

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

[Année de soutenance : 2020]

N°:

THESE POUR LE
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 25 Novembre 2020

Par Estelle CABOCHE

Née le 06 Août 1994 à Ares en France

**Réintervention après une biopulpotomie camérale
au ciment tricalcique sur dent permanente mature.**

JURY

Président :	Monsieur le Professeur E. DEVEAUX
Assesseurs :	Monsieur le Docteur A. GAMBIEZ
	Monsieur le Docteur T. MARQUILLER
	<u>Madame le Docteur C. LEVERD</u>

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen	:	Dr. E. BOCQUET
Vice-Doyen	:	Dr. A. de BROUCKER
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
C. DELFOSSE	Responsable du Département d'Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable du Département d'Orthopédie Dento-Faciale Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDELBERT	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

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

Remerciements

Aux membres du jury,

Monsieur le professeur Etienne DEVEAUX

Professeur des universités- praticien hospitalier des CSERD

Section de réhabilitation orale

Département de dentisterie restauratrice endodontie

Docteur en chirurgie dentaire

Docteur en sciences odontologiques

Docteur en odontologie de l'Université de Lille 2

Habilité à diriger des recherches

Doyen honoraire de la faculté de chirurgie dentaire de Lille

Membre associé national de l'Académie nationale de chirurgie dentaire

Personne compétente en radioprotection

Ancien président de la Société française d'endodontie

Chevalier dans l'Ordre des palmes académiques.

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter la Présidence de cette thèse, et je vous en remercie.

Au cours de mon cursus, j'ai beaucoup apprécié votre bienveillance auprès des étudiants. Veuillez trouver ici le témoignage de ma profonde estime pour vous.

Monsieur le docteur Alain GAMBIEZ

Maître de conférences des universités - praticien hospitalier des CSERD

Section réhabilitation orale

Département dentisterie restauratrice endodontie

Docteur en chirurgie dentaire

Diplôme d'études approfondies sciences de la vie et de la santé

Je veux ici vous remercier de l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de siéger dans ce jury. Votre enseignement durant ces années d'études a été très enrichissant pour moi. Que ce travail reflète mon immense respect à votre égard.

Monsieur le docteur Thomas MARQUILLIER

Maître de conférences des universités – praticien hospitalier des CSERD

Section développement, croissance et prévention

Département d'odontologie pédiatrique

Docteur en chirurgie dentaire

Spécialiste qualifié en médecine bucco-dentaire

Certificat d'études supérieures odontologie pédiatrique et prévention

Attestation universitaire soins dentaires sous sédation consciente au MEOPA

Master 1 biologie santé – mention éthique et droit de la santé

Master 2 santé publique – spécialiste éducation thérapeutique et éducations en santé

Diplôme du centre d'enseignement des thérapeutiques orthodontiques orthopédiques et fonctionnelles

Formation certifiante concevoir et évaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient

Formation du personnel de pédiatrie à l'éducation thérapeutique de l'enfant atteint d'une maladie chronique et de ses proches

Lauréat du prix Elmex® de la Société française d'odontologie pédiatrique.

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans mon jury. Merci pour votre enseignement de qualité tout au long de mon cursus. Ce fût un plaisir de travailler aux côtés d'un enseignant qui est aussi impliqué dans sa discipline. Veuillez trouver ici, la marque de mon respect et de ma reconnaissance.

Madame le docteur Caroline LEVERD

Assistante hospitalo-universitaire des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en chirurgie dentaire

Diplôme d'études spécialisées de médecine buccale

Attestation universitaire d'études complémentaires : Soins dentaires sous sédations consciente (MEOPA) – Strasbourg.

Certificat d'études supérieures d'odontologie pédiatrique et de prévention.

Spécialiste qualifiée en médecine bucco-dentaire

Attestation universitaire en traumatologie dentaire (Paris VII)

*Je tiens tout d'abord à vous remercier d'avoir accepté de diriger cette thèse.
Vous avez toujours été disponible lors de la réalisation de ce travail et je vous en remercie.*

J'espère ne pas vous décevoir quant à celle-ci.

Soyez assuré de mon profond respect et de toute ma reconnaissance.

Table des matières

Introduction	12
1 La biopulpotomie camérale	13
Définition.....	13
1.1.....	13
1.2 Indications	13
1.2.1 Le traitement des caries profondes des dents déciduales	13
1.2.2 La thérapeutique permettant l'apexogénèse des dents immatures	13
1.2.3 Le traitement d'urgence de la pulpite aiguë	14
1.2.4 Le traitement alternatif à la pulpectomie des dents définitives.	14
1.2.4.1 Réaction pulpaire face à une agression	14
1.2.4.2 Les enjeux de la conservation de la vitalité pulpaire	16
1.2.4.1 Statistiques.....	16
1.3 Contre-indications.....	17
1.4 Comment choisir entre un coiffage pulpaire, une pulpotomie partielle, ou une pulpotomie camérale ?.....	19
1.4.1 Définitions	19
1.4.2 La couleur de la pulpe.....	20
1.4.3 La dentine périphérique	22
1.4.4 L'hémostase.....	22
1.5 Suivi post opératoire.....	25
2 Les biomatériaux d'obturation camérale	25
Cahier des charges.....	25
2.1.....	25
2.2 Le mineral trioxyde aggregate : MTA.....	26
2.2.1 Composition	26
Présentation	26
2.2.2.....	26
2.2.3 Propriétés.....	26
2.2.4 Indications.....	27
2.2.5 Compatibilité avec les matériaux de restauration.....	27
2.2.6 Avantages et inconvénients	28
2.3 La Biodentine®	28
2.3.1 Composition	28
2.3.2 Présentation.....	29
2.3.3 Propriétés.....	29
2.3.4 Indications.....	29
2.3.5 Compatibilité avec les matériaux de restauration.....	30
2.3.6 Avantages et inconvénients	30
3 Les échecs de la biopulpotomie camérale	31
3.1 Définition du succès en endodontie.....	31
3.2 Evaluation du succès d'une biopulpotomie.....	31
3.2.1 La vitalité pulpaire	31
3.2.2 L'activité de minéralisation	32
3.2.3 L'évaluation radiographique	33

3.2.1	La fonctionnalité de la dent	35
3.3	Évolution attendue du statut pulpaire après une pulpotomie	35
3.3.1	Processus inflammatoire	36
3.3.1.1	Echec immédiat	36
3.3.1.2	Echec différé	36
3.3.2	Contamination bactérienne	37
3.3.2.1	Contamination préopératoire	37
3.3.2.2	Contamination peropératoire	37
3.3.2.3	Contamination postopératoire	37
4	La réintervention.....	40
4.1	Abstention / surveillance.....	40
4.2	La réfection de la restauration	42
4.2.1	Les limites des restaurations adhésives directes	42
4.2.2	Restauration directe et indirecte statistique	43
4.2.3	Quels paramètres prendre en compte avant de réaliser un inlay-onlay ? 43	
4.2.3.1	Le volume de la perte de substance.....	43
4.2.3.2	La valeur des structures anatomiques résiduelles.....	44
4.2.3.3	Le nombre de restaurations	44
4.2.3.4	La situation des limites	44
4.2.3.5	La situation de la dent sur l'arcade.....	44
4.2.3.6	L'expérience du praticien.....	44
4.2.3.7	L'occlusion.....	45
4.2.3.8	L'esthétique	45
4.3	La pulpectomie	46
4.3.1	Objectif de la pulpectomie	47
4.3.2	Comment retrouver les entrées canalaires ?	47
4.3.2.1	Les aides optiques	47
4.3.2.1.1	Les télélopes.....	47
4.3.2.1.2	Le microscope.....	48
4.3.2.2	Cartographie du plancher pulpaire	49
4.3.3	Comment retrouver la perméabilité des entrées canalaires ?	54
4.3.3.1	Les pulpolithes	54
4.3.3.2	Les ultra-sons.....	55
4.3.3.2.1	Les inserts cylindro-coniques.....	56
4.3.3.2.2	Les inserts boules	56
4.3.4	Comment gérer une perforation du plancher lors de la recherche des entrées canalaires ?.....	57
4.3.5	Comment négocier un canal minéralisé ?	58
4.3.5.1	Alternance entre instruments manuels et rotatifs	58
4.3.5.2	L'EDTA et l'irrigation régulière	60
4.4	L'extraction	61
5	Conclusion	62
	Références bibliographiques	64

Introduction

La biopulpotomie camérale est un coiffage profond de la pulpe au niveau des entrées canalaires. Elle a déjà fait ses preuves pour le traitement des caries profondes sur dents temporaires ou dans la technique visant l'apexogenèse des dents définitives immatures.

Depuis quelques décennies les indications de cette thérapeutique se sont élargies au traitement des caries profondes des dents définitives matures et ce même en cas du tableau clinique de pulpite irréversible.

Cette nouvelle indication a pu émerger grâce à une meilleure connaissance des mécanismes de défense de la pulpe et à l'apparition de nouveaux biomatériaux tels que les ciments tricalciques.

Les études menées montrent de hauts taux de succès, en moyenne de 90% jusqu' à 5 ans.

Cette technique qui s'inscrit dans le continuum du gradient thérapeutique, en conservant la vitalité pulpaire, est amenée à se démocratiser.

Etant donné que tout traitement mené doit aussi anticiper une éventuelle ré-intervention, cette thèse traitera de la réintervention après une biopulpotomie aux ciments tricalciques sur dent permanente mature.

La première partie évoquera les indications et contre-indications cliniques et peropératoires de la biopulpotomie camérale. Puis la seconde partie abordera les biomatériaux utilisés pour le coiffage pulpaire. Enfin la troisième et quatrième parties développeront le diagnostic de l'échec et les difficultés éventuelles auxquelles le praticien peut être confronter lors du retraitement ; ainsi que le matériel et le protocole qui vont lui permettre de les dépasser.

1 La biopulpotomie camérale

1.1 Définition

La biopulpotomie camérale ou amputation pulpaire, consiste à retirer la partie coronaire de la pulpe vivante dans le but de préserver la vitalité de la partie radiculaire. C'est une forme de coiffage pulpaire profond qui consiste à coiffer la pulpe au niveau des entrées canalaire [58].

1.2 Indications

1.2.1 Le traitement des caries profondes des dents déci-duales

La pulpotomie cervicale est le traitement pulpaire le plus courant pour les molaires temporaires. La dent doit être asymptomatique et l'inflammation pulpaire confinée à la pulpe camérale [14].

La préservation de la vitalité de la pulpe radiculaire facilite ainsi l'exfoliation normale de la dent déci-duale [56].

1.2.2 La thérapeutique permettant l'apexogénèse des dents immatures

L'apexogénèse est un processus biologique qui est responsable de la formation de l'apex de la dent [45].

Cette apexogénèse est assurée par les cellules souches de la pulpe qui se différencient en odontoblastes pour fabriquer de la dentine. Pour s'opérer, il faut que la pulpe soit vivante. En présence d'une pathologie carieuse ou d'une exposition traumatique, la pulpotomie partielle (ou totale) peut être mise en œuvre dans le but de conserver la pulpe vivante, et permettre ainsi à l'apexogénèse de se mettre en place [45].

Elle était considérée comme une thérapeutique provisoire : une fois l'édification radiculaire terminée, le traitement endodontique complet devait être entrepris [31].

Depuis, plusieurs études ont rapporté de bons résultats concernant la pulpotomie partielle, en particulier sur les dents immatures ne nécessitant pas d'entreprendre le traitement endodontique de la dent. Le traitement peut alors être reconsidéré comme un traitement définitif [48].

1.2.3 Le traitement d'urgence de la pulpite aigue

La pulpotomie est utilisée en tant que procédure d'urgence pour soulager le patient avant le traitement canalaire complet [22] [32].

La biopulpotomie était donc considérée comme un traitement transitoire dont la réintervention était nécessaire pour finaliser le traitement endodontique radiculaire. Cependant de nouvelles preuves suggèrent des thérapies moins invasives telles que la pulpotomie camérale [11].

1.2.4 Le traitement alternatif à la pulpectomie des dents définitives.

Au cours de la dernière décennie, en relation avec une meilleure compréhension de la biologie pulpaire et le développement de matériaux bioactifs, la pulpotomie a été réexaminée comme traitement définitif des dents permanentes immatures et matures et ce même dans le cas de pulpite irréversible [57] [48].

1.2.4.1 Réaction pulpaire face à une agression

La pulpe est normalement à l'abri des agresseurs présents dans le milieu extérieur, et en particulier des bactéries. La destruction des tissus durs qui la protègent l'expose aux irritants exogènes qui peuvent être des agents biologiques, chimiques, ou physiques. Ce sont les bactéries et leurs métabolites qui constituent la cause habituelle de réaction pulpaire sous forme inflammatoire (pulpite) aboutissant parfois à une nécrose pulpaire [35].

Les principales voies de pénétration bactériennes sont :

- les caries en particulier si elles sont profondes,
- les ouvertures traumatiques de la pulpe (fracture, fêlure, ouverture iatrogène),
- les techniques de préparation de la dentine, ouvrant massivement et profondément les canalicules dentinaires (fraisage, traitement de surface),
- l'exposition des canaux latéraux dans une poche parodontale [35].

La carie dentaire, par sa composante bactérienne, constitue la cause la plus fréquente de pulpite [35].

Les irritants parvenant au niveau pulpaire provoquent une réaction inflammatoire, régie par des mécanismes physiopathologiques identiques à ceux qui surviennent dans tout tissu conjonctif [35].

Au sein du tissu pulpaire, cette réaction peut être bénigne, modérée ou sévère, mais elle ne concerne que rarement d'emblée l'ensemble de la pulpe. On observe dans un premier temps l'apparition d'un infiltrat inflammatoire constitué dès lors essentiellement en lymphocytes, plasmocytes et macrophages, c'est-à-dire à des substances antigéniques. À ce stade aucune bactérie n'a encore colonisé le système pulpaire, mais le tableau clinique peut correspondre à celui d'une pulpite irréversible [37].

Si la lésion carieuse est éliminée ou s'arrête, le tissu conjonctif peut reprendre un aspect tout à fait normal [35].

Au fur et à mesure que la taille de la zone d'exposition pulpaire s'élargit, permettant à un nombre croissant de bactéries d'y pénétrer, les mécanismes de défense risquent d'être débordés. En effet, la pulpe n'a qu'un apport sanguin limité. Par conséquent, lorsque la demande d'éléments inflammatoires dépasse les possibilités de transport par voie sanguine, vers le site de pénétration bactérienne, les bactéries deviennent trop nombreuses par rapport au système de défense. Elles sont alors capables de proliférer sans aucune autre restriction. Ceci mène finalement à la nécrose pulpaire [35].

