

Année 2018

N° 3518

**ÉCONOMIE TISSULAIRE
ET
AMÉNAGEMENT DES VOIES D'ACCÈS EN
ENDODONTIE**

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*présentée
et soutenue publiquement par*

DENIS LE SÈVE Thomas
né le 13.05.1991

le 21 décembre 2018 devant le jury ci-dessous :

<i>Président</i>	Madame le Professeur Fabienne PÉREZ
<i>Assesseur</i>	Madame le Docteur Bénédicte ENKEL
<i>Assesseur</i>	Madame le Docteur Laure MERAMETDJIAN

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Alexis GAUDIN.

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Pr LABOUX Olivier
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr GIUMELLI Bernard
Assesseurs	Dr RENAUDIN Stéphane Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Monsieur LESCLOUS Philippe Monsieur BADRAN Zahi	Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
Professeurs Emérites	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
Praticiens Hospitaliers	
Madame DUPAS Cécile (Praticien Hospitalier) Madame LEROUXEL Emmanuelle (Praticien Hospitalier)	Madame HYON Isabelle (Praticien Hospitalier Contractuel) Madame RICHARD Catherine (Praticien Attaché)
Maîtres de Conférences des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D.
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Madame BLERY Pauline Monsieur BODIC François Madame CLOITRE Alexandra Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur NIVET Marc-Henri Madame RENARD Emmanuelle Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Monsieur ALLIOT Charles Monsieur AUBEUX Davy Madame BARON Charlotte Madame BEAURAIN-ASQUIER Mathilde Madame BERNARD Cécile Monsieur BOUCHET Xavier Madame BRAY Estelle Monsieur HUGUET Grégoire Monsieur KERIBIN Pierre Madame LE LAUSQUE Julie Madame LEMOINE Sarah Monsieur NEMIROVSKY Hervé Monsieur OUVARD Pierre Monsieur RÉTHORÉ Gildas Monsieur SARKISSIAN Louis-Emmanuel Madame WOJTIUK Fabienne
Maître de Conférences	
Madame VINATIER Claire	
Enseignants Associés	
Madame LOLAH Aoula (Assistant Associé)	Madame MERAMETDJIAN Laure (MC Associé) Monsieur GUIHARD Pierre (Professeur Associé)

Mise à jour le 05/11/2018

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

Remerciements

À Madame le Professeur Fabienne PÉREZ

Docteur en Chirurgie Dentaire

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et des Recherches Dentaires

Docteur de l'Université de Toulouse 3

Habilitation à diriger des recherches

Chef du département d'Odontologie Conservatrice-Endodontie

Chef du service d'Odontologie Conservatrice et Pédiatrique.

-NANTES-

*Pour m'avoir fait l'honneur de présider cette thèse.
Pour votre disponibilité, durant toutes ces années, et pour votre enseignement
de qualité.*

*Veillez trouver le témoignage de mon profond respect et de ma
considération distinguée.*

À Monsieur le Docteur Alexis GAUDIN

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherches Dentaires

Ancien Interne des Hôpitaux de Toulouse 3

Docteur de l'Université de Nantes

Département d'Odontologie Conservatrice-Endodontie.

-NANTES-

*Pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse,
Pour votre enseignement de qualité, théorique et clinique, dont j'ai pu
bénéficier durant toutes ces années,
Pour votre patience, votre gentillesse et vos précieux conseils, lors de la
réalisation de ce travail,
Pour m'avoir transmis votre passion du métier.
Veuillez trouver ici mes remerciements les plus sincères, et le témoignage de
mon profond respect.*

À Madame le Docteur Bénédicte ENKEL

Docteur en Chirurgie Dentaire.

Maître de Conférences des Universités.

Praticien Hospitalier des centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires.

Docteur de l'Université de Nantes.

Ancien Interne des Hôpitaux de Nantes.

Département d'Odontologie Conservatrice- Endodontie.

-NANTES-

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de siéger dans ce jury.
Merci de m'avoir encouragé lors de mes vacations.
Pour votre présence et vos conseils avisés en clinique.
Pour votre soutien, votre empathie et votre patience.
Veuillez recevoir l'expression de mon plus grand respect et de toute
ma gratitude.*

À Madame le Docteur Laure MERAMETDJIAN

Docteur en Chirurgie Dentaire.

Maître de Conférences Associé.

Département d'Odontologie Conservatrice-Endodontie.

-NANTES-

*Pour m'avoir fait l'honneur d'être membre de mon jury de thèse.
Merci de m'avoir encouragé lors de mes vacances.
Pour vos enseignements, tout au long de mon cursus universitaire,
Veuillez trouver ici l'expression de ma considération distinguée.*

TABLE DES MATIÈRES :

Introduction	11
I. Principes généraux et définition	12
I.1. Économie tissulaire	12
I.2. Les voies d'accès endodontiques.....	13
II. Description des cavités d'accès	14
I.1. Cavités endodontiques traditionnelles (TEC).....	15
II.1.1. Description.....	15
II.1.2. Illustrations	16
II.2. Cavités Endodontiques Conservatrices (CEC)	17
II.2.1. Description.....	17
II.2.2. Illustrations	18
II.3. L'Ultra-conservative: « Ninja Endodontic cavity » NEC	19
II.3.1 Description.....	19
II.3.2. Illustrations	20
II.4. La connaissance de l'anatomie et de l'inclinaison dentaire	21
II.5. Anatomie de résistance.....	22
III. Analyse de la littérature	24
III.1. Stratégie de recherche bibliographique	24
III.2. Critères de sélection	24
III.3. Analyse méthodologique des articles.....	26
III.3.1. Analyse des études <i>in vitro</i> et <i>ex vivo</i>	28
III.3.2. Analyse des études sur le volume d'émail conservé entre TEC et CEC	29
III.3.3. Analyse des études sur la localisation des entrées canalaires.....	30
III.3.4. Analyse des études sur la mise en forme canalair	31
III.3.5. Analyse des études sur la résistance biomécanique à la fracture entre CEC et TEC	34
III.3.6. Analyse des études sur la qualité de la désinfection et l'accumulation de débris.....	37
III.4. Résultats	38
III.4.1. Résultat du volume d'émail conservé entre TEC et CEC.....	38
III.4.2. Résultat sur la localisation des entrées canalaires	38
III.4.3. Résultat sur la mise en forme canalair	39
III.4.4. Résultat sur la résistance biomécanique à la fracture entre CEC et TEC	42
III.4.5. Résultat sur la qualité de la désinfection et l'accumulation de tissus/débris.....	44
IV. Discussion.....	45
IV.1. Les concordances	45
IV.2. Les divergences et les biais.....	47
IV.3. Perspective d'avenir	49
Conclusion	50
Références bibliographiques	51
Table des illustrations	55
Table des tableaux	57

Liste des abréviations

- ♦ *MIE* : Minimally Invasive Endodontics
- ♦ *CAE* : Cavité d'Accès Endontique
- ♦ *TE* : Traitement Endodontique
- ♦ *TEC* : Traditional Endodontic Cavity
- ♦ *CEC* : Conservative Endodontic Cavity
- ♦ *NEC* : Ultra-conservative "Ninja" Endodontic Cavity
- ♦ *HAS* : Haute Autorité de Santé
- ♦ *JEC* : Jonction Email Cément
- ♦ *CBCT* : Cone beam computed tomography
- ♦ *ANAES* : Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en santé
- ♦ *EDTA* : éthylène diamine tétra-acétique
- ♦ *NaOCl* : Hypochlorite de sodium
- ♦ *Ni-Ti* : Nickel-Titane
- ♦ *LIPOE* : Lésion Inflammatoire Péri-radiculaire d'Origine Endodontique
- ♦ *MEB* : Microscope Électronique à Balayage
- ♦ *NC* : Non Communiqué

Introduction

Le but d'un traitement endodontique à court et moyen-long terme est de prévenir ou guérir une infection péri-apicale en éliminant toutes les substances organiques du complexe canalaire coronaire et radiculaire. L'endodontie *a minima* tend à la préservation maximale des tissus amélo-dentinaires. Cette tendance actuelle de préservation tissulaire doit cependant répondre à un certain nombre d'impératifs universels dans les soins médicaux qui suggère des bénéfices et des risques.

La réalisation des voies d'accès endodontiques est une des premières étapes du traitement endodontique. Elles se définissent à partir du tracé de la cavité endodontique occlusal à la préparation du premier tiers canalaire.

La notion de voie d'accès a évolué dans le temps. Avant, la cavité d'accès devait avoir un abord droit aux canaux pour une meilleure visibilité, diminuer les contraintes instrumentales et permettre une réserve d'hypochlorite de sodium (NaOCl) afin de nettoyer efficacement l'endodonte. Un accès visuel convenable permet d'améliorer le pronostic au détriment de la perte de structure. Les pertes d'émail et de dentine liées à l'ouverture de chambre sont considérées comme la deuxième cause principale de perte de structure sur molaire selon Dastjerdi et ses collaborateurs (1). Reeh et collaborateurs (2) en 1989 ont évalué à 20% la perte de résistance interne d'une dent lors d'un accès occlusal. Afin d'améliorer la résistance à la fracture, la question s'est posée de réduire le volume d'émail retiré durant le traitement endodontique, tout en conservant les critères biologiques de succès endodontique.

Trois types de cavité d'accès sont actuellement décrits dans la littérature scientifique :

- les TEC: Traditional Endodontic Cavity ou Cavité Endodontique Traditionnelle
- les CEC: Conservative Endodontic Cavity ou Cavité Endodontique Conservatrice
- les NEC: Ultra-conservatrice dite «Ninja» Endodontic Cavity ou Cavité Endodontique Ultra-conservatrice « Ninja ».

L'objectif de ce travail d'analyse de la littérature est de confronter la pertinence clinique des cavités d'accès endodontiques conservatrices (CEC) par rapport aux cavités endodontiques traditionnelles (TEC). Récemment, les cavités endodontiques conservatrices ont gagné l'attention des endodontistes car elles seraient séduisantes du point de vue de l'économie tissulaire. Pour autant, cette proposition est-elle validée scientifiquement ? Cette économie est-elle compatible avec les impératifs de désinfection et de mise en forme ?

Dans un premier temps, nous définirons le principe d'économie tissulaire et évoquerons les différentes cavités d'accès. Dans un deuxième temps, nous analyserons la littérature existante comparant les différentes cavités d'accès endodontiques. Nous évaluerons en particulier le volume d'émail conservé entre TEC et CEC, la localisation des entrées canalaires, la mise en forme canalaire (la longueur de travail, l'efficacité d'instrumentation, le centrage et l'effet de coupe instrumental), la résistance biomécanique à la fracture et enfin la qualité de la désinfection et l'accumulation de débris. Nous concluons en indiquant au praticien chirurgien dentiste la meilleure voie de travail.

I. Principes généraux et définition

I.1. Économie tissulaire

La perte d'émail est irréversible. L'économie tissulaire a pour objectif de préserver les tissus afin d'améliorer le pronostic de la dent traitée. Ce principe correspond à un « respect systématique du tissu original ». Cela implique que le professionnel de santé identifie le fait que la restauration a moins de valeur biologique que le tissu original. A son origine, le principe de Black est un concept fondamental qui prône « l'extension pour la prévention » (3). Des décennies ont suivi ce principe. Cependant, ces dernières années, l'art dentaire a subi un décalage de paradigme allant vers un respect constant et systématique des tissus originaux. Le gradient thérapeutique découle du principe d'économie tissulaire. Il décrit les différentes possibilités de traitement d'une dent, en cherchant toujours à garder le maximum de tissus dentaires (4).

L'introduction des techniques adhésives lors des restaurations composites a permis de faire un pas de géant dans l'intérêt de l'économie tissulaire (5). Le principe d'économie tissulaire consiste à réduire au minimum le changement structural de la dent pendant la thérapeutique endodontique, conservatrice ou prothétique. Des efforts de recherche récents sur la compréhension du vieillissement de l'émail et de la dentine ont eu pour conséquence la mise en place d'une nouvelle stratégie nommée « Micro Invasive Endodontics (MIE) ».

L'endodontie micro-invasive (MIE) permet un délabrement minimum de la dent durant le traitement endodontique. La perte d'émail et de dentine n'est pas négligeable lors de l'aménagement des voies d'accès endodontiques. C'est pourquoi de plus en plus d'endodontistes se sont intéressés à ce principe, poussés par les évolutions techniques et technologiques. En effet, l'endodontie a connu le développement des loupes et microscopes optiques, des inserts ultrasoniques, de nouveaux moyens d'imagerie comme le CBCT (Cone Beam Computed Tomography). La connaissance de l'anatomie est primordiale dans cette thérapeutique endodontique.

L'émail a une importance primordiale sur le plan fonctionnel et biologique. Selon certains auteurs, les cavités endodontiques traditionnelles, qui sont les modèles actuellement ne mènent pas au succès à long terme puisqu'elles compromettent structurellement la dent en enlevant une quantité excessive d'émail et favorisent la fracture (6). Cependant, le principe d'économie tissulaire ne doit pas nuire au pronostic de la dent durant le traitement endodontique. La faible ouverture occlusale peut développer des obstacles pouvant altérer le déroulement bénéfique du traitement. Principalement le fait de ne pas localiser une entrée canalaire, le risque de réaliser une perforation, la fracture instrumentale et d'autres que nous allons développer au long de notre analyse.

I.2. Les voies d'accès endodontiques

Les voies d'accès endodontiques se définissent par l'abord occlusal réalisé sur la dent afin de pouvoir pénétrer au cœur de la chambre pulpaire ou du traitement endodontique initial si l'on parle de retraitement. Elle se définit comme étant primordiale pour le bon déroulement du traitement et son succès dans le temps.

La cavité d'accès consiste en la réalisation d'une voie d'accès intracoronaire de forme, de dimension et de position bien déterminées par l'anatomie de la dent. Cela va permettre un accès direct à l'entrée des canaux afin d'assurer une instrumentation pendant la préparation du canal.

L'objectif est de tout mettre en œuvre pour atteindre, mettre en forme, nettoyer, désinfecter et obturer le ou les canaux ou la portion canalaire qui n'ont pas été concernés par le traitement initial et qui ont été le siège d'une prolifération bactérienne. Une analyse méthodique de l'anatomie canalaire préalable à la première étape du traitement endodontique est indispensable.

La réalisation d'une radiographie rétro alvéolaire et éventuellement d'un cone beam aide à analyser l'anatomie complexe. Cette pré-analyse permet d'anticiper la succession des difficultés et contraintes présentes à chaque étape.

Nous voyons donc l'importance de cette étape capitale dans le succès du traitement endodontique qui se décompose en 5 étapes selon l'auteur S. SIMON (7) :

- 1-dessin de la cavité dite idéale
- 2-approfondissement de la cavité
- 3-suppression du plafond résiduel
- 4-finition de la cavité en retirant les surplombs
- 5-visualisation de toutes les entrées canalaire en respectant le plancher pulpaire

Chaque procédure endodontique peut finalement conduire à une perte quantitative de dentine, pouvant entraîner une diminution du pronostic de la dent traitée avec l'apparition de fractures radiculaires partielles ou complètes, en dépit de l'intention première de préservation (2,8).



