



HAL
open science

La pulpotomie. Volume 2, Traitement d'usage de la dent permanente mature, indication et protocole

Laurent Dessarzin

► To cite this version:

Laurent Dessarzin. La pulpotomie. Volume 2, Traitement d'usage de la dent permanente mature, indication et protocole. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01886001

HAL Id: dumas-01886001

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01886001v1>

Submitted on 2 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.



UNIVERSITÉ
PARIS
DESCARTES

MEMBRE DE

U-PC
Université Sorbonne
Paris Cité

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2018

N° 040

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 04 avril 2018

Par

Laurent DESSARZIN

**La pulpotomie. Volume 2, Traitement d'usage de la dent
permanente mature, indication et protocole**

Dirigée par M. le Docteur Romain Orlu

JURY

Mme le Professeur Tchilalo Boukpepsi

Président

M. Docteur Denis Bouter

Assesseur

M. Docteur Olivier Le May

Assesseur

M. Docteur Romain Orlu

Assesseur

M. Docteur Thomas Roux

Invité



Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme VITAL	M. COURSON Mme DURSUN Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET	Mme GERMA M. PIRNAY M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD M. ROCHEFORT (PU associé)	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN Mme CHERIFI (MCU associée) M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS (MCU associée) Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON (MCU associée) M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	M. POSTAIRE	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMAN
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX		M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE (MCU associée) M. SALMON Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Mise à jour le 18 décembre 2017

Remerciements

À Mme le Professeur Tchilalo BoukpeSSI

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Docteur en Sciences odontologiques

Habilitée à Diriger des Recherches

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Merci pour l'honneur que vous me faites d'accepter, de présider et de juger mon travail à l'occasion de ma thèse de Docteur en Chirurgie dentaire.

À M. Docteur Denis Bouter

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Maitre de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique- Hôpitaux de Paris

Merci pour l'honneur que vous me faites d'accepter de juger mon travail à l'occasion de ma thèse de Docteur en Chirurgie dentaire. Merci de m'encadrer chaque mercredi matin lors de la consultation en endodontie à Créteil, j'espère continuer à apprendre à vos cotés.

À M. Docteur Olivier Le May

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur en Sciences odontologiques

Docteur en Sciences de l'Université Pierre et Marie Curie

Maître de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Merci pour l'honneur que vous me faites d'accepter de juger mon travail à l'occasion de ma thèse de Docteur en Chirurgie dentaire. Merci pour la qualité des cours d'histo-pathologie, avec un souvenir d'une roneo que vous aviez critiqué parce qu'elle disait que l'odontoblaste s'incluait dans la dentine.

À M. Docteur Romain Orlu

Docteur en Chirurgie dentaire

Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Merci pour l'honneur que tu m'as fait d'accepter de diriger et de juger mon travail à l'occasion de ma thèse de Docteur en Chirurgie dentaire et surtout merci de t'être autant impliqué dans la réalisation de celle-ci. Merci de m'avoir fait partager ta passion de l'endodontie à travers ta manière d'enseigner et de travailler. Merci pour le partage de tes connaissances et de ton savoir faire en OCE. Je t'admire pour ton humilité au quotidien.

À M. Docteur Thomas Roux

Docteur en Chirurgie dentaire

Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Merci pour l'honneur que vous me faites d'accepter de juger mon travail à l'occasion de ma thèse de Docteur en Chirurgie dentaire. Merci pour votre patience les samedis matin, d'avoir partagé vos connaissances et vos exigences en particulier sur le collage, de m'avoir fait comprendre que lorsqu'on arrive à faire quelque chose, ce n'est pas dû qu'à la chance.

Remerciements Personnel

Merci, à ma famille de m'avoir toujours soutenu, dans ma vie personnelle, dans mes études, dans les bons moments comme dans les moments où j'étais ronchon à causes des examens. Merci de m'avoir donné l'opportunité de faire des études. J'espère vous rendre fier de moi aujourd'hui et dans le futur.

Merci, à Margaux d'avoir corrigé mes nombreuses fautes d'orthographe, j'espère que tu auras le temps de corriger ce paragraphe de remerciements car tu boudes de l'autre côté du lit. Je t'aime.

Merci, à Tetsuro et Erina pour l'incroyable ouverture sur le monde que vous m'avez offert. Merci de m'avoir accueilli dans votre pays et ainsi faire des nombreuses découvertes culturelles et amicales. Mais une chose pour laquelle je ne vous remercierai jamais assez, c'est de m'avoir invité à votre mariage, de m'avoir présenté comme un membre de ta famille à la famille d'Erina. J'espère te revoir très vite que ça soit en France ou au Japon ou bien même ailleurs.

Merci, à Ichiro, Misa, Ayako et Meiko, pour m'avoir fait visiter le Japon, de m'avoir présenté comme votre fils (frère). J'aimerais vous voir en France afin à mon tour vous faire visiter Paris. Vous êtes pour moi des membres à part entière de ma famille. Merci.

Lycée Charles Baudelaire FO2SES

Merci, Francesco (Gerri), premier ami que je me suis fait à Fosses 95 représente, au collège puis au lycée et aujourd'hui toujours là, que ça soit à la salle ou pour un café-clope, il n'y pas vraiment de raison pour se capter. Merci d'avoir pris de ton temps pour lire et remanier mes quelques termes maladroits de ma thèse que tu as su tourner à merveille. Il ne faudra pas oublier de fêter ça en allant fumer une clope à Hérivaux en écoutant les brames des cerfs. Merci aussi à ta famille pour leur patience lorsque nous jouions aux dames jusqu'à pas d'heure.

Merci, Mickaël pour ta présence pendant cette année de P1 que je n'oublierai jamais (la petite Amsterdamer juste avant le CM ICM). Merci pour tous ces footings dans FO2SES. Merci pour toutes ces soirées auxquelles on a eu du mal à survivre (surtout moi je l'avoue). Merci pour ce petit programme que j'applique avec assiduité. Merci Steph pour ton sourire et ta bonne humeur à chaque fois que je venais vous voir dans des moments tristounets.

Merci, à Jérémy, pour ces années collèges et lycées. Les après-midis à tuer la play, les balades à vélo jusqu'au pays des bosses ou même Coye-la-Forêt. Merci pour les bonnes rigolades à te regarder jouer au volley avec tes problèmes de coordination motrice et bien sûr tous tes plans foireux. Merci d'avoir marché sur le lac gelé de Marly-la-Ville et d'être tombé dans l'eau.

Merci, à Julien pour les goûters que l'on faisait devant Mistral en attendant que ma sœur sorte de l'étude. Pour ces soirées Guitar Hero. Pour le jour du Seigneur où on venait te chercher sans grand espoir. Merci pour cette soirée mémorable où j'ai appris qu'un sac de jeune fille pouvait se transformer en arme blanche et par la même occasion, François a dormi dans le hall de l'immeuble d'en face en attendant 9h du matin.

Merci, à Vincent pour tes bonnes blagues au lycée et tes cascades de ninja #skate, pour les soirées COD où il « callait sa mère ». Merci pour tes conseils de banquier même si pour l'instant ils ne s'avèrent pas nécessaires. Mais ne t'en fait pas je les garde dans un coin de ma tête.

Merci, à François ou comme disait Vincent, le Président. Merci d'avoir essayé de m'expliquer l'électrostatique en P1, maintenant je peux te le dire, je n'avais rien compris à tes explications. Mais l'intention était là. Merci pour les apéros entre midi et deux avant la physique au lycée.

Merci, à Stéline de ne pas avoir porté plainte pour violences multiples à chaque fois que tu t'es blessée à cause de moi au volley (un poignet et une cheville je crois).

Fac

Merci, à Aveline pour tes blagues nulles (#lacunes), pour ton esprit bon public, tes questions endos. Merci pour ce nouvel an auquel on s'est fait virer OKLM, promis je ne l'oublierai jamais. Merci pour les petites conversations sur le banc de jardin à côté de la cafet' à propos de nos problèmes existentiels.

Merci, Alix d'avoir baissé mon pantalon en public dès que tu en avais l'occasion. Merci de m'avoir harcelé pour avoir un gâteau de la part de ma maman, oui Aveline aussi est coupable.

Merci, Sandrella pour tes gâteaux très fameux que tu apportais en cours.

Merci, Mathias pour ces petits jaunes sous le feu d'artifice de Boulogne.

Merci, Axel pour ton petit canapé bien confortable.

Créteil

Merci, à toi ma binôme, Jennifer, de t'être levée plus tôt les jours de clinique pour nous permettre de nous débinômer.

Merci, Marion pour tous ces bons petits repas. Merci de m'avoir chaperonné avec Élé jusqu'à mon sac de couchage pendant le Crit'.

Merci, Éléonore pour toutes ces petites discussions sympathiques, ces soirées avec Pierrot et David.

Merci, Severine pour ta bonne humeur au quotidien, et surtout merci pour tes cadeaux de Noël qui m'ont bien régalié #va.....

Merci, Audrey pour ces petits papotages dans les box quand il n'y avait pas de patient en garde.

Merci, Charles pour ces bonnes musiques qui allument le feu en nous, tes belles lunettes escamotables et pour les petits papotages moto.

Merci, Simon pour le binôme en T1, merci pour ton petit cadeau de Noël qui est sur mon bureau du cab et qui chaque jour me rend moins bête. Merci d'avoir bien fait rire madame Bord**.

Merci, David pour ta franchise, ta manière d'encourager tes amis, tes blagues à en mourir de rire et tes maladresses #pangen.

Merci, Pierre d'avoir partagé avec moi ces moments où nos études prennent fin. Merci pour les soirées à Montrouge où je dormais quelques heures avant de filer au cab. Pour tes bonnes pâtes avec œufs au plat qui me requinquaient avant de rentrer chez moi.

Merci, Arnaud pour ces moments passés en congrès, ces échanges sur l'endodontie. J'espère que tu dépasseras largement les 3 chiffres au niveau de ton quota de canaux. Je pense que tu seras un très

grand praticien par ta rigueur et ta soif de connaissances. J'espère que l'on pourra approfondir ces connaissances ensemble pendant encore quelques années.

Table des matières

INTRODUCTION	3
1 : ORGANE DENTAIRE	4
1.1. LA DENT SAINNE.....	4
1.1.1. <i>Histologie pulpaire</i>	4
1.1.2. <i>Biologie dentaire</i>	7
1.2 LES PATHOLOGIES PULPAIRES.....	9
1.2.1 <i>Hyperhémie pulpaire</i>	9
1.2.2 <i>Pulpite réversible</i>	9
1.2.3 <i>Pulpite irréversible</i>	9
1.3. LES TESTS CLINIQUES MIS A NOTRE DISPOSITION	10
1.3.1 <i>Les tests de sensibilité pulpaire</i>	10
1.3.2 <i>Les tests de pathologie peri-apicale</i>	10
2 : LES CIMENTS MINERAUX	11
2.1. L'HYDROXYDE DE CALCIUM (CA(OH) ₂).....	11
2.1.1. <i>Historique de l'hydroxyde de calcium</i>	11
2.1.2. <i>Composition et indication</i>	11
2.1.3. <i>Mode d'action</i>	12
2.2. LES CIMENTS TRICALCIQUES.....	14
2.2.1 <i>Composition</i>	14
2.2.2 <i>Mode d'action</i>	15
2.2.3 <i>Propriétés physiques et biologiques générales des ciments tricalciques : l'exemple du ProRoot MTA®</i>	19
3 : LA PULPOTOMIE COMME TRAITEMENT ALTERNATIF AU TRAITEMENT ENDODONTIQUE	20
3.1. LE TRAITEMENT ENDODONTIQUE INITIAL	20
3.1.1. <i>Indication</i>	20
3.1.2. <i>Méthodologie</i>	20
3.1.3. <i>Problématiques liées aux traitements endodontiques</i>	23
3.2. PULPOTOMIE	23
3.2.1. <i>Indication</i>	23
3.2.2. <i>Méthodologie de la pulpotomie</i>	24
3.3. LA PULPOTOMIE PEUT-ELLE ETRE UNE ALTERNATIVE AU TRAITEMENT ENDODONTIQUE ?	24
3.3.1. <i>Indication</i>	24

3.3.2. <i>Protocole de la pulpotomie comme traitement d'usage</i>	27
3.3.3. <i>Critères de réussite du traitement</i>	31
3.3.4. <i>Problématiques liées à la pulpotomie comme traitement d'usage</i>	33
CONCLUSION	34
BIBLIOGRAPHIE	35
TABLE DES FIGURES	38
TABLE DES TABLEAUX	39

Introduction

Les thérapies dentaires ont largement évolué à l'inverse des tests diagnostiques facilement applicables au cabinet (test au froid, percussion, palpation).

