

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2018

Thèse n°2018 - TOU3 - 3016

THÈSE

Pour le DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

DERAKHSHAN Panthéa

Le Jeudi 3 Mai 2018

**LA PULPOTOMIE SUR DENT PERMANENTE MATURE : UNE ALTERNATIVE AU
TRAITEMENT ENDODONTIQUE CONVENTIONNEL ?**

Directeur de thèse : Dr Marie GURGEL GEORGELIN

JURY

Président :

Pr VAYSSE Frédéric

1^e assesseur :

Dr GURGEL-GEORGELIN Marie

2^e assesseur :

Dr NOIRRIT-ESCLASSAN Emmanuelle

3^e assesseur :

Dr MOURLAN Loïc





Faculté de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONNIOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRI-ESCLASSAN

Mr Franck DIEMER

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Muriel VERDAGUER

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE †

Mr Jean-Philippe LODTER †

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme BAILLEUL- FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr. VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mme VALERA, Mr. MARTY

Assistants : Mme DARIES, Mme BROUTIN

Adjoint d'Enseignement : Mr. DOMINE, Mme BROUTIN, Mme GUY-VERGER

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL, Mr. ROTENBERG,

Assistants : Mme YAN-VERGNES, Mme ARAGON

Adjoint d'Enseignement : Mme DIVOL,

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mr. HAMEL)

Professeurs d'Université : Mr. SIXOU, Mme NABET, Mr. HAMEL

Maître de Conférences : Mr. VERGNES,

Assistant: Mr. ROSENZWEIG,

Adjoints d'Enseignement : Mr. DURAND, Mlle. BARON, Mr LAGARD

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (Mr. COURTOIS)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN
 Maître de Conférences Associée : Mme VINEL
 Assistants : Mr. RIMBERT, Mr. ANDUZE-ACHER
 Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr. SANCIER, Mr. BARRE, Mme KADDECH

CHIRURGIE ORALE

Maîtres de Conférences : Mr. CAMPAN, Mr. COURTOIS, Mme COUSTY
 Assistants : Mme COSTA-MENDES, Mr. BENAT
 Assistante Associée : Mme GEORG,
 Adjoints d'Enseignement : Mr. FAUXPOINT, Mr. L'HOMME, Mme LABADIE, Mr. RAYNALDI, Mr MINTY

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : Mr. KEMOUN
 Maîtres de Conférences : Mr. POULET, Mr BLASCO-BAQUE
 Assistants : Mme DUBOSC, Mr LEMAITRE, Mr. TRIGALOU, Mme TIMOFEEVA
 Adjoints d'Enseignement : Mr. PUISSOCHET, Mr. FRANC, Mr BARRAGUE

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (Mr ARMAND)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : Mr. DIEMER
 Maîtres de Conférences : Mr. GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
 Assistants : Mr. BONIN, Mme. RAPP, Mr. MOURLAN, Mme PECQUEUR, Mr. DUCASSE, Mr FISSE
 Adjoints d'Enseignement : Mr. BALGUERIE, Mr. MALLET, Mme FOURNIER

PROTHÈSES

Professeurs d'Université : Mr. ARMAND, Mr. POMAR
 Maîtres de Conférences : Mr. CHAMPION, Mr. ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr. DESTRUHAUT
 Assistants : Mr. EMONET-DENAND, Mme. SELVA, Mr. LEMAGNER, Mr. HENNEQUIN, Mr. CHAMPION,
 Adjoints d'Enseignement : Mr. BOGHANIM, Mr. FLORENTIN, Mr. FOLCH, Mr. GALIBOURG, Mr. GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mr. POGEANT, Mr. GINESTE, Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. ARCAUTE, Mme DE BATAILLE,

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme JONQOT, Mr. NASR, Mr. MONSARRAT
 Assistants : Mr. CANCEILL, Mme. GARNIER, Mr. OSTROWSKI
 Adjoints d'Enseignement : Mr. AHMED, Mme MAGNE, Mr. VERGÉ, Mme BOUSQUET

REMERCIEMENTS

A ma famille, A mes parents, je vous aime et vous chéris plus que tout,

Maman, ma source d'inspiration et mon modèle pour ce travail et dans ma vie. Merci pour ton amour et ton soutien inconditionnels qui m'ont permis d'arriver jusqu'ici aujourd'hui.