Figure 1 : Photographie occlusale montrant les tracés d'ouvertures de chambres sur arcade maxillaire à gauche et mandibulaire à droite

II. Description des cavités d'accès

À ce jour, parmi les différentes études internationales et publications, nous décrivons 3 types de cavités d'accès:

- les **TEC: Traditional Endodontic Cavity ou Cavité Endodontique Traditionnelle**
- les **CEC: Conservative Endodontic Cavity ou Cavité Endodontique Conservatrice**
- les **NEC: Ultra-conservatrice dites « Ninja » Endodontic Cavity ou Cavité Endodontique Ninja**

Chaque cavité a ses caractéristiques que nous allons détailler sur les figures suivantes. Toutes les illustrations ont été réalisées à Nantes sur premières molaires mandibulaires. Nous commencerons par le concept de la TEC (en pointillés noirs) puis de la CEC (en pointillés bleus) et enfin celle de la NEC (en pointillés rouges).

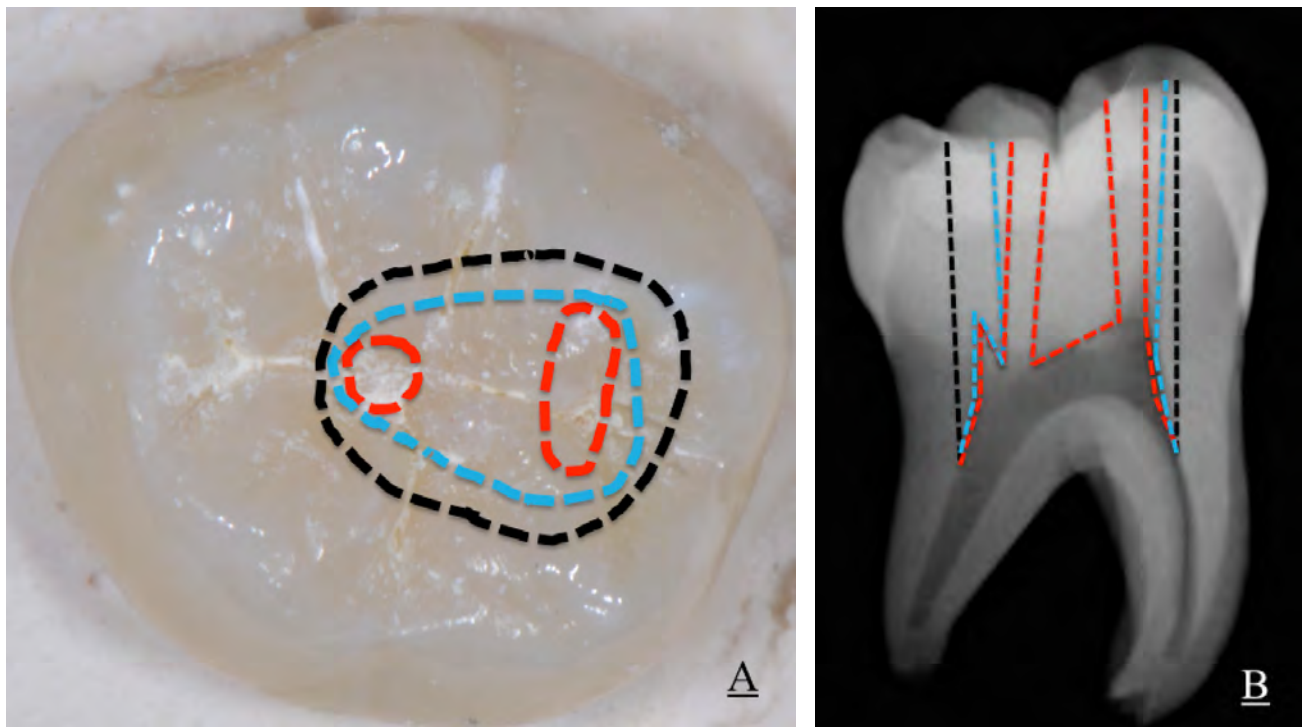


Figure 2 : Tracés de types d'ouverture de chambre d'une première molaire mandibulaire (A) en vue occlusale et (B) radiographie rétroalvéolaire réalisés à l'université de Nantes. Respectivement : voie d'accès endodontique par TEC (en pointillés noirs), CEC (en pointillés bleus), NEC (en pointillés rouges)

I.1. Cavités endodontiques traditionnelles (TEC)

II.1.1. Description

La cavité endodontique traditionnelle (TEC) consiste en une voie d'accès intra-coronaire comme énoncé historiquement par Ingle J en 1985 (3). Elle est décrite comme la cavité d'accès la plus large en volume et en diamètre. Le praticien doit avoir en tête que la chambre pulpaire a une position, une forme et une dimension bien déterminées par des statistiques pour chaque type de dent. Il devra matérialiser le grand axe de la dent afin de situer idéalement la cavité d'accès et l'axe d'insertion des entrées canalaires. Les contours de la cavité d'accès sont en rapport avec l'anatomie de la chambre pulpaire, et sont donc guidés par la morphologie interne (7).

Les caractéristiques générales des cavités d'accès traditionnelles sont résumées par un accès en ligne directe « straight line »(9). L'accès le plus direct possible est choisi pour limiter au maximum les interférences coronaires comme montrée sur la figure ci-dessous (Figure 3). Cela permet la réduction des risques de fractures instrumentales lors du traitement endodontique. Les cavités d'accès sont généralement rondes, ovales ou quadrangulaires en fonction du type de dent, mais restent évolutives au fur et à mesure des étapes.



Figure 3 : Radiographie montrant l'élimination des éperons dentinaires afin de supprimer la première courbure du canal et ainsi limiter les contraintes instrumentales.

Les voies d'accès endodontiques traditionnelles (TEC) sont décrites en cinq étapes. Elles vont du début de l'ouverture de chambre jusqu'à l'accès aux canaux (10).

La première étape peut se faire de 2 façons :

- Soit on trépane au point d'élection de la chambre pulpaire en regard de la corne pulpaire la plus volumineuse ou en regard du canal que l'on estime le plus simple.
- Soit l'on imagine le dessin d'une cavité d'accès idéale sans chercher à viser une corne puis on trépane le plafond pulpaire.

La deuxième étape consiste en l'effondrement du plafond pulpaire en ligne droite. Le toit de la chambre pulpaire est complètement retiré à l'aide d'une fraise boule ou endo-Z afin de localiser tous les orifices des canaux.

La troisième étape permet l'élimination totale des débris pulpaire ou dentinaires de la chambre pulpaire. Le tissu pulpaire caméral est retiré entièrement.

Durant la quatrième étape, l'extension de la cavité d'accès est réalisée, permettant la mise de dépouille en fonction du type de dent. La finition de la cavité est réalisée par le passage de la sonde 17 sur les parois de la cavité afin de vérifier si elles sont lisses et sans irrégularités. Pour les incisives et les canines, l'extension se fait vers le

bord incisif ou le bord vestibulaire. Les prémolaires ont généralement une extension vestibulo-lingual. Les molaires ont une extension principalement mésio-vestibulaire.

Lors de la cinquième et dernière étape, on recherche l'accès aux canaux. Le retrait des « éperons dentinaires » se fait grâce aux instruments Gates ou ultrasoniques, mais aussi grâce aux instruments spécifiques (SX pour le système ProTaper, Endoflare pour le système HERO Shaper). La première courbure canalaire est ainsi retirée. L'accès canalaire recherché est le plus vertical possible ce qui limite les contraintes instrumentales et le risque de fractures instrumentales. Les surplombs sont retirés permettant un meilleur accès visuel. Le toilettage et l'irrigation à l'hypochlorite de sodium, ainsi que la recherche du MV2 (pour les molaires maxillaires) ou de canaux accessoires sont réalisés.

De plus, un meulage des cuspidés non soutenues est réalisé permettant une diminution du risque de fracture, une meilleure visibilité et un repère cuspidien reproductible pour la longueur de travail. Dans certains cas, l'extension de la cavité et la mise de dépouille des parois à 2-3° permettent la tenue du ciment d'obturation provisoire et la constitution d'un réservoir pour la solution d'irrigation.

Ce type d'ouverture de chambre favorise le sacrifice des structures dentaires saines mettant en avant les besoins de l'opérateur plus que les besoins de la dent en elle-même. Les complications procédurales du traitement endodontique sont ainsi limitées et ce type de cavité d'accès permet d'optimiser les objectifs de guérison de l'infection (10,11).

II.1.2. Illustrations

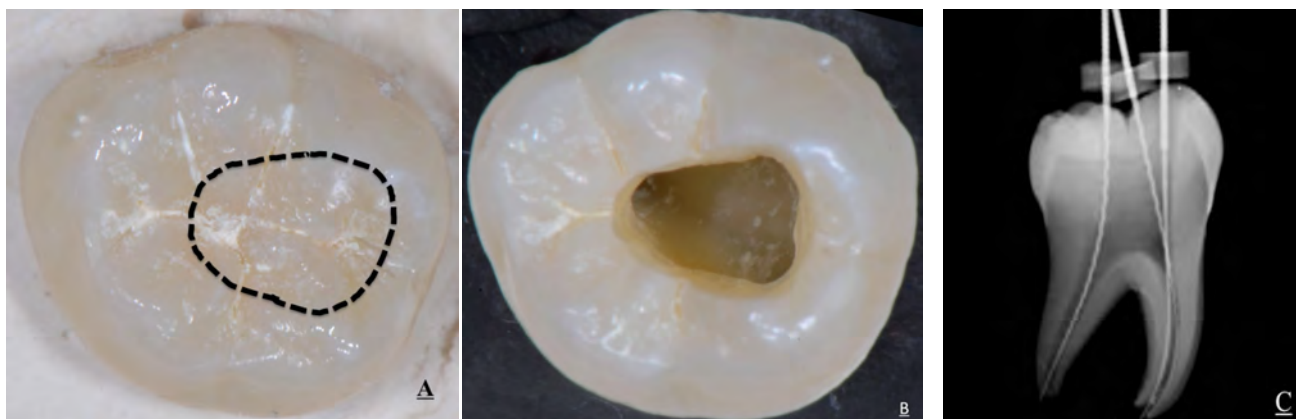


Figure 4 : (A)Tracé d'une TEC sur molaire mandibulaire, (B) Photographie occlusale d'une TEC avec accès visuel aux trois canaux, (C) Radiologie mettant en avant l'accès vertical des limes 8/100ème après effondrement du plafond pulpaire et suppression des éperons dentinaires.

II.2. Cavités Endodontiques Conservatrices (CEC)

II.2.1. Description

Les cavités endodontiques conservatrices (CEC) s'intéressent aux besoins de la dent en elle-même contrairement aux TEC qui donnent la priorité aux besoins de l'opérateur. Les « cavités endodontiques conservatrices » peuvent se définir par des termes similaires qui sont: « cavités endodontiques mini-envahissantes » ou « cavités endodontiques *a minima* ».

Le but de cette ouverture de chambre est de conserver au maximum la structure d'émail qui est à ce jour irremplaçable *ad integrum*. Les préparations ne doivent être ni trop petites ni trop grandes, mais bien adaptées à l'anatomie pulpaire de la dent.

Dans ce type d'ouverture de chambre, l'ouverture en ligne directe ou en « straight line » est abandonnée. Le diamètre d'ouverture de chambre et son volume sont plus petits. La trépanation du plafond pulpaire se fait au centre de la pulpe et non pas au niveau d'une corne pulpaire. L'élargissement depuis le centre permet de conserver en partie les cornes pulpaires. Ainsi il peut rester une accroche à la sonde 17 du plafond pulpaire. Il n'y a pas de formes géométriques définies de l'ouverture de chambre, mais plutôt une préparation anatomique en fonction des radiographies pré-endodontiques et de la connaissance de l'anatomie. Une partie du plafond pulpaire est ainsi conservée (4,11-13).

De même, les éperons dentinaires sont conservés. Ils font partie de l'émail péri-cervical se situant environ quatre millimètres au-dessus et au-dessous de la crête alvéolaire. Ils possèdent une importance capitale dans la résistance à long terme de la dent et permettent la transmission des forces occlusales par la partie cervicale ou péri-cingulaire. La préservation de la jonction cémento-amélaire est un enjeu crucial lors de l'ouverture de chambre, car elle possède un capital de résistance important. Aucun matériel et technique synthétique ne peuvent compenser la structure de dent perdue dans cette zone clé (9).

Ce nouveau type d'accès a été permis grâce au développement de nouvelles instrumentations, notamment avec la nouvelle génération d'instruments Nickel Titane (NiTi). Les Openers AK10, conicité 10% en acier inoxydable par exemple, sont une alternative aux forêts de Gates qui sont de plus en plus utilisés pour l'élargissement du premier tiers du canal radiculaire. La courbure des instruments NiTi est augmentée, leur résistance à la fracture aussi. L'accès aux canaux est mis en évidence par le nettoyage de la chambre pulpaire avec des ultrasons.



Figure 5 : Photographie d'un OPENER de chez KOMET

Les loupes, microscopes et l'imagerie 3D sont devenus incontournables pour ce type d'exercice minutieux.

II.2.2. Illustrations

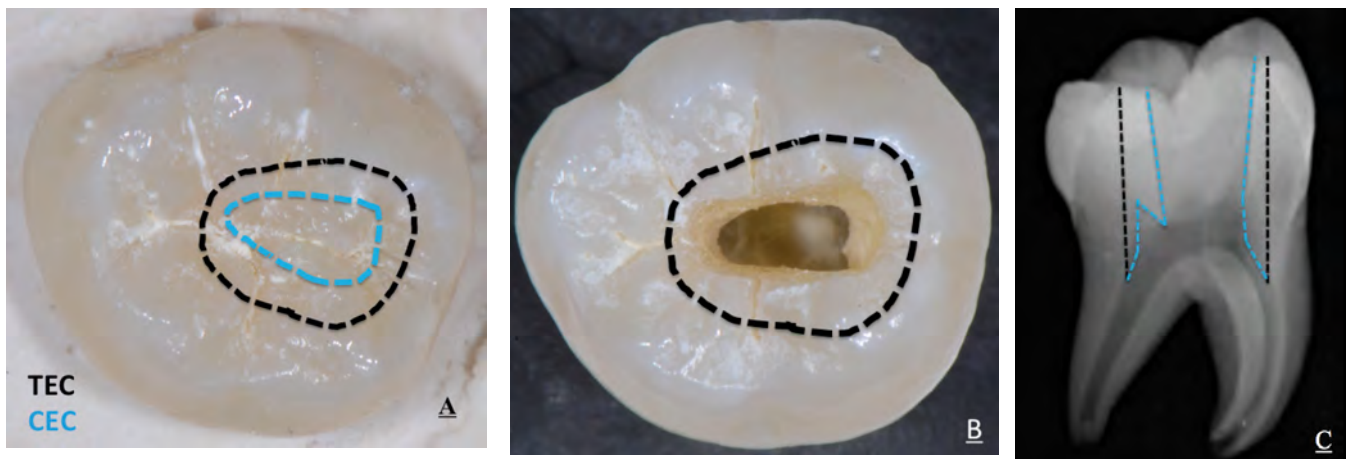


Figure 6 : (A) Modélisation d'une CEC en pointillés bleus sur molaire mandibulaire et TEC en pointillés noirs, (B) réalisation d'une CEC à l'université de Nantes, (C) Rétro-alvéolaire d'une molaire mandibulaire après réalisation d'une CEC en tracé bleu.