La première partie de cette thèse, « *La pulpotomie : corrélation entre les tests cliniques et l'état histopathologique pulpaire, de la pulpite réversible à la pulpite irréversible.* » écrite par P. Duval qui, vise à vérifier la corrélation entre les tests diagnostiques et la réalité histopathologique pulpaire montre que la technologie nous permet de nous rapprocher de la réalité histologique mais que des progrès sont encore nécessaires afin d'avoir une corrélation sans faille et donc un diagnostic clinique parfaitement en accord avec la réalité histologique.

Cette seconde partie a pour objectif de démontrer que les thérapies endodontiques appliquées aujourd'hui, sont bien plus sûres, notamment grâce à une plus grande exigence au niveau de l'asepsie et des matériaux plus fiables (alliage des limes en Ni-Ti) permettant d'atteindre un fort taux de succès. Cependant si l'évolution technologique des matériaux mis à notre disposition dans ce genre de traitement ont permis d'améliorer ces thérapies, il convient d'évoquer la limite de cette pratique afin de mieux comprendre l'intérêt de cette thèse, donc en quoi la pulpotomie camérale sera plus adaptée dans certains cas et remplacera l'endodontie. La pulpotomie, qui comme tous soins, pourrait avoir des avantages comme des inconvénients.

La pulpotomie comme traitement d'usage confère une plus grande marche de manœuvre, tant au clinicien qu'au patient. Ensemble ils font le choix d'un traitement plus conservateur au niveau tissulaire qui augmentera l'espérance de vie de l'organe dentaire (la présence de la dent, de manière fonctionnelle sur arcade, sans pathologie).

Il est indéniable que la technologie apportée par les biomatériaux en est pour beaucoup dans une approche de plus en plus conservatrice de l'odontologie. Ces innovations touchent particulièrement la discipline de l'Odontologie Conservatrice et Endodontique (OCE).

Ces progrès technologiques s'accompagnent aussi d'une évolution du mode de pensée dans le monde de la dentisterie : nous sommes dans l'aire du « No post, No crown ». Cependant, ne pourrions-nous pas transformer ce rythme binaire en un rythme ternaire : « No post, No crown, No endo » ?

Grâce à cela, nous parviendrons à maintenir la vitalité d'une partie de la pulpe, là où auparavant un traitement endodontique aurait été indiqué.

Il conviendra de présenter quelques rappels succincts histologiques (largement étudiés dans le Tome 1 de cette thèse), avant d'évoquer les ciments minéraux et enfin aboutir sur les différents traitements d'une pathologie vitale de la pulpe.

1 : Organe dentaire

1.1. La dent saine

La dent est composée de différents tissus et structures. De dehors en dedans nous retrouvons l'émail qui recouvre la couronne anatomique, le cément qui recouvre les racines, la dentine et la pulpe.

1.1.1. Histologie pulpaire

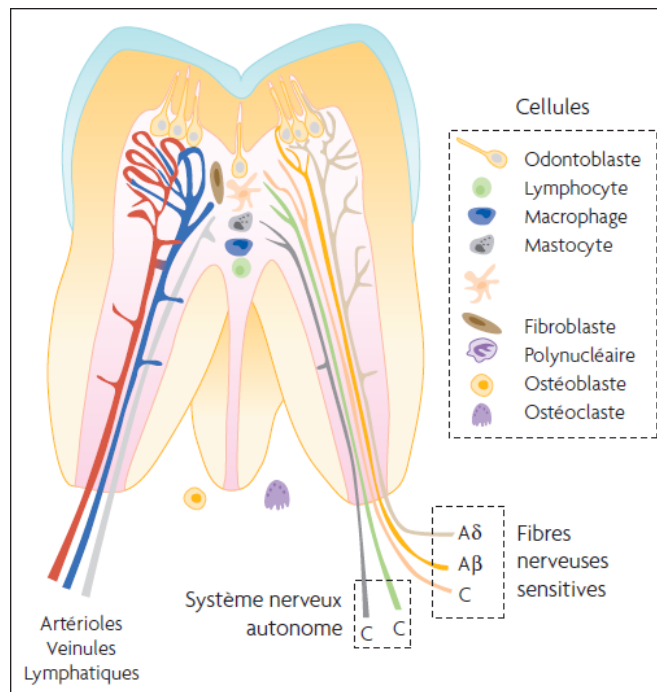
La pulpe est un tissu mou riche en cellules. Ces cellules s'organisent autour d'une matrice extra-cellulaire composée de protéines collagéniques à 34% et de protéines non-collagéniques (lipides, MMPs, Elastine, etc...).

Nous allons décrire dans un premier temps, le complexe vasculaire, puis le nerveux et enfin nous verrons les différentes populations cellulaires.

1.1.1.1. Le complexe vasculaire

L'apport vasculaire de la pulpe passe par le(s) foramen(s) apical(aux). Les artérioles progressent le long des racines en direction de la partie centrale où elles donneront des collatérales qui se diviseront en deux réseaux capillaires : l'un très dense, préterminal ; l'autre sous-odontoblastique, permettant aux odontoblastes de prélever tous les nutriments nécessaires à leur activité.

Figure 1 : Schéma du complexe vasculo-nerveux pulpaire.



Source : Simon, Machtou et Pertot, *Endodontie*, 2012

Ce réseau vasculaire forme des U-Loops, (cf. Figure 1) autrement dit des boucles très fines, en constant remaniement, pouvant être d'une part physiologique dû au processus d'apposition de dentine secondaire, d'autre part pathologique, le remaniement sera alors plus rapide. Cette angiogenèse se fait grâce aux fibroblastes sous l'action du Vascular Endothelium Growing Factor (VEGF).

1.1.1.2 Complexe nerveux

La pulpe dentaire regroupe jusqu'à 2500 fibres neuronales au niveau d'une prémolaire mature, ce qui en fait un des tissus les plus innervés du corps humain.

Les fibres nerveuses pénètrent dans la dent le plus souvent via les foramens apicaux et parfois par l'intermédiaire des canaux accessoires. Dans les parties les plus périphériques de la pulpe nous pouvons observer une arborisation des terminaisons nerveuses.

Au niveau sous-odontoblastique se trouve le plexus de Raschkow. Il s'agit d'une zone riche en terminaisons nerveuses composées en grande partie de fibres fines amyéliniques ou de fibres démyélinisées.

Certaines fibres vont donner leurs terminaisons à proximité des odontoblastes sans pour autant établir de liens synaptiques. D'autres fibres vont venir s'immiscer entre les odontoblastes et même parfois se retrouver dans les canalicules dentinaires. Il faut cependant noter que ce ne sont pas les fibres qui ont pénétré puis progressé dans les tubulis, elles se sont retrouvées emprisonnées au fur et à mesure de l'apposition de dentine secondaire.

L'innervation pulpaire se distingue de deux types bien distincts, une innervation sensitive et une autonome.

La partie sensitive reçoit les informations sur la déformation mécanique, les changements thermiques et chimiques. Elle est constituée majoritairement de fibres de petits diamètres, en général amyéliniques ou moyennement myélinisées. La partie autonome quant à elle effectue un contrôle sur la pression sanguine intra-pulpaire.

1.1.1.3 Différentes populations cellulaires

La pulpe d'une dent mature présente plusieurs populations cellulaires, dont les fibroblastes, majoritairement retrouvées dans la pulpe ayant pour rôle de remanier la matrice pulpaire en passant par l'élaboration et la destruction du collagène.

C'est grâce à ce remaniement constant qui rend le tissu conjonctif pulpaire viscoélastique, que les pathologies pulpaires sont asymptomatiques au départ, la viscoélasticité compense l'augmentation de pression due à l'œdème. Lorsque cette dernière devient trop importante pour être compensée par la viscoélasticité, la douleur apparaît. Les cellules immunitaires : mastocytes, les macrophages, cellules dendritiques, sont présentes même en situation physiologique. Celles qui se retrouvent en plus grand nombre dans la pulpe, sont les cellules dendritiques présentatrices d'antigènes.

Les odontoblastes secrètent la pré-dentine et vont la maturer afin de la transformer en dentine.

Ils se situent au niveau le plus périphérique de la pulpe et forment une bordure qui sépare ainsi le tissu dur de la dent du tissu pulpaire. Ils sont aussi les premiers à ressentir et transmettre les stimuli aux fibres nerveuses pulpaires. Les cellules mésenchymateuses indifférenciées sont capables de se différencier en plusieurs types cellulaires : en cellules odontoblastiques mais encore en cellules myocardiques, cellules neuronales et en adipocyte. Lorsque la différenciation se fait en odontoblastes, ces derniers secrètent de la dentine tertiaire.

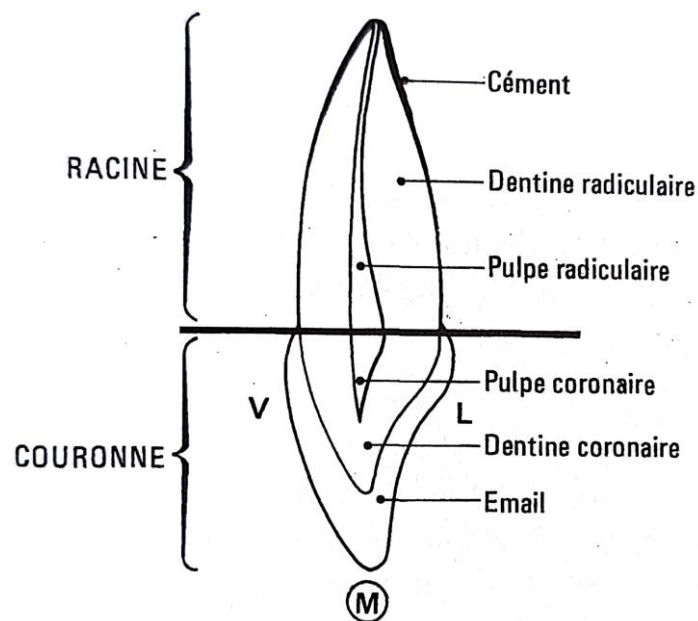
1.1.2. Biologie dentaire

Il convient d'évoquer dans un premier temps la composition de l'émail, du cément et du complexe dentino-pulpaire avant de nous intéresser plus en détail à l'histologie pulpaire.

1.1.2.1. L'émail

L'émail est une structure composée de minéraux à 96%, d'une phase organique à 0,6% ainsi que d'une phase liquide constituée d'eau à 3,4%. Cette partie, dépourvue de cellule, la plus externe de la dent, est exposée à la cavité buccale.

Figure 2 : Schéma de la constitution de l'organe dentaire.



Source : Lautrou , *Anatomie dentaire*, 1997.

1.1.2.2. Le cément

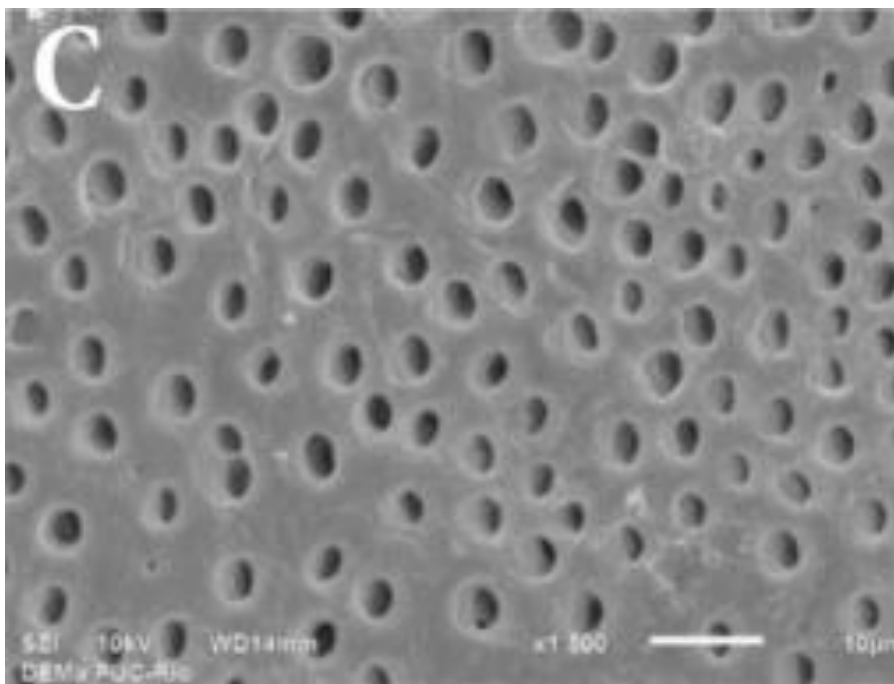
Le cément est un tissu qui n'est ni vascularisé ni innervé et ne subissant pas de remaniement. Ces trois caractéristiques le différencient de l'os. Cependant, au niveau structurel le cément et l'os sont très proches. Les ciments s'accommodent à 65% d'une phase minérale, d'une phase organique comprise

entre 23 et 26% et d'une phase liquide composée d'eau à 12%. Il existe deux types de ciments : le ciment cellulaire et le ciment acellulaire.