Papa, mon pilier qui m'a donné le sens du travail bien fait et cette détermination à aller toujours de l'avant. Merci pour ta présence, ton amour et ton soutien sans faille.

Aux Montpelliérains, les « gugusses de la rue », Fatou, Cinthya, Marion et tous les autres que je connais depuis toujours, merci pour votre présence à mes cotés depuis toutes ces belles années. J'ai hâte de vous revoir très bientôt.

A mes collègues et amis Montpelliérains, « Les filles de la fac » pour nos séminaires-gouters aux soirées ambiancées de Cuba ;) je vous souhaite encore tous pleins de belles choses et de merveilleux voyages à partager ensemble. A mes binômes Anh-Nguyet, Charlotte B., Lola, Grégoire, Cédric avec lesquels nous avons tellement ri et appris ! A Etienne que j'ai connu sur les bancs de la P1 ! Merci pour tes blagues inimitables ;) et à tous les autres, je vous souhaite tous le bonheur et la réussite que vous méritez.

A l'internat pharmacie de Toulouse, ma seconde famille qui m'a remplie les yeux et l'esprit de merveilleux souvenirs. Merci pour l'installation de mes rideaux ;) nos soirées inoubliables, nos week-ends ski, week-end surf et nos innombrables fous rires ! J'espère que nous resterons en contact encore très longtemps <3

Aux équipes médicales et paramédicales des CHU de Montpellier et Toulouse, à ces professeurs et enseignants qui ont marqué mon cursus et m'ont inculquée les valeurs indispensables à l'exercice de l'art dentaire. Aux petites mains des CHU et à leur bonne humeur qui rythment notre quotidien. Aux belles rencontres que j'ai pu effectuer durant mon internat avec une mention spéciale pour Dr Canceill et nos pauses café express !

A Pierre, merci pour ton amour, ton soutien et tout ce que tu m'apportes au quotidien. Merci à ta famille et toi pour ces moments passés ensemble et pour tout le reste ;) j'espère que l'avenir nous réserve encore pleins de merveilleuses choses. *Dooset daram.*

Au président du Jury,

Monsieur le Professeur VAYSSE Frédéric

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Chef du Service d'Odontologie,
- Chef adjoint du pôle CVR,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.
Pour vos précieux enseignements théoriques et pratiques
lors de nos vacations au bloc opératoire et en clinique,
Pour votre humanisme et notre complicité
qui vont certainement nous manquer,
Veuillez trouver ici l'expression de notre plus grand respect
et nos remerciements les plus sincères.*

A la directrice de Thèse,

Madame le Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales
- D.E.A. MASS Lyon III,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- Doctorat d'Université - Université d'Auvergne-Clermont

*C'est un honneur d'avoir été sous votre direction pour la rédaction de cette thèse.
Nous vous remercions pour la confiance et la bienveillance
que vous nous avez accordée tout au long de ce travail,
Veuillez trouver ici et dans ce travail l'expression de toute notre estime,
notre sympathie et nos remerciements*

Au membre du Jury,

Madame le Docteur ESCLASSAN-NOIRRI Emmanuelle

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

*Nous sommes très honorée que vous ayez accepté de faire parti de notre jury.
Nous vous remercions pour vos la qualité de vos enseignements, théoriques et pratiques,
Pour la transmission de notre passion commune qu'est l'odontologie pédiatrique,
Veuillez trouver ici l'expression de toute notre estime,
notre sympathie et nos remerciements.*

Au membre du Jury,

Monsieur le Docteur MOURLAN LOIC

- Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- CES Prothèse, option : Prothèse fixée,
- DESU d'Endodontie de la Faculté d'Aix Marseille.