Figure 7: Modélisation à partir d'un micro-CT d'une première molaire mandibulaire. La CEC en rouge montre bien son volume et ses limites par rapport à la pulpe camérale et radiculaire avant traitement modélisée en vert (11).

II.3. L'Ultra-conservative: « Ninja Endodontic cavity » NEC

II.3.1 Description

La notion de NEC ou « ninja endodontic cavities » ou « truss cavities » est un concept résolument novateur. Très peu utilisé en clinique, il comporte certains risques. Ici, le concept de micro-invasion est poussé plus loin jusqu'à atteindre l'ultra-conservation des tissus. Les besoins de l'opérateur sont mis à mal par un accès résolument petit. On peut se demander si les besoins de la dent sont en balance bénéfique par rapport au risque.

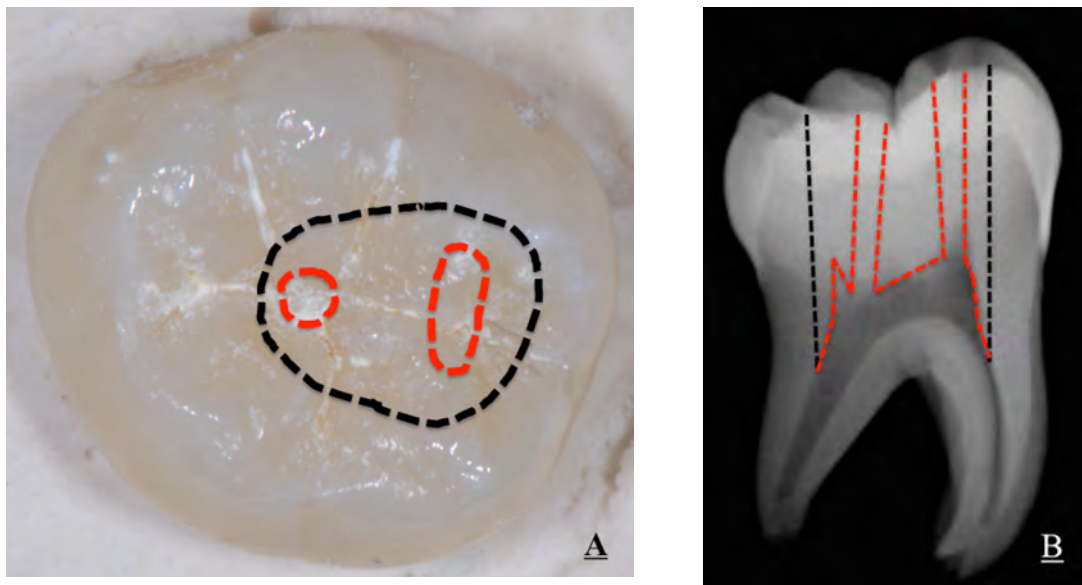


Figure 8 : (A) Photographie d'une vue occlusale d'une molaire mandibulaire et (B) radiographie rétro-alvéolaire d'une molaire mandibulaire. En pointillés rouges, nous visualisons les limites des NEC par rapport aux TEC modélisés en pointillés noirs.

Les NEC ont un accès en fonction du nombre de canaux et non plus en fonction de la chambre pulpaire comportant les entrées des canaux. Il n'y a pas de cavité d'accès à proprement parler. On parle plutôt d'effractions pulpaire. Le toit de la chambre est conservé partiellement. En fonction de l'anatomie, l'accès canalaire peut être non conventionnel.

Par exemple, sur une molaire mandibulaire (figure 8), 2 points d'effractions de la table occlusale sont réalisés avec une fraise Endo Access Bur ou des instruments ultrasoniques. La grande différence réside dans la non jonction des 2 points occlusaux qui constituent l'ouverture de chambre. Chaque effraction pulpaire est en regard d'un canal. Une partie des cornes pulpaires peut être conservée. Les éperons dentinaires de l'émail péri-cervical sont conservés. Nous avons donc un accès canalaire qui se fait dans l'axe du premier tiers du canal contrairement aux TEC qui ont un accès vertical. Le plafond pulpaire est en parti conservé.

Cette technique est réalisable seulement avec un plateau technique très complexe, un praticien aguerri et une situation clinique favorable. L'analyse virtuelle en 3D afin de visualiser tous les canaux est fortement recommandée ainsi que l'utilisation d'inserts ultrasoniques et de microscope optique.

II.3.2. Illustrations

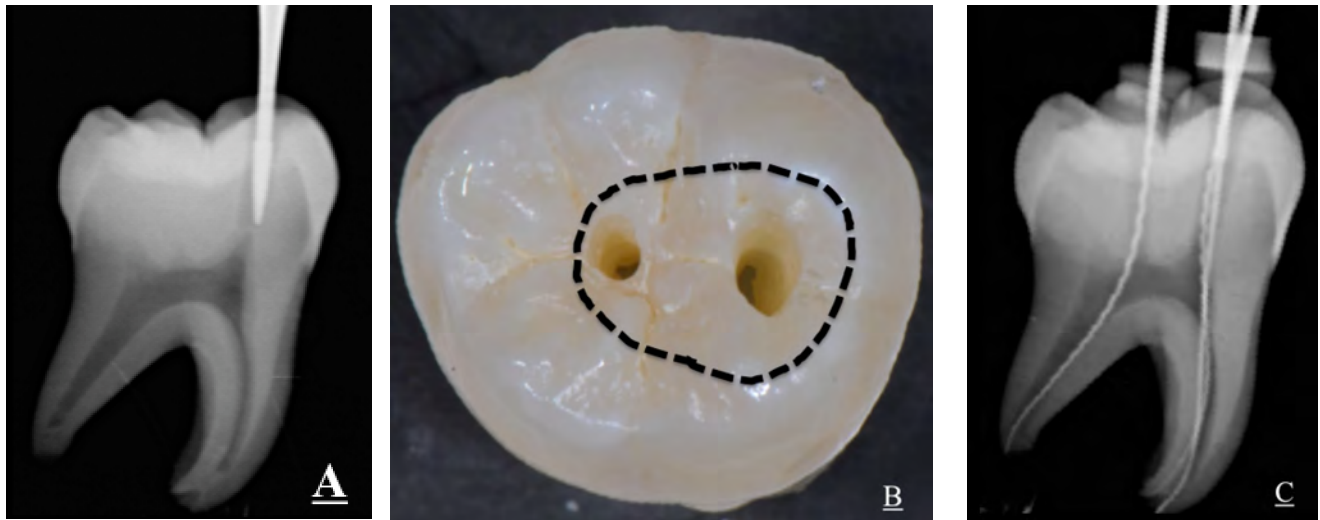


Figure 9 : Réalisation d'une NEC sur première molaire mandibulaire gauche à l'université de Nantes.
(A) Radiographie rétro-alvéolaire per-opératoire montrant le début de l'effraction pulpaire en regard de la corne pulpaire mésiale. (B) Photographie clinique occlusale d'une première molaire mandibulaire présentant une cavité ultra-conservatrice dite « ninja endodontic cavity » (NEC). Les pointillés noirs sont les limites des cavités endodontiques traditionnelles (TEC). (C) Radiographie rétro-alvéolaire après ouverture par NEC. Les 3 limes de 8/100ème en place dans les canaux distal, mésio-lingual et mésio-palatin présentent des courbures prononcées.

II.4. La connaissance de l'anatomie et de l'inclinaison dentaire

L'analyse pré-interventionnelle de l'anatomie dentaire est d'une importance capitale. Chaque dent est unique, mais des configurations morphologiques communes ont été décrites notamment par Gutmann en 1992 (14). Le chirurgien-dentiste doit avoir en tête les particularités anatomiques qui distinguent les racines entre elles. Les racines dites à risque doivent être identifiées et analysées afin d'adapter la thérapeutique en conséquence. Les radiographies rétroalvéolaires à double incidence durant la phase d'analyse peuvent donner certaines informations aux praticiens, cependant la connaissance de l'anatomie reste primordiale.

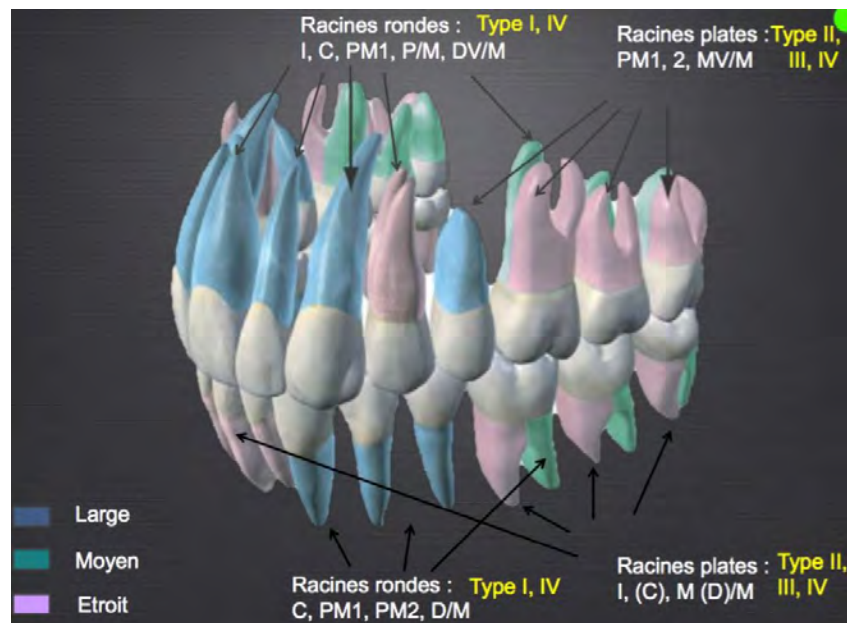


Figure 10 : Schéma synthétisant les configurations canalaire et radiculaire classiques possibles du Dr Pommel.

La planification du traitement permet d'anticiper la probabilité d'obtenir un accès adéquat. Le traitement et le retraitement peuvent être compromis si l'accès est difficile. Il est important de visualiser mentalement l'emplacement et l'orientation de la chambre pulpaire surtout si la dent présente une restauration coronaire qui peut ne pas être dans l'axe radiculaire. L'analyse des radiographies pré-opératoires permet une première orientation concernant la localisation de la chambre pulpaire et des entrées canalaire ce qui conditionne le bon déroulement du traitement endodontique jusqu'à son succès final. Elle permet de déterminer le nombre de racines, et leurs caractéristiques morphologiques (courtes ou longues, trapues ou grêles, présence de courbures, leurs orientations, degré et rayon de courbure).

Il est également important d'analyser le tronc cervical de la dent à traiter, sa hauteur (corrélée à la position de la jonction émail-cément et de la furcation) permettant d'indiquer l'emplacement du plancher pulpaire, la position probable des entrées canalaire ainsi que la largeur vestibulo-linguale de la racine mésio-vestibulaire par exemple.

L'indice de Le Huche est défini comme la différence entre le plus grand diamètre mésio-distal de la dent et le diamètre mésio-distal au niveau cervical de la préparation. Il matérialise l'étranglement cervical de dent, et la divergence radiculaire doit être évaluée afin de se prémunir de tout risque de perforation, lors de la réalisation de la cavité d'accès et de la recherche des entrées canalaire (15).

De plus, certains facteurs comme la rétraction de la pulpe avec l'âge auront une influence sur l'accès occlusal à la lumière canalaire. En effet, la présence d'un pulpolithe peut rendre difficile l'ouverture de chambre car la distance entre le toit de la chambre et le plafond est réduite ou comblée.

Par ailleurs, le praticien devra tenir compte de l'axe corono-radulaire de la dent sur l'arcade pour la réalisation de cette cavité. Pour cela, il pourra s'appuyer sur un examen attentif des radiographies pré-opératoires avec des incidences différentes pour déterminer et obtenir un accès correct.

Le grand axe de la dent guide l'inclinaison des instruments rotatifs, cependant, l'axe de la couronne dentaire peut être différent de celui de la racine. De plus, le praticien doit toujours tenir compte d'une éventuelle rotation de la dent ou de la restauration coronaire qui peuvent induire en erreur le praticien. Un sondage parodontal préalable à toute manœuvre opératoire peut permettre d'analyser les caractéristiques de la dent en mettant en évidence le contour de la couronne, voir de possibles sillons de coalescence (signe de racine surnuméraire)(15).

II.5. Anatomie de résistance

La réalisation d'une cavité d'accès est un compromis entre préserver l'intégrité structurelle de la dent et ouvrir suffisamment pour une bonne réalisation du traitement (visibilité, accès direct des instruments au tiers apical sans contraintes...)

La perte de résistance de la dent dépulpée est directement liée au volume et à la localisation de la perte de substance qu'elle soit pathologique (atteinte carieuse ou iatrogène) ou thérapeutique (traitement endodontique). En particulier, lorsque les crêtes marginales sont concernées, il y a une rupture de l'effet de cerclage dentinaire. De même, lorsque la perte de substance se situe au niveau de la partie cervicale de la dent, une fois le plafond pulpaire supprimé, il se crée une augmentation du bras de levier au niveau des parois (2).

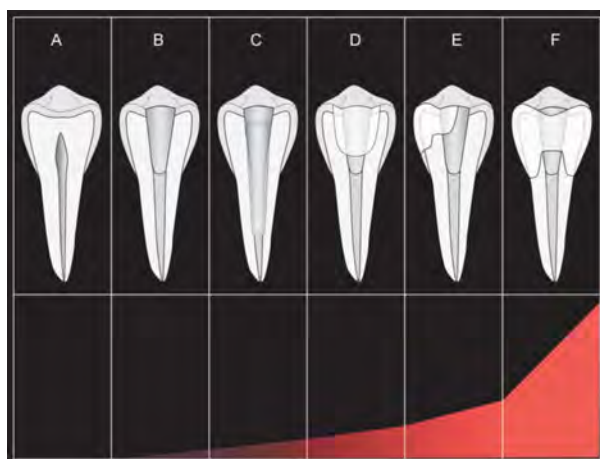


Figure 11 : Degrés de résistance à la fracture en fonction de la préparation ci-dessous (A) Dent intacte; (B) Cavité d'accès endodontique traditionnelle et son traitement; (C) avec ancrage radulaire; (D) avec préparation occlusal (1 face); (E) avec effondrement crête médial ou distal (2 faces); (F) avec préparation MOD(2 ou 3 faces). Le graphique rouge traduit la résistance à la fracture de la dent en fonction de la configuration ci-dessous (16).