En somme, des régions enflammées et saines peuvent cohabiter au sein d'une même pulpe [35]. La biopulpotomie camérale est fondée sur le constat que la pulpe radiculaire d'une dent cariée peut être saine alors que la pulpe coronaire est inflammatoire et/ou infectée [43]. Le principe est donc de remettre la dent dans des conditions favorables en retirant le facteur irritant et la partie pulpaire inflammatoire ou infectée, puis d'assurer l'étanchéité du système au moyen de biomatériau et d'une restauration d'usage [43].

1.2.4.2 Les enjeux de la conservation de la vitalité pulpaire

Les avantages de maintenir la vitalité de la pulpe sont nombreux : cette stratégie vise à conserver toutes les fonctions de la pulpe, en particulier les fonctions de vascularisation, d'innervation, d'immunocompétence neurosensorielle et proprioceptive de la dent. Le complexe dentine-pulpe continuerait également à se protéger en stimulant la formation de dentine tertiaire ou une barrière minéralisée contre les agressions [57].

1.2.4.1 Statistiques

Contrairement au coiffage pulpaire direct, la pulpotomie partielle et complète ont tendance à maintenir un taux de réussite plus élevé après 3 ans (Tab. 1) [47].

Tableau 1 : comparaison du taux de succès des différents coiffages pulpaires [47].

	coiffage pulpaire direct	pulpotomie partielle	pulpotomie camérale
6 mois – 1 an	87,50%	97,60%	94%
1–2 ans	95,40%	97,50%	94,90%
2–3 ans	87,70%	97,60%	96,90%
> à 3 ans	72,90%	99,40%	99,30%

Le taux de succès est plus élevé sur les dents immatures [1].

1.3 Contre-indications

Contre-indications médicales chez les sujets à risque infectieux :

- risque d'infection identifié localement et/ou de surinfection générale (septicémie). Ce risque concerne les sujets transplantés ou greffés (excepté les patients sous ciclosporine seule), les sujets immunodéprimés, les sujets atteints d'une pathologie chronique non contrôlée et les sujets dénutris [39].
- haut risque d'endocardite infectieuse (patients porteurs de prothèses valvulaires, atteints de cardiopathies congénitales cyanogènes non opérées, ou ayant des antécédents d'endocardite infectieuse) [39].
- risque modéré d'endocardite infectieuse (valvulopathies, prolapsus de la valve mitrale avec insuffisance mitrale, cardiopathies congénitales non cyanogènes (sauf communication inter-auriculaire), insuffisance aortique, cardiopathie hypertrophique obstructive) [39].

Contre-indications locales :

- dent non vitale [39],
- dent sans avenir fonctionnel, ne pouvant être restaurée de manière durable, ou nécessitant un ancrage radiculaire pour la restauration [39],
- dent avec un support parodontal insuffisant [39].

Remarque concernant la lésion péri-apicale :

Une lésion de radio-clarté péri-apicale n'est pas toujours corrélée à une nécrose pulpaire. Un stimulus nocif tel qu'une carie étendue provoque une inflammation pulpaire, qui est en partie contrôlée par le nerf sensoriel. Le développement d'une pathologie péri-apicale associée à la pulpe vitale est le résultat d'une inflammation neurogène qui est causée par la libération de neuropeptides tels que la substance P par les fibres afférentes fournissant la pulpe et les tissus péri-apicaux [7].

Par conséquent, si le stimulus est supprimé et que la pulpe n'est pas gravement endommagée, une guérison pulpaire peut se produire. De même, Caliskan a montré que la présence d'une radio-clarté péri-apicale n'était pas une contre-indication à la pulpotomie des dents à exposition pulpaire carieuse [8].

Chez le jeune patient l'établissement du diagnostic péri-apical est plus compliqué car il est possible d'observer une radio-clarté péri-apical non pathologique. Généralement, si l'apex est toujours ouvert et que la raréfaction est bien cortiquée, elle est alors considérée comme développementale et la procédure de biopulpotomie n'est pas contre indiquée [53] (Fig. 1).



Figure 1 : disparition des radio-clartés péri-apicales après biopulpotomie partielle à la Biodentine® chez un patient de 6 ans [53].

a : radiographie préopératoire montrant des changements péri-apicaux précoces autour de la racine mésiale et distale de la dent 36 [53].

b : radiographie immédiatement postopératoire après pulpotomie partielle avec Biodentine® [53].

c : radiographie postopératoire à 4 ans et 11 mois montrant un tissu péri-apical normal [53].

Cas de la raréfaction inter-radiculaire :

Radiographies de la première molaire mandibulaire droite avec des caries profondes exposant la pulpe chez un homme de 23 ans diagnostiqué avec une pulpite irréversible et une raréfaction de la furcation (Fig.2) [47].

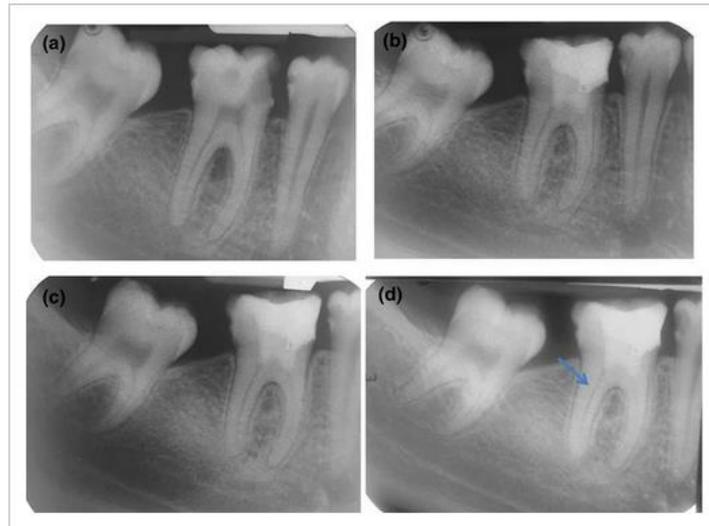


Figure 2 : cicatrisation de la lésion inter-radriculaire après une biopulpotomie à la Biodentine® [47].

a: radiographie préopératoire [47],

b: radiographie postopératoire après pulpotomie complète à la Biodentine® [47],

c: radiographie à 6 mois de suivi [47],

d : radiographie à 12 mois de suivi avec formation d'une barrière calcifiante dans le canal distal [47].

1.4 Comment choisir entre un coiffage pulpaire, une pulpotomie partielle, ou une pulpotomie camérale ?

1.4.1 Définitions

Coiffage pulpaire : lors d'une effraction pulpaire ponctuelle, mise en place d'un matériau de coiffage pulpaire qui protège le tissu pulpaire d'autres agressions et favorise la cicatrisation [24].

Pulpotomie partielle : lors d'une effraction pulpaire d'origine carieuse ou traumatique, élimination d'une partie du tissu pulpaire coronaire inflammatoire et mise en place d'un matériau de coiffage pulpaire qui protège d'autres agressions et favorise la cicatrisation (Fig. 3) [24].



Figure 3 : *photographies intra-buccales de coiffages pulpaire directs, cas du Dr. Leverd.*

Pulpotomie camérale : lors d'une effraction pulpaire d'origine carieuse ou traumatique, lorsque l'hémostase ne peut être obtenue, élimination du tissu pulpaire coronaire inflammatoire et mise en place d'un matériau de coiffage pulpaire au niveau des entrées canalaire qui protège d'autres agressions et favorise la cicatrisation [24].

Une étude menée par Riccuci et coll. en 2019 propose un guide de la prise en charge des dents atteintes de caries profondes avec une exposition pulpaire, basé sur une observation peropératoire. Cette étude met en avant l'importance d'une analyse visuelle précise, préférentiellement au moyen d'aides optiques. Cette analyse va se baser sur l'aspect de la pulpe exposée, celle de la dentine circumférentielle et l'hémostase, après un curetage soigneux non sélectif de la carie, avec des finitions à l'excavateur [38].

1.4.2 La couleur de la pulpe

Après le curetage de la carie, la pulpe est visible soit directement, soit à travers une fine couche de dentine restante [38].

Si la zone sous la dentine est très rougeâtre, cela est un signe d'hyperhémie et donc un signe indirect d'inflammation (Fig.4 img.E) [38].

Les zones sombres quant à elles sont un signe de nécrose pulpaire (Fig. 4 img.A) [38].

Les zones jaunâtres pâles, sont le signe d'absence de circulation sanguine et donc de nécrose (Fig. 4 img.E) [38].

Il est aussi possible de visualiser la présence de pus au niveau de la corne pulpaire [38]

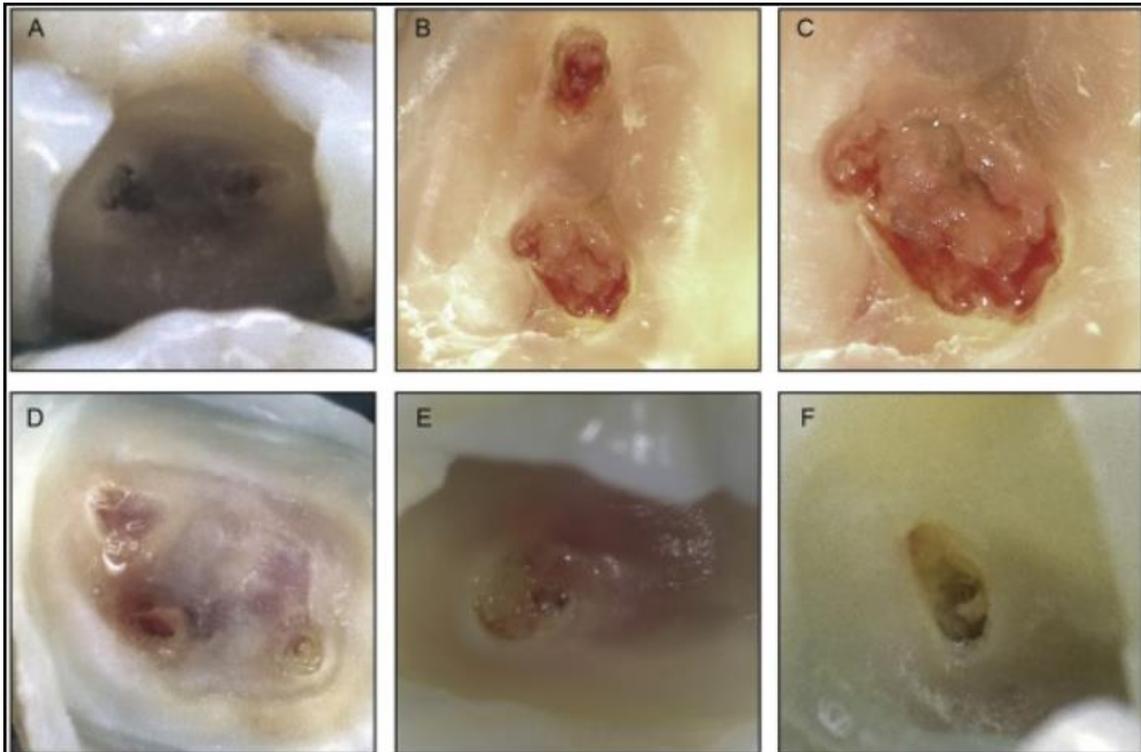


Figure 3 : contre-indication au coiffage pulpaire direct [38].

A : le tissu pulpaire est sombre et avasculaire[38].

B : le tissu pulpaire superficiel au site d'exposition est déconstruit et avasculaire. La dentine circonférentielle est molle [38].

C : gros plan de l'exposition principale de l'image B [38].

D : le tissu pulpaire exposé est avasculaire [38].

E : le tissu pulpaire exposé est pâle et déconstruit, entouré de tissu pulpaire rougeâtre [38].

F : une puce de dentine a été déplacée dans le tissu pulpaire exposé [38].

Le choix entre coiffage direct et pulpotomie partielle ou totale se fait donc en fonction de l'aspect de la pulpe une fois la carie retirée et l'hémostase réalisée. Si le tissu pulpaire n'apparaît pas vascularisé et sain (Fig.5 img.G), il faut poursuivre l'amputation (Fig.5 img.H) [38].

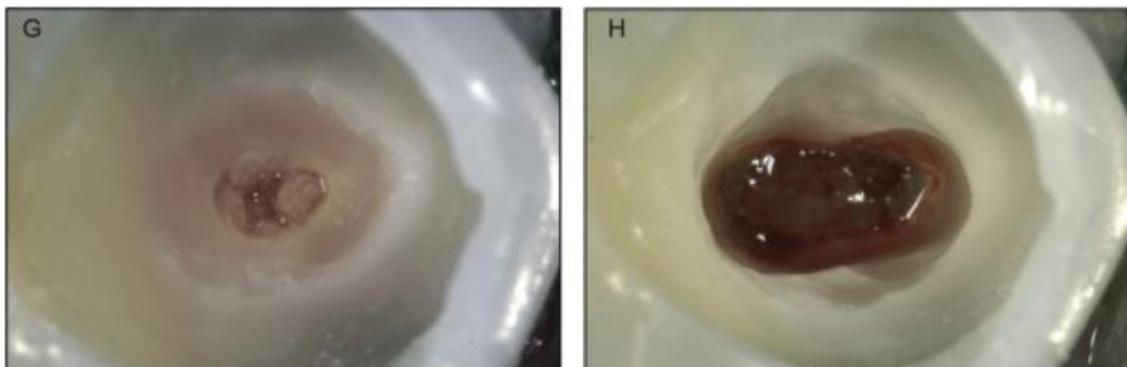


Figure 4 : *traitement par pulpotomie partielle* [38].

G : plusieurs fragments dentinaires ont été déplacés dans un tissu pulpaire à peine vascularisé. La dentine circonférentielle est molle [38].

H : plaie pulpaire G après avoir retiré la dentine molle et pratiqué une pulpotomie partielle. La plaie apparaît saine après réalisation de l'hémostase [38].