*Nous vous remercions d'avoir accepté d'être membre de notre jury.
Merci pour votre disponibilité, pour la rapidité et l'efficacité de vos relectures.
Merci pour vos précieux conseils tout au long de ce travail mais également en clinique,
Veuillez trouver ici l'expression de toute notre estime,
notre sympathie et nos remerciements*

TABLE DES MATIERES

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUCTION : | 11 |
| 1.1 | PROBLEMATIQUES | 13 |
| 1.1.1 | Contexte clinique | 13 |
| 1.1.2 | Facteurs influençant en pratique | 15 |
| 1.1.3 | Indications et contre-indications des thérapeutiques endodontiques (HAS 2008). | 18 |
| 1.2 | ANATOMIE DU COMPLEXE PULPO-DENTINAIRE | 19 |
| 1.3 | HISTO-PHYSIOLOGIE DU COMPLEXE PULPO-DENTINAIRE | 20 |
| 1.3.1 | La pulpe | 20 |
| 1.3.2 | La dentine | 22 |
| 1.3.3 | Sénescence du complexe pulpo-dentinaire | 26 |
| 1.4 | PHYSIOLOGIE DE L'INFLAMMATION PULPAIRE | 27 |
| 1.4.1 | Sources d'agression du complexe pulpo-dentinaire | 27 |
| 1.4.2 | Mécanismes de défense pulpaire | 27 |
| 1.4.3 | Mécanismes de cicatrisation pulpo-dentinaire | 33 |
| 1.5 | METHODES DIAGNOSTIQUES DE LA VITALITE PULPAIRE | 36 |
| 1.5.1 | Généralités | 36 |
| 1.5.2 | Méthodes de détermination de l'état pulpaire | 36 |
| 2 | MATERIELS ET METHODES | 42 |
| 2.1 | LA PULPOTOMIE | 42 |
| 2.1.1 | Définition | 42 |
| 2.1.2 | Technique | 44 |
| 2.2 | LES MATERIAUX | 46 |
| 2.2.1 | L'hydroxyde de calcium | 47 |
| 2.2.2 | Le MTA | 48 |
| 2.2.3 | La Biodentine™ | 50 |
| 2.2.4 | Les autres matériaux | 54 |
| 3 | RESULTATS | 55 |
| 3.1 | La pulpotomie dans notre pratique clinique | 56 |
| 3.1.1 | Cas clinique n°1 : exemple d'un cas de succès avec recul clinique de 1 an. | 56 |
| 3.1.2 | Cas clinique n°2 : exemple d'un cas d'échec sur le court terme. | 58 |
| 3.1.3 | Les patients à besoins spécifiques | 59 |
| 4 | DISCUSSION | 62 |
| 5 | CONCLUSION | 68 |

1 INTRODUCTION :

La pulpite, définie comme une inflammation de la pulpe dentaire, représente un des principaux motifs de consultation en urgence dans un cabinet dentaire (1). Devant un tel diagnostic, l'élimination du paquet vasculo-nerveux de la dent, ou biopulpectomie, est fréquemment envisagée d'emblée comme seule option thérapeutique. Aussi, une étude menée via internet en 2007 auprès des dentistes par rapport à leur pratique, a estimé à 21% le nombre de praticiens qui initieraient directement la biopulpectomie aussi appelée traitement endodontique face à une carie dentaire profonde, sans se soucier de la question du maintien de la vitalité pulpaire (2).

Ce traitement long et complexe n'est pas dénué d'échec : jusque 48% selon des analyses récentes de la littérature (3,4), ce qui accentue l'appréhension du praticien à réaliser ce geste, qui doit en plus des compétences disposer d'un plateau technique conséquent.

La biopulpectomie induit la perte de la vitalité pulpaire, qui entraîne des modifications structurales, biologiques et contribue à l'affaiblissement l'organe dentaire en abolissant ses fonctions de défense et de régénération pulpo-dentinaire et peut mettre à mal sa conservation sur l'arcade à long terme (5).