Ainsi, plus la quantité d'émail ou de dentine perdue est vaste, plus la structure résiduelle est affaiblie et donc sensible aux fractures. Les crêtes marginales jouent un rôle fondamental dans la résistance de la dent. S'il en manque une, le cerclage à la périphérie de la dent est rompu et cette discontinuité fragilise la dent (-46% de résistance). Si les deux crêtes sont perdues, le phénomène est encore plus important (-63%), les parois vestibulaires et linguales de part et d'autre de la cavité mésio-occluso-distale risquent de fléchir puis de se fracturer suite aux forces occlusales, et ceci est d'autant plus vrai que les pans restants sont fins (16-17).

Une plus grande quantité de dentine coronaire, et en particulier cervicale, permet d'obtenir un effet de cerclage sur la dent dépulpée restaurée, ce qui augmente de manière significative la résistance à la fracture de la dent traitée, grâce à une meilleure distribution des contraintes (17-19).

L'effet « ferrule » est le mécanisme illustrant le cerclage de l'ensemble du périmètre cervical du moignon coronaire par la couronne d'usage. Pour être efficace, la substance dentaire résiduelle, après préparation périphérique et préparation canalaire, doit conserver une bande continue de dentine intacte au niveau de la zone cervicale, de 2mm de hauteur et de 1mm d'épaisseur minimum (20).

D'autre part, dans une étude récente, Krapez et coll. ont noté plus de fractures à 5 ans post-opératoires sur les dents ayant eu une cavité d'accès trop importante (21). Il est donc impératif de réduire les dimensions de la cavité d'accès afin de préserver les structures dentaires au maximum en particulier, les poutres de résistance de la dent (crêtes marginales, pont d'émail...) pour assurer la pérennité des dents sur le long terme. Cette approche permet un meilleur pronostic de la dent en conservant une quantité de dentine coronaire suffisante pour avoir un effet de cerclage après la réalisation de la reconstitution coronaire finale.

Il est donc important de faire un bilan sur la pertinence thérapeutique de l'utilisation des cavités endodontiques *a minima*. Nous allons voir dans l'analyse de la littérature les points positifs et les points négatifs décrits par les auteurs sur cette nouvelle thérapeutique de plus en plus utilisée par les praticiens.

III. Analyse de la littérature

III.1. Stratégie de recherche bibliographique

Dans le cadre de la réflexion sur l'économie tissulaire et l'aménagement des voies d'accès en endodontie, diverses cavités d'accès ont été proposées et étudiées sous différents critères dans la littérature.

Afin d'évaluer l'efficacité dans le temps des différentes cavités d'accès, une recherche bibliographique a été effectuée sur le sujet. Une analyse de la littérature a été réalisée à partir des différents articles obtenus.

Une recherche électronique bibliographique a été entreprise à partir des bases de données de plusieurs plateformes qui sont : PubMed, Nantilus, Sudoc, GoogleScholar, ScienceDirect et Wiley Online Library.

Une recherche détaillée avec les mots clefs suivants a été effectuée.

Mots clés :

- Dental pulp cavity - Tissue preservation - Conservative treatment-
Minimally invasive surgical procedures -Tooth Fracture -

Les mots-clés ont été utilisés seuls ou combinés pour augmenter le nombre d'articles. Le logiciel de gestion des références bibliographiques ZOTERO a été utilisé pour rassembler et trier les différents articles obtenus.

III.2. Critères de sélection

Premièrement, l'ensemble des articles sélectionnés dans le cadre de cette méta-analyse est anglophone. Dans le but d'une actualisation des données, nous avons choisi des articles sans restriction parus jusqu'en mai 2018.

Tous les articles trouvés sont des études comparatives, seule une est une méta-analyse. Aucune étude de cohorte et aucun essai contrôlé durant la recherche n'ont été trouvés. L'hypothèse énoncée est qu'il n'existe pas de différence sur le plan biologique et mécanique entre les CEC et les TEC.

Nous nous intéresserons dans cette étude aux dents non cariées nécessitant un traitement endodontique. Les TEC ont été employées comme référence pour la comparaison.

Les critères d'exclusions sont les suivants :

- Etudes analysant les CEC ou NEC sans comparaison au TEC
- Cas cliniques, articles d'opinion, commentaires, lettres

Nous avons établi plusieurs critères d'inclusion :

- articles mettant en comparaison les CEC ou NEC avec un groupe témoin (TEC)
- article publié jusqu'à mai 2018
- taille de l'échantillon >5
- dents humaines avec apex fermés

Nous prenons en compte les critères précédents afin d'effectuer la sélection des différents articles selon la méthode suivante.

La base de données électronique ainsi que les recherches manuelles ont permis de sélectionner 183 articles. Après lecture approfondie des articles et élimination des doublons, nous avons sélectionné 14 articles suivant l'organigramme suivant :

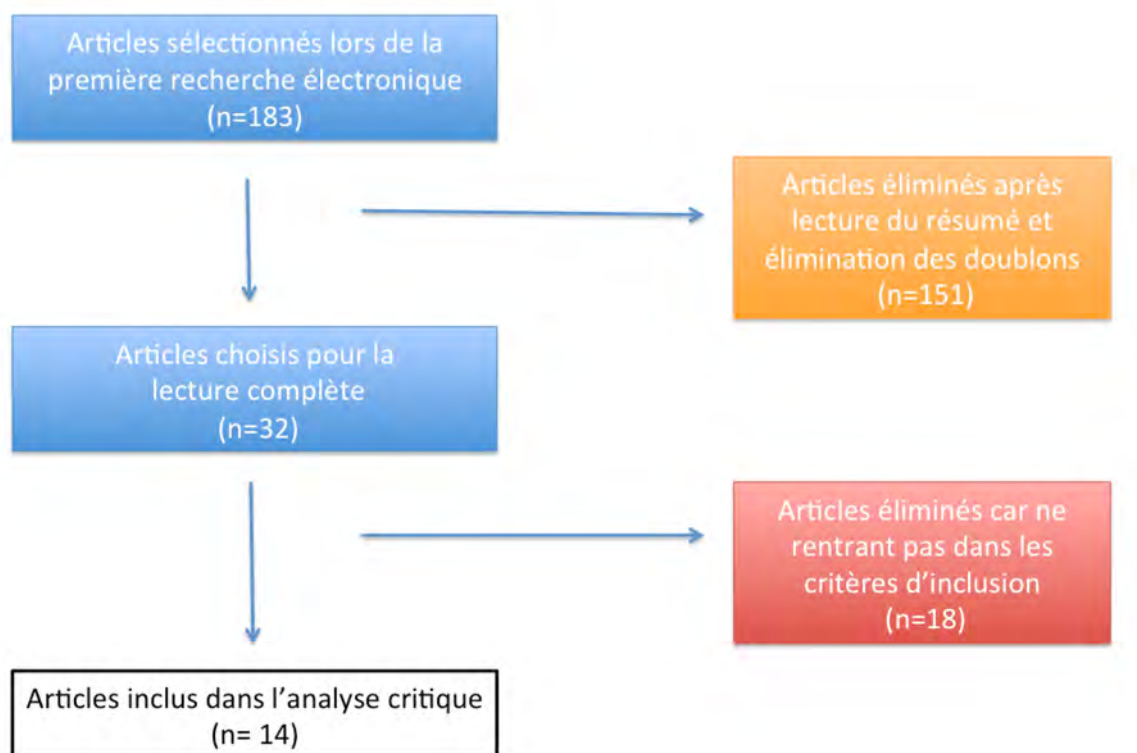


Figure 12: Organigramme de recherche

III.3. Analyse méthodologique des articles

Pour pouvoir analyser les articles sélectionnés, il est nécessaire de les classer selon leur qualité. La valeur scientifique est ensuite étudiée par la lecture critique pour définir la pertinence de leurs conclusions. L'HAS (Haute Autorité de Santé) fournit une classification adaptée au score de Sackett (22), définissant le grade de recommandation de chaque étude :

Niveau de preuves scientifiques fourni par la littérature	Grade de recommandation
Niveau 1 : - essais comparatifs randomisés de forte puissance - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés - analyse de discussion basée sur des études bien menées	Preuve scientifique établie A
Niveau 2 : - essais comparatifs randomisés de faible puissance - études comparatives non randomisées, mais bien menées - études de cohorte	Présomption scientifique B
Niveau 3 : - études cas-témoins	Faible niveau de preuve C
Niveau 4 : - études comparatives comportant des biais importants - études rétrospectives - séries de cas - études épidémiologiques descriptives (transversal, longitudinale).	Faible niveau de preuve C

Tableau 1 : Grades des recommandations de l'ANAES (<https://www.has-sante.fr/portail/>) (20)

La recherche effectuée a permis de conserver 14 articles dont :

- 13 articles d'études comparatives *in vitro*
- 1 article d'étude comparative *ex vitro*

Nous avons établi 5 critères d'analyse :

- Le volume d'email conservé entre TEC et CEC (2 articles)
- La localisation des entrées canalaire (2 articles)
- La mise en forme du canal (10 articles)
- La résistance biomécanique à la fracture (8 articles)
- La qualité de la désinfection et de l'accumulation de débris (2 articles)

Différents tableaux d'analyse ont été réalisés pour organiser et clarifier les critères d'analyse en fonctions des publications. Selon le grade de recommandation de l'ANAES, les articles ont été classés par niveau de preuve scientifique selon la même méthode.



Figure 13 : Nombre d'articles sélectionnés par critère d'analyse.

III.3.1. Analyse des études *in vitro* et *ex vivo*

Types d'études	Études	Niveau de preuve	Grades de recommandation
Revue systématique	(23)	1	A
Étude expérimentale comparative contrôlée, prospective randomisée en double aveugle	(11–13,24–26)	2	B

Tableau 2 : Nombre d'articles sélectionnés et niveau de preuve.

III.3.2. Analyse des études sur le volume d'émail conservé entre TEC et CEC

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent	Préparation Restauration	Type d'analyse radio	Analyse du Volume conservé	G R A D E
11	Krishan R et collaborateurs 2014	Étude in vitro comparative « Impacte de la CEC sur l'instrumentation canaulaire et la résistance à la fracture sur incisive, PM et Molaire »	90 dents humaines Incisive maxillaire, PM mandibulaire Molaire maxillaire CEC n = 10/type de dent TEC n = 10/ type de dent Contrôle (dent intacte) n = 10/ type de dent	- instruments de WaveOne sous microscope - l'hypochlorite de sodium 1,25% PAS DE RECONSTRUCTION COMPOSITE	Représentation en tomographique 3D CBCT Résolution de 20millimètre Image analyse par balayage par micro-CT 20mm	Logiciel informatique UCW : proportion du mur intact de canal DVR : volume d'ivoire enlevé	B
9	Yuan K et collaborateurs 2016	Étude <i>ex vitro</i> comparative « Comparaison de résistance biomécanique des modèles après préparation mini invasive (MI) et la préparation linéaire (SL) »	6 modèles de première molaire mandibulaire SL/TEC N=3 MI/CEC n=3	SL 0.04 SL 0.10 SL 0.12 MI 0.04 MI 0.10 MI 0.12 -gutta-percha à partir de l'apex jusqu'à 1 millimètre sous orifices de canalaire -restauration composite des dents	Balayage par MICRO-CT coupe de 10 micromètres	Logiciel informatique	C

Tableau 3 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (11 et 9)

III.3.3. Analyse des études sur la localisation des entrées canalaire

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent	Préparation	Utilisation de microscope ?	Imagerie /analyse	G R A D E
12	Moore et collaborateurs 2016	Étude comparative <i>in vivo</i> « Impacts des cavités endodontiques contractées sur l'efficacité de l'instrumentation et les réponses biomécaniques dans les molaires maxillaires »	39 molaires maxillaires CEC n=9 TEC n=9 Contrôle n=18 Perte de 2 dents pendant l'étude	- préparation VTaper2H 30/100 -irrigation hypochlorite de sodium 2,5% - préparation par ultrason et high-speed Endoguide burs pour les CEC - TEC préparé par tapered high-speed diamond burs (F392-016; Axis Dental, Coppell, TX	-accès aux canaux par microscope optique	-micro-CT (post- traitement volumes) -reconstitution 3D par « bitmap image file to the Digital Imaging »	B
13	Rover et collaborateurs 2017	Étude comparative In vivo « Influence de la conception de la cavité d'accès sur la détection de canal radiculaire, l'efficacité d'instrumentation, et la résistance de fracture »	30 molaires maxillaires CEC n=15 TEC n=15	- préparation Réciproc	3 groupes d'analyse : 1: aucune aide optique 2: sous microscope optique (OM) 3: sous microscope optique et instrument ultrasonique	Micro-CT résolution 21 mm Images reconstituées avec le logiciel de NRecon v.1.6.9 (microCT de Bruker)	B

Tableau 4 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (12 et 13)

III.3.4. Analyse des études sur la mise en forme canalaire

III.3.4.1. Analyse de la longueur de travail

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent	Préparation Restauration	Type d'analyse radio	Longueur de travail	G R A D E
29	Kyle P. Schroeder et collaborateurs 2002	Étude comparative In vitro La longueur de travail est-elle modifiée par la préparation en ligne directe (SLA =TEC) en comparaison avec CEC (CF)	86 canaux étudiés sur prémolaires et molaires extraites 2 groupes : droit 37 incurvée 49	-accès occlusal par 557 burs -lime K10/100 premières pénétrations	NR	Analyse de la longueur de travail par coupe par stéréomicroscopie	C

Tableau 5 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (29)