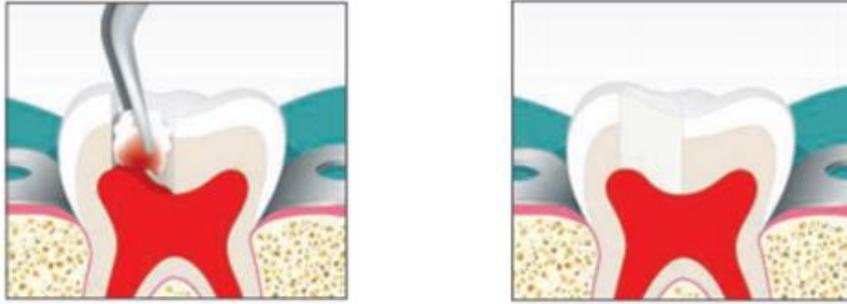
1.4.3 La dentine périphérique

La dentine périphérique doit être saine. Après curetage à l'excavateur les parois doivent être dures et il ne doit pas subsister de copeaux dentinaires au niveau de la pulpe [38].

1.4.4 L'hémostase

L'hémostase doit être obtenue dans les 5 minutes suivant l'application d'un tampon de coton stérile imbibé d'un désinfectant doux tel que la chlorhexidine 2% ou l'hypochlorite de sodium à 1%, sur la plaie chirurgicale [38].

Dans le cas où les critères concernant l'aspect de la pulpe, de la dentine et la durée de l'hémostase ne sont pas tous observés, il conviendra d'amputer la pulpe plus en apical jusqu'à l'obtention d'une plaie pulpaire propre. Ainsi en fonction des conditions locales, il conviendra d'effectuer, soit un coiffage direct (Fig. 5), soit une pulpotomie partielle, soit une pulpotomie totale (Fig. 6), voir une pulpectomie (Fig. 5) [38]. *Simon et coll.* préconisent dans *l'Endodontie de A à Z*, des pulpectomies partielles ne concernant que le canal ne remplissant pas les critères (d'absence d'hémostase) (Fig.7) [43].



Contrôlez le saignement en appliquant un tampon de coton humidifié avec du NaOCl à 5%. Si le saignement est contrôlé dans les 5 minutes, remplissez la cavité de Biodentine™ et procédez à la restauration finale de l'émail dans les 6 mois.

Figure 5 : obtention de l'hémostase au bout de 5 minutes [59].



Si vous n'y parvenez pas, retirez une partie de la pulpe (pulpotomie partielle) et tentez à nouveau de contrôler le saignement dans les 5 minutes. Effectuez une pulpotomie progressive jusqu'à parvenir à un contrôle du saignement dans les 5 minutes. Lorsque les entrées du canal radiculaire sont visibles (pulpotomie totale) et que le saignement est contrôlé dans les 5 minutes, remplissez la cavité de Biodentine™ et procédez à la restauration finale de l'émail dans les 6 mois.



Si vous ne parvenez pas à contrôler le saignement dans les 5 minutes, procédez à un traitement du canal radiculaire de la dent.

Figure 6 : protocole en l'absence d'hémostase [59].



Figure 7: Traitement endodontique partiel du canal hémorragique avec séance à l'hydroxyde de calcium avant l'obturation définitive [43].

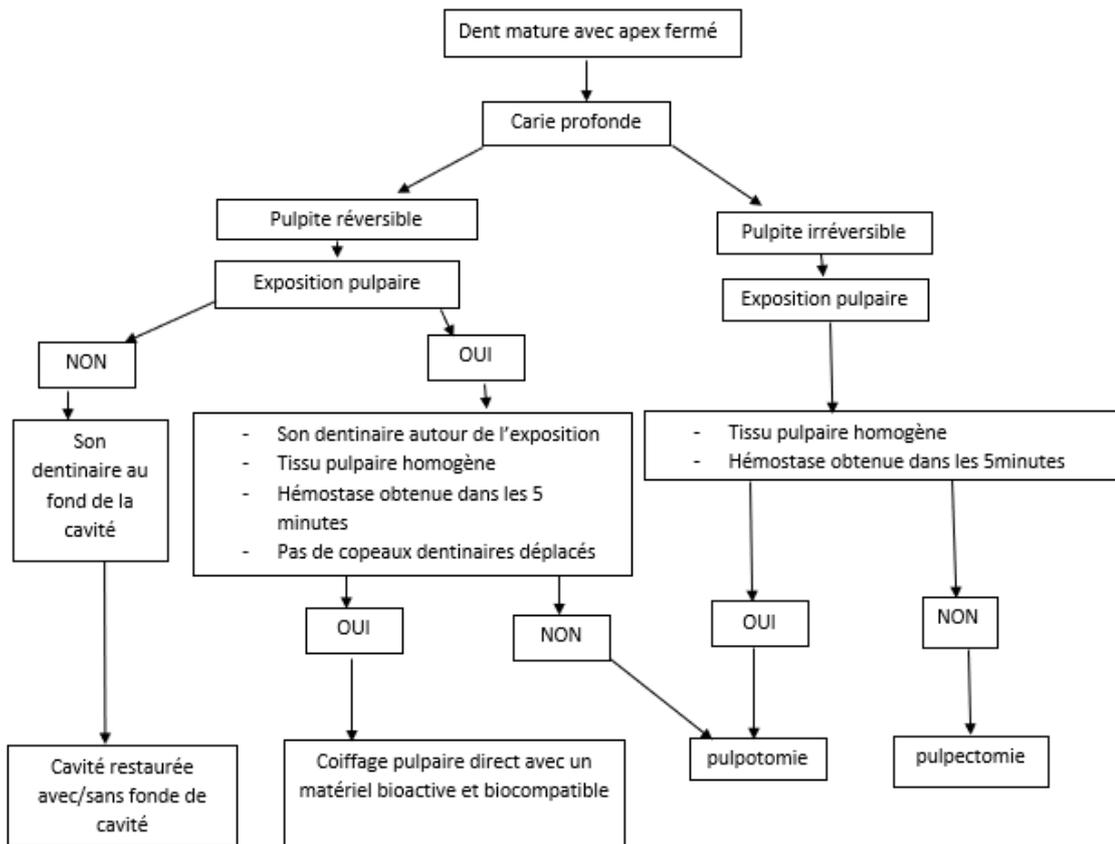


Figure 8 : Arbre décisionnel

« Conservation de la vitalité comme approche alternative au traitement des caries profondes [38]. »

1.5 Suivi post opératoire

Court terme

Il peut subsister certaines sensations désagréables ou même des douleurs pendant les premiers jours après le traitement. Elles peuvent nécessiter une prise médicamenteuse d'antalgique. Dans ce cas, une prise d'anti-inflammatoire non stéroïdien à dose antalgique (Ibuprofène 1200mg par jour en trois prises) est conseillée. Afin de ne pas confondre cette douleur postopératoire avec l'échec de notre traitement, les patients doivent être prévenus de ces potentielles complications. Elles apparaissent régulièrement peu de temps après l'acte mais l'intensité diminue au fil du temps et ces désagréments peuvent subsister pendant 7 jours. Elles disparaissent assez rapidement avec l'absence de douleurs modérées ou sévères à partir du 2^e jour postopératoire et l'absence totale de douleur au 6^e jour postopératoire [12].

À six mois :

Il n'y a pas d'accord sur la durée de la période postopératoire qui pourrait être reliée de manière fiable à une issue réussie de la pulpotomie. Globalement, un suivi de 6 mois semble adéquat pour évaluer les résultats du traitement. Il est donc conseillé de réaliser la restauration définitive à 6 mois postopératoire [57].

2 Les biomatériaux d'obturation camérale

2.1 Cahier des charges

Le succès du coiffage pulpaire dépend de plusieurs facteurs essentiels :

- l'étanchéité du produit de coiffage [40],
- sa capacité à adhérer hermétiquement à la dentine empêchant par la suite toute percolation bactérienne vers le tissu pulpaire [40],
- la biocompatibilité du produit utilisé [40],
- sa capacité à stimuler la libération par les dentinoblastes de certaines cytokines qui jouent un rôle dans la formation de tissu dur [40].

Actuellement les ciments tricalciques sont les matériaux répondant le mieux à ces critères [40].

2.2 Le mineral trioxyde aggregate : MTA

2.2.1 Composition

Le MTA est un dérivé du ciment de Portland utilisé dans l'industrie du béton [27].

Le ciment de Portland contient du gypse et du *clinker* contenant lui-même quatre phases principales :

- le silicate tricalcique,
- le silicate dicalcique,
- l'aluminate tricalcique,
- l'aluminoferrite tétracalcique [27].

Il existe deux types de MTA, le GMTA (Gris) et le WMTA (Blanc) qui se distinguent surtout dans leurs concentrations en oxyde d'aluminium (Al_2O_3), oxyde de magnésium (MgO), oxyde ferreux (FeO) [27].

2.2.2 Présentation

Le MTA existe sous deux formes :

- sous forme de poudre conditionnée dans des sachets (ProRoot® MTA, Dentsply - MTA Angelus®, Dental DCP), initialement grise mais qui pour un souci d'esthétique, existe en blanche à présent ;
- sous forme de capsule (MM-MTA®, Micromega) à vibrer [27].

La poudre doit être mélangée à de l'eau distillée pour obtenir une pâte prête à l'emploi : les proportions poudre/liquide sont de 3/1 [27].

Son temps de travail est de 45 minutes, et son temps de prise est de 3h [10].

2.2.3 Propriétés

Le MTA a plusieurs propriétés souhaitables en termes :

- de biocompatibilité,
- de bioactivité,
- d'hydrophilie,
- de radio-opacité,
- de capacité de scellement,
- de faible solubilité [51].

Les plus importantes de ces propriétés en dentisterie sont sa biocompatibilité et sa capacité d'étanchéité [51].

Une biocompatibilité élevée encourage des réponses de guérison optimales. Ceci a été observé histologiquement avec la formation de nouveau ciment dans la zone des tissus péri-radicaux et une faible réponse inflammatoire avec formation d'un pont dentinaire dans l'espace pulpaire [51].

L'étanchéité obtenue est due à ses propriétés d'expansion et de contraction très similaires à la dentine, ce qui se traduit par une résistance élevée aux fuites marginales et à la migration bactérienne dans le système canalaire. Une barrière stable aux fuites bactériennes et fluides est l'un des facteurs clés qui facilite le succès clinique [51].

2.2.4 Indications

L'utilisation du MTA est conseillée dans certaines thérapeutiques comme :

- le traitement des perforations,
- les apexifications,
- les procédures régénératives,
- l'apexogenèse,
- les pulpotomies,
- le coiffage pulpaire,
- les obturations a retro [51].

2.2.5 Compatibilité avec les matériaux de restauration

Le MTA ne réagit ou n'interfère avec aucun matériau de restauration [27]. Ainsi la réaction de prise du MTA n'est pas affectée par la pose d'un ciment verre ionomère (CVI) ou d'une résine composite [27].

2.2.6 Avantages et inconvénients

Tableau 2: avantages et inconvénients du MTA [27] [59] [60]

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none">- biocompatibilité- bioactivité- radio-opacité (7.17 mm aluminium)- capacité d'adaptation et d'étanchéité marginale- faible solubilité- résistance à la compression- propriété antibactérienne et antifongique- formation d'un pont dentinaire	<ul style="list-style-type: none">- présence d'éléments toxiques dans la composition du matériau- cytotoxicité plus élevée dans son état fraîchement mélangé- un pH élevé pendant la prise- caractéristiques de manipulation difficiles- coût élevé- temps de prise long 3 à 4h- décoloration des dents (pour le GMTA)- résistance à la compression 67MPa

2.3 La Biodentine®

2.3.1 Composition

La poudre contient du silicate tricalcique, de l'oxyde de zirconium (opacifiant), du carbonate de calcium et une petite concentration d'oxyde de fer pour donner de la couleur [59]

Le liquide est une solution aqueuse qui contient du chlorure de calcium et un polymère soluble dans l'eau [60].

2.3.2 Présentation

La Biodentine® se présente sous deux présentations : soit une boîte de 15 capsules soit 15 mono-doses. Le temps de travail, défini par le délai entre le mélange et sa prise initiale, est de 6 min. Son temps de prise est quant à lui compris entre 9 et 12 min. Cependant une contamination hydrique amène un ralentissement de la prise du matériau. Il faut donc éviter tout contact avec l'eau ou les fluides pendant la phase de prise initiale du matériau c'est à dire environ 10 min [60].

2.3.3 Propriétés

La Biodentine® est un matériau qui possède des propriétés intéressantes dans son utilisation en endodontie et en odontologie conservatrice [60].

- propriétés d'étanchéité et résistance à la micro-infiltration :

La Biodentine® a un comportement similaire en termes de résistance à l'infiltration qu'un ciment verre ionomère à l'interface avec l'émail, la dentine et les adhésifs [60].

- propriétés de biocompatibilités :

La cytotoxicité de la Biodentine® a été étudiée par des tests de biocompatibilité in vitro. Le ciment Biodentine® placé directement sur des fibroblastes pulpaire humains n'engendre pas la mort cellulaire, tout comme le MTA [60].

2.3.4 Indications

L'utilisation de la Biodentine® est conseillée dans certaines thérapeutiques comme :

- la restauration provisoire de l'émail,
- la restauration définitive de la dentine,
- le coiffage direct,
- les lésions cervicales ou radiculaire profondes,
- la pulpotomie,
- l'apexification,
- le traitement des perforations radiculaire,
- le traitements des résorptions internes et externes,
- la chirurgie endodontique [60].

2.3.5 Compatibilité avec les matériaux de restauration

La pose d'une restauration définitive sur Biodentine® peut être difficile vu qu'il s'agit d'un matériau à base d'eau. La restauration définitive devrait de préférence être réalisée au moins 2 semaines plus tard de manière à pouvoir utiliser aussi bien la technique « total-etch » que « self-etch » [59].

La Biodentine® peut être utilisée comme matériau d'obturation de base pendant une durée de 6 mois, pour être ensuite recouvert d'un composite et devenir ainsi un matériau de remplacement dentinaire efficace [59].

2.3.6 Avantages et inconvénients

Tableau 3: avantages et inconvénients de la Biodentine® [42]

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none">- très étanche- bon isolant thermique- temps de prise : 12min- biocompatible et non cytotoxique- effet antibactérien pendant les 4 premières heures suivant sa pose- formation d'un pont dentinaire- propriétés mécaniques similaires à celle de la dentine saine- résistance à la compression 130 à 240 MPa	<ul style="list-style-type: none">- coût élevé- radio-opacité faible (3,5 mm aluminium)- une contamination hydrique ralentit la prise du matériau : il faut donc éviter tout contact avec l'eau ou les fluides pendant 10 min

3 Les échecs de la biopulpotomie camérale

3.1 Définition du succès en endodontie

Le terme « succès » est ambigu, il a différentes significations en fonction des traitements dentaires. Ces différentes définitions peuvent créer une confusion dans la communication entre professionnels de santé ainsi qu'avec le patient [19].