1.1.2.3. Complexe dentino-pulpaire

La pulpe et la dentine ont la même origine embryologique, c'est le complexe dentino-pulpaire. La dentine s'édifie d'une phase minérale à hauteur de 70%, 20% de phase organique et 10% d'eau. Au sein de la dentine nous trouvons des tubulis dentinaires (ou canalicules) occupés par des prolongements cellulaires des odontoblastes pulpaires.

Figure 3 : Photographie au microscope électronique à balayage (MEB) de la dentine.



Photographie de la dentine après traitement à l'EDTA mettant en évidence la présence de tubuli dentinaires.

Source : Scelza et al., « Effect of citric Acid and ethylenediaminetetraacetic acid on the surface morphology of young and old root dentin », 2016.

1.2 Les pathologies pulpaire

Les pathologies pulpaire peuvent être d'origine iatrogène ou infectieuse. Pour commencer, nous développerons l'hyperhémie pulpaire avant de poursuivre sur les cas de pulpites. Il s'agit ici de faire de brefs rappels, étant donné que ces parties ont été étudiées plus en détail en première partie de cette thèse. (cf. Thèse de Pierre Duval).

1.2.1 Hyperhémie pulpaire

Il s'agit d'une inflammation pulpaire localisée, peu étendue, qui apparaît généralement à la suite d'une intervention dentaire juxta-pulpaire ou causée par un matériau irritant. Elle doit être passagère et disparaître dans les 48 heures après l'acte. Une prescription d'AINS permet de soulager les douleurs post-opératoires.

Le praticien se doit d'avertir le patient d'éventuelles sensibilités dans le but d'éviter une consultation non nécessaire.

1.2.2 Pulpite réversible

La pulpite réversible est généralement causée par un agent bactérien qui crée une inflammation tissulaire qui peut encore disparaître si le stimulus bactérien est retiré.

Cette inflammation est composée d'un œdème dans lequel il existe un infiltrat de cellules inflammatoires sous les odontoblastes de la zone concernée.

1.2.3 Pulpite irréversible

Contrairement à la pulpite réversible, le retrait de l'agent irritant ne permet pas l'arrêt de la réaction inflammatoire de la pulpe. Le gold standard est la biopulpectomie de cette dent si elle est mécaniquement conservable.

1.3. Les tests cliniques mis à notre disposition

1.3.1 Les tests de sensibilité pulpaire

Les tests cliniques disponibles au quotidien permettant de juger de la vitalité d'une dent sont avant tout thermiques et électrique.

Le test thermique consiste à appliquer un stimulus froid ou chaud sur la dent. Pour le test au chaud, nous utilisons communément de la gutta chaude, celle-ci pouvant être chauffée jusqu'à 200°C, elle peut engendrer des dégâts sur la pulpe. Le test au froid va créer un mouvement de fluide provoquant une douleur qui cessera plus ou moins rapidement une fois le stimulus retiré sur une dent pulpée. Nous procédons au test électrique grâce au Pulp Tester™ (Kerr™) qui propage un courant électrique à travers la pulpe déclenchant un stimulus douloureux.

Ces deux types de tests présentent néanmoins des limites (*cf. tableau ci-après et thèse de Pierre Duval*).

Tableau 1 : Fiabilité de différents tests clinique en pourcentage.

Tests	Sensibilité	Spécificité
Froid	83%	93%
Chaud	86%	48%
Électrique	72%	88%

Source: Simon, Machtou et Pertot, *Endodontie*, 2012.

1.3.2 Les tests de pathologie peri-apicale

Il existe deux tests pour juger de l'état de santé apicale d'une dent : la percussion axiale et la palpation au niveau des apex de la dent. Cela traduit de manière générale une pathologie apicale, c'est-à-dire que la dent n'est à priori plus vitale.

2 : Les ciments minéraux

2.1. L'hydroxyde de calcium (Ca(OH)₂)

L'hydroxyde de calcium ou chaux éteinte est fabriqué à partir de chaux vive. Les applications de l'hydroxyde de calcium sont nombreuses dans l'industrie routière, agro-alimentaire mais aussi dans notre domaine de la chirurgie-dentaire.

2.1.1. Historique de l'hydroxyde de calcium

Il y a quatre-vingt-dix ans, le Docteur Hermann, trouva une des applications de l'hydroxyde de calcium pour la dentisterie en tant que matériau de coiffage direct. À partir de là, les indications n'ont fait que croître dans ce domaine, aujourd'hui encore il est utilisé en tant qu'anti-inflammatoire et antiseptique en inter-séance d'endodontie.

Du fait du grand recul clinique que nous avons sur ce produit, il est utilisé pour comparer les bénéfices que peuvent apporter les nouveaux matériaux mis sur le marché.

Aujourd'hui il est encore considéré dans les études, probablement à tort, comme le gold standard du coiffage direct.

2.1.2. Composition et indication

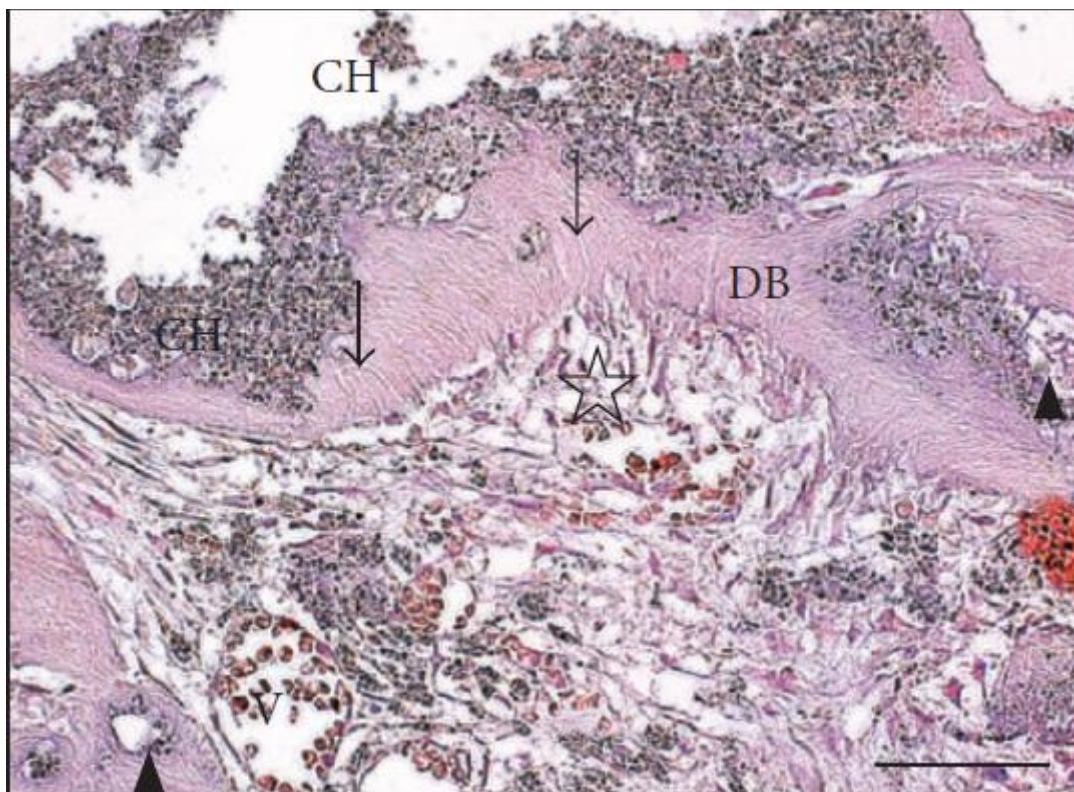
L'hydroxyde de calcium appliqué à la chirurgie-dentaire existe sous forme d'un mélange pâte-pâte ou d'un mélange de poudre-liquide. Les formes commerciales les plus communes prêtes à l'emploi sont en seringue, où le mélange peut être appliqué directement dans la dent comme le TempCanal Enhanced® (Pulpdent®). Dans ces dernières, la concentration en Ca(OH)₂ est souvent bien plus faible que le mélange préparé par le praticien ce qui peut s'avérer être un inconvénient.

Initialement, l'hydroxyde de calcium était utilisé en coiffage direct, grâce au ciment à l'hydroxyde de calcium plus connu sous la forme du Dycal® (Dentsply®). Par la suite il a servi en médication intracanalair en inter-séance, jusqu'à l'utiliser dans des protocoles apexogénèse, d'apexification et de revascularisation.

2.1.3. Mode d'action

Lors d'un coiffage pulpaire à l'hydroxyde de calcium, les cellules, en réponse au matériau vont fabriquer un pont dentinaire¹. Cependant le pont dentinaire créé est de moins bonne qualité avec de l'hydroxyde de calcium – en épaisseur et au niveau de sa continuité - qu'avec d'autres matériaux plus récents. De plus la réponse des cellules pulpaire est aussi plus inflammatoire².

Figure 4 : Photo microscopie optique d'un coiffage pulpaire direct à l'hydroxyde de calcium.



DB : Pont dentinaire ; CH : Hydroxyde de calcium ; Etoile : Nouvelle rangée d'odontoblaste ; Flèche : Tubule dentinaire et leurs défauts.

Source: Nowicka et al., «Clinical and histological evaluation of direct pulp capping on human pulp tissue using a dentin adhesive system», 2016.

¹ Jalan, Warhadpande, et Dakshindas, « A comparison of human dental pulp response to calcium hydroxide and biodentine as direct pulp-capping agents ».

² Li et al., « Direct pulp capping with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: a meta-analysis ».

L'origine de la rangée d'odontoblastes like créée par ce coiffage est encore indéterminée. Cependant deux hypothèses subsistent elle pourrait venir des cellules mésenchymateuses indifférenciées périvasculaires, ou bien des cellules mésenchymateuses formant la couche de subodontoblastes³.

L'utilisation du $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en médication intra-canalair e a deux avantages. En effet, le relargage d'ions hydroxyle aqueux affectent les membranes cytoplasmiques, les protéines et l'ADN bactérien. L'hydroxyde de calcium sert par la suite d'anti-inflammatoires et va inhiber les lipopolysaccharides bactériens et entraîner la diminution de la résorption osseuse inflammatoire⁴.

Dans les cas de la revascularisation et d'apexogénèse, le mode d'action et le tissu qui se trouve dans la dent restent actuellement inconnus.

Figure 5 : radiographie rétro-alvéolaire d'une pulpotomie à l'hydroxyde de calcium.

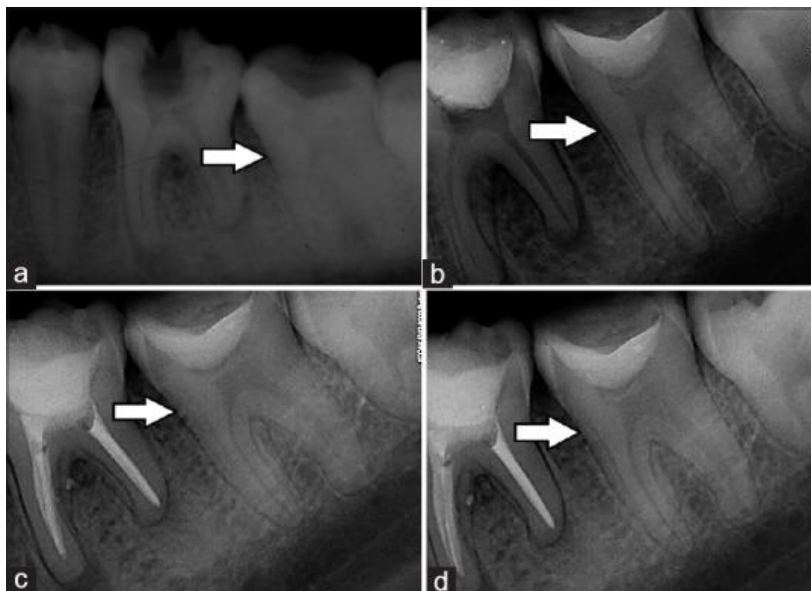


Image a :radio préopératoire.
Image b : radio postopératoire.
Image c : radio de contrôle à –
mois. Image d : radio de contrôle
à un an.