III.3.4.2. Analyse de l'efficacité d'instrumentation

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent	Préparation Restauration	Analyse radiologique	Efficacité d'instrumentation	G R A D E
11	Krishan R et collaborateurs 2014	Étude <i>in vitro</i> comparative « Impacte de la CEC sur l'instrumentation canalaire et la résistance a la fracture sur incisive, PM et Molaire »	90 dents humaines, Incisive maxillaire, PM mandibulaire, Molaire maxillaire CEC : n = 10/type de dent TEC : n = 10/ type de dent Contrôle dent intacte : n= 10/ type	- instruments de WaveOne sous microscope - l'hypochlorite de sodium 1,25% PAS DE RECONSTRUCTION COMPOSITE	Représentation en tomographique 3D CBCT Résolution de 20millimètre Image analyse par balayage par micro-CT 20mm	Logiciel informatique UCW : proportion du mur intact de canal DVR : volume d'ivoire enlevé micro-CT	B
30	Tuomas K. Niemi et collaborateurs 2016	Étude comparative In vitro « Étude de l'efficacité de l'instrumentation pendant le retraitement avec TRUShape(TS) ou ProFile Vortex Blue(VB) sur les TEC ou CEC »	48 prémolaires mandibulaires <u>critères d'inclusion</u> : -couronne intacte/ apex fermer -LT entre 21 et 24mm -canaux simples, sans courbure CEC+TS : n=12 CEC+VB : n=12 TEC+TS : n=12 TEC+VB : n=12	- sous le microscope clinique au rapport optique $\times 10.9$ (OPMI Pico ; Carl Zeiss Meditec Inc, Iéna, l'Allemagne) - ProTaper - sans dissolvant de RTE - NaOCl 8,25%/ EDTA 17% - condensation latérale à chaud - cavité G (3M)	NR	Adobe Photoshop cc 2014 (Adobe Systems Inc, San Jose, CA) Les photographies ont été évaluées par 2 observateurs indépendants	C
12	Moore et collaborateurs 2016	Étude comparative <i>in vivo</i> « Impacts des cavités endodontiques contractées sur l'efficacité de l'instrumentation et la capacité de centrage »	39 molaires maxillaires CEC n=9 TEC n=9 Contrôle n=18 Perte de 2 dents pendant l'étude	-préparation VTaper2H 30/100 -irrigation hypochlorite de sodium 2,5% -préparation par ultrason et high-speed Endoguide burs pour les CEC -TEC préparée par tapered high-speed diamond burs (F392-016; Axis Dental, Coppell, TX) -reconstitution composite	-micro-CT (voxel de 12 μ m) préopératoire et un post-opératoire -reconstitution 3D par « bitmap image file to the Digital Imaging »	-micro-CT (voxel de 12 μ m) préopératoire et un post-opératoire logiciel reconditionné (Brüker MicroCT) utilisés pour la reconstruction (3D) �� trois dimensions Scanco 3D morphometryanalysissoftware (ScancoMedical, Brüttisellen, Suisse)	B
13	Rover et collaborateurs 2017	étude comparative <i>in vivo</i> « Influence de la conception de la cavité d'accès sur la détection de canal radiculaire, l'efficacité d'instrumentation, et la résistance de fracture »	30 molaires maxillaires CEC n=15 / TEC n=15 3 groupes d'analyse : 1: sans optique 2: OM 3: OM et instrument ultrasonique	-Fraise diamantée -endoZ (Dentsply Maillefer) -préparation r��ciprocal (VDW GmbH, Munich, Allemagne)	Micro-CT résolution 21 mm	Micro-CT résolution 21 mm Images reconstituées avec le logiciel de NRecon v.1.6.9 (microCT de Bruker)	B
24	Mario Alovisei et collaborateurs 2018	étude comparative <i>in vitro</i> « Influence de la conception de la cavité d'accès <i>a minima</i> sur la forme géométrique de la préparation du canal »	30 molaires mandibulaires humaines extraites avec apex fermé et canal mésial séparé 2 groupes : CEC n= 15/ TEC n= 15	Instrumentation NITI Wave one (Dentsply Maillefer) Proglider NaOCl 5% / EDTA 10%	NR	étude tomographique micro calculé 450 balayages de chaque échantillon jusqu'à l'apex par coupe de 1-3 mm Analyse en volume du canal ainsi que la superficie et le décalage de la préparation par rapport au centre du canal	B

III.3.4.3. Analyse du centrage et de l'effet de coupe instrumental

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent	Préparation Restauration	Type d'analyse radio	Analyse de l'efficacité d'instrumentation	G R A D E
11	Krishan R et collaborateurs 2014	Étude <i>in vitro</i> comparative « Impacte de la CEC sur l'instrumentation canalaire et la résistance a la fracture sur incisive, PM et Molaire »	90 dents humaines, Incisive maxillaire, PM mandibulaire, Molaire maxillaire CEC : n = 10/type de dent TEC : n = 10/ type de dent Contrôle (dent intact): n = 10/ type	- instruments de WaveOne sous microscope - l'hypochlorite de sodium 1,25% PAS DE RECONSTRUCTION COMPOSITE	Représentation en tomographique 3D CBCT Résolution de 20millimètre Image analyse par balayage par micro-CT 20mm	Logiciel informatique UCW : proportion du mur intact de canal DVR : volume d'ivoire enlevé micro-CT	B
12	Moore et collaborateurs 2016	Étude comparative <i>in vivo</i> « Impacts des cavités endodontiques contractées sur l'efficacité de l'instrumentation et la capacité de centrage »	39 molaires maxillaires CEC n=9 TEC n=9 Contrôle n=18 Perte de 2 dents pendant l'étude	-préparation VTaper2H 30/100 -irrigation hypochlorite de sodium 2,5% -préparation par ultrason et high-speed Endoguide burs pour les CEC -TEC préparée par tapered high-speed diamond burs (F392-016; Axis Dental, Coppell, TX) -reconstitution composite	-micro-CT (voxel de 12µm) préopératoire et un post-opératoire -reconstitution 3D par « bitmap image file to the Digital Imaging »	-micro-CT (voxel de 12 µm) préopératoire et un post-opératoire logiciel reconditionné (Brüker MicroCT) utilisés pour la reconstruction (3D) à trois dimensions Scanco 3D morphometryanalysissoftware (ScancoMedical, Brüttisellen, Suisse)	B
13	Rover et collaborateurs 2017	Étude comparative <i>in vivo</i> « Influence de la conception de la cavité d'accès sur la détection de canal radiculaire, l'efficacité d'instrumentation, et la résistance de fracture »	30 molaires maxillaires CEC n=15 / TEC n=15 3 groupes d'analyse : 1: sans optique 2: OM 3: OM et instrument ultrasonique	-Fraise diamantée -endoZ (Dentsply Maillefer) -préparation réciproque (VDW GmbH, Munich, Allemagne)	Micro-CT résolution 21 mm	Micro-CT résolution 21 mm Images reconstituées avec le logiciel de NRecon v.1.6.9 (microCT de Bruker)	B
31	Eaton et collaborateurs 2015	Étude comparative <i>in vivo</i> « étude des points de repère anatomiques en fonction des différents types d'ouverture de chambre corrélée au centrage du canal originel et la courbure primaire »	30 molaires mandibulaires calcifiées	NR	Micro-CT	-analyse par reconstruction tridimensionnelle volumique sur logiciel	C

III.3.5. Analyse des études sur la résistance biomécanique à la fracture entre CEC et TEC

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent/article	Méthode de Préparation	Analyse radiologique	Analyse de résistance a la fracture	G R A D E
11	Krishan R et collaborateurs 2014	Étude <i>in vitro</i> comparative « Impact de la CEC sur l'instrumentation canaulaire et la résistance à la fracture sur incisive, PM et Molaire »	90 dents humaines Incisive maxillaire, PM mandibulaire Molaire maxillaire CEC n = 10/type de dent TEC n = 10/ type de dent Contrôle dent intacte n = 10/ type de dent	-instruments de WaveOne sous microscope -l'hypochlorite de sodium 1,25% PAS DE RECONSTRUCTION COMPOSITE	Représentation en tomographique 3D CBCT Résolution de 20millimètre Image analyse par balayage micro-CT 20mm	Essai universel de l'Institut Instron, -vitesse de croisillon sphérique de 1 mm/min -force de compression continue -dents non reconstruites montées sur des anneaux en laiton et placées dans de la résine jusqu'à 2mm de la jonction cémento- amélaire. -Angle de 30 degrés pour les molaires et PM par rapport au grand axe de la dent -Angle de 135 degrés pour les incisives -charge enregistrée en Newton	B
9	Yuan et collaborateurs 2016	Étude comparative In vivo « Comparaison biomécanique entre la résistance à la fracture des modèles de dents préparés par TEC et CEC »	6 modèles de prémolaires mandibulaires 2 groupes MI/CEC n=3 SL/TEC n=3 Pas de groupe témoins	SL 0.04 SL 0.10 SL 0.12 MI 0.04 MI 0.10 MI 0.12 -gutta-percha à partir de l'apex jusqu'à 1 millimètre sous orifices de canalaire -restauration composite des dents	Balayage par MICRO –CT d'épaisseur 10mm Reconstruction 3D par logiciel Geomagic Utilisation du logiciel de Hypermesh pour l'analyse	2 Charges appliquées de 250 N -la première verticalement (= mastication) -la 2ème à 45 degrés par rapport à l'axe longitudinal de la dent. -reconstitution de la stimulation du ligament	C

Tableau 8 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (11 et 9)

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent	Préparation Restauration	Analyse radiologique	Analyse de résistance à la fracture dentaire	G R A D E
12	Moore et collaborateurs 2016	Étude comparative <i>in vivo</i> « Impacts des cavités endodontiques contractées sur l'efficacité de l'instrumentation et la réponse biomécanique des molaires maxillaires »	39 molaires maxillaires CEC n=9 TEC n=9 Contrôle n=18 Perte de 2 dents pendant l'étude	-préparation VTaper2H 30/100 -irrigation hypochlorite de sodium 2,5% -préparation par ultrason et high-speed Endoguide burs pour les CEC -TEC préparé par tapered high-speed diamond burs (F392-016; Axis Dental, Coppell, TX) -reconstitution composite	-micro-CT (voxel de 12 µm) préopératoire et un post-opératoire -reconstitution 3D par « bitmap image file to the Digital Imaging »	-micro-CT (voxel de 12 µm) préopératoire et un post-opératoire logiciel reconditionné (Bruker MicroCT) utilisés pour la reconstruction (3D) à trois dimensions Scanco 3D morphometry analysis software (Scanco Medical, Brüttisellen, Suisse)	B
10	Chlup et collaborateurs Mars 2017	Étude comparative <i>in vitro</i> « Étude de résistances à la fracture des prémolaires maxillaire et mandibulaire après ouverture de chambre <i>a minima</i> »	60 prémolaires humaines extraites (30 maxillaires /30 mandibulaires) CEC n = 10/type de dent TEC n = 10/ type de dent Contrôle dent intacte n = 10/ type de dent	Protocole clairement expliqué -Wave one -hypochlorite de sodium de 5% -Lt respectée -obturation gutta-percha Restauration composite 3M Filtek		Essai universel de l'Institut Instron -dent montée dans de la résine jusqu'à 2mm de la JEC et maintenue dans une solution saline jusqu'au test de fracture avec un angle de 30 degrés - vitesse de croisillon de 0,5 mm/min avec une force de compression continue -diamètre de la boule d'acier égale au diamètre inter-cuspides des PM -microscope à balayage électronique détecte les fractures -aucune simulation du ligament parodontal n'a été effectuée	C
23	Silva et collaborateurs 2017	Méta-analyse <i>in vitro</i> « Les CEC sur dents humaines extraites augmentent-elle la résistance à la fracture par comparaison aux TEC ? »	810 articles analysés et soumis à des critères d'inclusion et d'exclusion ->6 études retenues (3 avec faible risque de biais et 3 avec un risque moyen) sans critères d'exclusion	Critères d'inclusion : -dimension de l'étude -types de dent -conception de la cavité d'accès -procédure de traitement endodontique -type de restauration occlusale -type de charge à la fracture -analyse des résultats		Tableaux 2 et 3 de l'article récapitulent les caractéristiques des études incluses et des résultats statistiques principaux.	A

Tableau 9: Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (10,12 et 23)

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent	Préparation Restauration	Analyse radiologique	Analyse de résistance à la fracture	G R A D E
25	Ivanoff et collaborateurs 2017	Étude comparative In vitro « comparaison de résistance à la fracture entre TEC et CEC sur les prémolaires mandibulaires »	45 prémolaires mandibulaires humaines extraites CEC n = 15/type de dent TEC n = 15/ type de dent Contrôle dent intacte n = 15/ type de dent	Protocole clairement expliqué -Wave one -hypochlorite de sodium de 5,25% -EDTA 17% -Lt respectée -obturation gutta-percha Restauration composite 3M Filtek		Essai universel de l'Institut Instron -dent montée dans de la résine jusqu'à 2mm de la JEC et maintenue dans une solution saline jusqu'au test de fracture avec un angle de 45 degrés - vitesse de croisillon de 0,5mm/min avec une force de compression continue	B
26	Plotino et collaborateurs 2017	Étude comparative In vitro « Comparaison de résistance à la fracture entre TEC, CEC et NEC »	160 prémolaires et molaires maxillaire et mandibulaire NEC (n = 10/ type de dent) CEC (n = 10/ type de dent) TEC (n = 10/ type de dent) Control (dent intacte) n = 10/ type de dent)	Protocole clairement expliqué - instrument NI-TI -hypochlorite de sodium de 5,25% -EDTA 17% -cone 25/100 conicité 6% Restauration composite Dentsply	-Micro-CT a permis de tracer les CEC et NEC -Balayage par CBCT Traitement d'image au MeVisLab	Machine d'essai de matériaux mécanique (LR30 K -dent montée dans de la résine jusqu'à 2mm de la JEC et maintenus dans une solution saline jusqu'au test de fracture avec un angle de 30 degrés - vitesse de croisillon de 0,5mm/min avec une force de compression continue -analyse fracture au microscope	B
13	Rover et collaborateurs 2017	Étude comparative In vivo « Influence de la conception de la cavité d'accès sur la détection de canal radiculaire, l'efficacité d'instrumentation, et la résistance de fracture »	30 molaires maxillaires CEC n=15 TEC n=15 3 groupes d'analyse : 1: aucun rapport optique 2: sous un microscope fonctionnant (OM) 3: sous OM et instrument ultrasonique	-Fraise diamantée -endoZ (Dentsply Maillefer) -préparation réciproque (VDW GmbH, Munich, Allemagne)	Micro-CT résolution 21 mm	Micro-CT résolution 21 mm Images reconstituées avec le logiciel de NRecon v.1.6.9 (microCT de Bruker)	B

Tableau 10: Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (13,25 et 26)

III.3.6. Analyse des études sur la qualité de la désinfection et l'accumulation de débris

R E F	Auteur / date	Type et Objet d'étude	Nombre et type de dent/article	Préparation Restauration	Analyse radiologique	Analyse de la qualité de la désinfection	G R A D E
13	Rover et collaborateurs 2017	Étude comparative In vivo « Influence de la conception de la cavité d'accès sur la détection de canal radiculaire, l'efficacité d'instrumentation, et la résistance de fracture »	30 molaires maxillaires CEC n=15 TEC n=15 3 groupes d'analyse : 1: aucun rapport optique 2: sous un microscope fonctionnant (OM) 3: sous OM et instrument ultrasonique	-Fraise diamantée -endoZ (Dentsply Maillefer) -préparation réciproque (VDW Gmbh, Munich, Allemagne)	Micro-CT résolution 21 mm	Micro-CT résolution 21 mm Images reconstituées avec le logiciel de NRecon v.1.6.9 (microCT de Bruker)	B
34	Neelakantan et collaborateurs 2017	Étude comparative In vitro « La cavité d'accès conservatrice a-t-elle une influence sur la qualité de désinfection de la chambre pulpaire, l'isthme et le canal sur les molaires mandibulaires»	32 molaires mandibulaires étudiées CEC n=12 TEC n=12 Contrôle n=8	NaOCl 3% Préparation 30/100 conicité 0,06	Analyse micro-CT	Analyse micro-CT Contrôle analyse histologique des tissus restant au niveau de -chambre -isthme -canal (1 ^{er} tiers)	C

Tableau 11: Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (13,34)

III.4. Résultats

III.4.1. Résultat du volume d'émail conservé entre TEC et CEC.