Pour le traitement endodontique, la définition du succès est définie soit comme l'absence de signes clinique et radiologique, soit uniquement comme l'absence de signe clinique [19].

Pour résoudre ce dilemme de longue durée, il faut se rappeler que le « succès » est invariablement défini par le ou les buts établis à atteindre [19].

L'objectif de tout traitement, et notamment en endodontie, est de maintenir une dent dans un contexte biologique proche de la physiologie, et de prévenir ainsi tout développement d'une pathologie osseuse inflammatoire [19]. Bien que guérir la maladie soit l'ultime but de la thérapie, les patients sont libres, après consentement éclairé, de prétendre à d'autres exigences comme prévenir ou éliminer un symptôme, ou conserver la dent sur arcade [19].

3.2 Evaluation du succès d'une biopulpotomie

3.2.1 La vitalité pulpaire

Au cours des études cliniques les auteurs se sont basés sur un critère pour déterminer le succès de la biopulpotomie : la préservation de la vitalité de la dent [57].

Les méthodes et les critères pour évaluer si cet objectif a été atteint variaient considérablement d'une étude à l'autre [57]. La terminologie utilisée pour caractériser le résultat de la pulpotomie était binaire, en utilisant les termes *succès* ou *échec* sans aucune alternative [57].

Cependant ce test de vitalité ne s'avère pas très adapté pour ce traitement. En effet la vitalité de la pulpe radiculaire est généralement évaluée par l'exploration de la fonction nerveuse de la pulpe coronale, et la fiabilité des tests électriques et thermiques a été vérifiée dans les dents à segment coronaire. Il n'a pas été démontré si des tests thermiques ou électriques peuvent être utilisés pour tester la vitalité des segments pulpaire radiculaires. De plus, la taille des restaurations coronaires ainsi que de la profondeur de la dentine tertiaire pourraient diminuer la fiabilité de ces tests [57].

Par conséquent, les tests de sensibilité postopératoire de la pulpe ne sont pas fiables sur les dents présentant une pulpotomie et pourraient entraîner un risque accru de faux négatifs. Dans le suivi clinique, il serait impossible d'utiliser des critères objectifs de sensibilité pulpaire et l'efficacité de la pulpotomie serait davantage liée à l'absence de signe d'inflammation ou d'infection péri-apicale qu'à la présence de tissu pulpaire radiculaire vital [57].

3.2.2 L'activité de minéralisation

L'activité de minéralisation des odontoblastes atteste généralement de la vitalité de la pulpe [57]. Confrontée à un défi chimique, physique ou thermique, la couche d'odontoblastes est détruite localement, et de nouvelles cellules odontoblastiques se différencient et sécrètent un nouveau tissu minéralisé (dentine tertiaire ou réparatrice formant un pont dentinaire) [57]. Cela agit comme une barrière physique contre le défi.

Ces mécanismes histologiques ont été considérés comme des réactions de réparation et sont bien décrits dans la partie coronaire de la pulpe [57]. Les mécanismes de réparation pulpaire n'ont pas été étudiés dans la section radiculaire. L'activité de minéralisation des odontoblastes serait donc la même dans la section radiculaire que dans la partie coronaire [57].

Deux phénomènes de minéralisation pourraient être attendus après la pulpotomie :

- premièrement, un pont minéral se forme sous la section du biomatériau. La qualité du pont minéral observable après une pulpotomie est variable, et sa détection radiographique n'est pas fiable en raison du faible degré de minéralisation ou de superposition des racines ou des matériaux de restauration [57].
- Deuxièmement La présence de minéralisation à l'intérieur du canal pourrait refléter la vitalité actuelle ou passée de la pulpe. Cependant, l'absence de signes radiographiques n'est pas une garantie de l'absence de vitalité [57].

3.2.3 L'évaluation radiographique

Pour l'analyse radiologique des parodontites apicales le praticien pourra se référer à la classification d'Orstavik et coll. (Fig7) [33].

Le système est appelé l'index péri-apical (PAI) et fournit une échelle ordinale de 5 scores allant de 1 (sain) à 5 (parodontite sévère avec des caractéristiques exacerbantes). Sa validité est basée sur l'utilisation de radiographies de référence de dents avec des diagnostics histologiques vérifiés [33].

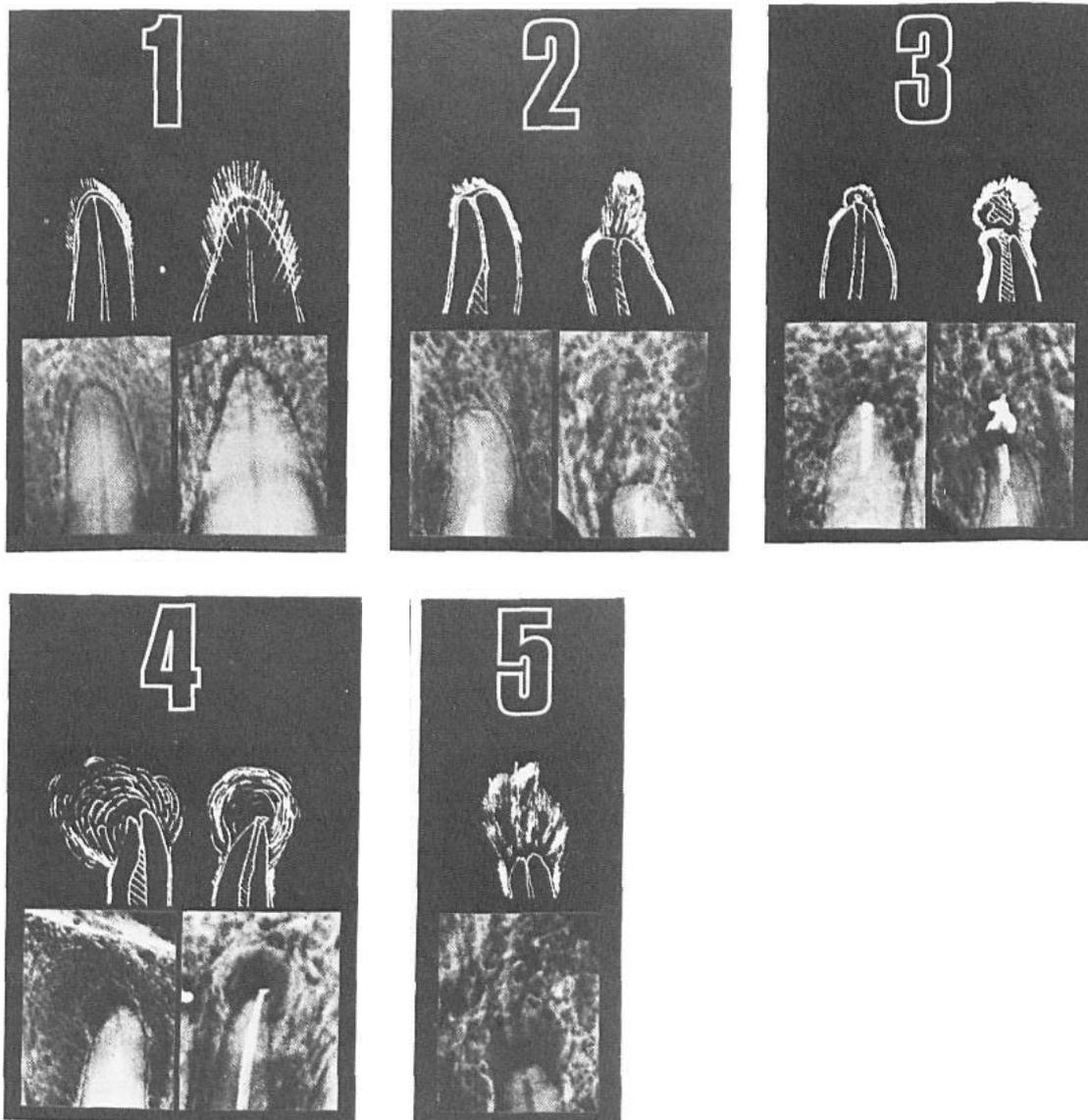


Figure 9 : Références radiographiques et schématiques des scores PAI [33].

- 1 : absence de lésion péri-apicale,
- 2 : absence probable de lésion péri-apicale,
- 3 : présence incertaine de lésion péri-apicale,
- 4 : présence probable de lésion péri-apicale,
- 5 : présence assurée de lésion péri-apicale [33].

Les scores ont été classés en trois catégories :

- score 1 : sain,
- scores 2 et 3 : incertain,
- score 5 et 6 : pathologique [33].

Il est généralement supposé que l'absence d'infection pulpaire est liée à l'absence d'infection péri-apicale ou de résorption radiculaire externe [57].

L'absence d'infection péri-apicale est supposée lorsque les tests cliniques (percussion axiale, palpation péri-apicale et présence de fistule) sont négatifs et lorsqu'il n'y a aucun signe radiographique d'infection apicale (élargissements du ligament péri-apical et radio-clarté péri-apicales) [57].

Le succès de la biopulpotomie s'appuie donc principalement sur la surveillance radiologique qui doit être suffisamment longue pour parler de succès. Durant les premiers mois, il est préférable de parler de diagnostic incertain [57].

3.2.1 La fonctionnalité de la dent

Il existe un accord général pour considérer qu'une dent fonctionnelle est définie par des critères cliniques : notamment la présence de la dent sur l'arcade et l'absence de douleur [57].

La traitement sera donc défini comme un succès clinique (en opposition au succès radiologique) [57].

3.3 *Évolution attendue du statut pulpaire après une pulpotomie*

La pulpotomie est une procédure agressive qui consiste à sectionner et à enlever le tissu pulpaire coronaire aux ouvertures des canaux radiculaires. Les réactions postopératoires dépendent du potentiel réparateur de la pulpe radiculaire résiduelle et des conditions d'hygiène de la procédure technique. Théoriquement, les complications attendues de la pulpotomie pourraient être causées soit par un processus inflammatoire, soit par une infection bactérienne [57].

3.3.1 Processus inflammatoire

Le développement d'une inflammation irréversible des parties radiculaires de la pulpe peut se produire sous la forme d'un processus aigu ou chronique. La raison de cet échec vient de l'impossibilité de connaître cliniquement, avec précision, l'état dans lequel se trouve la pulpe. L'hémostase est un indicateur mais comporte un biais dû à l'utilisation de solution anesthésique comportant des vasoconstricteurs [43].

3.3.1.1 Echec immédiat

Une pulpite radiculaire aiguë irréversible pourrait survenir au cours des 2 mois postopératoires et constituerait un événement indésirable immédiat. Elle serait caractérisée par l'apparition de douleurs spontanées, intenses, continues ou intermittentes accentuée à la percussion [57].

La douleur préopératoire n'est pas un indicateur prédictif d'échec précoce car comme il a été mentionné précédemment, l'état clinique ne reflète pas l'état histologique de la dent. Même si la douleur peut être importante, l'inflammation tissulaire quant à elle peut être très localisée [29].

Dans le cas de pulpite irréversible, il faut préférer une pulpotomie camérale à une pulpotomie partielle, pour augmenter les chances de retirer toute la partie pulpaire inflammatoire [47].

3.3.1.2 Echec différé

La pulpite radiculaire irréversible chronique constitue un événement indésirable tardif. Pendant une période de plusieurs mois ou années, la dent reste totalement asymptomatique ou légèrement sensible par intermittence. Il n'y a aucun signe clinique pouvant être objectivement lié à une pulpite chronique irréversible. Cependant une inflammation chronique pourrait induire des images radiographiques de parodontite apicale, d'une oblitération canalaire ou de résorption radiculaire interne [57].

3.3.2 Contamination bactérienne

Ces événements indésirables peuvent être liés ou non à la procédure de pulpotomie selon le cas clinique et la latence de leur survenue. La contamination bactérienne peut entraîner une maladie infectieuse aiguë ou chronique [57].

3.3.2.1 Contamination préopératoire

Le système canalaire peut déjà être infecté en amont de la mise en place du traitement, dans le cas où le diagnostic est erroné et où la biopulpotomie est contre-indiquée. Il s'agit alors d'une erreur de diagnostic [57].

3.3.2.2 Contamination peropératoire

En peropératoire, l'échec peut être dû à une mauvaise mise en place du traitement en l'absence de digue ou de la pose d'une digue non étanche entraînant la contamination du canal [57].

3.3.2.3 Contamination postopératoire

La contamination bactérienne en post opératoire, peut se produire à travers l'espace marginal de la restauration, via le matériau de coiffage (Fig. 11) ou à travers un canal accessoire lié à une poche parodontale (Fig. 12) [57].

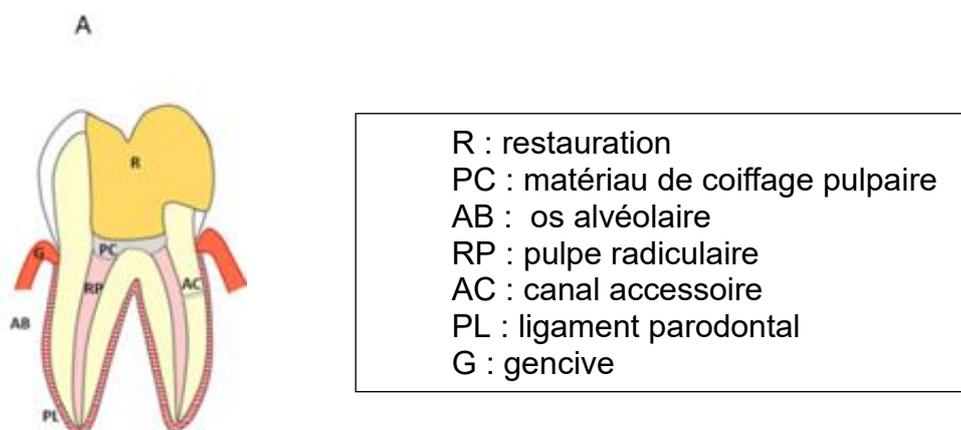


Figure 10 : dent saine en post opératoire [57].

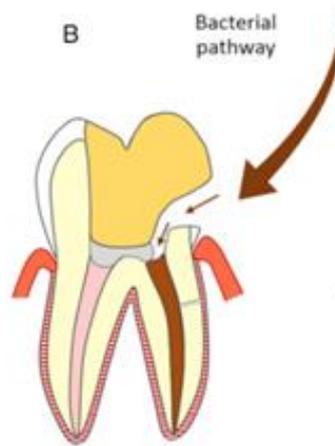


Figure 11 : la fracture de la restauration ou un processus carieux récurrent a conduit à la contamination de l'espace marginal de la restauration coronale ou du matériau de coiffage [57].