L'avancée des connaissances sur le complexe pulpo-dentinaire, de ses processus de cicatrisation, ainsi que l'émergence des matériaux biostimulants et biocompatibles rendent possibles des thérapeutiques plus conservatrices vis à vis de la pulpe. Ces thérapeutiques consistent en l'élimination de la partie pathologique de la pulpe camérale tout en préservant la pulpe radiculaire saine et ainsi les capacités naturelles de la dent « vitale ». On parle de « Vital Pulp Therapy » (VPT).

Dans ce travail, nous nous intéresserons à la pulpotomie, que l'on peut considérer comme un type de coiffage pulpaire direct. Elle est définie par le Collège National des Enseignants en Odontologie Conservatrice comme un traitement qui consiste à "recouvrir les tissus dentino-pulpaire par un biomatériau placé au contact d'une plaie pulpaire afin d'obtenir la cicatrisation dentino-pulpaire et/ou l'oblitération de la pulpe exposée par un pont dentinaire néoformé" (6).

Ce soin représente une alternative intéressante aux traitements endodontiques conventionnels en s'inscrivant dans une thérapeutique d'odontologie conservatrice à minima ; il a de plus fait ses preuves sur les dents temporaires (7).

Nous ferons, en introduction, un point sur les connaissances actuelles concernant l'anatomo-physiologie du complexe pulpo-dentinaire ainsi que la manière dont celle-ci réagit face à un processus inflammatoire. Nous détaillerons ensuite le processus inflammatoire en lui-même et les difficultés à quantifier et prendre en charge celle-ci.

Nous définirons ensuite la biopulpotomie, ainsi que les matériaux actuellement disponibles sur le marché pour sa réalisation.

Enfin, nous évaluerons les résultats obtenus au sein de notre pratique clinique. Nous comparerons ces résultats à ceux trouvés dans la littérature afin de savoir si la pulpotomie peut constituer une alternative fiable au traitement endodontique conventionnel sur les dents permanentes matures.

1.1 PROBLEMATIQUES

1.1.1 Contexte clinique

La dentisterie moderne se veut minimalement invasive et la plus préservatrice possible de la vitalité pulpaire. Or, force est de constater qu'à l'heure actuelle, les thérapeutiques endodontiques sont régies par des règles de bonnes pratiques et des classifications empiriques se basant sur les données issues de l'examen clinique et des examens radiographiques complémentaires. Cependant, l'évolution des connaissances, mais également des matériaux à notre disposition, mènent le chirurgien dentiste à se poser la question de la dévitalisation ou traitement endodontique conventionnel (TE) devant certains tableaux cliniques.

1.1.1.1 Généralités

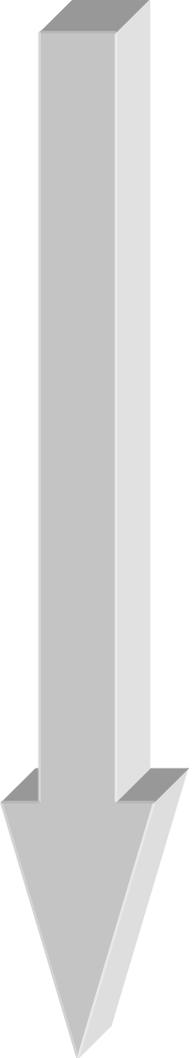
Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) il n'existe à ce jour aucun moyen de déceler l'état pathologique exact d'une pulpe lésée avec les seuls moyens cliniques. C'est pourquoi nous utilisons en pratique une classification basée sur la symptomatologie et sur les thérapeutiques envisageables telle que la classification de BAUME, qui nous donne l'orientation thérapeutique vers laquelle nous tourner à priori (8).