Krishan R et collaborateurs (11) ont travaillé sur les incisives maxillaires, les prémolaires mandibulaires et les molaires mandibulaires. Les dimensions des deux types de cavités d'accès ont été mesurées par reconstruction au micro-CT ou Micro Computed Tomography. Il s'est avéré que le volume d'émail enlevé était sensiblement plus petit dans les incisives, prémolaires et molaires ayant été ouvertes par CEC. La majeure partie de l'émail conservé dans les trois types de dents était principalement au niveau de la couronne alors que l'émail et la dentine retirés au niveau des canaux étaient comparables en fonction de l'ouverture par CEC et TEC dans les 3 types de dents. Ce modèle de conservation tissulaire est favorable au non-retrait de l'émail péri-cervical correspondant aux 4 mm au-dessus et en dessous du niveau crétal de l'os alvéolaire.

Yuan K et collaborateurs (9) ont mesuré les dimensions du volume de CEC et TEC sur six modèles de molaire mandibulaire. L'ouverture de chambre réalisée d'une façon conservatrice (CEC) à un volume moyen de $3,2 \text{ mm}^3$ alors que le volume de l'ouverture de chambre réalisé en ligne directe (TEC) était approximativement de $13,7 \text{ mm}^3$. Le volume des deux cavités d'accès était approximativement de $43,7$ et $109,3 \text{ mm}^3$ respectivement. La différence de volume entre la CEC et la TEC était approximativement de $65,6 \text{ mm}^3$.

III.4.2. Résultat sur la localisation des entrées canalaires

Moore et collaborateurs (12) ont conclu que la cavité d'accès CEC sur molaire maxillaire permettait le retrait complet de tissu pulpaire, de débris et de matériaux nécrotiques. Cependant, plus la cavité d'accès était petite, plus le risque de contamination bactérienne et la possibilité de manquer un orifice d'entrée canalaire était grande.

Rover et collaborateurs (13) ont analysé l'influence de la CEC sur la détection de canal radiculaire par rapport à la TEC sur molaire maxillaire. Dans les deux groupes, tous les canaux radiculaires dits « non détectables », étaient des canaux MV2. Ils ont conclu qu'il était possible de localiser significativement plus de canaux radiculaires dans le groupe TEC avec l'étape 1 (aucun matériel optique) et 2 (avec microscope optique) ($P < 0.05$), tandis qu'aucune différence n'a été observée après l'étape 3 (sous microscope optique et inserts ultrasoniques). Avec l'étape 1 et 2, le groupe TEC a permis de localiser un plus grand nombre de canaux radiculaires comparé au groupe CEC. Après l'étape 3, on n'a observé aucune différence statistiquement significative dans la détection des canaux radiculaires entre le groupe TEC et CEC.

Rover et collaborateurs (13) montrent l'importance des aides optiques (loupe binoculaire, microscope optique) dans la détection des canaux MV2. Le microscope optique est particulièrement nécessaire et utile pour la détection des canaux MV2 dans les cavités d'accès conservatrices (CEC). Ces données sont conformes aux résultats actuels. De plus, l'étude de Moore(12) permet de montrer l'importance des inserts ultrasoniques liés au microscope optique sur la détection des canaux radiculaires, et notamment MV2, dans les molaires maxillaires.

Par rapport aux données actuelles de la science, aucun autre auteur n'a évalué l'influence de la CEC dans la détection et la localisation des entrées canalaires.

III.4.3. Résultat sur la mise en forme canalaire

Les critères retenus dans les différentes études sur la mise en forme canalaire en fonction du type de cavité d'accès TEC ou CEC sont les suivants :

- le transport canalaire correspond selon Gambill (27) à une déviation du canal lors de la préparation radiculaire qui induit un décentrage par rapport à l'axe naturel du canal. Le centrage indique la capacité de l'instrument à rester centré dans le canal. Dans cette étude, la capacité de centrage a été évaluée seulement dans les canaux mésio-vestibulaires, disto-vestibulaires et palatins des molaires maxillaires. Le canal MV2 n'a pas été évalué, car il n'était pas présent sur toutes les molaires des échantillons.

- Stripping et zipping

Le stripping est défini comme une lésion iatrogène pouvant survenir lors de la mise en forme canalaire. Elle consiste en une sur-préparation de la partie interne de la courbure canalaire. Ce phénomène est rencontré plus particulièrement sur la face distale des racines mésiales des molaires mandibulaires. Une fois le transport canalaire réalisé, il est impossible de retrouver l'axe originel du canal. Des parois non instrumentées sont souvent présentes, laissant des tissus nécrotiques ou des agents bactériens pouvant amener à des lésions périapicales selon Karabucak et collaborateur (28).

III.4.3.1. Influence de la longueur de travail

Kyle P. Schroeder et collaborateurs (29) ont travaillé sur l'influence de la cavité d'accès CEC et TEC sur la longueur de travail (LT). Sur 86 canaux, la moyenne de changement de la longueur de travail était de 0,17mm. Il conclut que le type de cavité d'accès n'a eu aucun effet significatif sur le changement de longueur de travail en fonction des différents types de dents. Les canaux avec une plus forte courbure ont une influence plus grande en fonction de l'ouverture de chambre sur la longueur de travail, cependant les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

III.4.3.2. L'efficacité d'instrumentation

Krishan et collaborateurs (11) ont évalué dans leur étude l'efficacité d'instrumentation dans les canaux des incisives, prémolaires, molaires. L'analyse des images micro-CT reconstruites n'a indiqué statistiquement aucune instrumentation compromise dans les incisives, prémolaires et molaires (canaux Mésial et palatin) entre TEC et CEC. La proportion de surface intacte le long de la paroi des canaux (le tableau 1) était sensiblement plus haute seulement dans les canaux DV(disto-vestibulaire) des molaires ayant été ouvertes avec une cavité d'accès conservatrice (CEC). Ainsi, au niveau du canal DV souvent ovale, la partie non instrumentée représente 44% à 79% de la surface du canal indépendamment de la technique d'instrumentation utilisée. Tous les canaux MV2 des molaires ont été instrumentés.

Tuomas K. Niemi et collaborateurs (30) ont travaillé sur les prémolaires mandibulaires en comparant l'efficacité de l'instrumentation pendant le retraitement avec TRUShape® ou ProFile Vortex Blue® sur les TEC ou CEC. Aucune des différentes combinaisons entre elles n'était significativement différente. La combinaison CEC avec préparation ProFile Vortex Blue a montré des valeurs plus élevées de matériaux restant dans l'obturation à la surface du canal. Plus de temps a été requis pendant le retraitement avec TRUShape® sur CEC en comparaison avec les autres groupes (27,68 ±1,4 minutes). Aucun

dissolvant n'a été employé pour tenir compte de l'évaluation unique de l'effet de l'instrumentation. Aucun des protocoles de retraitement n'a pu éliminer tous les matériaux d'obturation de la surface canalaire radiculaire. Cependant, la combinaison CEC-TRUShape® a enlevé, dans un temps donné, plus de matériaux d'obturation dans les tiers cervicaux et moyens des racines simples ou ovales.

Moore et collaborateurs (12) dans les conditions de leur étude sur les molaires maxillaires, ont conclu que les CEC n'ont pas compromis l'efficacité d'instrumentation en utilisant V-Taper2H® dans les différents canaux. La proportion moyenne des parois instrumentées n'a pas varié de manière significative entre les CEC (49,7% $\pm$ 12,0%) et les TEC (44,7% $\pm$ 9,0%). L'efficacité d'instrumentation n'a pas été sensiblement affectée par la cavité d'accès conservatrice en comparaison avec les TEC.

Rover et collaborateurs (13) se sont aussi intéressés à l'efficacité d'instrumentation des molaires maxillaires. Ils ont montré que le pourcentage de secteur non-instrumenté n'a pas différé de manière significative entre la CEC (25,8% $\pm$ 9,7%) et la TEC (27,4% $\pm$ 8,5%) ($P > .05$) (fig. 1C-F). En évaluant la longueur, le volume, la superficie des canaux, ils ont montré une homogénéité des groupes CEC et TEC sur l'efficacité d'instrumentation. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Moore et autres (12), qui ont prouvé que le pourcentage de secteur non instrumenté de canal n'a pas été affecté par la conception endodontique de la cavité d'accès.

Mario Alovisei et collaborateurs (24) ont conclu sur 30 molaires mandibulaires préparées par NiTi qu'il y avait une plus grande conservation de l'anatomie originelle des canaux avec les préparations TEC. De plus, il y avait sous TEC moins d'interférence coronaire et un meilleur centrage de la préparation dans le canal. La principale différence d'angle entre la TEC et la CEC était 9,8 degrés $\pm$ 4,1. Le transport canalaire est alors moindre sous TEC. Ainsi, dans les limites de l'étude, les auteurs affirment que les TEC favorisent la préservation anatomique canalaire en comparaison au CEC, particulièrement à l'apex.

III.4.3.3. Le centrage canalaire et l'effet de coupe

Krishan et collaborateurs (11) ont observé une influence négative dans les CEC sur le centrage des préparations des canaux distaux des molaires inférieures en utilisant WaveOne reciprocating instruments (Dentsply Maillefer®). De plus, les conceptions de la cavité d'accès n'ont pas eu un effet significatif sur la quantité de dentine enlevée le long des canaux radiculaires et sur la capacité des instruments à rester centrés par rapport à la lumière du canal.

Moore et collaborateurs (12), contrairement aux résultats précédents, n'ont pas trouvé sur les premières molaires maxillaires de différences significatives dans la capacité de centrage des instruments V-Taper2H dans le canal entre les groupes TEC et CEC. Ils ont utilisé des instruments thermiques traités avec un diamètre de 20/100 et 30/100 dans les canaux vestibulaires et palatins, respectivement. Les petits instruments ont une plus grande flexibilité et permettent de s'ajuster par rapport au centrage.

Rover et collaborateurs (13) ont conclu que le transport canalaire dans le groupe CEC était sensiblement plus fort dans le canal palatin à 7 mm de l'extrémité apicale ($P < 0,05$), alors que dans le canal DV, le centrage de l'instrument a été maintenu à 5 mm de l'extrémité apicale.

Dans le groupe TEC, la préparation canalaire a davantage été centrée dans le canal palatin à 5 et 7 mm et dans le canal DV à 5 mm de l'extrémité apicale. Le canal palatin a montré moins de transport canalaire et un meilleur centrage dans les TEC par rapport au CEC probablement dû à l'accès en ligne directe du canal palatin.

Eaton et collaborateurs (31) analysent la courbure des canaux en fonction de la relocalisation canalaire sur molaires mandibulaires calcifiées. C'est-à-dire que lors d'une ouverture de chambre en ligne directe par TEC, les auteurs obtiennent un angle de courbure plus faible et une perte de structure plus forte. Les accès plus conservateurs ont une relocalisation canalaire moins prononcée, une perte de structure moins forte, par contre l'angle de courbure canalaire est plus fort. Leur conclusion est la suivante : la relocalisation canalaire est réservée aux canaux calcifiés afin de limiter le risque de fracture instrumental et de décentrage du canal.

III.4.4. Résultat sur la résistance biomécanique à la fracture entre CEC et TEC

Krishan et collaborateurs (11) ont conclu que la charge moyenne à fracture pour les CEC était sensiblement plus haute par rapport à la TEC, et que les TEC ne différaient pas de manière significative du groupe témoin dans les prémolaires et les molaires mandibulaires. La charge moyenne à la fracture pour les CEC était sensiblement plus haute dans les prémolaires et molaires mandibulaires sans différer de manière significative du contre négatif. Faute de preuves, la CEC ne peut être soutenue comme étant un avantage par rapport à la résistance à la fracture de la dent. Les incisives maxillaires ont une charge moyenne de résistance à la fracture qui n'a pas différé de manière significative parmi les trois groupes.

Yuan et collaborateurs (9) ont travaillé sur 6 modèles de molaires mandibulaires et rapportent que la CEC a non seulement réduit l'effort dans le secteur occlusal, mais a également réduit la concentration des contraintes au niveau de la zone cervicale. (fig. 5B, C ; Tableau 2). La zone de concentration des contraintes avec la cavité endodontique conservatrice (CEC) était plus petite que celle avec les dents préparées avec une ouverture rectiligne traditionnelle (TEC) dans les zones coronaires et cervicales. Un élargissement cervical plus étroit a provoqué un stress moins important dans la région cervicale. Avec une charge de 15 MPA et un angle de 45°, les CEC avaient une concentration de contraintes de 14,2mm² et de 10,1mm² avec les TEC. La concentration des contraintes dans les CEC avec une charge de 60MPa était de 38,5 mm² et de 35,5mm² dans les TEC. Une préparation large canalaire a montré une plus grande distribution des forces au niveau cervical, mais a eu peu d'incidence sur la distribution des forces au niveau de la couronne (fig. 4A, B). Par conséquent, la susceptibilité à la fracture était inférieure dans la région cervicale des dents après traitement endodontique *a minima*. En résumé, la procédure de réalisation d'une cavité d'accès *a minima* a non seulement réduit l'effort dans le secteur occlusal, mais a également réduit la concentration des contraintes dans le secteur cervical.

Moore et collaborateurs (12) ont prouvé que la charge moyenne à la fracture pour les CEC des molaires maxillaires n'a pas différé de manière significative du groupe TEC. Elles étaient cependant, supérieures pour les deux groupes CEC et TEC comparé au groupe de dent intacte (contrôle négatif). La charge moyenne à la fracture pour les CEC (1703 ± 558 N) ne diffère pas significativement des TEC (1384 ± 377 N) et a été significativement plus faible ($P < 0,005$) pour les deux groupes par rapport aux molaires intactes (2457 ± 941 N). Dans les molaires maxillaires testées *in vitro*, les CEC n'ont pas eu d'impact sur l'efficacité de la réponse biomécanique par rapport aux TEC.

Dans des limitations de l'étude, Chlup et collaborateurs (10) n'ont pas observé de différence statistiquement significative entre les groupes TEC et de CEC dans les prémolaires maxillaires et mandibulaires. La charge moyenne à la fracture pour la CEC a été généralement plus haute (20% pour maxillaire et 12,3% pour les prémolaires mandibulaires) que pour TEC. La plus grande réduction de résistance à la fracture résulte dans la préparation traditionnelle, particulièrement la perte des crêtes marginales. Les CEC sont généralement plus faciles à reconstruire.

Silva et collaborateurs (23) ont réalisé une méta-analyse comprenant six articles. Ils ont analysé la résistance à la fracture des dents traitées en fonction de la CEC ou de la TEC. Les différents résultats des articles ont montré une grande hétérogénéité de puissance et une grande variabilité des valeurs de résistance à la fracture des différentes dents. D'une façon générale, au vu de cette présente étude, la CEC n'améliorait pas la résistance à la fracture des dents endodontiquement traitées par rapport au groupe TEC.