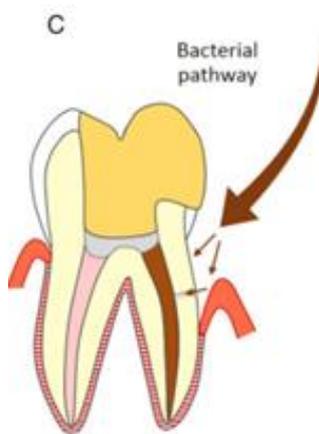


Figure 12 : la présence d'une poche parodontale conduit à l'exposition de la dentine radiculaire et à un canal accessoire [57]

La restauration coronaire définitive joue un rôle majeur. Elle représente la raison la plus importante d'échec tardif. C'est pourquoi, avant la prise de décision de réaliser une biopulpotomie, il faut réfléchir à la restauration post-opératoire. Les grandes restaurations directes ont tendance à casser ou à occasionner des caries récurrentes [50]. Il est donc préférable ; après un délai de surveillance post-opératoire de 6 mois à un an, de réaliser une reconstitution indirecte [47]. La présence de murs dentinaires verticaux et, surtout, de larges plages d'émail est un critère déterminant pour assurer la pérennité de la restauration indirecte [28].

En résumé, les évolutions possibles du statut pulpaire attendue après la pulpotomie sont : une pulpe normale avec un tissu apical normal, une pulpite irréversible avec ou sans parodontite apicale, une nécrose pulpaire avec parodontite apicale évidente (Fig. 13) [50].

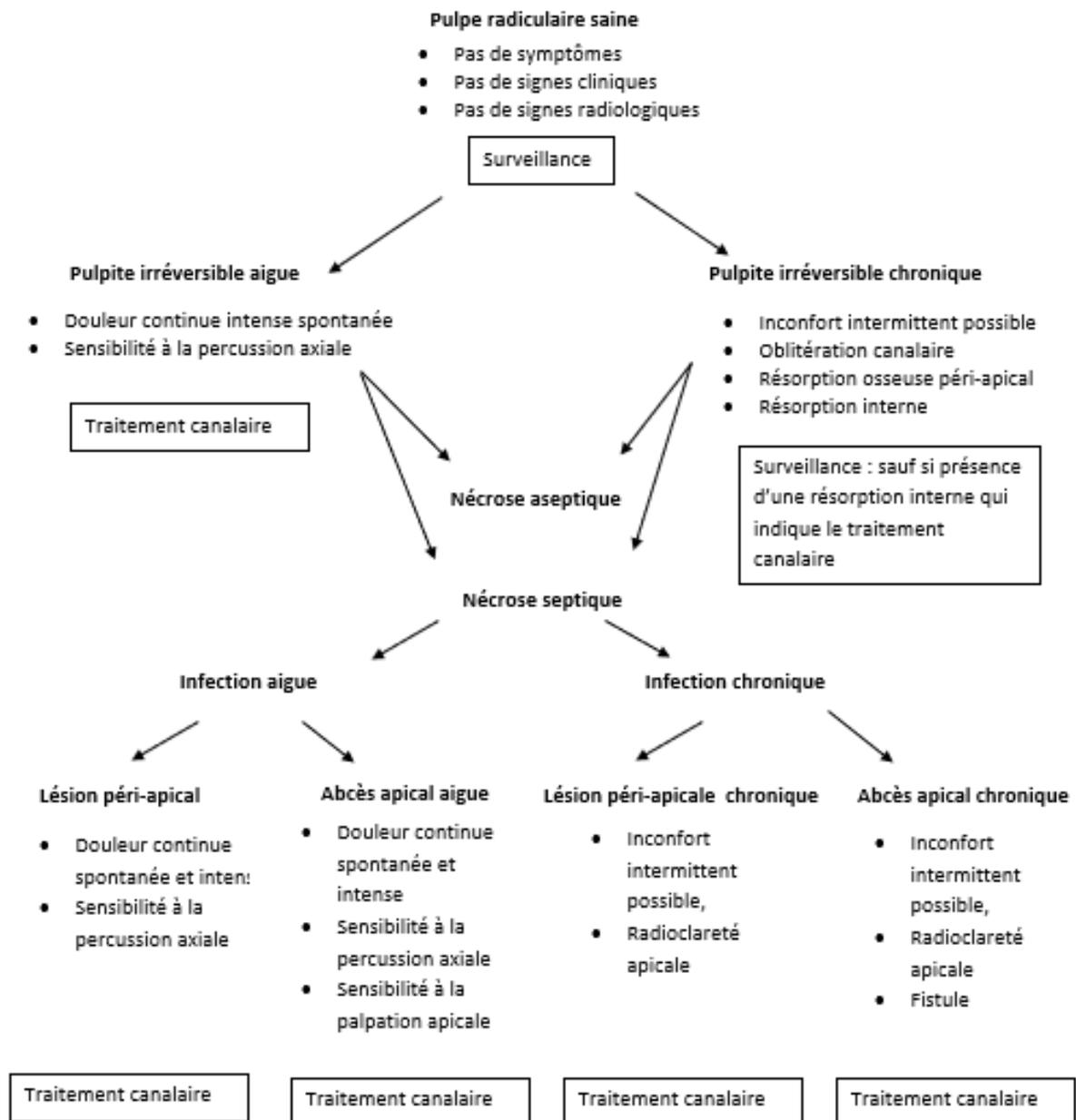


Figure 13 : Les évolutions possibles du statut pulpaire radiculaire qui pourraient être attendues après la pulpotomie ; signes et symptômes de chaque condition et décisions thérapeutiques [57].

Dans la grande majorité des cas les échecs du traitement seront précoces et se manifesteront par des douleurs persistantes dans les deux premiers mois suivant le traitement [3] [25] [49] [9] [30].

Les autres raisons invoquant une réintervention sont souvent associées à un défaut de la restauration [3] [25] [49] [9] [30].

4 La réintervention

4.1 *Abstention / surveillance*

L'oblitération canalaire est un signe d'inflammation chronique, souvent asymptomatique et de découverte fortuite. La réintervention sur une dent aux canaux minéralisés peut s'avérer compliquée. Dans le cas où la dent est asymptomatique le patient doit être prévenu, mais le rapport bénéfice/risque n'est pas toujours en faveur de la réintervention [55].

S'il s'agit d'une dent visible lors du sourire le traitement pourra être entrepris de façon anticiper car la minéralisation intra-calaire peut entraîner une dyschromie. Pour les dents non visible lors du sourire une surveillance doit être mise en place pour vérifier qu'il n'y ait pas d'évolution défavorable [55].

Exemple d'un cas clinique rapporté dans une étude sur la pulpotomie aux MTA sur dent permanentes vitales avec exposition pulpaire après curetage carieux [25].

Un patient de 12 ans s'est plaint de douleurs spontanées autour des dents postérieures inférieures droites. L'examen clinique a montré que la dent 46 présentait une grande lésion carieuse sur la surface occlusale. La dent a répondu positivement aux tests de sensibilité pulpaire (test électrique et test au froid). Le test de percussion a déclenché une réponse douloureuse de la dent [25].



Figure 14 : Radiographie préopératoire [25].

La radiographie préopératoire (Fig. 14) a montré une grande lésion carieuse avec un aspect radiographique péri-apical normal. Le diagnostic de la dent était une pulpite symptomatique irréversible avec une parodontite apicale symptomatique [25].



Figure 15 : radiographie postopératoire à 4 ans après une biopulpotomie au MTA, la dent présente une oblitération canalaire [25].

Lors d'un suivi de 4 ans après une pulpotomie au MTA, la 46 présentait une oblitération canalaire (Fig. 15) avec un aspect radiographique péri-apical normal. La dent a été classée comme réussie avec une présentation clinique normale et une apparence radiographique péri-apicale normale [25].

Cette étude rapporte un nombre important de cas de calcifications intracanales asymptomatiques (30,9% des cas) dont un cas associé à une lésion péri-apicale [25].

4.2 La réfection de la restauration

4.2.1 Les limites des restaurations adhésives directes

Les techniques adhésives représentent aujourd'hui un apport thérapeutique incontestable en odontologie. Leur développement a été une longue marche, initiée voici plus de cinquante ans, et leur utilisation courante remonte à plus de deux décennies. Ainsi, alors que le dessin des cavités était jusque-là dicté par la taille de la lésion carieuse et par la nécessité d'obtenir une rétention mécanique du matériau d'obturation, l'adhésion a permis l'avènement d'une dentisterie beaucoup plus conservative et économe en tissus sains. Grâce à cette adhésion aux tissus dentaires calcifiés, les restaurations coronaires en composite collées devraient être plus étanches que celles foulées à l'amalgame [15].

Or, il est courant de constater des reprises de caries sous ces obturations adhésives [15]. À quoi seraient donc dues cette perte d'étanchéité et cette recolonisation bactérienne ?

Malgré une amélioration constante des matériaux composites, leur principal défaut réside dans la contraction lors de la polymérisation, point d'autant plus problématique que le volume de matériau est important [17] [18]. En effet, plus la cavité à restaurer est large et profonde, plus le volume de matériau à apporter sera important, plus la contraction sera forte et donc plus le risque de décohésion à l'interface entre la couche hybride et le substrat dentinaire sera élevé [15].

Les conséquences cliniques se manifestent alors par des infiltrations de fluides à l'origine de sensibilités thermiques et de percolations bactériennes entraînant des reprises de carie [5].

Ce problème peut être contourné par la mise en place de restaurations indirectes collées pour lesquelles le stress de la polymérisation est limité au seul joint de colle [15].

4.2.2 Restauration directe et indirecte statistique

Les restaurations indirectes présentent un taux d'échec annuel statistiquement inférieur à celui des restaurations directes (2 % +/- 2 *versus* 3 % +/- 2,9). 50 % des restaurations directes sont à remplacer à neuf ans, tandis que 75 % des inlay-onlays sont encore en place à dix ans [18]. Les restaurations indirectes présentent donc un meilleur taux de survie que les restaurations directes [13].

4.2.3 Quels paramètres prendre en compte avant de réaliser un inlay-onlay ?

La principale indication des restaurations indirectes repose donc sur la taille de la cavité coronaire après curetage du tissu carieux [15]. Si 60 % de l'activité de soins consiste à remplacer des obturations défectueuses, leur retrait engendre une perte tissulaire systématiquement plus importante [15]. Alors, à quel moment passer aux restaurations indirectes (Fig. 16) ? Et quels sont les paramètres à prendre en compte ?

4.2.3.1 Le volume de la perte de substance

Dans une cavité volumineuse, les contraintes liées au retrait de polymérisation des composites en méthode directe sont très importantes et peuvent engendrer, des sensibilités postopératoires par des infiltrations de fluides buccaux et des reprises de carie. Ces contraintes de polymérisation exercées sur les structures résiduelles sont aussi à l'origine de fêlures ou de fractures au niveau de l'émail bordant la restauration. Quelle que soit la technique d'application du composite (stratification), le stress de polymérisation n'est pas contrôlable et il est préférable de faire appel à des restaurations indirectes collées ou scellées dans les cavités volumineuses de classes I et II [15].

4.2.3.2 La valeur des structures anatomiques résiduelles

Lorsque la perte de substance entraîne la réduction d'une ou de plusieurs cuspides, il est plus aisé de rétablir une anatomie occlusale correcte avec des contacts statiques et dynamiques optimaux au laboratoire qu'en bouche [52].

4.2.3.3 Le nombre de restaurations

Si plusieurs restaurations doivent être réalisées dans un même quadrant, les techniques de laboratoire permettent de rétablir de façon optimale les points de contact interdentaires. Cliniquement, les techniques indirectes réduisent le nombre de séances et le temps passé au fauteuil dentaire [13].

4.2.3.4 La situation des limites

La présence d'émail en périphérie de toute la restauration est le garant de pérennité du collage [16]. Cependant, en 1995, Dietschi et coll. ont montré que les restaurations directes nécessitent une épaisseur minimale de 1 mm d'émail en cervical avec une limite chanfreinée [16]. Pour les restaurations indirectes collées, une étanchéité satisfaisante est obtenue avec seulement 0,5 mm d'émail, et ce quel que soit le type de limite [13].

4.2.3.5 La situation de la dent sur l'arcade

Les secteurs postérieurs peuvent être difficiles d'accès, notamment dans les cas d'ouverture buccale réduite (par exemple, restauration occluso-distale d'une 17 ou d'une 18), et contre-indiquent l'utilisation d'une technique directe [15].

4.2.3.6 L'expérience du praticien

Les formations, les habitudes cliniques, le plateau technique, vont conditionner le choix du praticien entre restauration directe et indirecte. La gestion des points de contact, la restauration du profil d'émergence, notamment sur les dents qui présentent des concavités radiculaires (faces mésiales des premières prémolaires maxillaires et des premières molaires mandibulaires) ne sont pas aisées et peuvent être plus simples à réaliser sur un modèle en plâtre qu'en bouche [13].

4.2.3.7 L'occlusion

Dans le cas de nombreuses restaurations coronaires, la gestion de l'occlusion est plus aisée par une technique indirecte, car le praticien dispose des rapports d'occlusion interdentaires entre les modèles de travail (modèles montés en occluseur ou sur articulateur) [15].

La présence d'une parafonction comme le bruxisme (qu'il soit statique ou dynamique) ne contre-indique que l'utilisation des restaurations indirectes partielles en céramiques [15]. La réhabilitation des dents abrasées pourra se faire grâce à des onlays composites ou en or [46] [54].

4.2.3.8 L'esthétique

Le rendu esthétique (gestion des masses émail et dentine, caractérisation des sillons, etc.) géré par le prothésiste est plus performant, à condition de maîtriser la transmission des informations entre le praticien et ce dernier (photographie, prise de teinte, fiche de liaison) [15].