Source : Kumar et al., « Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: a randomized controlled trial », 2016.

³ Nanci, *Ten Cate's Oral Histology*.

⁴ Mohammadi, Shalavi, et Yazdizadeh, « Antimicrobial activity of calcium hydroxide in endodontics: a review ».

2.2. Les ciments tricalciques

Les ciments tricalciques ont été introduit par le docteur Torabinejad Mahmoud en 1993 à la faculté de Loma Linda en Californie sous le nom de ProRoot® (Densply®) Mineral Trioxide Aggregate (MTA). Depuis, il existe sur le marché un grand nombre d'équivalent au MTA, mais sous d'autres noms commerciaux comme MTA-Angelus®, MM-MTA®(MicroMega®), le Bioaggragate® (Innovative BioCeramix Inc.®), mais aussi de nouvelles formules de ciments tricalciques comme la Biodentine® (Septodont®), et des ciments biocéramiques comme l'Endosequence® (Brasseler USA®) ou iRoot+® (Innovative BioCeramix Inc.®).

2.2.1 Composition

Comme pour l'hydroxyde de calcium les ciments tricalciques existent en seringue, en pâte prête à l'emploi ou en mélange à effectuer poudre-liquide. De manière générale la poudre des ciments tricalciques est composée d'un mélange de silicates tricalciques, dicalciques ainsi que d'un produit de contraste radiographique, pour les ciments biocéramiques s'ajoute de l'oxyde de zircone⁵. Enfin, pour le liquide, il s'agit le plus souvent d'eau distillée avec parfois quelques excipients mineurs. Dans cette thèse nous verrons le ProRoot MTA®, le Bioaggragate®, la Biodentine®, Endosequence®, MM-MTA® et le iRoot +®.

⁵ Torabinejad, Parirokh, et Dummer, « Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part ii: other clinical applications and complications ».

Tableau 2 : Composition de différent ciments tricalciques

Dénomination commerciale	Poudre	Liquide	Marque
ProRoot MTA	Silicate tricalcique, silicate dicalcique, oxyde de bismuth, aliminate tricalcique, sulfate dihydrate de calcium et aluminoferrite de calcium.	Eau distillée	Densply
Bioaggragate	Silicate tricalcique, silicate dicalcique, phosphate monobasique de calcium, oxyde de silicone amorphe, pentoxyde de tantalum.	Eau déionisée.	Innovative BioCeramix Inc.
Biodentine	Silicate tricalcique, silicate dicalcique, carbonate de calcium, oxyde de zirconium, oxyde de calcium, oxyde de fer.	Chloride de calcium, polymère hydrosoluble et de l'eau.	Septodont
Endosequence	Oxyde de zirconium, silicate de calcium, oxyde de tantalum, phosphate monobasique de calcium et agent de remplissage et épaississant.		Brasseler USA
MicroMega-MTA	Silicate tricalcique, silicate dicalcique, aliminate tricalcique, oxyde de bismuth, sulfate dihydrate de calcium et oxyde de magnesium.	Eau distillée	Micro-Mega
iRoot+	Oxyde de zirconium, silicate de calcium, oxyde de tantalum, phosphate monobasique de calcium et agent de remplissage et épaississant.		Innovative BioCeramix Inc.

Source: Auteur d'après Parirokh et al., «Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements»,

2017

2.2.2 Mode d'action

La famille des ciments tricalciques est utilisée pour des coiffages directs et indirects, pour l'obturation de perforations du plancher pulpaire ou dans le réseau canalaire, en chirurgie endodontique, pour les

traitements d'apexification ou de revascularisation et maintenant également pour l'obturation canalaire associée à un cône de gutta.

2.2.2.1. Mode d'action lors d'un coiffage pulpaire

Lors d'un coiffage pulpaire qu'il soit direct ou indirect les biomatériaux vont avoir un impact au niveau des cellules pulpaires.

Si le coiffage pulpaire est indirect il ne semble pas avoir de différence significative entre l'utilisation de ciment tricalcique et de ciment à l'hydroxyde de calcium⁶ (Dycal®) sur le maintien de la vitalité pulpaire. Lors d'un coiffage direct ou d'une pulpotomie, les études ont montré une plus grande efficacité du ProRoot MTA^{®7} et de la Biodentine^{®8} que l'hydroxyde de calcium. Nous trouvons ainsi un pont dentinaire plus épais et moins d'inflammations pulpaires qu'avec de l'hydroxyde de calcium⁹. Nous pouvons aussi ajouter que les ciments biocéramiques comme le iRoot+[®] présentent une aussi bonne efficacité que le MTA au niveau des coiffages directs¹⁰.

Nous pouvons donc conclure que l'utilisation des ciments tricalciques de manière générale assurent la relève dans les thérapies de maintien de la vitalité pulpaire comme les coiffages pulpaires directs et les pulpotomies¹¹. D'après Stefan Jitaru et al. il existe une différence de 20% en faveur du MTA (Taux de réussite : 80,5% pour le MTA contre 59% pour le Ca(OH)₂¹²).

Histologiquement les cellules souches de la pulpe dentaire au contact des ciments tricalciques tels que le ProRoot MTA[®] et l'Endosequence[®] vont sécréter du Vascular Endothelium Growing Factor (VEGF) : puissant angiogénique qui joue un rôle important dans la réparation pulpaire ainsi que de l'Alcaline Phosphatase (ALP) : marqueur de la différenciation odontoblastique¹³.

⁶ Parirokh, Torabinejad, et Dummer, « Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part i: vital pulp therapy ».

⁷ Li et al., « Direct pulp capping with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: a meta-analysis ».

⁸ De Rossi et al., « Comparison of pulpal responses to pulpotomy and pulp capping with biodentine and mineral trioxide aggregate in dogs »; Jalan, Warhadpande, et Dakshindas, « A comparison of human dental pulp response to calcium hydroxide and biodentine as direct pulp-capping agents ».

⁹ Li et al., « Direct pulp capping with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: a meta-analysis ».

¹⁰ Liu, Wang, et Dong, « Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo ».

¹¹ Cao et al., « Bioceramic materials and the changing concepts in vital pulp therapy ».

¹² Jitaru et al., « The use of bioceramics in endodontics - literature review ».

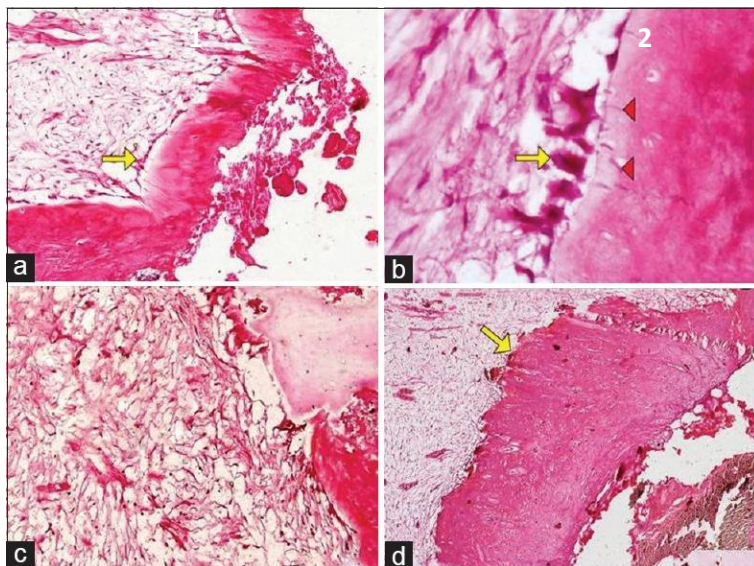
¹³ Machado, Johnson, et Paranjpe, « The effects of endosequence root repair material on differentiation of dental pulp cells ».

Après un coiffage pulpaire direct aux ciments tricalciques, l'inflammation est moindre par rapport à un coiffage l'hydroxyde de calcium¹⁴.

Les ions calciums relargués par le MTA jouent un rôle important dans la différenciation des cellules souches de la pulpe dentaire humaine. Au niveau du MTA nous trouvons des cellules qui s'attachent au matériau et qui se multiplient en produisant une barrière en tissus dur. Les mêmes conclusions sont trouvées pour la Biodentine®¹⁵ et les ciments biocéramiques¹⁶.

Parirokh et al. ont démontré que des cellules souches de la pulpe dentaire humaine au contact de MTA ou de ciments biocéramiques¹⁷ vont sécréter du VEGF et de l'ALP. Les ciments biocéramiques présentent donc aussi de bonnes propriétés dans la différenciation des cellules souches pulpaire en odontoblastes.

Figure 6 : Formation d'un pont dentinaire sous la Biodentine.



(a) Pont dentinaire sous une lignée d'odontoblastes au grossissement x100 (flèche), (b) prolongement odontoblastique au grossissement x400 (flèche rouge), (c) absence d'inflammation pulpaire, (d) pont dentinaire épais et continu (flèche).

Source : Jalan et al., «A comparison of human dental pulp response to calcium hydroxide and Biodentine as direct pulp-capping agents», 2017.

¹⁴ Poggio et al., « In vitro cytotoxicity evaluation of different pulp capping materials: a comparative study »; Liu, Wang, et Dong, « Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo »; Parirokh et Torabinejad, « Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part iii: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action ».

¹⁵ Chang et al., « Effects of proroot mta, bioaggregate, and micromega mta on odontoblastic differentiation in human dental pulp cells ».

¹⁶ Liu, Wang, et Dong, « Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo ».

¹⁷ Liu, Wang, et Dong.

2.2.2.2. Mode d'action lors d'une pulpotomie partielle ou pulpotomie camérale

Au niveau des pulpotomies partielles, une méta-analyse a montré un très bon taux de succès pour les ciments tricalciques sur dent saine ou avec une pathologie carieuse¹⁸. Cependant aucune différence significative¹⁹ voire un meilleur résultat de l'utilisation du Ca(OH)₂ contre du ProRoot® MTA, sur les dents sujettes à l'atteinte carieuse²⁰ a été démontré. En revanche une revue de littérature conclue qu'à ce jour il n'y a pas assez d'études à ce sujet pour garantir un meilleur résultat du MTA vis-à-vis du Ca(OH)₂²¹.

Parirokh et al. ont étudié différents articles au sein desquels le MTA a été comparé à d'autres matériaux tels que l'hydroxyde de calcium ou encore le PRF. À l'issue de leurs lectures, ils ont pu conclure que la méthodologie employée pour la pulpotomie camérale n'est pas toujours rigoureuse. Parmi ces articles certains présentent des biais et des « outcome » trop courts. L'utilisation du MTA est alors recommandée en cas de pulpite réversible étant donné que son efficacité a été démontré pour les pulpotomies complètes²².

De plus le MTA a des propriétés de biocompatibilité, antibactérienne, antifongique ainsi qu'une capacité de scellement²³ montrant des résultats plus prédictibles que le Ca(OH)₂. Toutes ces caractéristiques font de lui le gold standard²⁴.

Il est tout de même important de souligner que lors de la réalisation de thérapies vitales dans lesquelles tout est mis en œuvre pour garder la vitalité pulpaire, l'exécution d'une pulpotomie partielle voire d'une pulpotomie complète est plus cohérente étant donné les résultats plus prédictibles qu'un coiffage pulpaire direct.²⁵

¹⁸ Parirokh, Torabinejad, et Dummer, « Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part i: vital pulp therapy ».

¹⁹ Parirokh et Torabinejad, « Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part iii: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action ».

²⁰ Aguilar et Linsuwanont, « Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review ».

²¹ Fransson, Wolf, et Petersson, « Formation of a hard tissue barrier after experimental pulp capping or partial pulpotomy in humans: an updated systematic review ».

²² Parirokh, Torabinejad, et Dummer, « Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part i: vital pulp therapy ».

²³ Qudeimat, Alyahya, et Hasan, « Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study »; Torabinejad et Parirokh, « Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part ii: leakage and biocompatibility investigations »; Parirokh et Torabinejad, « Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part iii: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action »; Parirokh et Torabinejad, « Mineral trioxide aggregate ».

²⁴ Asgary et Eghbal, « Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial ».

²⁵ Aguilar et Linsuwanont, « Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review ».

2.2.3 Propriétés physiques et biologiques générales des ciments tricalciques : l'exemple du ProRoot MTA®

Torabinejad et Parirokh ont réalisé une méta-analyse afin de mettre en évidence les diverses propriétés du ProRoot MTA.