| | |
|-------------------------------|--|
| Catégorie I de Baume | Pulpes vivantes sans symptomatologie, lésées accidentellement ou proche d'une carie ou d'une cavité profonde. Susceptibles d'être protégées par coiffages. |
| Catégorie II de Baume | Pulpes vivantes avec symptomatologie, dont on tentera de conserver la vitalité par coiffages ou biopulpotomie. Pulpite réversible. |
| Catégorie III de Baume | Pulpes vivantes, dont la biopulpectomie et l'obturation canalair immédiate sont indiqués pour des raisons symptomatologiques, prothétiques ou iatrogène. Pulpite irréversible. |
| Catégorie IV de Baume | Pulpe nécrosée avec infection de la dentine radulaire, sans ou avec complications péri-apicales, exigent un traitement antiseptiques et l'obturation des canaux. |

Figure 1 : Classification de BAUME.

Cette classification se base sur la symptomatologie clinique pour poser le diagnostic de la pulpopathie, en indiquant de manière empirique la démarche thérapeutique à adopter dans chaque cas.

1.1.1.2 Classification des pulpopathies

- 
1. **Dent saine** : sans symptomatologie clinique et radiographique. Répondant positivement aux tests de sensibilité / vitalité pulpaire.
 2. **Pulpite réversible / hyperhémie** : symptomatologie modérée et provoquée avec une douleur aigue et transitoire qui disparaît à l'arrêt du stimulus. La douleur cède généralement aux antalgiques. L'élimination de l'irritant entraîne un retour à la normale du tissu pulpaire.
 3. **Pulpite irréversible** : inflammation sévère, symptomatologie lancinante et insomnante, ne cédant pas aux antalgiques et difficile à localiser. Les douleurs peuvent être spontanées et sont exacerbées par les stimuli tels que le chaud. Le froid peut soulager ce type de douleurs. Certaines formes asymptomatiques peuvent être rencontrées.
 4. **Nécrose** : mortification du paquet vasculo-nerveux de la pulpe. Absence de réaction aux tests de sensibilité et de vitalité pulpaire. Généralement asymptomatique.
 5. **LIPOE** : lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique. Nous ne les détaillerons pas au sein de ce travail, car celles-ci suggèrent une nécrose de la totalité du tissu pulpaire de la dent avec diffusion des bactéries et de leurs endotoxines jusqu'au péri-apex (9).

En pratique, la distinction entre les différents stades d'une pathologie pulpaire n'est pas aussi clairement définie. Il est aujourd'hui admis qu'une pulpe peut être partiellement inflammatoire et que des régions enflammées et saines peuvent cohabiter au sein de la même pulpe. Au niveau des dents pluriradiculées, une corne pulpaire peut présenter un micro-abcès, tandis qu'une autre est parfaitement saine (10,11).

C'est cette capacité de cicatrisation que l'on observe dans le cas particulier des polypes pulpaire. Présentes sur dents permanentes immatures principalement, elles se développent suite à une exposition carieuse cavitaire permettant un drainage de l'exsudat inflammatoire aigu et la prolifération de tissu de granulation inflammatoire chronique à travers cette ouverture, sous forme de polypes que des restes épithéliaux peuvent coloniser en surface. Ces polypes sont peu ou pas symptomatiques et montrent la capacités de cicatrisation et de réparation d'une pulpe inflammatoire, ainsi que le possible passage d'une pulpite aiguë à une pulpite chronique hyperplasique, une fois l'inflammation régulée (10). Ainsi, la partie coronaire de la pulpe sera en stade inflammatoire chronique, alors que la partie radiculaire asymptomatique peut s'avérer être saine (12).

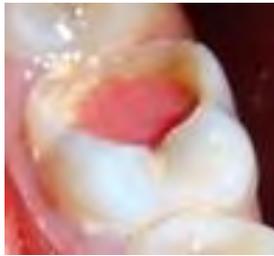


Figure 2 : Vue clinique d'un polype pulpaire (13).