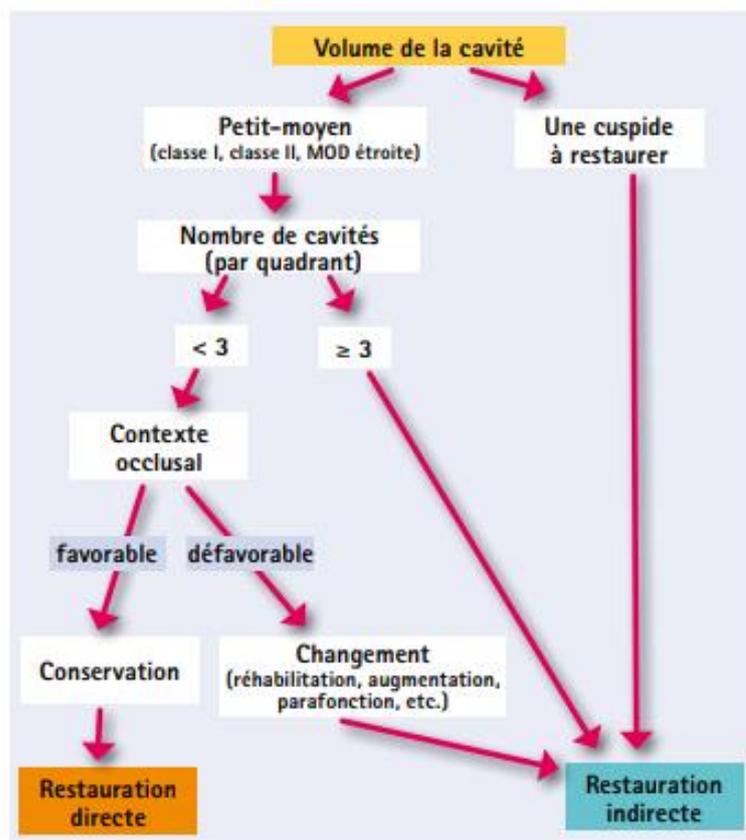


Figure 16 : arbre décisionnel avant la réalisation de restaurations indirectes [15].

4.3 La pulpectomie

Les diagnostics indiquant la réalisation de la pulpectomie :

- pulpite irréversible symptomatique,
- pulpite irréversible asymptomatique (résorption interne (Fig. 17), résorption radiculaire),
- nécrose pulpaire entraînant un abcès aigu,
- nécrose pulpaire entraînant un abcès chronique,
- fracture ou carie récurrente entraînant la nécessité d'entreprendre le traitement endodontique de la dent pour réaliser une couronne avec ancrage radiculaire [43].

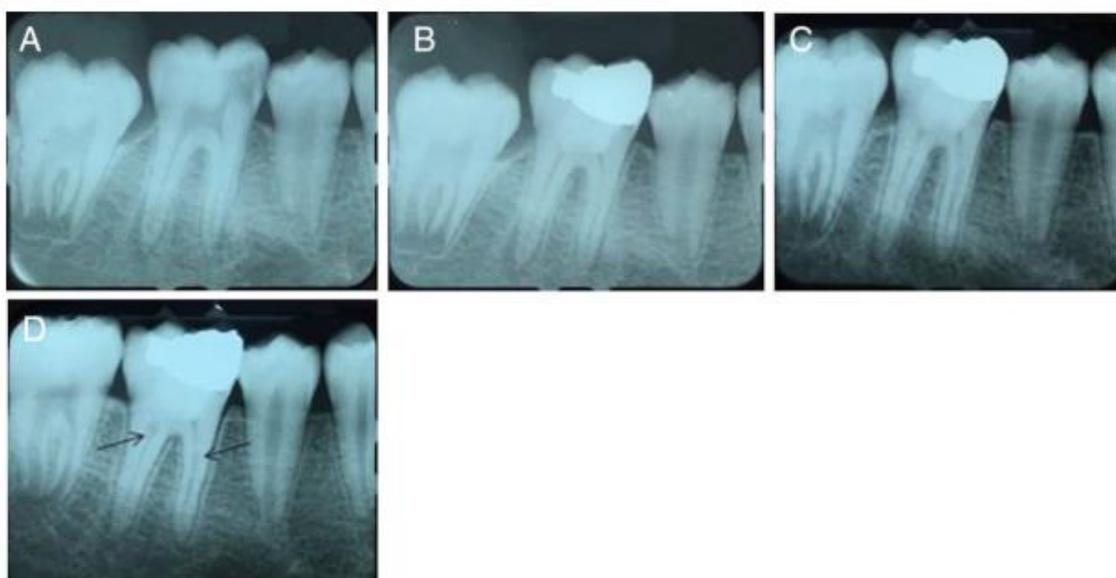


Figure 17 : cas de résorption interne à 1an après une biopulpotomie camérale à la Biodentine® [48] .

A : radiographie préopératoire : première molaire inférieure droite chez un patient de 12 ans présentant des symptômes cliniques de pulpite irréversible et de parodontite apical asymptomatique [48].

B : radiographie postopératoire après pulpotomie à la Biodentine® [48].

C : le suivi à 6 mois [48].

D : le suivi à 12 mois montrant la guérison de la raréfaction péri-apicale mais avec des zones localisées de résorption interne (flèches) [48].

4.3.1 Objectif de la pulpectomie

Lorsque l'indication est posée, 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 depuis été le siège d'une prolifération bactérienne [43].

4.3.2 Comment retrouver les entrées canalaires ?

4.3.2.1 Les aides optiques

4.3.2.1.1 Les téléloupes

Pour la recherche des entrées canalaires, les téléloupes ont un grossissement suffisant (de 3x avec le système de Galilée à 5x en système de Kepler). Il est important de choisir le grossissement en fonction de l'utilisation prévue, car celui-ci va conditionner le champ de vision [20].

En parodontie, le praticien travaille en secteur dentaire avec un grossissement plus faible, alors qu'en dentisterie conservatrice, en endodontie ou en prothèse fixe le praticien travaille sur dent unitaire avec un grossissement plus important [20]. Elles nécessitent d'être associées à une lumière coaxiale [20].

Elles présentent de nombreux avantages : elles améliorent la précision visuelle, elles sont utilisables dans tous les domaines de la profession, les techniques de travail et les instruments demeurent en grande partie inchangés, le praticien peut se déplacer au tour de la dent, la phase d'apprentissage est relativement brève, elles ne nécessitent pas un réaménagement du cabinet et le prix est raisonnable [20].

Il faut être très rigoureux lors du réglage initial des téléloupes car un mauvais réglage de la distance de travail pourrait amener le praticien à prendre une position non ergonomique lors de leur utilisation [20].

4.3.2.1.2 Le microscope

Son utilisation est plus restreinte car il ne permet pas de réaliser des procédures nécessitant une plage élargie de profondeur de champ ou impliquant de fréquents sauts de regard en dehors de la zone de traitement. Il possède un grossissement allant de 4x à 40x [20].

La recherche des entrées canales peut se faire plus en profondeur et de manière sécurisée [20]. Il a été prouvé que le taux de détection des canaux additionnels (MV2) serait trois fois supérieur avec l'utilisation d'aide optique [6].

Il est souvent déjà équipé d'un éclairage complémentaire LED ou xénon [20].

Son utilisation demande également de s'équiper d'un plateau technique adapté pour ne pas obstruer le champ visuel. Le temps d'adaptation est plus long qu'avec des téléscopes. Le champ opératoire doit être bien organisé pour que le praticien puisse systématiser ses gestes et attraper ses instruments sans les regarder [20].

Bien que cela ne soit pas indispensable une assistante au fauteuil est appréciable lors du travail sous microscope :

- l'assistante a un rôle d'instrumentaliste : elle gère la zone hors du champ de vision, prépare les instruments nécessaires au soin dans une codification pré-établie, les positionne dans les mains du praticien et le renseigne sur le confort du patient [20].
- elle doit également suivre le travail du praticien, soit par une seconde sortie visuelle sur le binoculaire, soit par un moniteur placé face à elle. Elle peut ainsi faciliter la vision du praticien en maintenant le champ opératoire net grâce à l'aspiration chirurgicale et aux irrigateurs de Stropko®. Ces derniers sont de fins irrigateurs qui permettent de réaliser une irrigation précise sous MO. Ils sont montés sur seringue multifonction, permettent d'irriguer, d'évacuer la poussière de taille et de sécher avec précision [20].

L'utilisation du microscope apporte un grand confort de travail au praticien. Il travaille assis dans la zone de 9 à 13 heures. Cela permet de travailler avec le dos bien droit, sans même incliner la tête. Comme le regard se porte à l'infini, il en résulte un grand confort visuel. La lumière omniprésente réduit aussi la fatigue visuelle. Il est important que le praticien s'assure d'une position de travail correcte et confortable, pour éviter des tensions musculaires et des tremblements [20].

L'investissement dans un microscope opératoire est plus conséquent et demande une réorganisation du cabinet et du plateau de travail. La phase d'apprentissage est plus longue mais apporte une précision supérieure au praticien [20].

4.3.2.2 Cartographie du plancher pulpaire

Il n'est pas toujours aisé de retrouver les entrées canalaires après une première intervention. Il existe plusieurs obstacles auxquels le praticien peut être confronté :

- une minéralisation des entrées canalaires,
 - l'obstruction par le ciment tricalcique (Fig. 18),
 - de la dentine réactionnelle,
 - l'absence de repère coronaire (délabrement, reprise carieuse, restauration)
- [23].

C'est pourquoi, il est primordial d'avoir des notions anatomiques sur la chambre pulpaire et la situation des entrées canalaires [23].

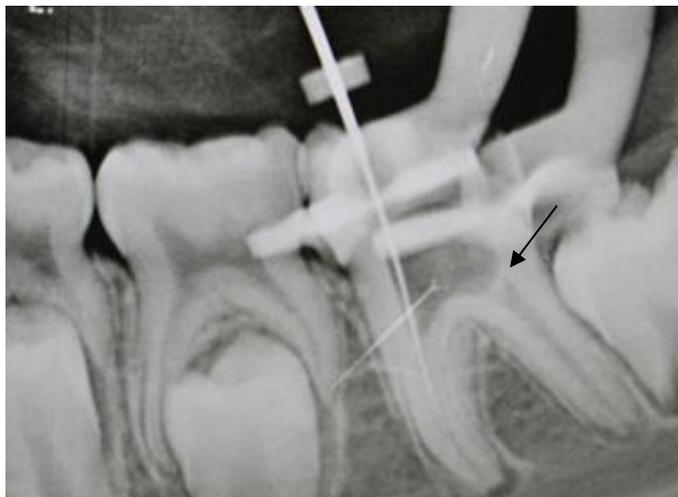


Figure 18 : radiographie per opératoire. La perméabilité du canal mésial a été retrouvée. Cependant, au niveau de l'entrée canalair distale, il est possible de constater un bouchon de Biodentine® associé à un pont dentinaire qui s'est formé (flèche). Cas clinique du Dr. Leverd.

Krasner et coll. ont mis en évidence des lois relatives à la chambre pulpaire et aux entrées canalaires après l'observation de coupes de 500 dents extraites [23].

Lois concernant la chambre pulpaire :

Loi de la centralité : le plancher de la chambre pulpaire est toujours situé au centre de la dent au niveau de la jonction email-cément (Fig. 19) [23].

Loi de la concentricité : les parois de la chambre pulpaire sont toujours concentriques à la surface externe de la dent au niveau de la jonction email-cément [23].

C'est-à-dire que la forme de la chambre pulpaire va refléter la forme générale de la dent (Fig. 12) [23].

Loi de la jonction email-cément : la jonction émail-cément est le repère le plus constant pour localiser la position de la chambre pulpaire [23].

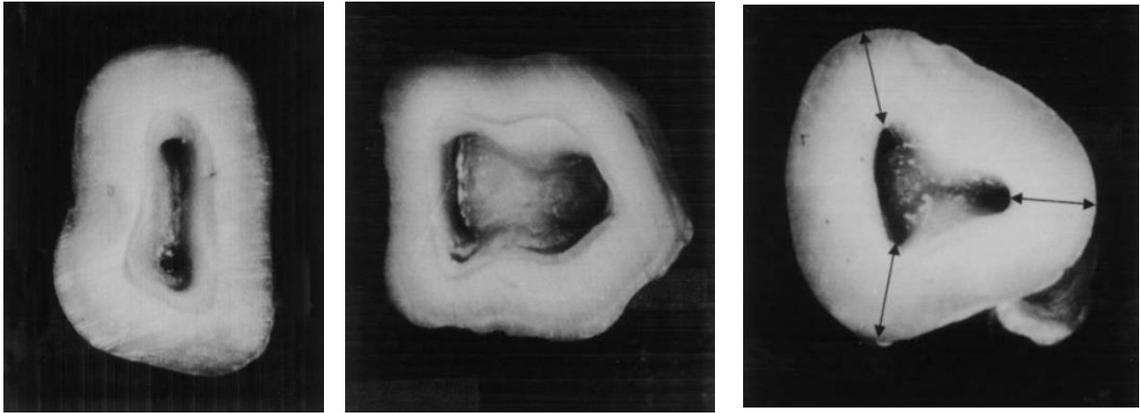


Figure 19 : coupes illustrant la loi de centralité et de concentricité, on constate également l'égalité des distances entre les parois de la chambre pulpaire et les parois dentaires [23].

La loi de concentricité aidera le clinicien à réaliser son exploration rationnellement. Quand le clinicien observe un renflement de la jonction email-cément en mésio-buccal, il peut supposer que la chambre pulpaire s'étendra également dans cette direction [23].

Lois concernant les entrées canalaires :

Le seul prérequis pour la bonne utilisation de ces lois est que l'accès à la chambre pulpaire soit complète, c'est-à-dire que tout le plancher pulpaire soit visible sans surplomb obstruant la visibilité. L'opérateur sait qu'il a un complet accès quand il peut délimiter la jonction plancher-parois à 360 degrés autour de la chambre pulpaire [23].

Loi de la symétrie 1 : excepté pour les molaires maxillaires, les entrées canalaires sont équidistantes par rapport à la ligne mésio-distale passant par le plancher pulpaire (Fig. 20, 23) [23].

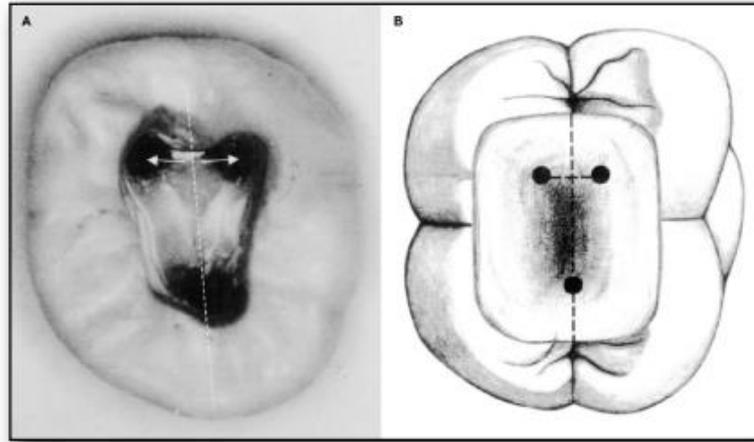


Figure 20 : loi de symétrie 1 (Krasner et Rankow, 2004) [23].