2.2.1.1. Propriétés physiques

Dans la première partie de « *Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review* », *Parirokh et al.*, expose différentes propriétés physiques du MTA.

Une des propriétés mise en avant est le temps de prise du matériau : un temps de prise de 165 minutes est évoqué, lorsque la poudre de MTA est mélangée avec de l'eau stérile pour un ratio de 3 :1. Autre propriété, l'expansion de prise : le White MTA présente une expansion de prise plus importante que le Grey MTA. Ils continuent sur la solubilité : de manière générale le MTA n'est pas ou très peu soluble, même si certaines études semblent montrer une augmentation de la solubilité sur le long terme.

Ensuite ils évoquent la résistance à la compression : comparé au Super EBA, à l'IRM et à l'amalgame, 3 semaines après avoir été mélangé, le MTA présente les mêmes propriétés physiques à la compression que ces autres matériaux. Une dernière propriété concerne le pH du MTA qui varie de 10.2 juste après le mélange jusqu'à atteindre un pH égal à 12.5 après 3 heures.

2.2.1.2. Propriétés biologiques

Le ProRoot® MTA présente de très bonnes propriétés biologiques, comme l'a montré *Torabinejad et al.*. Le ProRoot® MTA ne semble avoir aucun effet mutagénique ou neurotoxique. De plus, il ne présente aucun effet secondaire sur les vaisseaux sanguins. Le MTA est un matériau biocompatible responsable d'une augmentation de la minéralisation par une augmentation de sécrétion de BMP-2 et de DSP. Il présente également des propriétés antibactériennes et antifongiques.

3 : La pulpotomie comme traitement alternatif au traitement endodontique

3.1. Le traitement endodontique initial

La biopulpectomie d'une dent consiste à accéder, mettre en forme, irriguer et obturer l'endodonte. Avant de prescrire un tel traitement, l'indication doit être posée.

3.1.1. Indication

Il existe différentes indications pour le traitement endodontique qui peuvent être d'ordre pathologique ou à une fin prothétique. Les progrès notables dans la restauration adhésive ont néanmoins repoussé les limites des traitements endodontiques à des fins prothétiques.

Dans un contexte pathologique comme une pulpite irréversible, une parodontite apicale aiguë ou un abcès péri-apicale, le traitement endodontique est indiqué. Dans le cas d'une pulpite irréversible, la biopulpectomie est réalisée afin d'éliminer le parenchyme pulpaire. En cas de parodontite apicale aiguë ou abcès péri-apicale la désinfection du réseau endodontique doit prévenir ou guérir les pathologies apicales.

D'un point de vue prothétique, le traitement est préconisé lorsqu'un ancrage radiculaire est indispensable. Le tissu pulpaire étant sain, le taux de succès du traitement sera excellent.

3.1.2. Méthodologie

3.1.2.1. Cavité d'accès²⁶

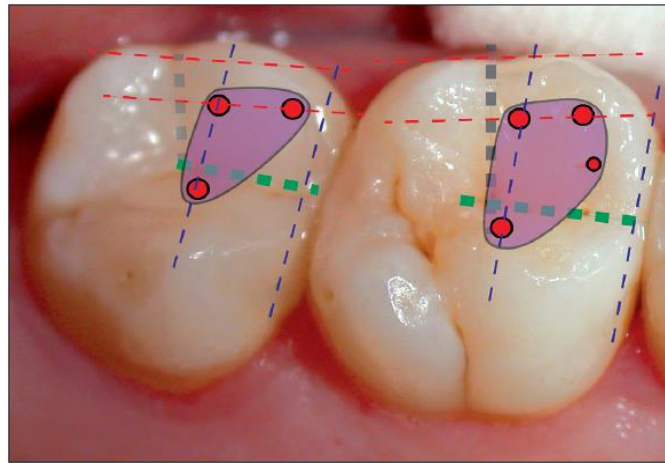
La cavité d'accès est la première étape dans le traitement. Elle se décompose en cinq objectifs distincts. Le premier a pour objectif de supprimer le plafond pulpaire : curetage des restaurations dentaires infiltrée ou la dentine atteinte par une carie afin de diminuer la concentration bactérienne. Le second : permettre une vision complète sur les entrées canalaires tandis que le troisième objectif : permettre un accès direct au tiers apical des instruments, en éliminant les différentes contraintes coronaires prématuré. Un réservoir d'hypochlorite est constitué au cours du quatrième objectif. Enfin, le dernier objectif permet la pérennité du matériau de reconstitution temporaire.

²⁶ Caron, « Champ opératoire, préparation pré-endodontique et cavité d'accès ».

Afin de garantir la réussite dans la réalisation de la cavité d'accès il est important de suivre ces différentes étapes chronologiquement :

- visualiser les cornes pulpaires sur la face occlusale de la dent en question
- procéder à la réalisation d'une cavité occlusale qui correspond au contour de la forme reliant les différents points de projections des cornes pulpaires
- la cavité doit être approfondie de manière homothétique jusqu'à l'effraction pulpaire
- l'élimination du plafond
- pour finir toutes les contre-dépouilles doivent être éliminer.

Figure 7 : Schéma d'une cavité d'accès d'un point de vue occlusale sur deux molaires maxillaires



Source : Simon, Machtou et Pertot, *Endodontie*, 2012

3.1.2.2. Mise en forme et irrigation

La mise en forme a pour but biologique, l'élimination, d'une part mécanique et d'autre part chimique, du parenchyme pulpaire. Pour cela, nous utilisons des limes qui vont travailler jusqu'à l'apex. L'élargissement du canal va ainsi permettre un apport et un renouvellement de la solution d'irrigation.

Figure 8 : Modélisation du cathétérisme à la lime K.



Source : Komet[®], Cathétérisme, 2017.

La mise en forme a pour second objectif de permettre une obturation étanche tridimensionnelle.

Lorsque nous parlons d'irrigation, il s'agit d'une solution de désinfection, elle est constituée d'hypochlorite de sodium qui va dissoudre le parenchyme pulpaire²⁷ qui n'a pas été évacué par la mise en forme mécanique de l'endodonte.

La deuxième solution d'irrigation est composée d'EDTA à 17% qui va permettre d'éliminer la boue dentinaire, due à la mise en forme mécanique.

3.1.2.3. Obturation

L'obturation est la dernière étape dans le traitement endodontique. Elle consiste à étanchéifier de manière tridimensionnelle les canaux et de limiter la colonisation bactérienne, pour cela nous venons utiliser un cône de gutta-percha associé à un ciment de scellement.

Le cône de gutta-percha est un matériau composé entre 20 et 25% de gomme de gutta-percha, d'oxyde de zinc 70%, de sulfate de baryum et pour finir de 4% de cires et colorants. Le ciment sert à faire le lien entre le cône de gutta et la dentine.

²⁷ Taneja, Mishra, et Malik, « Comparative evaluation of human pulp tissue dissolution by different concentrations of chlorine dioxide, calcium hypochlorite and sodium hypochlorite: an in vitro study ».

3.1.3. Problématiques liées aux traitements endodontiques

La réussite d'un traitement endodontique peut s'élever jusqu'à 96% s'il est réalisé dans les bonnes conditions et sur des dents ne présentant pas d'infection péri-radriculaire²⁸. Mais en réalité le taux de succès oscille entre 40 et 70%²⁹.

Il existe néanmoins un certain nombre de manœuvres iatrogènes lors d'un traitement endodontique qui peuvent dans le pire des cas compromettre la pérennité de la dent³⁰ et dans le meilleur de compliquer le traitement.

Nous pouvons citer de manière non exhaustive :

- Création de butées empêchant d'accéder à l'apex
- Transport de la trajectoire canalaire
- Perforation de l'endodonte
- Création de bouchon apical
- Stripping
- Oublie d'un canal
- Sur ou sous-obturation de l'endodonte³¹

3.2. Pulpotomie

La pulpotomie consiste à réaliser l'éviction de la pulpe camérale des dents pluriradiculées.

3.2.1. Indication

La pulpotomie est classiquement admise comme le traitement d'urgence de la pulpite aiguë irréversible, dans l'attente du soin final c'est-à-dire le traitement endodontique.

²⁸ Martin, « Retraitement orthograde des échecs endodontiques ».

²⁹ Haute autorité de santé, « Traitement endodontique rapport d'évaluation technologique ».

³⁰ McGuigan, Louca, et Duncan, « The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome ».

³¹ Iqbal, « The factors responsible for endodontic treatment failure in the permanent dentitions of the patients reported to the college of dentistry, the university of aljouf, kingdom of saudi arabia »; Antonioli, Nguyen, et Zanini, *Odontologie conservatrice et endodontie, odontologie prothétique*.

3.2.2. Méthodologie de la pulpotomie

La réalisation de la pulpotomie reprend la première étape du traitement endodontique qui est la réalisation de la cavité d'accès. Après avoir retiré entièrement le tissu carieux ainsi que les anciennes restaurations et lorsque la pulpe est visible par transparence, afin d'éviter le transport de bactéries, une nouvelle fraise propre et stérile doit être utilisée. Une fois la cavité d'accès réalisée, nous procédons à l'éviction complète du tissu pulpaire camérale jusqu'aux entrées canalaires.

L'objectif est d'obtenir l'hémostase à l'aide d'un coton imbibé d'hypochlorite de sodium. Elle doit être obtenue en 5 minutes maximum en appliquant une pression continue et modérée dans la chambre pulpaire. Si malgré cette manipulation une hémorragie persiste, la biopulpectomie du canal le plus important ou de l'ensemble des canaux devra être réalisée. Pour pouvoir faire une pression dans le canal, nous pouvons utiliser un cône de papier stérile imprégné d'hypochlorite de sodium.

Lorsque cette étape est terminée, nous plaçons une sphère de coton dans la chambre pulpaire, puis afin d'avoir une étanchéité en inter-séance un matériau d'obturation temporaire sera mis en place.

3.3. La pulpotomie peut-elle être une alternative au traitement endodontique ?

Comme vu précédemment la pulpotomie était jusqu'à présent un traitement réservé à l'urgence ou réaliser afin de permettre la fermeture des apex des dents immatures.

L'apport de l'histologie d'un tissu pulpaire nous a montré que le caractère réversible ou irréversible de l'inflammation pulpaire n'était pas parfaitement binaire et que les deux caractères pouvaient cohabiter à différents étages dans une même dent. Ainsi nous pouvons maintenant nous demander si l'éviction du parenchyme pulpaire camérale (supposant cette partie en situation d'inflammation pulpaire irréversible) pourrait permettre de conserver la pulpe radulaire (dans une situation d'inflammation réversible voire saine). L'intérêt d'une pulpotomie camérale comme alternative au traitement endodontique prend ici tout son sens.

3.3.1. Indication

3.3.1.1. Indication de la pulpotomie sur dent permanente immature

La pulpotomie cervicale sur dent permanente immature permet la fin du processus de rhizogenèse. Elle est indiquée pour une exposition pulpaire traumatique de plus de sept jours, pour une exposition

pulpaire traumatique de grande étendue et lorsqu'il n'y a pas l'obtention de l'hémostase pour une pulpotomie partielle (dans le contexte d'un curetage carieux en rapport avec la pulpe)³².

Peng et al.³³ ont réalisé une étude concernant la pulpotomie cervicale sur dent permanente immature, présentant des signes de pulpite irréversible. Au bout d'un an le taux de succès s'élève à 91%. Ils ont tout de même conclu que des études supplémentaires étaient nécessaires afin de valider ce protocole.

3.3.1.2. Indication de la pulpotomie sur dent permanente mature

L'indication d'un tel traitement est réservée aux dents avec une pulpe encore vitale. L'indication de la pulpotomie va donc s'adresser à la pulpite irréversible dans les cas les plus extrêmes.

À la différence du traitement d'urgence, un biomatériau va être placé dans la chambre pulpaire. Or, pour garantir la pérennité du traitement, l'inflammation pulpaire doit rester modérée et cantonnée sur la pulpe camérale. Pour cela, nous allons nous baser sur une analyse clinique et radiologique préopératoire.

Pour prescrire une pulpotomie camérale comme traitement d'usage, le diagnostic clinique d'une pulpite irréversible doit être posé. Nous devons alors trouver les signes cliniques suivant : douleur rémanente au froid, absence de douleur à la percussion et à la palpation vestibulaire/linguale/palatine, absence de fistule et de sondage ponctuel le long du sulcus.

Radiologiquement il faut avoir une atteinte carieuse mettant en jeu la pulpe, mais n'ayant aucun retentissement au niveau de l'apex et au niveau péri-apicale, donc pas d'élargissement du ligament alvéolo-dentaire ni d'abcès péri-apicale³⁴.