Ivanoff et collaborateurs (25), en travaillant sur les prémolaires mandibulaires reconstituées avec des composites occluso-mésiaux, n'ont pas statistiquement trouvé de différence significative entre les groupes TEC, CEC et le groupe témoin. La force moyenne à la fracture pour les dents non traitées du groupe témoin était de 609,7+/-279,7 N, pour les cavités d'accès traditionnelles de 601,7 ± 307,9 N et de 600,9 ± 360,3 N pour les dents avec CEC.

Plotino et collaborateurs (26) ont réalisé l'une des seules études comparant les TEC, CEC et NEC sur la résistance à la fracture. 160 dents humaines extraites ont été réparties dans les 3 groupes ainsi que le groupe témoin. Ils ont conclu que la charge moyenne à la fracture pour les TEC était significativement inférieure à celui de la CEC, des NEC et du groupe témoin pour tous types de dents ($P < .05$). Aucune différence n'a été observée entre les CEC et les NEC, c'est-à-dire qu'aucune NEC n'a augmenté la résistance à la fracture par rapport au CEC. Les dents intactes du groupe témoin ont montré des fractures plus reconstituables que les trois autres groupes. Dans les limites de cette étude, on peut conclure que la cavité endodontique conservatrice (CEC) et la « ninja endodontique cavité » (NEC) ont augmenté la force de résistance à la fracture comparées au groupe TEC.

Rover et collaborateurs (13) ont analysé 30 molaires maxillaires en réalisant des tests de fracture avec un angle de 30° par rapport à l'axe central des dents. Les résultats concernant la résistance à la fracture sont les suivants : « Il n'y avait aucune différence concernant la résistance de fracture entre la CEC (996,30 +/- 490,78 N) et TEC (937,55 +/-347,25 N) ($P > .05$) ». Les résultats actuels n'ont pas montré un avantage lié à la CEC.

Reeh (2) et Panitvisai (32) avaient déjà évoqué en 1989 et 1995 respectivement que les cavités endodontiques traditionnelles proposées pouvaient diminuer la susceptibilité des dents à la fracture.

III.4.5. Résultat sur la qualité de la désinfection et l'accumulation de tissus/débris

Aucune étude n'a comparé directement la qualité de la désinfection entre la cavité endodontique traditionnelle (TEC) et la cavité endodontique conservatrice (CEC).

Haapasalo M et collaborateurs (33) ont montré que le contact des instruments avec les parois du canal lors de l'instrumentation mécanique perturbe le biofilm bactérien et est nécessaire pour débrider la pulpe. Cependant, très peu d'auteurs se sont intéressés sur l'accumulation de tissus lors de l'instrumentation qui produit des débris en fonction du type d'ouverture de chambre.

Rover et collaborateurs (13), durant leur étude sur les molaires maxillaires, n'ont observé aucune différence significative dans le pourcentage de débris durs accumulés après préparation sur CEC (0,9% +/- 0,6%) en comparaison au groupe TEC (1,3% +/- 1,4%). Pour cela, ils ont utilisé une méthode non destructive en utilisant les coupes micro-CT. L'accumulation de débris durs s'est produite indépendamment du type de conception de cavité d'accès.

Neelakantan P et collaborateurs (34) ont travaillé sur les molaires mandibulaires et ont conclu que le débridement dans la chambre pulpaire a été sensiblement compromis dans CEC/NEC par rapport aux TEC. Le type de cavité d'accès n'a pas influencé la quantité de tissu pulpaire restant dans les canaux radiculaires et l'isthme. Le débridement de la chambre pulpaire semble être lié à la forme de cavité d'accès. Un tel débridement compromis sur les NEC peut potentiellement avoir comme conséquence l'échec du traitement endodontique. Le fait de garder une partie des éperons dentinaires ou le toit de la chambre permet au tissu pulpaire de persister, donnant à terme une coloration coronaire.

IV. Discussion

La réduction de structure durant le traitement endodontique est suggérée principalement pour améliorer la résistance à la fracture dentaire après traitement. La conception actuelle ou traditionnelle des cavités d'accès est considérée comme la deuxième cause de perte de structure dentaire selon Dastjerdi et collaborateurs (1). C'est pour cela que récemment a été proposé comme alternative thérapeutique le concept de cavité d'accès endodontique conservatrice (CEC) afin de réduire le risque de fracture des dents dévitalisées. Cette revue de littérature *in vitro* se concentre sur l'impact des CEC sur la qualité de la préparation de tous les canaux, la désinfection et le risque de fracture biomécanique.

IV.1. Les concordances

Le volume enlevé d'émail ou de dentine coronaire est toujours inférieur dans les CEC par rapport aux TEC (9,11). Le volume canalaire ne diffère pas significativement, l'économie tissulaire est surtout réalisée pendant l'ouverture de chambre au niveau coronaire et non pas au niveau radiculaire. Ce modèle de conservation tissulaire est favorable au non-retrait de l'émail péri-cervical correspondant aux 4 mm au-dessus et en dessous du niveau crestal de l'os alvéolaire au niveau des éperons dentinaires. L'utilisation de CEC permet donc de conserver 60 % de tissus coronaires (9) par rapport à l'approche en ligne directe permise par les TEC. Ainsi une meilleure préservation de la structure est réalisée.

Se pose alors la question de la conséquence d'une telle ouverture notamment sur le fait de pouvoir localiser totalement les entrées canalaires, de permettre une mise en forme centrée du canal avec une efficacité d'instrumentation afin de réduire l'accumulation de débris tissulaires pour une meilleure désinfection.

Concernant la localisation des canaux, Moore et collaborateurs (12) , Rover et collaborateurs (13) s'accordent pour dire que l'utilisation du microscope optique et des inserts ultrasoniques sont indispensables pour la localisation de tous les canaux suite à une ouverture de chambre CEC. Un plateau technique adapté est indispensable.

Concernant la longueur de travail, seul un article (29) a conclu que le type de cavité d'accès n'a pas d'influence sur la longueur de travail. Cependant les résultats sont à interpréter avec réserve car ne sont malheureusement pas significatifs et aucun autre article ne traite cette question.

Concernant l'efficacité d'instrumentation, les articles de Krishan (11), Moore (12) , Rover (13) ont montré que le pourcentage de parois canalaires non instrumentées, respectivement sur les dents sélectionnées, n'a pas varié de façon significative entre CEC et TEC. Ils s'accordent donc pour dire que la CEC n'a pas d'influence négative sur la qualité de la désinfection. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Moore et collaborateurs(12) qui ont prouvé que le pourcentage de parois non-instrumentées de canal n'a pas été affecté par la conception endodontique de la cavité d'accès.

Plusieurs auteurs Krishan (11), Moore (12), Rover (13), Niemi (30) Alovizi (24) affirment qu'aucun de leurs instruments ne s'est fracturé pendant les différentes préparations sous CEC ou TEC. Mais aucun de ces articles et aucun autre article n'a analysé le risque de fracture instrumentale en fonction du type d'ouverture qu'il soit traditionnel ou non.

Niemi (30)et Alovizi (24) sont en concordance sur le fait que les CEC augmentent les interférences coronaires et n'améliorent pas l'efficacité d'instrumentation dans la partie apicale

des dents sélectionnées dans les études, car leurs résultats sont non significatifs. Les secteurs de canaux non instrumentés peuvent être colonisés par le biofilm bactérien et servir de cause potentielle d'infection persistante post traitement endodontique.

Concernant le centrage, Krishan (11) et Rover (13) sont d'accord pour dire que la CEC a une influence négative sur la capacité de centrage dans la partie apicale des canaux distaux-vestibulaires des molaires inférieures et dans la partie apicale des canaux palatins des molaires maxillaires.

Concernant la résistance à la fracture de la dent, pour Plotino (26), Yuan (9) la réalisation d'une cavité d'accès *a minima* a non seulement réduit l'effort dans le secteur occlusal, mais a également réduit la concentration des contraintes dans le secteur cervical. Cependant, les CEC n'améliorent pas la résistance à la fracture dentaire selon les études suivantes : Krishan (11) , Moore (12), Rover (13), Silva (23), Chlup (10), Ivanoff (25). La charge moyenne à la fracture pour les CEC était sensiblement plus haute dans les prémolaires et molaires mandibulaires sans différer de manière significative du contrôle négatif. Aucune différence statistique n'a été trouvée en valeurs moyennes de résistance sur les dents sélectionnées dans les articles.

Concernant la qualité de la désinfection et accumulation de débris, aucune étude n'a comparé directement la qualité de la désinfection entre la cavité endodontique traditionnelle et la cavité endodontique conservatrice. Cependant, selon J. Ruddle et collaborateurs (35), au niveau caméral, les CEC participent à la persistance de débris pulpaire. Au niveau radiculaire, Rover (13), Neelakantan (34) et leurs collaborateurs n'observent pas de différence significative entre TEC et CEC sur l'accumulation de débris. Ainsi les auteurs Rover (13), Neelakantan (34) sont en accord pour dire que la forme de la cavité d'accès a un impact sur la qualité de la désinfection et l'accumulation de débris. Les débris pulpaire non éliminés sont source d'hémorragie empêchant l'accès visuel, et pouvant être à l'origine de dyschromie dentaire par imprégnation des tubuli dentinaires de produits de dégradation sanguine (23).

IV.2. Les divergences et les biais

Les divergences de résultats sont nombreuses entre les critères vus précédemment dans les différentes études. Il s'agit parfois de distinguer les données de littérature (pertinence scientifique) de l'opinion de l'auteur. Les résultats sur la préparation coronaire et radiculaire, l'instrumentation, la résistance à la fracture et la désinfection demeurent limités et controversés de par la façon dont sont construites les études. Les divergences les plus fortes sont concentrées sur l'efficacité d'instrumentation et la résistance à la fracture.

On relève des biais durant la sélection du type et nombre de dents et concernant la taille de l'échantillon. En effet, Moore (12) et Yuan (9) différencient leurs résultats selon les dents étudiées, ce que l'on ne retrouve pas dans les autres articles. La plupart des articles sélectionnent les canaux rectilignes et/ou sans MV2 comme les auteurs Eaton (31), Niemi (30), et Kyle (29). Le type d'analyse radiographique pré-endodontique notamment tiré de l'article de Neelakantan (34) a permis d'exclure les canaux MV2 et leurs courbures trop prononcées.

La méthode d'instrumentation des canaux (avec ou sans aides optiques ; avec ou sans forets de Gates, avec ou sans instrument ultrasoniques, ou selon le type d'instrument rotatif) influence le pourcentage de parois non instrumentées. Il en est de même quant à la quantité et à la concentration à l'utilisation de NaOCl dans les différentes études.

Seuls les articles de Krishan (11), Moore (12) et Ivanoff (25) étudient la résistance à la fracture après restauration coronaire, ce qui constitue un biais de confusion. Par ce choix, les auteurs tentent d'isoler l'effet de la perte d'email sur l'intégrité structurelle et la résistance de la dent. Cependant, tous les auteurs ne sont pas du même avis, car les protocoles divergent et les résultats aussi. D'ailleurs, il est bien établi par Moore (12) et Hamouda (36) que la restauration des cavités endodontiques améliore la force de résistance à la fracture d'une dent jusqu'à 72% par rapport aux dents intactes.

Durant les tests de fractures, il n'existe pas de consensus de protocole opératoire concernant:

- la simulation du ligament parodontal non présente chez Krishan (11), Chlup (10), Ivanoff (25) et Plotino (26).

- la pré-stimulation et l'inclinaison lors du test de résistance à la fracture (INSTRON®) qui est selon Rover (13), Plotino (26), Chlup (10) et Moore (12) de 30 degrés; de 45 degrés pour Ivanoff(25), et 135 degrés chez Krishan(11).

- Le diamètre et la vitesse de contact lors des testes de fractures ont variés parmi les auteurs Chlup(10), Ivanoff(25), Plotino(26) et Krishan(11), Moore(12) et Rover(13) qui ont employés respectivement une vitesse de 0,05 mm/min et 0,10 mm/min.

- La force exercée sur la dent de façon varie selon les études (statique ou dynamique) est entre les articles de Krishan (11), Moore (12), Yuan (9), Plotino (26), Chlup (10), Ivanoff (25), Rover (13).

La méta-analyse de Silva (23) (Cf tableaux 2 et 3 de l'article) a également montré une grande variabilité parmi les valeurs de résistance de fracture et d'écarts-types entre les études.

Chaque dent a une résistance intrinsèque propre à son anatomie, ainsi l'étude de Plotino (26) contraste sur ses résultats par rapport aux études Krishan (11), Moore (12), Rover (13), Silva (23), Chlup (10) et Ivanoff (25). Cette divergence de résultat peut être probablement due à la méthodologie, mais aussi au choix du type de dent. En effet, les molaires maxillaires ont une résistance à la fracture plus faible que les molaires mandibulaires selon l'auteur Zadik Y (37).

Concernant la désinfection, il convient de noter que l'instrumentation réduit effectivement la charge microbienne selon Paqué F (38). Les auteurs Krishan et ses collaborateurs (11) montrent bien que seuls les canaux distaux des molaires mandibulaires avec les CEC ont un pourcentage plus élevé de secteurs non-instrumentés. Cependant, son degré d'efficacité n'a pas été bien corrélé avec le pronostic pour la guérison.

Il est important de dire que l'extrapolation des résultats *in vitro* doit être faite avec prudence.

IV.3. Perspective d'avenir

Le nombre d'études pertinentes scientifiquement, traitant de l'influence des cavités endodontiques conservatrices, est limité dans la littérature médicale. Il n'existe pas de publication traitant du risque de fracture instrumentale en fonction du type de cavité d'accès TEC, CEC et NEC. Les NEC sont étudiées presque seulement par des cas cliniques sans réelle preuve scientifique. Il n'existe pas d'études prospectives sur le sujet des CEC, les études sélectionnées dans cette analyse de la littérature n'ont qu'un faible poids clinique puisqu'elles sont *in vitro* mais aussi *ex vitro* (sur dents extraites). Il n'existe pas encore d'étude *in vivo* analysant à court, moyen, long terme le risque d'infection et de fracture biomécanique des CEC par rapport au TEC.

Il en ressort que la conservation de l'émail coronaire et péri-cervical est primordiale pour promouvoir la résistance de la dent. Cependant, ce type d'accès ne reflète pas le quotidien des cavités d'accès qui sont réalisées fréquemment en cabinet avec un plateau technique classique non spécifique à un endodontiste exclusif.

Toutes les études ont sélectionné des dents intactes. La méthodologie du type de cavité d'accès n'a pas inclus la progression carieuse ce qui est primordial cliniquement lors de l'ouverture de chambre. Les dents intactes ayant besoin d'un traitement endodontique ne représentent que 5%.