Ces éléments nous permettent d'envisager d'étendre l'indication de la pulpotomie à des dents présentant une symptomatologie de pulpite irréversible. En extirpant mécaniquement les bactéries et leurs endotoxines en regard de la chambre canalaire, nous diminuerions l'œdème en présence qui entraîne (entre autre) la compression des fibres nerveuses et ainsi la symptomatologie douloureuse. La mise en place d'un matériau de coiffage nous permettrait alors d'induire la réparation du tissu pulpaire en regard de la pulpe radiculaire précédemment diagnostiquée comme saine. Cette thérapeutique permettrait le maintien de la vitalité pulpaire sur des dents en pulpite irréversible que les anciennes classifications condamneraient à une dévitalisation. C'est ce que l'on va voir dans les chapitres suivants (14).

1.1.2 Facteurs influençant en pratique

De nos jours, la difficulté d'établir un diagnostic précis de l'état de santé pulpaire demeure le plus gros obstacle dans l'indication de nos thérapeutiques endodontiques.

Nous savons qu'il y a une mauvaise corrélation entre la symptomatologie clinique et l'état histopathologique de la pulpe. C'est pourquoi notre décision thérapeutique ne pourra découler que d'un examen clinique précis combinant les données de l'anamnèse, de l'examen clinique rigoureux et de l'imagerie (15).

De plus, il existe en pratique clinique, des cas où la question de pouvoir mener à bien un traitement endodontique (TE) dans les règles de l'art se pose (16). La nécessité d'un plateau technique conséquent, la dextérité du praticien et son expérience personnelle, les caractéristiques du patient (handicaps mentaux ou moteurs, patients phobiques..etc) mais également de la dent à traiter (anatomie radiculaire complexe, calcifications pulpaire) sont autant de facteurs à prendre en considération dans le choix de nos thérapeutiques endodontiques (17).

C'est pourquoi l'**Association Américaine des Endodontistes** (AAE) a réédité en 2010 des lignes directrices pour l'évaluation de la difficulté pré-opératoire en endodontie. Il s'agit du « formulaire d'évaluation de la difficulté des cas en endodontie » qui permet au chirurgien-dentiste d'adapter sa thérapeutique à chaque cas précis (18).

Ce formulaire (cf. figure 3) comporte différentes cases à cocher en prenant compte les critères liés :

- **Au patient** : état de santé général (risque ASA, handicaps, phobiques) et dentaire (polycariés), coopération, limitation d'ouverture buccale, réflexe nauséux..etc
- **A la dent** : position, anatomie canalaire (19), antécédents endodontiques, parodontaux ou traumatiques (20).
- **A l'opérateur** : novice ou expérimenté. Une étude montre des taux de succès allant de 68% à 77,7% pour les TE réalisés par des chirurgiens-dentistes en formation spécifique d'endodontie contre 14% à 56,9% lorsqu'ils sont réalisés par les dentistes omnipraticiens (17).
- **A la technique** : sous sédation consciente par Mélange Equimolaire d'Oxygène et de Protoxyde d'Azote (MEOPA), hypnovel par voie intraveineuse ou sous anesthésie générale. Outre les difficultés techniques liées à la présence du masque, à l'éventuelle intubation et à l'impossibilité de mettre en place la digue, le praticien dispose d'un temps imparti et d'un plateau technique limité qui ne

permettent pas toujours la réalisation d'un traitement endodontique dans les règles de l'art (21).

Il s'agit d'un ensemble de facteurs pouvant compliquer la réalisation d'un traitement endodontique et ainsi son pronostic.