Une fois ces critères d'inclusion préopératoire remplis, nous pouvons commencer le traitement.

Il existe également des critères per-opératoire à satisfaire afin d'avoir une bonne prédictivité.

Ils sont au nombre de trois et concernent exclusivement l'état pulpaire. Le premier concerne l'aspect pulpaire : la pulpe ne doit être ni gélatineuse ni liquide ; le deuxième concerne la couleur de la pulpe : elle doit être rouge ou rosée et non bleue signe d'un phénomène hypoxie, et enfin l'obtention de l'hémostase³⁵. Nous pouvons faire le parallèle dans les cas de trauma avec exposition pulpaire, c'est l'obtention de l'hémostase qui va guider la profondeur de la pulpotomie partielle, traduisant l'inflammation subit par la pulpe.

³² Antonioli, Nguyen, et Zanini, *Odontologie conservatrice et endodontie, odontologie prothétique*.

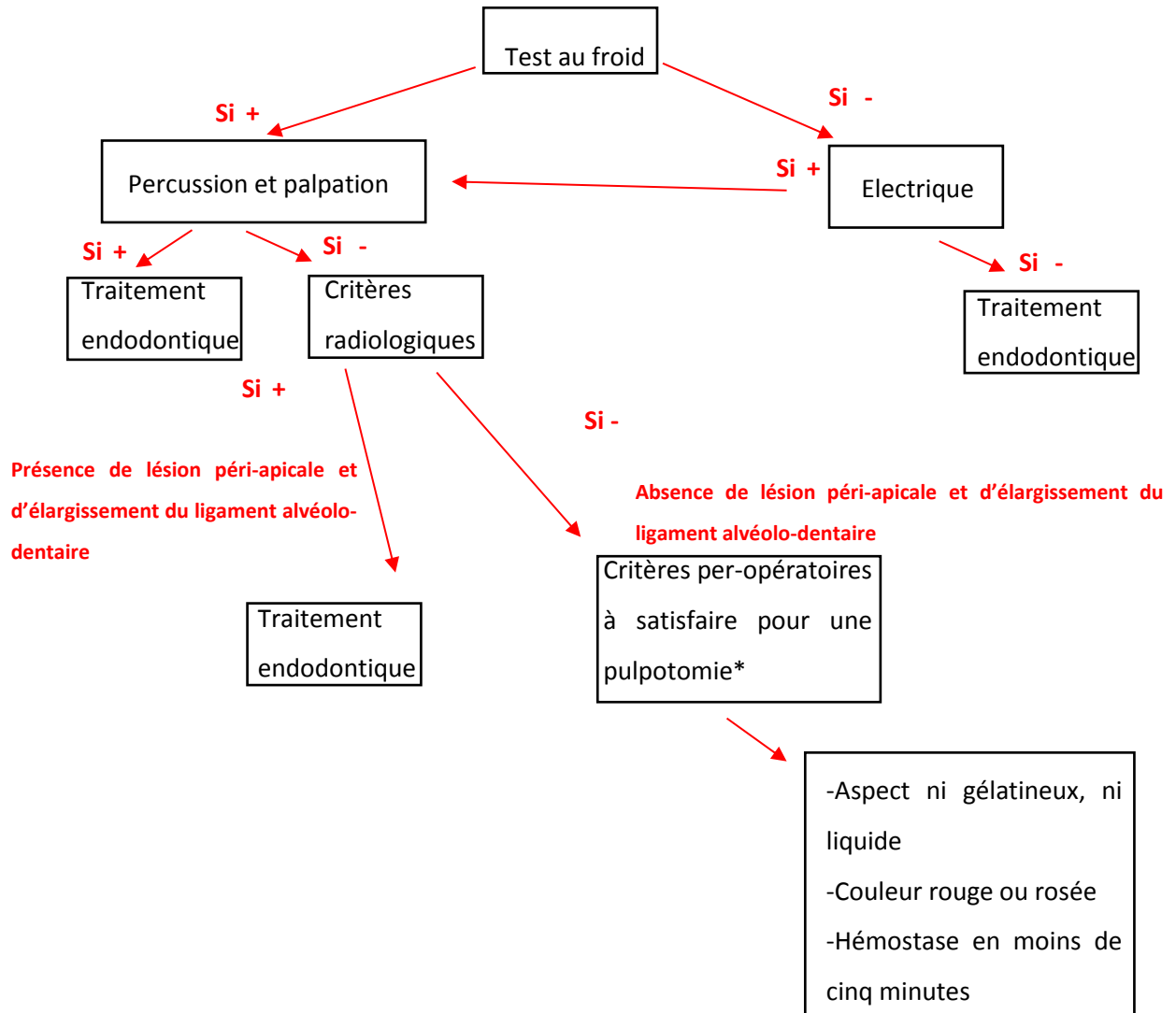
³³ Peng et al., « Mineral trioxide aggregate pulpotomy for the treatment of immature permanent teeth with irreversible pulpitis: a preliminary clinical study ».

³⁴ Parirokh, Torabinejad, et Dummer, « Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part i: vital pulp therapy ».

³⁵ Kunert et al., « Permanent teeth pulpotomy survival analysis: retrospective follow-up ».

Si l'hémostase est obtenue rapidement (dans les 2 à 5 minutes) après la pulpotomie camérale, en appliquant un coton imbibé de NaOCl, la réalisation d'une pulpotomie comme traitement d'usage³⁶ est envisageable.

Figure 9 : Arbre décisionnel pour la réalisation d'une pulpotomie comme traitement d'usage



* Il suffit qu'un des critères ne soit pas respecté pour ne pas poser l'indication d'une pulpotomie camérale.

Source : Auteur, Arbre décisionnel pour la réalisation d'une pulpotomie comme traitement d'usage, 2018

³⁶ Aguilar et Linsuwanont, « Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review »; Kumar et al., « Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: a randomized controlled trial »; Galani et al., « Comparative evaluation of postoperative pain and success rate after pulpotomy and root canal treatment in cariously exposed mature permanent molars: a randomized controlled trial »; Asgary et Eghbal, « Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial ».

À priori aucun critère d'âge ne doit être pris en compte dans la prescription de ce traitement³⁷.

Cet acte présente plusieurs avantages tels que la facilité de mise en œuvre (par exemple chez les enfants où la coopération va difficilement être obtenue³⁸), la rapidité du traitement et la limitation des erreurs opératoires précédemment décrites lors de la réalisation du traitement. Dans certains pays où l'assurance maladie n'existe pas ou prend moins bien en charge les soins dentaires, l'aspect financier est aussi à considérer³⁹

3.3.2. Protocole de la pulpotomie comme traitement d'usage

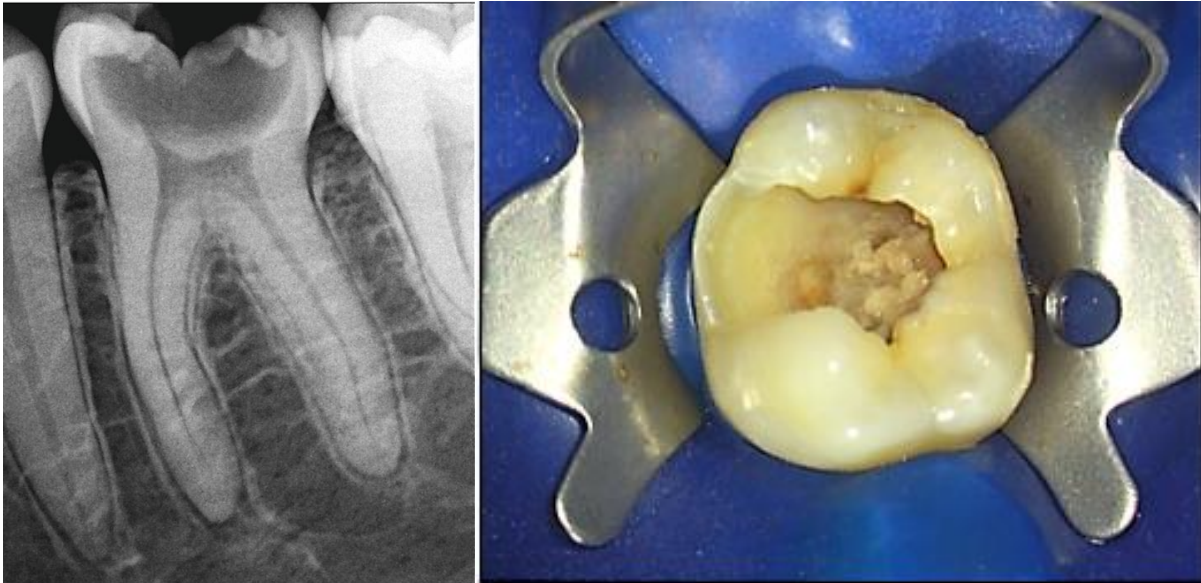
Cette partie traitera du protocole de la pulpotomie comme traitement d'usage. Nous considérons que la mise en place de la digue et les reconstitutions pré-endodontiques sont des prérequis indispensables et indiscutables à la réalisation de ce traitement.

³⁷ Asgary et Eghbal, « Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial »; Zanini, Hennequin, et Cousson, « A review of criteria for the evaluation of pulpotomy outcomes in mature permanent teeth »; Taha, Ahmad, et Ghanim, « Assessment of mineral trioxide aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures ».

³⁸ Qudeimat, Alyahya, et Hasan, « Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study ».

³⁹ Richardson et al., « Access to endodontic care in north carolina public health and medicaid settings »; Asgary, Verma, et Nosrat, « Treatment outcomes of full pulpotomy as an alternative to tooth extraction in molars with hyperplastic/irreversible pulpitis: a case report ».

Figure 10 : Protocole de la pulpotomie sur 36. Radio pré-opératoire et isolation.



Source : Docteur Jouanny, 2017

Une fois la dent isolée, par soucis d'asepsie nous pouvons asperger les champs opératoires de chlorhexidine avant le curetage carieux, afin d'éviter une contamination supplémentaire.

Une fraise stérile en carbure de tungstène sous irrigation abondante est utilisée, pour cureter la carie sur les parois qui ne sont pas en rapport avec la pulpe camérale. Une fois que la carie ne concerne plus que les parois pulpaire, nous allons doucement la retirer puis, lorsque la pulpe est visible par transparence ou lorsque l'effraction pulpaire a été faite par inadvertance, la fraise doit être changée afin d'en avoir une à nouveau propre et stérile.

Avant d'éliminer toute la pulpe camérale nous allons juger de son état comme vu précédemment, c'est-à-dire un aspect normal et une couleur rouge ou rosée. Si ces deux conditions sont remplies nous éliminons la pulpe camérale jusqu'aux entrées des canaux.

L'étape décisive va être l'obtention de l'hémostase, c'est ici que se joue la suite du traitement.

Si l'hémostase est obtenue dans les cinq minutes suivant la pulpotomie coronaire la poursuite du traitement peut être envisagée.

Pour l'obtention de l'hémostase, il est possible d'utiliser un coton imbibé de NaOCl ou de sérum physiologique⁴⁰. Si nous appliquons du Ca(OH)₂ en tant que matériau de coiffage, l'utilisation de NaOCl est préférable, tandis que si nous utilisons du MTA, le sérum physiologique est plus indiqué, le NaOCl aura un effet défavorable, mais non significatif⁴¹ selon *Parirokh et al.*.

Figure 11 : Protocole de la pulpotomie sur 36. De l'effraction pulpaire à l'obtention de l'hémostase.



Source : Docteur Jouanny, 2017

Une fois l'hémostase obtenue, l'étape du coiffage pulpaire à l'entrée des canaux doit intervenir.