Loi de symétrie 2 : excepté pour les molaires maxillaires, les entrées canalaires se situent sur une ligne perpendiculaire à la ligne mésio-distale passant par le centre du plancher pulpaire (Fig. 21,23) [23].

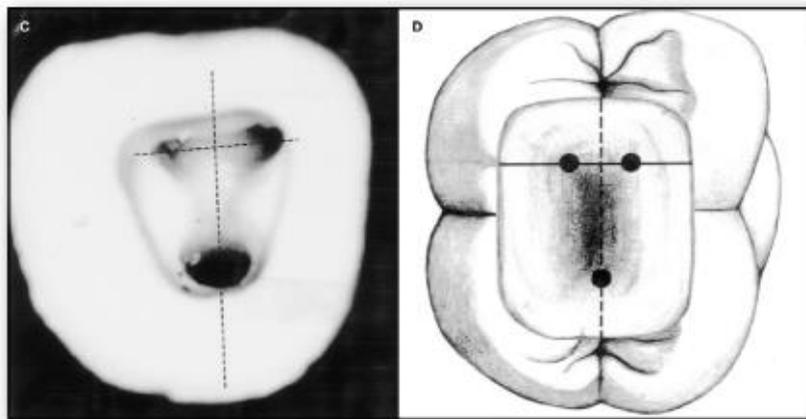


Figure 21 : loi de symétrie 2 (Krasner et Rankow, 2004) [23].

Loi du changement de couleur : la couleur du plancher pulpaire est toujours plus sombre que celle des parois de la chambre pulpaire [23].

Loi de localisation des entrées 1 : les entrées canalaires sont toujours situées à la jonction entre le plancher pulpaire et les parois de la chambre pulpaire (Fig. 23) [23].

Loi de localisation des entrées 2 : les entrées canalaires sont situées à l'angle formé par le plancher et les parois de la chambre pulpaire (Fig. 23) [23].

Loi de localisation des entrées 3 : les entrées canalaire sont situées aux extrémités des lignes de fusion du développement radulaire (Fig. 22,23) [23].

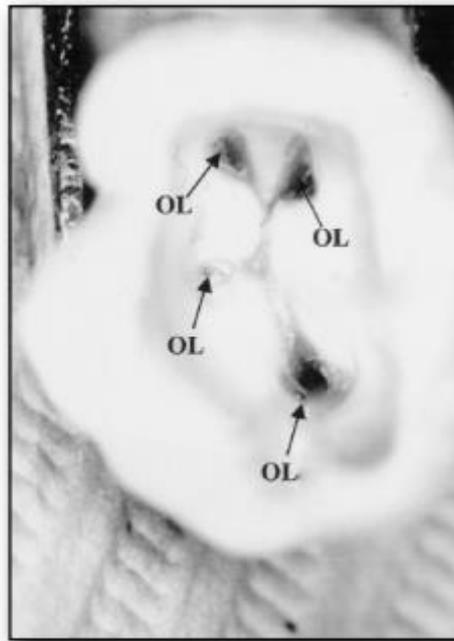


Figure 22 : loi de localisation 3 (Krasner et Rankow, 2004) OL: "Orifice location" [23].

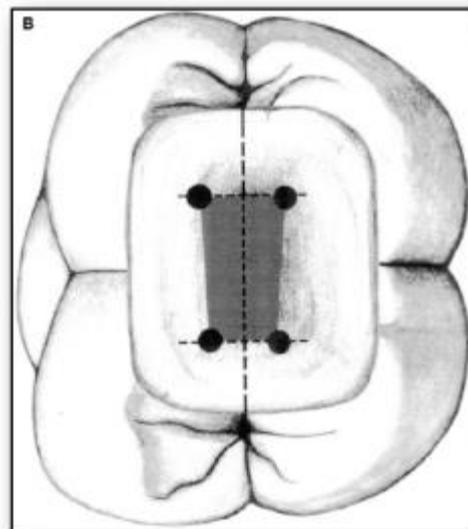


Figure 23 : schéma récapitulatif des lois de symétrie 1 et 2 et des lois de localisation 1, 2 et 3 (Krasner et Rankow, 2004) [23].

Les lois de localisation des orifices 1 et 2 peuvent être utilisées pour identifier le nombre et la localisation des orifices canaux de la dent. Les entrées canales ne pouvant se situer que le long de la jonction plancher-paroi, les points noirs, indentations, ou points blancs qui sont observés partout ailleurs doivent être ignorés pour éviter toute perforation possible [23].

Les sommets ou angles de la forme géométrique du plancher de la chambre pulpaire indiqueront spécifiquement la position de l'entrée canalaire. Si le canal est calcifié, alors cette position indiquera avec certitude à l'opérateur où il pourra fraiser pour enlever la dentine réparatrice de la portion supérieure du canal [23].

4.3.3 Comment retrouver la perméabilité des entrées canales ?

4.3.3.1 Les pulpolithes

Le premier ensemble d'obstacles à surmonter consiste à localiser l'entrée canalaire minéralisée qui peut être enfouie sous une masse de pulpolithes adhérents [36]

Après avoir bien ouvert la chambre pulpaire, le praticien devra délimiter les contours du pulpolithe à l'aide d'une fraise long col en carbure de tungstène en s'aidant de la démarcation colorimétrique entre la dentine des parois canales et le pulpolithe. Cette démarcation s'exprime le plus souvent sous la forme d'une ligne hémorragique correspondant au tissu pulpaire sous-jacent. Cette démarcation est élargie à l'aide d'inserts ultrasonores ou soniques appropriés sous contrôle visuel constant. Durant cette étape, une irrigation importante en eau est nécessaire pour évacuer les nombreux débris générés [55].

Une fois le pulpolithe totalement circonscrit au sein de la cavité d'accès, l'objectif est de le mobiliser afin de le ressortir d'un seul bloc. Cette séquence peut s'avérer plus ou moins longue et nécessite une instrumentation appropriée telle qu'un excavateur endodontique. Il faut réaliser un petit mouvement de levier sur le pulpolithe pour le décoller entièrement. Sa complète éviction permet d'obtenir un plancher indemne et de retrouver les entrées canales [55].

4.3.3.2 Les ultra-sons

En endodontie, les exigences de travail sous aide optique ou microscope opératoire nécessitent l'utilisation d'instruments capables de ne pas obstruer le champ visuel. L'évolution des instruments ultrasonores et le développement d'inserts spécifiques suffisamment fins et contre-angulés ont permis de répondre à ces exigences. En terme d'accessibilité au champ opératoire, les instruments ultrasonores ont une supériorité actuellement inégalée [26].

Les inserts seront systématiquement mis en place avant d'être activés [26].

Lors de la préparation de la CAE à l'aide d'une fraise Zekrya en carbure de tungstène, des surplombs dentinaires peuvent persister, empêchant alors la découverte de tous les canaux. L'utilisation d'une instrumentation ultrasonore facilite la destruction de ces ponts dentinaires et permet l'ouverture des canaux calcifiés. Elle facilite la pénétration sans contrainte des instruments de préparation canalaire en élargissant les entrées des canaux. L'élimination de ces structures dentinaires est réalisable grâce à des inserts diamantés [26].

Les inserts à ultrasons ne présentent pas de rotation de leur partie travaillante contrairement aux fraises, permettant ainsi un contrôle de l'élimination des tissus beaucoup plus simple et précise. Le travail s'effectue par de petites pressions latérales permettant d'avoir un geste contrôlé afin d'éviter une perforation lors d'un geste iatrogène. Lors de la recherche des canaux, il faut se rappeler que la dentine secondaire est blanchâtre ou opaque, tandis que le plancher pulpaire est sombre et plus gris en apparence. Afin de trouver et ouvrir les canaux radiculaires, l'utilisation de différents inserts à des fréquences variables sera nécessaire. Si la puissance des ultrasons est trop forte, l'action de coupe sera trop agressive augmentant le risque de perforation et de création de formes aberrantes de la chambre pulpaire. Ce geste est systématiquement réalisé sous aide optique et sans irrigation afin d'avoir un champ de vision optimal. L'aménagement de la cavité d'accès se fait avec des micro-inserts abrasifs. Actuellement deux formes d'inserts sont proposées : cylindro-conique ou boule [26].

4.3.3.2.1 Les inserts cylindro-coniques

Il s'agit d'inserts en forme de sonde droite (Fig. 24) dont la partie travaillante est recouverte d'un revêtement abrasif en diamant ou en zirconium. La longueur et le diamètre des pointes 58 sont variables. Ces inserts sont utilisés pour l'élimination des surplombs dentinaires, des calcifications ainsi que pour l'élargissement de l'accès canalaire. Ils sont d'abord positionnés, puis la partie travaillante est déplacée selon un mouvement de léger brossage avec une pression latérale aussi faible que possible. Leur utilisation doit se faire sous aide optique, sans irrigation et à puissance moyenne. Ces inserts permettent d'obtenir un champ opératoire dégagé diminuant ainsi la fatigue visuelle de l'opérateur. Lors de leur utilisation, le geste doit être sûr et précis car leurs extrémités travaillantes peuvent entraîner des perforations du plancher pulpaire [26].



Figure 24 : Insert abrasif cylindro-conique de Satelec® ET 18 D [26]

4.3.3.2.2 Les inserts boules

Il s'agit d'inserts cylindro-coniques (Fig. 25) dont l'extrémité travaillante sphérique est recouverte d'un revêtement abrasif. Ces inserts permettent la recherche de canaux calcifiés et l'exploration du plancher pulpaire. Ils doivent être utilisés sous aide optique sans irrigation. Ils sont directement positionnés sur la zone de travail à puissance moyenne [26].

La partie travaillante est déplacée avec un mouvement de léger brossage sans pression latérale, l'action instrumentale s'exerçant principalement sur la dentine secondaire en respectant le plancher pulpaire d'aspect nacré. Contrairement aux fraises boules même à long col, ces inserts boules permettent d'obtenir un champ de vision dégagé [26].



Figure 25 : Insert abrasif boule de Satelec® ET BD [26]

4.3.4 Comment gérer une perforation du plancher lors de la recherche des entrées canalaire ?

Lors de la recherche des entrées canalaire il peut se produire une perforation du plancher pulpaire. La perforation devient donc une voie de passage entre le parodonte et l'endodonte. L'objectif va alors être de l'obturer rapidement, le jour même, pour qu'elle n'est pas le temps de s'infecter [44].

Dans ce cas il faut suivre le protocole suivant :

- il faut bien identifier la perforation,
- puis traiter la dent comme si la perforation n'existait pas. Il faut localiser les canaux, les mettre en forme, bien irriguer en conservant de la solution en permanence dans la cavité d'accès, puisque cette solution va permettre de conserver la perforation désinfectée ;

- il faut ensuite protéger la perforation avec un coton ou un cône de papier, et obturer les canaux comme pour un traitement normal. La protection de la perforation évitera que du ciment vienne s'y loger ;
- une fois la cavité d'accès nettoyée, la perforation est obturée par mise en place de MTA ou de Biodentine® [44].

4.3.5 Comment négocier un canal minéralisé ?

4.3.5.1 Alternance entre instruments manuels et rotatifs

Après une biopulpotomie au ciment tricalcique, il se peut que la pulpe radiculaire soit restée dans un état inflammatoire chronique et ai créée des minéralisations intra-canalaires [34].

Les canaux minéralisés sont non seulement difficiles à localiser, mais il y est également beaucoup plus long d'y pratiquer un trajet canalaire [34].

La création de la conicité coronaire à l'aide d'un instrument d'élargissement (Fig. 26, 27, 28) est un excellent moyen d'améliorer l'accès dans un canal calcifié [34]. Leur pénétration doit être de l'ordre de 3 millimètres maximum en dessous du plancher pulpaire. Ceci va supprimer les zones de contraintes entre les instruments endodontique et les parois dentaires en redressant les courbes. Ils vont aussi supprimer les surplombs à l'entrée des canaux [34].



Figure 26 : Gates-Glidden



Figure 27 : l'Endoflare®



Figure 28 : préRace®

Les instruments rotatifs en nickel-titane peuvent être introduits sans danger dans la portion du canal minéralisé où un trajet a été pratiqué avec une lime K de calibre 10 ou 15. La lime K n°15 sert à déterminer la longueur de travail et la n°10 est la lime de perméabilité [41] [2].

La conicité coronaire ainsi formée permettra certainement à un plus grand volume de solution d'irrigation de pénétrer plus en profondeur dans le canal. En général, l'utilisation de petite limes manuelles (limes K de calibre 6,8 ou 10) permet d'avancer plus profondément dans le canal après avoir pratiqué un début d'élargissement canalaire dans la portion coronaire du canal [41] [2].

L'utilisation en alternance d'instruments rotatifs et manuels en irriguant constamment la chambre pulpaire de la dent peut accélérer la négociation jusqu'à l'apex [41] [2].

Les instruments rotatifs en nickel-titane PathFile® (Dentsply, Maillefer, Tulsa, OK) sont aujourd'hui offerts avec des embouts de 0,13mm 0,16mm et 0,19mm (Fig. 29) de diamètre et en conicité de 0,2 (2%). Ces limes rotatives sont extrêmement souples et offrent une solution de rechange sans danger à l'instrumentation manuelle d'une voie canalaire après l'utilisation d'un lime K n°10 jusqu'à l'apex [41] [2].



Figure 29 : PathFile® 013, 016, 019

4.3.5.2 L'EDTA et l'irrigation régulière

En 1951, les premières études montrant l'effet déminéralisant de l'EDTA sur les tissus dentaires étaient publiées. Sa première utilisation en endodontie a été introduite quelques années plus tard pour négocier et faciliter le travail des canaux fins et minéralisés [4].

L'EDTA à usage dentaire est commercialisée sous deux formes : d'une part sous forme de solutions (elles contiennent toutes essentiellement de l'EDTA concentré entre 15 et 17% avec un pH relativement neutre), d'autre part sous forme de pâtes ou de gels (où l'EDTA est couplé ou non à un agent blanchissant comme le peroxyde de carbamide notamment) [4].

La déminéralisation produite par les solutions à base d'EDTA est complexe et fait appel à un type de réaction particulière : la chélation. Cette liaison entre l'EDTA et les ions calcium constituant les tissus minéralisés dentaires (nommé chélate) désorganise la structure minérale dentaire [4].