De même, la reproductibilité des forces masticatoires, la qualité du type de restauration et d'autres variables sont pour l'instant des freins à l'extrapolation des résultats.

Le dernier point important est l'étude du temps, du matériel et du coût clinique permettant au chirurgien dentiste de mettre un point d'honneur à faire progresser l'économie tissulaire dans son exercice quotidien afin de proposer le meilleur traitement à son patient. La question du rapport bénéfice/risque que pose le traitement endodontique *a minima* reste à développer par d'autres études complémentaires.

Enfin, l'imagerie 3D aide au quotidien à l'amélioration du traitement endodontique. Le diagnostic et la prévisualisation de la cavité d'accès propre à la dent peuvent ainsi être plus anticipés.

Conclusion

Au cours des dix dernières années, les principes d'économie tissulaire appliqués à l'endodontie ont amené une évolution au niveau des voies d'accès endodontiques. De nouvelles propositions sont apparues telles que les cavités d'accès endodontiques conservatrices (CEC), les cavités d'accès endodontiques ultra-conservatrices (NEC) par opposition aux cavités d'accès endodontiques traditionnelles (TEC).

De plus en plus de cas cliniques illustrant ces nouvelles propositions sont décrits dans la communauté endodontique mais peu d'articles scientifiques évaluent leur pertinence. Il n'y a aucune étude *in vivo* rapportée sur le sujet. Les études *in vitro*, comparent les cavités traditionnelles aux cavités conservatrices, voir ultra-conservatrices.

Au cours de ce travail d'analyse de la littérature, nous avons voulu faire le point sur les différents critères de comparaison qui sont: la détection des canaux, l'efficacité d'instrumentation lors de la mise en forme, la résistance à la fracture et la qualité de la désinfection.

Les CEC et les NEC semblent séduisantes car l'économie tissulaire est réelle. Cependant, la synthèse des résultats *in vitro* montre qu'il n'y a pas d'avantage à utiliser les cavités d'accès conservatrices (CEC) et ultra-conservatrices (NEC) sur les incisives, prémolaires, molaires maxillaires et mandibulaires. De plus, compte tenu de la difficulté de l'aménagement de ces voies d'accès, ces deux techniques sont peu recommandées.

Même s'il y a peu d'intérêt démontré des cavités ultra-conservatrices à l'heure actuelle, l'aménagement des voies d'accès endodontiques est susceptible d'évoluer dans les années à venir. On peut citer par exemple, l'association de l'imagerie 3D et des guides imprimés 3D de cavités d'accès permettant un geste plus économe et précis.

Références bibliographiques

1. Rezaei Dastjerdi M, Amirian Chaijan K, Tavanafar S.

Fracture resistance of upper central incisors restored with different posts and cores.
Restor Dent Endod. août 2015;40(3):229-35.

2. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH.

Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures.
J Endod. 1989;15(11):512-6.

3. Ingle JJ, Tamber J.

Endodontic cavity preparation. Endodontics. Third ed.
Philadelphia: Lea & Febiger; 1985. 102-167.

4. Ericson D.

The concept of minimally invasive dentistry.
Dent Update. 2007;34(1):9-10, 12-4, 17-8.

5. Sigurjons H.

"Extension for prevention": historical development and current status of G V Black's concept.
Oper Dent. 1983;8(2):57-63.

6. Tang W, Wu Y, Smales RJ.

Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth.
J Endod. 2010;36(4):609-17.

7. Simon S, Machtou P, Pertot W-J.

Endodontie. Collection JPIO
édition CdP, 2012.

8. Lang H, Korkmaz Y, Schneider K, H-M Raab W.

Impact of endodontic treatments on the rigidity of the root.
J Dent Res. 2006;85:364-8.

9. Yuan K, Niu C, Xie Q, Jiang W, Gao L, Huang Z, et al.

Comparative evaluation of the impact of minimally invasive preparation vs. conventional straight-line preparation on tooth biomechanics: a finite element analysis.
Eur J Oral Sci. 2016;124(6):591-6.

10. Chlup Z, Žižka R, Kania J, Přibyl M.

Fracture behaviour of teeth with conventional and mini-invasive access cavity designs.
J Eur Ceram Soc. nov 2017;37(14):4423-9.

11. Krishan R, Paqué F, Ossareh A, Kishen A, Dao T, Friedman S.

Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars.
J Endod. 2014;40(8):1160-6.

- 12. Moore B, Verdelis K, Kishen A, Dao T, Friedman S.**
Impacts of contracted endodontic cavities on instrumentation efficacy and biomechanical responses in maxillary molars.
J Endod. 2016;42(12):1779–83.
- 13. Rover G, Belladonna FG, Bortoluzzi EA, De-Deus G, Silva EJNL, Teixeira CS.**
Influence of access cavity design on root canal detection, instrumentation efficacy, and fracture resistance assessed in maxillary molars.
J Endod. 2017;43(10):1657–62.
- 14. Gutmann JL.**
The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth.
J Prosthet Dent. 1992;67(4):458–67.
- 15. Carrotte P.**
21st century endodontics. Part 2.
Int Dent J. 2005;55(3):162–7.
- 16. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A.**
Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature. Part I(Composition and micro- and macrostructure alterations). Quintessence Int (Berlin) 1985. oct 2007;38(9):733–43.
- 17. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A.**
Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature. Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). Quintessence Int (Berlin). 2008;39(2):117–29.
- 18. da Silva NR, Raposo LHA, Versluis A, Fernandes-Neto AJ, Soares CJ.**
The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated bovine anterior teeth.
J Prosthet Dent. 2010;104(5):306–17.
- 19. Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M.**
Ferrule effect: a literature review.
J Endod. 2012;38(1):11–9.
- 20. Sorensen JA, Engelman MJ.**
Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth.
J Prosthet Dent. 1990;63(5):529–36.
- 21. Krapež J, Fidler A.**
Location and dimensions of access cavity in permanent incisors, canines, and premolars.
J Conserv Dent. 2013;16(5):404.
- 22. Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé.**
Guide d'analyse et gradation des recommandations 2000.
Acta Endosc. 1998;28(2):151–5.

- 23. Silva EJNL, Rover G, Belladonna FG, De-Deus G, da Silveira Teixeira C, da Silva Fidalgo TK.**
Impact of contracted endodontic cavities on fracture resistance of endodontically treated teeth: a systematic review of in vitro studies.
Clin Oral Investig. 2018;22(1):109–18.
- 24. Alovisi M, Pasqualini D, Musso E, Bobbio E, Giuliano C, Mancino D, et al.**
Influence of contracted endodontic access on root canal geometry: an in vitro study.
J Endod. 2018;44(4):614–20.
- 25. Ivanoff CS, Marchesan MA, Andonov B, Hottel.**
Fracture resistance of mandibular premolars with contracted or traditional endodontic access cavities and class II temporary composite restorations.
Endo (London). 2017;1(11):8.
- 26. Plotino G, Grande NM, Isufi A, Ioppolo P, Pedullà E, Bedini R, et al.**
Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs.
J Endod. 2017;43(6):995–1000.
- 27. Gambill JM, Alder M, del Rio CE.**
Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography.
J Endod. 1996;22(7):369–75.
- 28. Karabucak B, Gatan AJ, Hsiao C, Iqbal MK.**
A comparison of apical transportation and length control between EndoSequence and Guidance rotary instruments.
J Endod. 2010;36(1):123–5.
- 29. Schroeder KP, Walton RE, Rivera EM.**
Straight line access and coronal flaring: effect on canal length.
J Endod. 2002;28(6):474–6.
- 30. Niemi TK, Marchesan MA, Lloyd A, Seltzer RJ.**
Effect of instrument design and access outlines on the removal of root canal obturation materials in oval-shaped canals.
J Endod. 2016;42(10):1550–4.
- 31. Eaton JA, Clement DJ, Lloyd A, Marchesan MA.**
Micro-Computed Tomographic Evaluation of the Influence of Root Canal System Landmarks on Access Outline Forms and Canal Curvatures in Mandibular Molars.
J Endod. 2015;41(11):1888–91.
- 32. Panitvisai P, Messer HH.**
Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures.
J Endod. 1995;21(2):57–61.
- 33. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM.**
Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions.
Endod Top. 2005;10(1):77–102.

- 34. Neelakantan P, Khan K, Hei Ng GP, Yip CY, Zhang C, Pan Cheung GS.**
Does the orifice-directed dentin conservation access design debride pulp chamber and mesial root canal systems of mandibular molars similar to a traditional access design?
J Endod. 2018;44(2):274-9.
- 35. Ruddle CJ.**
Access preparation endodontic: an opening for success.
Dent Today. 2007;26(2):114, 116-9.
- 36. Hamouda IM, Shehata SH.**
Fracture resistance of posterior teeth restored with modern restorative materials.
J Biomed Res. 2011;25(6):418-24.
- 37. Zadik Y, Sandler V, Bechor R, Salehrabi R.**
Analysis of factors related to extraction of endodontically treated teeth.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. nov 2008;106(5):e31-35.
- 38. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA.**
Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study.
J Endod. 2010;36(4):703-7.

Table des illustrations

Figure 1 : Photographie occlusale montrant les tracés d'ouvertures de chambres sur arcade maxillaire à gauche et mandibulaire à droite.....p.13

Figure 2 : Tracés de types d'ouverture de chambre d'une première molaire mandibulaire (A) en vue occlusale et (B) radiographie rétroalvéolaire réalisés à l'université de Nantes. Respectivement : voie d'accès endodontique par TEC (en pointillés noirs), CEC (en pointillés bleus), NEC (en pointillés rouges).....p.14

Figure 3 : Radiographie montrant l'élimination des éperons dentinaires afin de supprimer la première courbure du canal et ainsi limiter les contraintes instrumentalesp.15

Figure 4 : (A) Tracé d'une TEC sur molaire mandibulaire, (B) Photographie occlusale d'une TEC avec accès visuel aux trois canaux, (C) Radiologie mettant en avant l'accès vertical des limes 8/100^{ème} après effondrement du plafond pulpaire et suppression des éperons dentinaires.....p.16

Figure 5 : Photographie d'un OPENER de chez KOMET.....p.17

Figure 6 : (A) Modélisation d'une CEC en pointillés bleus sur molaire mandibulaire, (B) réalisation d'une CEC à l'université de Nantes, (C) Rétro-alvéolaire d'une molaire mandibulaire après réalisation d'une CEC en tracé bleu.....p.18

Figure 7: Modélisation à partir d'un micro-CT d'une première molaire mandibulaire. La CEC en rouge montre bien son volume et ses limites par rapport à la pulpe camérale et radiculaire avant traitement, modélisée en vert. (11).....p.18

Figure 8 : (A) Photographie d'une vue occlusale d'une molaire mandibulaire et (B) radiographie rétro-alvéolaire d'une molaire mandibulaire. En pointillés rouges, nous visualisons les limites des NEC par rapport aux TEC modélisés en pointillés noirs.....p.19

Figure 9 : Réalisation d'une NEC sur première molaire mandibulaire gauche à l'université de Nantes.
(A) Radiographie rétro-alvéolaire per-opératoire montrant le début de l'effraction pulpaire en regard de la corne pulpaire mésiale.
(B) Photographie clinique occlusale d'une première molaire mandibulaire présentant une cavité ultra-conservatrice dite « ninja endodontic cavity » (NEC). Les pointillés noirs sont les limites des cavités endodontiques traditionnelles (TEC).
(C) Radiographie rétro-alvéolaire après ouverture par NEC. Les 3 limes de 8/100^{ème} en place dans les canaux distal, mésio-lingual et mésio-palatin présentent des courbures prononcées.....p.20

Figure 10 : Schéma synthétisant les configurations canales et radiculaires classiques possibles du Dr Pommel.p.21

Figure 11 : Degrés de résistance à la fracture en fonction de la préparation ci-dessous

(A) Dent intacte;

(B) Cavité d'accès endodontique traditionnelle et son traitement;

(C) avec ancrage radiculaire;

(D) avec préparation occlusal (1 face);

(E) avec effondrement crête médial ou distal (2 faces);

(F) avec préparation MOD (2 ou 3 faces).

Le graphique rouge traduit la résistance à la fracture de la dent en fonction de la

configuration ci-dessous.....**p.22**

Figure 12 : Organigramme de recherche.....**p.25**

Figure 13 : Nombre d'articles sélectionnés par critère d'analyse.....**p.27**

Table des tableaux

Tableau 1 : Grades des recommandations de l'ANAES (https://www.hassante.fr/portail/) (20).....	p.26
Tableau 2 : Nombre d'articles sélectionnés et niveau de preuve.....	p.28
Tableau 3 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (11 et 9).....	p.29
Tableau 4 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (12 et 13).....	p.30
Tableau 5 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (29).....	p.31
Tableau 6 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (11,12,13,24,30).....	p.32
Tableau 7 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (11,12,13,31).....	p.33
Tableau 8 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (11 et 9).....	p.34
Tableau 9 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (10,12 et 23).....	p.35
Tableau 10 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (13,25 et 26).....	p.36
Tableau 11 : Références bibliographiques et leurs principales caractéristiques (13,34).....	p.37

DENIS LE SEVE (Thomas).

–Économie tissulaire et aménagement des voies d'accès en endodontie –
(62f.; ill.; tabl.; 38 ref.; 30cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2018)

RESUME :

Récemment, les principes d'économie tissulaire se sont développés en endodontie. Plusieurs propositions concernant l'aménagement des voies d'accès endodontique émergent, et ont pour objectif d'améliorer la résistance des dents. Le but de cette thèse est d'évaluer l'intérêt scientifique de l'utilisation des cavités endodontiques conservatrices ou ultra-conservatrices dans l'aménagement des voies d'accès en endodontie. La première partie décrit les trois types de cavités endodontiques : les traditionnelles (TEC), les conservatrices (CEC) et les ultra-conservatrices « ninja » (NEC). La seconde partie est une analyse critique mettant en évidence, un à un, les différents critères scientifiques comparant les différentes cavités d'accès endodontique. Les résultats de ces études sont encore aujourd'hui peu concluants, mais ouvrent sur de nouveaux horizons quant à l'aménagement des voies d'accès endodontiques.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie - Endodontie

MOTS CLES MESH :

Cavité pulpaire de la dent / Dental pulp cavity

Conservation de tissu / Tissue preservation

Traitement conservateur / Conservative treatment

Interventions chirurgicales mini-invasives / Minimally Invasive surgical procedures

Fractures dentaires / Tooth Fractures

JURY :

Président : Madame le Professeur Fabienne PÉREZ

Assesseur : Madame le Docteur Bénédicte ENKEL

Assesseur : Madame le Docteur Laure MERAMETDJIAN

Directeur : Monsieur le Docteur Alexis GAUDIN |

ADRESSE DE L'AUTEUR :

12 rue Boileau – 44000 NANTES

thomas.denisleseve@gmail.com

UNIVERSITÉ DE NANTES
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Vu le Président du Jury,

Pr F. Pérez



Vu et permis d'imprimer

Vu le Doyen,



Pr Bernard GIUMELLI