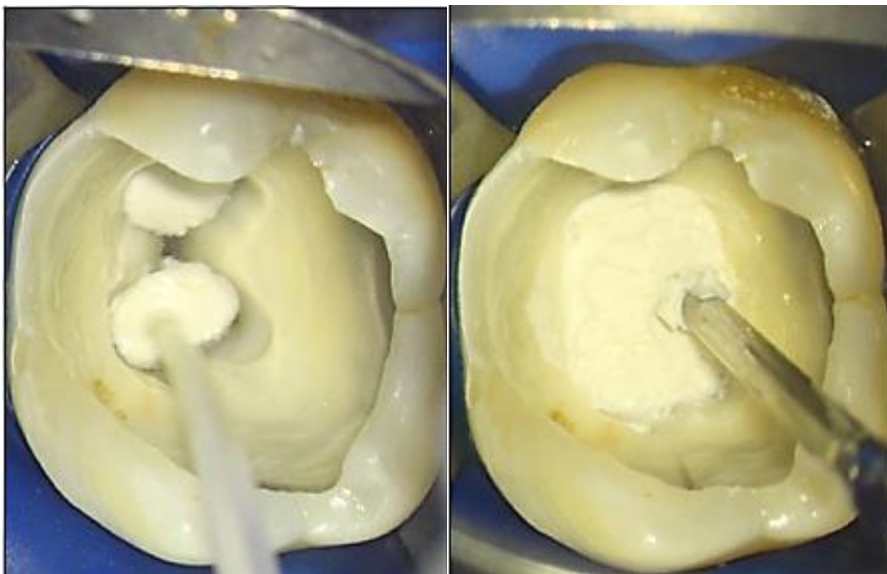
⁴⁰ Asgary et Eghbal, « Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial »; Taha, Ahmad, et Ghanim, « Assessment of mineral trioxide aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures »; Qudeimat, Alyahya, et Hasan, « Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study ».

⁴¹ Parirokh, Torabinejad, et Dummer, « Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part i: vital pulp therapy ».

Les différents ciments tricalciques ont de manière générale les mêmes propriétés sur les cellules pulpaire au niveau histologique. En se basant sur le fait que la réponse pulpaire est corrélée avec la concentration de calcium en contact avec les cellules⁴², la Biodentine® doit être ainsi privilégiée car elle présente une concentration plus importante de calcium en extrême périphérie⁴³ et une moindre cytotoxicité comparée aux autres ciments tricalciques⁴⁴

Même si les études montrent que la pulpotomie avec des ciments tricalciques ou à l'hydroxyde de calcium aboutissent à des taux de succès similaires⁴⁵, au niveau histologique nous savons que les ciments tricalciques présentent une pulpe moins inflammatoire et des ponts dentinaires beaucoup plus homogènes et épais⁴⁶. Il est alors plus cohérent d'utiliser un ciment tricalcique.

Figure 12 : Protocole de la pulpotomie sur 36. Mise en place du biomatériau.



Dans cette situation, deux biomatériaux biocéramiques ont été utilisés, le premier en seringue prêt à l'usage et le deuxième en pâte.

Source : Docteur Jouanny, 2017

Une fois que le biomatériau est en place, en temporisation la dent est restaurée avec une obturation coronaire provisoire et étanche. Une sphère de coton humide au contact du matériau est mise en place afin qu'il puisse faire sa prise si nécessaire, avant de passer à la restauration prothétique d'usage.

⁴² Mizumachi et al., « Calcium-sensing receptor-erk signaling promotes odontoblastic differentiation of human dental pulp cells ».

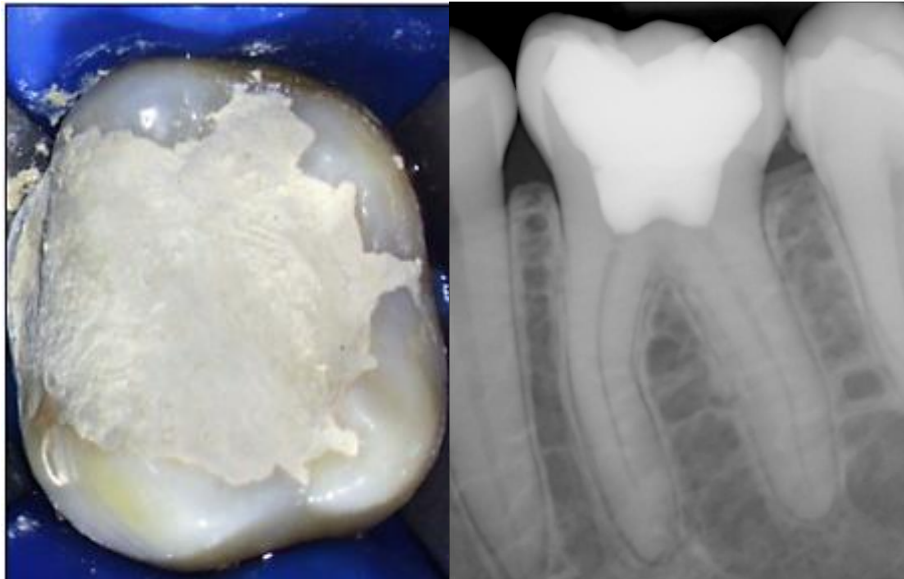
⁴³ Gong et França, « Nanoscale chemical surface characterization of four different types of dental pulp-capping materials ».

⁴⁴ Poggio et al., « In vitro cytotoxicity evaluation of different pulp capping materials: a comparative study ».

⁴⁵ Aguilar et Linsuwanont, « Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review ».

⁴⁶ Aguilar et Linsuwanont; Li et al., « Direct pulp capping with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: a meta-analysis »; Jalan, Warhadpande, et Dakshindas, « A comparison of human dental pulp response to calcium hydroxide and biodentine as direct pulp-capping agents »; Corral Nuñez et al., « Biodentine and mineral trioxide aggregate induce similar cellular responses in a fibroblast cell line ».

Figure 13 : Protocole de la pulpotomie sur 36. Restauration provisoire au Cavit™ et radio post-opératoire.



Source : Docteur Jouanny, 2017

La reconstitution coronaire définitive a une part majeure dans la réussite de la thérapie⁴⁷. C'est elle qui va garantir l'étanchéité du soin et éviter les échecs différés dus à une nouvelle colonisation bactérienne. L'objectif final est donc d'obtenir une étanchéité de la pulpe à trois étages : la restauration coronaire, le ciment minéral et une barrière minérale créée grâce au pont dentinaire.

3.3.3. Critères de réussite du traitement⁴⁸.

Les critères de réussite du traitement s'appuient sur un suivi clinique et radiologique de la dent.

Le suivi clinique se base sur les tests cliniques habituels : absence de douleur à la percussion et la palpation, sondage et mobilité normal et absence de fistule.

Radiologiquement le suivi de la dent s'appuie sur l'absence d'élargissement du ligament alvéolo-dentaire et de radio-clarté péri-apicale. Une résorption interne ou externe ne doit être décelée.

⁴⁷ Kumar et al., « Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: a randomized controlled trial ».

⁴⁸ Zanini, Hennequin, et Cousson, « A review of criteria for the evaluation of pulpotomy outcomes in mature permanent teeth »; Taha et Abdelkader, « Outcome of full pulpotomy using biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis ».

Un pont dentinaire peut parfois être observé, ce qui semble être un critère favorable au succès de la thérapie⁴⁹.

Taha et al. ont réalisé une étude avec un recul de 12 mois sur 64 dents présentant des signes de pulpite irréversible. Lors du contrôle ils ont pu examiner 59 dents et constater un succès de 100%.

Selon une autre étude qu'ils ont pu mener, si aucune autre pathologie n'est détectée en dessous de trois ans, il semble que le taux de succès soit vraiment intéressant, approchant les 100%.⁵⁰

Figure 14 : Radiographie rétro-alvéolaire ayant eu une pulpotomie cervicale comme traitement d'usage.



La flèche correspond à un pont dentinaire qui s'est formé après le traitement.

Source : Subay et al., « Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in immature teeth: Long-term case report », 2013

⁴⁹ Kunert et al., « Permanent teeth pulpotomy survival analysis: retrospective follow-up »; Qudeimat, Alyahya, et Hasan, « Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study ».

⁵⁰ Taha, Ahmad, et Ghanim, « Assessment of mineral trioxide aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures ».

3.3.4. Problématiques liées à la pulpotomie comme traitement d'usage

Il existe plusieurs types d'échecs en post-opératoire à court, moyen et long terme sur une dent ayant subi une pulpotomie comme traitement d'usage.

Dans ces échecs nous retrouvons la pulpite aigüe, la nécrose, l'oblitération canalaire ou l'apparition de pathologies péri-apicales.

Ces échecs conduiront au traitement endodontique complet de la dent.

Les échecs à court terme comme la pulpite ou la nécrose aseptique à bas bruit peuvent être attribués à une erreur diagnostique en pré ou per-opératoire (ou du moins à une erreur de corrélation entre l'état histopathologique et les tests cliniques). Les échecs à long termes sont quant à eux attribués à une percolation bactérienne à la suite d'une perte d'étanchéité de la restauration coronaire⁵¹. L'oblitération canalaire peut s'avérer la plus gênante. En effet, en cas de nécrose suite à une oblitération canalaire, le traitement endodontique pourrait se trouver largement compliqué voire impossible à réaliser.

⁵¹ Zanini, Hennequin, et Cousson, « A review of criteria for the evaluation of pulpotomy outcomes in mature permanent teeth ».

Conclusion

Pour conclure, la pulpotomie comme traitement d'usage semble être une bonne alternative au traitement endodontique sur les dents vitales. En effet la biopulpectomie présente de nombreux inconvénients comme cités plus haut pouvant aller jusqu'à la perte de l'organe dentaire. La pulpotomie camérale est donc une alternative plus sûre, moins chronophage, plus économique et beaucoup moins invasive. La vitalité de la pulpe radiculaire va ainsi pouvoir être conservée, de ce fait il n'y aura aucune perte de chance due à un isthme, un canal principal ou secondaire non instrumenté. Pour cela les différents moyens de diagnostique ont été étudiés en première partie de cette thèse.

De nos jours la réalité histologique est de plus en plus approchée mais reste encore quelque peu imprécise. Afin de trouver une corrélation parfaite entre les tests diagnostiques et l'inflammation pulpaire, des innovations technologiques doivent être faites. En attendant, seuls les éléments opératoires guident la thérapie à suivre. De plus il a été vu que les matériaux mis à notre disposition pour de tels traitements ont bien évolués. Aujourd'hui, ces matériaux sont disponibles sous de multiples formes, pâtes semi-liquide et liquide, satisfaisant ainsi plusieurs indications. Toutes ces avancées nous permettent d'être de plus en plus conservateur à tous les niveaux de notre discipline.

Il semble important de faire valoir ce traitement en première intention sachant que le taux d'échec des dents traitées endodontiquement atteint 36%⁵². La pulpotomie camérale quant à elle approche les 100% de taux de succès lorsqu'elle est réalisée dans des bonnes conditions, ce qui représente pour nos patients un grand nombre de dents qui seront conservées. Cette thérapie est donc aussi une avancée dans le domaine de la santé public.

La pulpotomie comme traitement d'usage est une solution déjà évoquée antérieurement aux vues d'anciennes publications : « *Treatment for irreversible pulp damage : 1 Pulp amputation* »⁵³.

La difficulté de réintervention en cas de nécrose puis d'oblitération canalaire ou l'apparition de pont dentinaire paraît poser le plus de problèmes dans la généralisation de ce traitement. Bien souvent, le patient devra s'orienter vers un chirurgien-dentiste spécialisé en endodontie. La consultation de l'endodontiste en France, n'est-elle pas déjà une règle officieuse en cas de retraitement endodontique qu'il soit simple ou complexe ?

Donc en cas de réintervention, le traitement s'avèrera onéreux, difficile, voire parfois même le rendre impossible à réaliser. Mais n'est-ce pas déjà ce qui a lieu aujourd'hui pour certaines dents ?

Un plus grand nombre d'étude est nécessaire afin d'explorer le nombre de cas dans lequel le traitement endodontique se montre impossible, pour nous permettre d'estimer la prise de risque encourue lorsque nous réalisons une pulpotomie camérale.

Ainsi, dans le traitement de la pulpite irréversible, en première intention et lorsque tous les éléments sont réunis pour réaliser une pulpotomie d'usage sur dent permanente mature, pourquoi hésitons nous entre l'éviction de la pulpe camérale ou l'éviction complète de la pulpe coronaire et radiculaire ? Pourquoi n'essayons-nous pas d'être un maximum conservateur ? Existe-t-il une meilleure façon d'obturer le réseau canalaire comme le fait la nature avec la pulpe radiculaire ?

Je pense donc que l'avènement de l'aire du « No post, No crown, No endo » doit commencer.

⁵² Pak JG , et, « Prevalence of periapical radiolucency and root canal treatment ».

⁵³ European Society of Endodontology, « Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology ».