| Critère et sous-critère | 1 point par item | 2 points par item | 5 points par item |
|--|---|---|--|
| A. Facteurs liés au patient | | | |
| Anamnèse médicale Anesthésie Coopération | <input type="checkbox"/> Pas de problème médical (ASA 1) <input type="checkbox"/> Pas d'IN/CI de problème anesthésique <input type="checkbox"/> Coopération | <input type="checkbox"/> 1 ^{er} ou 2 ^e degré, (ASA 2) <input type="checkbox"/> Vasorestricteur CI <input type="checkbox"/> Allergie aux métaux/allergies <input type="checkbox"/> Anesthésie <input type="checkbox"/> Difficulté à tenir le fil | <input type="checkbox"/> État de santé compromis (ASA 3-4) <input type="checkbox"/> Handicap majeur <input type="checkbox"/> AICD de difficulté anesthésique <input type="checkbox"/> Non-coopération <input type="checkbox"/> Difficulté à supporter la position allongée |
| Ouverture buccale/IM | <input type="checkbox"/> Pas de limitation | <input type="checkbox"/> Limitation légère (25-35 mm) <input type="checkbox"/> Limitation dicale inflexible | <input type="checkbox"/> Limitation significative (<25 mm) <input type="checkbox"/> Douleur <input type="checkbox"/> Trismus |
| Reflexe nauséux | <input type="checkbox"/> Absent | <input type="checkbox"/> Occasionnel pendant le TI ou la prise de fil | <input type="checkbox"/> Toujours présent avant déjà compromis la réalisation de soin |
| Urgence | <input type="checkbox"/> Douleur/fonctionnalité absente | <input type="checkbox"/> Douleur/fonctionnalité modérée | <input type="checkbox"/> Douleur/fonctionnalité sévère |
| Diagnostic | <input type="checkbox"/> 2 ^e + 2 ^e mes. cohérents avec résultat de l'examen clinique/Rx | <input type="checkbox"/> Ag. différentiel difficile | <input type="checkbox"/> Données de l'examen clinique/Rx contradictoires avec 2 ^e + 2 ^e mes. <input type="checkbox"/> AICD de douleur chronique ondulante |
| Radiographie (Standard/Intraopératoire) | <input type="checkbox"/> Difficulté minime | <input type="checkbox"/> Difficulté modérée (planchet ou patient peu profonds) | <input type="checkbox"/> Difficulté sévère (supra/infrabulbaires de structures anatomiques) |
| B. Facteurs diagnostiques et thérapeutiques | | | |
| Position de la dent | <input type="checkbox"/> Antérieur/PM <input type="checkbox"/> Version < 10° <input type="checkbox"/> Rotation < 30° | <input type="checkbox"/> 1 ^{er} ou 2 ^e Mol. <input type="checkbox"/> Version 10-30° <input type="checkbox"/> Rotation 30-30° | <input type="checkbox"/> 3 ^e Mol. <input type="checkbox"/> Version > 30° <input type="checkbox"/> Rotation > 30° |
| Isolation | <input type="checkbox"/> Couronne intacte <input type="checkbox"/> Mise en place de la digue adhésive <input type="checkbox"/> Champignon stable | <input type="checkbox"/> Remaniement prévisio simple <input type="checkbox"/> Simple modification de la technique <input type="checkbox"/> Champignon difficile à stabiliser | <input type="checkbox"/> Éviscération coronaire +/- reconstitution prévisio complexe indispensable(s) <input type="checkbox"/> Modification importante de la technique |
| Morphologie coronaire | <input type="checkbox"/> Frêne originale normale <input type="checkbox"/> Obliteration coronaire simple | <input type="checkbox"/> Incurv. extrême, bandolierisme <input type="checkbox"/> Couronne usée/CCM <input type="checkbox"/> Reconstitution coronoradiculaire par matériau plastique | <input type="checkbox"/> Altération importante de la morphologie coronaire (Dens vs Dents, Couronnes faussées) <input type="checkbox"/> La restauration ne reflète pas l'anatomie réelle ou Plier de bridge <input type="checkbox"/> Inlay-cou |
