

- Plateau de base :
 - Sonde / miroir / précelle / spatule à bouche / aspiration chirurgicale / seringue d'anesthésie / cartouche d'anesthésie / aiguille 16mm / aiguille 35mm ;
- Matériel pour l'isolation :
 - Etching / optibond® solo plus / microbrush® / composite flow / lampe à photopolymériser / bague de cuivre de cuivre / ciseaux / Crampon molaire / cadre à digue / pince de brewer / digue sans latex / fil dentaire
- Matériel de dépose :
 - Turbine / contre angle bague bleu / contre angle bague rouge / porte fraise manche à ultrason newtron® / insert à ultrason Satelec® ETBD / insert à ultrason Satelec® ET 18D / réglette Maillefer / EDTA liquide 17% / hypochlorite de sodium 2,5%

Plan 4 : Mise en évidence du tenon fibré :

- Photo digue posée ;
- Photo mise en évidence du tenon fibré par dépose du composite de restauration ;
- Photo mise en évidence des entrées canalaires et dépose du composite de restauration en totalité.

Plan 5 : Dépose du tenon fibré :

- Vidéo continue de la dépose du tenon fibré avec les phases d'éviction du tenon fibré et de rinçage à l'EDTA des résidus de fibre.

Plan 6 : Photo image de gutta percha après dépose du composite à tenon.

Plan 7 : Photo radio postopératoire après retraitement endodontique de la dent.

Annexe 2 : Scénario oral de la voix off.

- <u>1 :</u> Cette vidéo présente le cas d'une dépose d'un tenon fibré dans la racine distale d'une 37.
- <u>2</u>: La patiente ne présente pas de douleur, mais souhaite faire une réhabilitation prothétique de cette dent.
- <u>3 :</u> Sur la radio préopératoire, le tenon fibré est visible dans la racine distale, sans image de lésion péri-apicale.
- <u>4 :</u> Cependant une fracture et une reprise carieuse du composite de restauration sont à noter. Ce qui justifie la dépose de la RMIPP.
- <u>5</u>: La vidéo sera réalisée avec un appareil reflex branché au microscope optique.
- <u>6 :</u> Un large plateau technique est nécessaire, comprenant le plateau de base sonde, miroir, précelle et le matériel pour anesthésier
- <u>7</u>: De même, le matériel d'isolation de la dent doit être préparé en amont
- <u>8 :</u> Dans le cas, la technique ultrasonore est choisie, les inserts diamantés boule et cylindro-coniques sont utilisés pour la dépose.
- <u>9</u>: Une reconstitution pré-endodontique est réalisée grâce à une bague de cuivre et du composite flow, ce qui permet de poser la digue pour avoir une complète étanchéité et asepsie du site.
- **10 :** Le composite de restauration est déposé, pour mettre en évidence l'émergence du tenon fibré.
- 11 : Le composite est ensuite déposé en totalité, pour mettre en évidence les 2 entrées canalaires mésiales et le tenon fibré en distal.

- 12 : Le praticien va utiliser les inserts sans eau pour une meilleure visibilité et exercer des petites pressions successives d'une à 2 secondes maximum, il ne faut jamais exercer de pression continue car les tissus de soutien de la dent sont très sensibles à la chaleur, ce qui pourrait engendrer des nécroses autour de la dent.
- 13 : Un rinçage successif d'EDTA et de spray air/eau est réalisé pour éliminer les résidus de fibre et avoir une meilleure visibilité pour la suite de la dépose
- **14 :** La séquence est accélérée pour la vidéo, les étapes se succèdent avec l'alternance dépose du tenon aux ultrasons et rinçage à l'EDTA .

La dépose d'un tenon fibré est très chronophage et fastidieuse, il faut faire très attention à l'axe du tenon pour éviter de faire une perforation et ajouter une difficulté supplémentaire. Il est important de bien vérifier que des fibres remontent car sinon c'est que le praticien n'instrumente plus au bon endroit.

- 15: le tenon fibré est constitué de fibre agglutinée ensemble dans le sens de la longueur, le but va être de vibrer le tenon dans l'axe des fibres et ainsi les séparer les unes des autres pour les faire remonter en poudre, notamment bien visible sur cette séquence.
- 16 : Une difficulté peut survenir lorsqu'un bouchon de composite est présent entre le tenon fibré et la gutta car il faut réussir à la décoller, ce qui rend la dépose plus complexe et plus longue
- 17 : Ensuite les opérations sont répétées jusqu'à obtenir une perméabilité canalaire et une image de la gutta. Puis, un nettoyage des colles résiduelles est effectué et le retraitement canalaire peut être débuté

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille 2 : Année 2019 - N°:

Réalisation d'une vidéo pédagogique : La dépose des reconstitutions coronoradiculaires par matériau inséré en phase plastique (RMIPP) / **CAMBRAI Simon**. - p.67 : ill.17 ; réf. 53.

Domaines : Endodontie ; Enseignement

<u>Mots clés Rameau</u>: Tenons dentaires ; Fibres de verres ; Racine de la dent ; Vidéo en éducation ; Étude et enseignement – Aides audiovisuelles

<u>Mots clés FMeSH</u>: Restauration coronoradiculaire; Films et vidéos pédagogiques; Présentation de cas; Enseignement dentaire – méthodes

Mots clés libre : RMIPP ; dépose composite à tenon

Résumé de la thèse :

Les reconstitutions corono-radiculaires par matériau inséré en phase plastique (RMIPP) constituent une thérapeutique de choix en terme d'esthétique et de propriétés mécaniques par rapport aux reconstitutions corono-radiculaires coulées (RCR).

Néanmoins, leurs emplois sont soumis à un protocole et des indications précises pour limiter le risque d'échec de celles-ci. Lorsque la dépose est nécessaire, différentes techniques peuvent être employées mais elles restent peu connues des chirurgiens-dentistes et présentent une réelle difficulté dans l'acte thérapeutique, les obligeant à orienter le patient vers un spécialiste endodontique.

Ce travail présente une synthèse de la littérature et propose une vidéo pédagogique sur la dépose des composites à tenon par méthode ultrasonore au microscope opératoire. Cette vidéo aura pour but, d'aider les étudiants de chirurgie dentaire dans leur apprentissage théorique. Ainsi, elle sera disponible sur la plateforme Moodle et sur le site de l'Uness dans la rubrique odontologie.

Le matériel ainsi que la méthode employée pour la dépose et la conception de la vidéo sont décrits dans ce travail pour toutes personnes portant un intérêt pour les vidéos pédagogiques.

De plus, l'utilisation de la réalité virtuelle ainsi que la conception de guides de dépose 3D évoquée dans une étude récente, pourrait être un complément à ce travail en terme d'apprentissage.

JURY:

Président : Thomas COLARD

Assesseurs : Thibault BECAVIN
Lieven ROBBERECHT
Henri PERSOON

Membre invité : Maxime BEAURAIN