Bibliographie

- Aguilar, P., et P. Linsuwanont. « Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review ». *Journal of endodontics* 37, n° 5 (2011) : 581- 87. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.12.004>.
- Antoniolli, P., J.-F. Nguyen, et M. Zanini. *Odontologie conservatrice et endodontie, odontologie prothétique*. Édité par N. Davido et K. Yasukawa. Paris : Maloine, 2014.
- Asgary, S., et M. J. Eghbal. « Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial ». *Acta odontologica scandinavica* 71, n° 1 (2013) : 130- 36. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.654251>.
- Asgary, S., P. Verma, et A. Nosrat. « Treatment outcomes of full pulpotomy as an alternative to tooth extraction in molars with hyperplastic/irreversible pulpitis: a case report ». *Iranian endodontic journal* 12, n° 2 (2017) : 261- 65. <https://doi.org/10.22037/iej.2017.51>.
- Cao, Y., G. Bogen, J. Lim, W.-J. Shon, et M. K. Kang. « Bioceramic materials and the changing concepts in vital pulp therapy ». *Journal of the california dental association* 44, n° 5 (2016) : 278- 90.
- Caron, G. « Champ opératoire, préparation pré-endodontique et cavité d'accès ». In *Endodontie*, par S. Simon, P. Machtou, et W.-J. Pertot, 174- 85. Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2012.
- Chang, S.-W., S.-Y. Lee, K.-Y. Kum, et E.-C. Kim. « Effects of proroot mta, bioaggregate, and micromega mta on odontoblastic differentiation in human dental pulp cells ». *Journal of endodontics* 40, n° 1 (2014) : 113- 18. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.036>.
- Corral Nuñez, C. M., H. J. Bosomworth, C. Field, J. M. Whitworth, et R. A. Valentine. « Biodentine and mineral trioxide aggregate induce similar cellular responses in a fibroblast cell line ». *Journal of endodontics* 40, n° 3 (2014) : 406- 11. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.11.006>.
- De Rossi, A., L. A. B. Silva, P. Gatón-Hernández, M. D. Sousa-Neto, P. Nelson-Filho, R. A. B. Silva, et A. M. de Queiroz. « Comparison of pulpal responses to pulpotomy and pulp capping with biodentine and mineral trioxide aggregate in dogs ». *Journal of endodontics* 40, n° 9 (2014) : 1362- 69. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.006>.
- European Society of Endodontology. « Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology ». *International endodontic journal* 39, n° 12 (2006) : 921- 30. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01180.x>.
- Fransson, H., E. Wolf, et K. Petersson. « Formation of a hard tissue barrier after experimental pulp capping or partial pulpotomy in humans: an updated systematic review ». *International endodontic journal* 49, n° 6 (2016) : 533- 42. <https://doi.org/10.1111/iej.12480>.
- Galani, M., S. Tewari, P. Sangwan, S. Mittal, V. Kumar, et J. Duhan. « Comparative evaluation of postoperative pain and success rate after pulpotomy and root canal treatment in cariously exposed mature permanent molars : a randomized controlled trial ». *Journal of endodontics*, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.007>.
- Gong, V., et R. França. « Nanoscale chemical surface characterization of four different types of dental pulp-capping materials ». *Journal of dentistry* 58 (2017) : 11- 18. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.12.009>.
- Haute autorité de santé. « Traitement endodontique rapport d'évaluation technologique », 2008. https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-01/rapport_traitement_endodontique.pdf.
- Iqbal, A. « The factors responsible for endodontic treatment failure in the permanent dentitions of the patients reported to the college of dentistry, the university of aljouf, kingdom of saudi arabia ». *Journal of clinical and diagnostic research* 10, n° 5 (2016) : ZC146-ZC148. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/14272.7884>.

- Jalan, A. L., M. M. Warhadpande, et D. M. Dakshindas. « A comparison of human dental pulp response to calcium hydroxide and biodentine as direct pulp-capping agents ». *Journal of conservative dentistry* 20, n° 2 (2017) : 129- 33. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.212247>.
- Jitaru, S., I. Hodisan, L. Timis, A. Lucian, et M. Bud. « The use of bioceramics in endodontics - literature review ». *Clujul medical* 89, n° 4 (2016) : 470- 73. <https://doi.org/10.15386/cjmed-612>.
- Kumar, V., R. Juneja, J. Duhan, P. Sangwan, et S. Tewari. « Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: a randomized controlled trial ». *Contemporary clinical dentistry* 7, n° 4 (2016) : 512- 18. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.194107>.
- Kunert, G. G., I. R. Kunert, L. C. da Costa Filho, et J. A. P. de Figueiredo. « Permanent teeth pulpotomy survival analysis: retrospective follow-up ». *Journal of dentistry* 43, n° 9 (2015) : 1125- 31. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.06.010>.
- Li, Z., L. Cao, M. Fan, et Q. Xu. « Direct pulp capping with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: a meta-analysis ». *Journal of endodontics* 41, n° 9 (2015) : 1412- 17. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.04.012>.
- Liu, S., S. Wang, et Y. Dong. « Evaluation of a bioceramic as a pulp capping agent in vitro and in vivo ». *Journal of endodontics* 41, n° 5 (2015) : 652- 57. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.12.009>.
- Machado, J., J. D. Johnson, et A. Paranjpe. « The effects of endosequence root repair material on differentiation of dental pulp cells ». *Journal of endodontics* 42, n° 1 (2016) : 101- 5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.007>.
- Martin, D. « Retraitement orthograde des échecs endodontiques ». In *Endodontie*, par S. Simon, P. Machtou, et W.-J. Pertot, 296- 300. Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2012.
- McGuigan, M. B., C. Louca, et H. F. Duncan. « The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome ». *British dental journal* 214, n° 6 (2013) : 285- 89. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.271>.
- Mizumachi, H., S. Yoshida, A. Tomokiyo, D. Hasegawa, S. Hamano, A. Yuda, H. Sugii, et al. « Calcium-sensing receptor-erk signaling promotes odontoblastic differentiation of human dental pulp cells ». *Bone* 101 (2017) : 191- 201. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2017.05.012>.
- Mohammadi, Z, S Shalavi, et M Yazdizadeh. « Antimicrobial activity of calcium hydroxide in endodontics: a review ». *Chonnam medical journal* 48, n° 3 (2012) : 133- 40. <https://doi.org/10.4068/cmj.2012.48.3.133>.
- Nanci, A. *Ten Cate's Oral Histology*, 2013.
- Pak JG , et, al. « Prevalence of periapical radiolucency and root canal treatment: a systematic review of cross-sectional studies. » *Journal of endodontics* 38, n° 9 (2012) : 1170- 76. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.05.023>.
- Parirokh, M., et M. Torabinejad. « Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part i: chemical, physical, and antibacterial properties ». *Journal of endodontics* 36, n° 1 (2010) : 16- 27. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.006>.
- . « Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part iii: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action ». *Journal of endodontics* 36, n° 3 (mars 2010) : 400- 413. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.009>.
- Parirokh, M., M. Torabinejad, et P. M. H. Dummer. « Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part i : vital pulp therapy ». *International endodontic journal*, 2017. <https://doi.org/10.1111/iej.12841>.
- Peng, C., Y. Zhao, Y. Yang, et M. Qin. « Mineral trioxide aggregate pulpotomy for the treatment of immature permanent teeth with irreversible pulpitis: a preliminary clinical study ». *Chinese journal of stomatology* 50, n° 12 (2015) : 715- 19.
- Poggio, C., M. Ceci, A. Dagna, R. Beltrami, M. Colombo, et M. Chiesa. « In vitro cytotoxicity evaluation of different pulp capping materials: a comparative study ». *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 66, n° 3 (2015) : 181- 88. <https://doi.org/10.1515/aiht-2015-66-2589>.

- Qudeimat, M. A., A. Alyahya, et A. A. Hasan. « Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis : a preliminary study ». *International endodontic journal* 50, n° 2 (2017): 126- 34. <https://doi.org/10.1111/iej.12614>.
- Richardson, S. L., A. A. Khan, E. M. Rivera, et C. Phillips. « Access to endodontic care in north carolina public health and medicaid settings ». *Journal of public health dentistry* 74, n° 3 (2014) : 175- 80. <https://doi.org/10.1111/jphd.12041>.
- Taha, N A, et S Z Abdelkhalder. « Outcome of full pulpotomy using biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis ». *International endodontic journal*, 2018. <https://doi.org/10.1111/iej.12903>.
- Taha, N. A., M. B. Ahmad, et A. Ghanim. « Assessment of mineral trioxide aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures ». *International endodontic journal* 50, n° 2 (2017) : 117- 25. <https://doi.org/10.1111/iej.12605>.
- Taneja, S., N. Mishra, et S. Malik. « Comparative evaluation of human pulp tissue dissolution by different concentrations of chlorine dioxide, calcium hypochlorite and sodium hypochlorite : an in vitro study ». *Journal of conservative dentistry* 17, n° 6 (2014) : 541- 45. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.144590>.
- Torabinejad, M., et M. Parirokh. « Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part ii : leakage and biocompatibility investigations ». *Journal of endodontics* 36, n° 2 (2010) : 190- 202. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.010>.
- Torabinejad, M., M. Parirokh, et P. M. H. Dummer. « Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part ii : other clinical applications and complications ». *International endodontic journal*, 2017. <https://doi.org/10.1111/iej.12843>.
- Zanini, M., M. Hennequin, et P.-Y. Cousson. « A review of criteria for the evaluation of pulpotomy outcomes in mature permanent teeth ». *Journal of endodontics* 42, n° 8 (2016) : 1167- 74. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.05.008>.

Table des figures

Figure 1 : Schéma du complexe vasculo-nerveux pulpaire.	5
Figure 2 : Schéma de la constitution de l'organe dentaire.	7
Figure 3 : Photographie au microscope électronique à balayage (MEB) de la dentine.	8
Figure 4 : Photo microscopie optique d'un coiffage pulpaire direct à l'hydroxyde de calcium.	12
Figure 5 : radiographie rétro-alvéolaire d'une pulpotomie à l'hydroxyde de calcium.	13
Figure 6 : Formation d'un pont dentinaire sous la Biodentine.	17
Figure 7 : Schéma d'une cavité d'accès d'un point de vue occlusale sur deux molaires maxillaires....	21
Figure 8 : Modélisation du cathétérisme à la lime K.	22
Figure 9 : Arbre décisionnel pour la réalisation d'une pulpotomie comme traitement d'usage.....	26
Figure 10 : Protocole de la pulpotomie sur 36. Radio pré-opératoire et isolation.	28
Figure 11 : Protocole de la pulpotomie sur 36. De l'effraction pulpaire à l'obtention de l'hémostase.	29
Figure 12 : Protocole de la pulpotomie sur 36. Mise en place du biomatériau.	30
Figure 13 : Protocole de la pulpotomie sur 36. Restauration provisoire au Cavit™ et radio post- opératoire.....	31
Figure 14 : Radiographie rétro-alvéolaire ayant eu une pulpotomie cervicale comme traitement d'usage.	32

Table des tableaux

Tableau 1 : Fiabilité de différents tests clinique en pourcentage.....	10
Tableau 2 : Composition de différent ciments tricalciques.....	15

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire
de l'Université Paris Descartes

Docteur Romain ORLU

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes
Professeur Frédéric DARDEL
Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

La pulpotomie. Volume 2, Traitement d'usage de la dent permanente mature, indication et protocole

Résumé :

Les urgences au cabinet dentaire occupent une grande part de l'activité du chirurgien-dentiste.

La pulpite aigue irréversible correspond à une inflammation du parenchyme pulpaire, douloureuse car contenue dans une cavité indéformable. Celle-ci occupe une grande part de ces urgences dentaires

Le soin d'urgence de cette pathologie consiste à réaliser une pulpotomie (exérèse du contenu pulpaire de la chambre) suivi lors d'une seconde séance d'un traitement endodontique initial (biopulpectomie) qui consiste à extraire le parenchyme pulpaire canalaire par une mise en forme des canaux, une désinfection puis l'obturation tridimensionnelle de ce réseau endodontique.

Cette technique est actuellement admise comme le gold standard.

Avec plus de 6 millions de traitements endodontiques par an, l'endodontie est au centre de l'activité du chirurgien-dentiste.

La question de réaliser une pulpotomie comme traitement d'usage de la pulpite peut aujourd'hui se poser grâce à l'amélioration des connaissances sur la biologie pulpaire et l'évolution des matériaux biocompatibles et les possibilités de reconstitution de la dent délabrée.

Cette thèse vise donc à explorer les indications de la pulpotomie comme traitement d'usage et d'en décrire le protocole.

Discipline :

Endodontie

Mots clés fMesh et Rameau :

Pulpotomie -- Dissertations universitaires ; Endodontie -- tendances -- Dissertations universitaires ;

Biocéramiques -- Thèses et écrits académiques ; Pulpopathies -- Thèses et écrits académiques

Université Paris Descartes
Faculté de Chirurgie dentaire
1, rue Maurice Arnoux
92120 Montrouge