L'EDTA va éliminer la smear layer, qui elle-même peut contenir des bactéries, et donner accès ainsi aux tubulis dentinaires améliorant ainsi la désinfection du système endodontique [4].

Il est à noter que l'EDTA n'a pas d'action sur les résidus organiques et les micro-organismes et doit donc être associé à l'hypochlorite de sodium pour une désinfection optimale [4].

Cependant l'EDTA réduit immédiatement la concentration en chlore de la solution, rendant ainsi l'hypochlorite de sodium inefficace sur les bactéries et les résidus nécrotiques. La concentration des solutions de NaClO est très rapidement réduite, passant d'une concentration de 0,5% à 0,06%, quand l'EDTA est ajouté à l'hypochlorite de sodium [4].

Par conséquent, il serait préférable que l'EDTA ne soit pas associé (mêlé) à l'hypochlorite de sodium et il en va de même pour les gels à base d'EDTA sans précautions particulières :

- les solutions d'EDTA et d'hypochlorite de sodium doivent être utilisées séparément après séchage des canaux à l'aide de pointes de papier afin d'éliminer toute trace d'irrigant,
- dans le cas où des gels à base d'EDTA sont utilisés notamment pendant la phase de mise en forme canalaire, un rinçage abondant au NaClO est indispensable après chaque passage instrumental jusqu'à l'obtention d'un liquide d'irrigation clair pour «rincer» l'EDTA qui pourrait subsister [4].

4.4 L'extraction

La dent traitée par pulpotomie est souvent restaurée par de grande reconstitution directe, que ce soit temporairement ou définitivement. Or le pourcentage de résistance de la dent diminue en fonction du nombre de parois restantes. Il peut alors se produire, en cas de surcharge accidentelle une concentration des forces au niveau cervical entraînant une fracture sous gingivale profonde ne permettant pas de réintervenir sur la dent et nécessitant souvent une extraction [21].

5 Conclusion

Le but de cette thèse était de s'intéresser à la réintervention après biopulpotomie camérale aux ciments tricalciques pour avoir une approche clinique complète de la thérapeutique.

La documentation sur le sujet n'a pas été aisée. En effet cette technique est récente et le retour clinique des études est par conséquent de courte durée, allant pour les plus longues études jusqu'à 5 ans. De plus, peu de cas cliniques d'échecs sont publiés dans la littérature.

Il en ressort que, bien que rares, la majorité des complications pulpaire suite au traitement se manifestent rapidement, dans les deux mois suivant l'intervention. Ces retraitements précoces sont accessibles au praticien muni d'aides optiques.

Les échecs tardifs ont le plus souvent été reliés à une défaillance de la restauration d'usage, entraînant des récives de caries, une réinfiltration du système endodontique, une fracture de la restauration ou une fracture dentaire.

Il sera nécessaire d'anticiper le choix de la restauration définitive avant la prise de décision de réaliser la biopulpotomie.

Les réinterventions, dans la majorité des cas, ne sont pas directement liées à l'échec du traitement. Pour autant, le traitement peut induire des effets secondaires qui rendent la reprise de traitement difficile.

Notamment en ce qui concerne la formation d'un pont dentinaire sous le biomatériau d'obturation ou l'apparition d'une minéralisation canalaire.

La réintervention tardive dans ce cas devra être de préférence effectuée sous microscope par un endodontiste.

Cette procédure étant réalisée le plus souvent sur des patients jeunes au potentiel de régénération pulpaire favorable, il est important de connaître les taux de succès au long terme pour choisir la thérapeutique ayant un rapport bénéfice/risque le plus favorable pour le patient.

Une étude clinique, avec un recul sur une plus longue période, associée aux techniques actuelles de restaurations adhésives (inlay, onlay) pourrait permettre d'assoir cette technique parmi les indications de première intention.

Des cas cliniques illustrés de réintervention en cas d'échecs précoces ou tardifs permettraient aussi de compléter les connaissances concernant cette technique.

Références bibliographiques

1. Aguilar P, Linsuwanont P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp : a systematic review. *Journal of endodontics*. 2011;37(5):581-7.
2. Amir FA, Gutmann JL, Witherspoon DE. Calcific metamorphosis: a challenge in endodontic diagnosis and treatment. *Quintessence international*. 2001;32(6):447-55.
3. Awawdeh L, Al-Qudah A, Hamouri H, Chakra RJ. Outcomes of vital pulp therapy using mineral trioxide aggregate or Biodentine : a prospective randomized clinical trial. *Journal of endodontics*. 2018;44(11):1603-9.
4. Boisseau J. Les irrigants en endodontie : données actuelles. Thèse d'exercice. UHP - Université Henri Poincaré; 2010.
5. Brännström M, Lindén LA, Aström A. The hydrodynamics of the dental tubule and of pulp fluid. A discussion of its significance in relation to dentinal sensitivity. *Caries research*. 1967;1(4):310-7.
6. Buhrlay LJ, Barrows MJ, BeGole EA, Wenckus CS. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. *Journal of endodontics*. 2002;28(4):324-7.
7. Byers MR, Taylor PE, Khayat BG, Kimberly CL. Effects of injury and inflammation on pulpal and periapical nerves. *Journal of endodontics*. 1990;16(2):78-84.
8. Caliřkan MK. Pulpotomy of carious vital teeth with periapical involvement. *International endodontic journal*. 1995;28(3):172-6.
9. Chueh L-H, Chiang C-P. Histology of irreversible pulpitis premolars treated with mineral trioxide aggregate pulpotomy. *Operative dentistry*. Allen Press; 2010;35(3):370-4.
10. Claisse-Crinquette A. Les matériaux d'obturation canalair et leurs solvants in : pharmacologie endodontique (II). Informations médicales et paramédicales -EM consulte. 2011;Art. 23-025-B-21.
11. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Tomson PL, Lundy FT, Cooper P, et al. Pulpotomy for mature carious teeth with symptoms of irreversible pulpitis: a systematic review. *Journal of dentistry*. 2019;88:103158.
12. Dagon C., Mortier G, Balthazard R. La biopulpotomie camérale comme traitement permanent de la pulpite irréversible. Thèse d'exercice. Université de Lorraine; 2018.
13. Dahan L, Raux F. Pourquoi et quand faire un inlay-onlay ? *L'Information dentaire*. 2010;(34):19-26.
14. Delfosse C., Trentesaux T. La carie précoce du jeune enfant : du diagnostic à la prise en charge globale. In: CdP. 2015.p.125.

15. Dietschi D RR. Restaurations esthétiques collées composite et céramiques dans les traitements esthétiques des dents postérieures. Quintessence international. 1997;
16. Dietschi D, Scampa U, Campanile G, Holtz J. In vitro evaluation of marginal adaptation and seal of two posterior composite restoration systems in relation with location and thickness of cervical enamel. Quintessence international. 1995;(26):127-38.
17. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. The Journal of prosthetic dentistry. 1988;59(3):297-300.
18. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Setting stresses in composites for two different curing modes. Dental materials: official publication of the academy of dental materials. 1993;9(1):2-5.
19. Friedman S, Mor C. The success of endodontic therapy--healing and functionality. Journal of the california dental association. 2004.
20. Guyot M. Développement et applications des systèmes de grossissement en endodontie. Thèse d'exercice Université de Henri-Poincarée Nancy. 2007;
21. Hajto J., Marinescu C., Ahlers O. Inlays et onlays en céramique: critères de succès. Réalités cliniques. 2013;24(4):99-104.
22. Hasselgren G., Reit C. Emergency pulpotomy : pain relieving effect with and without the use of sedative dressings. Journal of endodontics. Elsevier; 1989;15(6):254-6.
23. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. Journal of endodontics. 2004;30(1):12.
24. Lasfargues JJ., Machtou P. CNEOC. Dictionnaire francophone des termes d'odontologie conservatrice, endodontique et odontologie restauratrice 2010. Espace ID.
25. Linsuwanont P, Wimonsutthikul K, Pothimoke U, Santiwong B. Treatment outcomes of mineral trioxide aggregate pulpotomy in vital permanent teeth with carious pulp exposure : the retrospective study. Journal of endodontics. 2017;43(2):225-30.
26. Lugand M. Les ultrasons en odontologie conservatrice et en endodontie : données actuelles. Thèse d'exercice. Université de Lorraine; 2013.
27. Macwan. Mineral trioxide aggregate (MTA) in dentistry : a review of literature. Journal of oral research and review. 2014;6(2):71-4.
28. March PD. Pérennité des onlays en céramique : échecs et facteurs de succès. L'Information Dentaire n°18. 2019.
29. Mitchell D.F, Tarplee R.E. Painful pulpitis : a clinical and microscopic study. Oral surgery, oral medicine, oral pathology. 1960;13(11):1360-70.
30. Mohammad Jafar Eghbal , Saeed Asgary, Reza Ali Baglue, Masoud Parirokh, Jamileh Ghodduzi. MTA pulpotomy of human permanent molars with irreversible pulpitis. the journal of the australian society of endodontology. 2009;35(1):4-8.

31. Nicolas Davido, Kazutoyo Yasukawa. Odontologie conservatrice et endodontie Odontologie prothétique. 2014.
32. Oguntebi BR, DeSchepper EJ, Taylor TS, White CL, Pink FE. Postoperative pain incidence related to the type of emergency treatment of symptomatic pulpitis. Oral surgery, oral medicine, oral pathology. 1992;73(4):479-83.
33. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. . Dental traumatology1986;2(1):20-34.
34. Pavageau L. Les instruments endodontiques : atlas photographique et radiographique. Thèse d'exercice. Lille; 2015.
35. Piette E, Goldberg M. La dent normale et pathologique. De Boeck Supérieur; 2001. 392 p.
36. Ramaroson J. Calcification intracanalair médiane apport thérapeutique du CMA. Madarevue. 20 1;3:10-7.
37. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. Journal of endodontics. 2014;40(12):1932-9.
38. Ricucci D, Siqueira JF, Li Y, Tay FR. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. Journal of dentistry 2019;86:41-52.
39. Saint-Pierre F. Traitement Endodontique. HAS. Service évaluation des actes professionnels. 2008.
40. Sarkis T, Khalil I, Naaman A. Etude histologique in vivo de la réaction du tissu pulpaire après coiffage pulpaire. International arab journal of dentistry. 2012;3(3):87-91.
41. Schafer KG. Treatment of calcified root canals. Ont Dent. 1996;73(10):21-3.
42. Septodont. Biodentine™ -Restauration dentinaire. Consulté en 2020.
43. Simon S. L'endodontie de A à Z. In: CdP. 2018.
44. Simon S. Comment traiter une perforation du plancher ? Endo Academie. 2018.
45. Simon S. Traitement de la dent immature : L'apexogénèse et l'apexification. Endo Academie. 2017.
46. Spreafico R. Composite resin rehabilitation of eroded dentition in a bulimic patient : a case report. European journal of esthetic dentistry. 2010;(5):28-48.
47. Taha NA, Abdelkader SZ. Outcome of full pulpotomy using Biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis. International endodontic journal. 2018;51(8):819-28.
48. Taha NA, Abdulkader SZ. Full pulpotomy with Biodentine in symptomatic young permanent teeth with carious exposure. Journal of endodontics. 2018;44(6):932-7.

49. Taha NA, Ahmad MB, Ghanim A. Assessment of mineral trioxide aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures. *International endodontic journal*. 2017;50(2):117-25.
50. Tan SY, Yu VSH, Lim KC, Tan BCK, Neo CLJ, Shen L, et al. Long-term pulpal and restorative outcomes of pulpotomy in mature permanent teeth. *Journal of endodontics*. 2020;46(3):383-90.
51. Tawill PZ, Duggan DJ, Galicia JC. Mineral trioxide aggregate (MTA) : its history, composition, and clinical applications. *Compendium of continuing education in dentistry*. 2015;36(4):247-52.
52. Tommaso Rocca G., Krejci I. Bonded indirect restorations for posterior teeth : from cavity preparation to provisionalization. *Quintessence international*. 2007;38(5):371-9.
53. Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Srisuwan T, Sastraruji T, Chompu-Inwai P. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial. *International endodontic journal*. 2019;52(6):749-59.
54. Veneziani M. Adhesive restorations in the posterior area with subgingival cervical margins: new classification and differential treatment approach. *official journal of the european academy of esthetic dentistry*. 2010;(5):50-76.
55. Voisin Florence. La minéralisation pulpaire : étiologies, conséquences et thérapeutiques. Thèse d'exercice. Université de Lyon. 2012.
56. Winters J, Cameron AC, Widmer RP. 7 - Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. In: Cameron AC, Widmer RP, éditeurs. *Handbook of Pediatric Dentistry (Fourth Edition)*. Mosby; 2013.p.103-22.
57. Zanini M, Hennequin M, Cousson P-Y. A review of criteria for the evaluation of pulpotomy outcomes in mature permanent teeth. *Journal of endodontics*. 2016;42(8):1167-74.
58. Glossary of endodontic terms . American association of endodontists. Mars 2020.
59. Biodentine™ - Bien plus que de la dentine en capsule. Septodont. Consulté en 2020.
60. Biodentine™ - Restauration dentinaire. Septodont. Consulté en 2020.

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année [2020] – N°:

Réintervention après une biopulpotomie au ciment tricalcique sur dent permanente mature / **CABOCHE Estelle**.- p. 67 : ill. 29; réf. 60

Domaines : Endodontie

Mots clés Rameau: Biopulpotomie camerale, ciment tricalcique,

Mots clés FMeSH: Biopulpotomie, réintervention, dent permanente mature,

Résumé de la thèse :

La biopulpotomie camérale s'inscrit dans le continuum du gradient thérapeutique. En conservant la vitalité pulpaire, elle est amenée à se démocratiser. Les études menées montrent de hauts taux de succès, en moyenne de 90% jusqu'à 5 ans. Tout traitement mené doit aussi anticiper une éventuelle ré-intervention.

C'est pourquoi cette thèse développera la réintervention après biopulpotomie au ciment tricalcique sur dent permanente mature.

La première et deuxième partie seront dédiées à la technique de biopulpotomie camérale. Puis la troisième partie se portera sur les cas d'échecs : leurs diagnostics et étiologies, au travers de cas cliniques de la littérature. Enfin la quatrième partie décrira le matériel et protocole que le praticien peut utiliser pour dépasser les éventuelles difficultés rencontrées lors du retraitement.

JURY :

Président : Professeur Etienne DEVEAUX

Assesseurs : Docteur Alain GAMBIEZ

Docteur Thomas MARQUILLER

Docteur Caroline LEVERD