| Morphologie radiculaire | <input type="checkbox"/> Courbure absente/légère (<10°) <input type="checkbox"/> Ant./PM avec 1 canal | <input type="checkbox"/> Courbure modérée (10-30°) <input type="checkbox"/> Anapulsion coronaire radiculaire <input type="checkbox"/> Ant./PM avec 2 cr. <input type="checkbox"/> Mol. avec 2 cr ou + <input type="checkbox"/> Division canalaire 1/2 couronne | <input type="checkbox"/> Courbure extrême (>30°) <input type="checkbox"/> Double courbure <input type="checkbox"/> Ant./PM Mb avec 2 cr. <input type="checkbox"/> PM Mb avec 3 cr. <input type="checkbox"/> Mol. avec 4 cr ou + <input type="checkbox"/> Division canalaire 1/2 moyen ou apical <input type="checkbox"/> Racine très longue (>30mm) <input type="checkbox"/> Canal en C |
| Apparence radiographique des canaux | <input type="checkbox"/> Canal visible <input type="checkbox"/> Apex mature | <input type="checkbox"/> Réduction volume chambre/canaux <input type="checkbox"/> Pulvérisité <input type="checkbox"/> Focus > 1 mm | <input type="checkbox"/> Dépression après image canalaire <input type="checkbox"/> Obliteration canalaire <input type="checkbox"/> Apex ouvert > 1,5 mm <input type="checkbox"/> Canal en C |
| Revision radiculaire | <input type="checkbox"/> Absente | <input type="checkbox"/> Révision apicale <input type="checkbox"/> Révision interne sans communication parodontale | <input type="checkbox"/> Révision interne avec communication parodontale <input type="checkbox"/> Révision externe |
| C. Facteurs thérapeutiques | | | |
| Traumatologie | <input type="checkbox"/> Fracture coronaire simple <input type="checkbox"/> Fracture radiculaire <input type="checkbox"/> 1/3 apical + rétrocurv. | <input type="checkbox"/> Fracture coronoradiculaire (dent mature) <input type="checkbox"/> Fracture radiculaire 1/2 moyen <input type="checkbox"/> Sub-luxation | <input type="checkbox"/> Fracture coronoradiculaire (dent immature) <input type="checkbox"/> Fracture radiculaire 1/3 coronaire <input type="checkbox"/> Fracture alvéolaire <input type="checkbox"/> Luxation <input type="checkbox"/> Exfoliation |
| Antécédent endodontique | <input type="checkbox"/> Absent | <input type="checkbox"/> Pulvérisité/ectasie sans canal | <input type="checkbox"/> Perforation <input type="checkbox"/> Bactériofaune <input type="checkbox"/> Fracture intracoronaire <input type="checkbox"/> AICD de TI non orthopédiste |
| Relations ento-parodontales | <input type="checkbox"/> Parodontie sain | <input type="checkbox"/> Maladie parodontale | <input type="checkbox"/> Atélectasie apicale <input type="checkbox"/> Dent fissurée <input type="checkbox"/> Joints endoparodontaux coronaires <input type="checkbox"/> Amputation radiculaire |
| Total | 0 à 1 | 2 à 7 | 8 à 5 |

Figure 3 : Charte d'évaluation de la difficulté endodontique pré-opératoire (22).

Chaque case cochée est affectée d'un coefficient en bas de tableau qui permet de calculer un score de difficulté :

1. Faible < 19 : Pronostic positif prévisible, traitement pouvant être réalisé par un omnipraticien compétent ayant une expérience limitée.
2. 20 < Modéré < 25 : Pronostic positif difficilement atteignable par un omnipraticien expérimenté.
3. Elevé > 25 : Penser à adresser un tel patient à un spécialiste en endodontie.

L'ensemble de ces éléments nous permettent de constater qu'il peut être complexe dans certains cas, de mener un traitement endodontique à bien. A ces éléments s'ajoutent les indications et contre-indications établies par la Haute Autorité de Santé (HAS) en 2008.

1.1.3 Indications et contre-indications des thérapeutiques endodontiques (HAS 2008).

| THERAPEUTIQUE | PULPECTOMIE | PULPOTOMIE |
|--------------------|--|---|
| INDICATIONS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pulpite irréversible ou pulpe +/- signes cliniques et/ou radiographiques de parodontite apicale ▪ Pulpe vivante avec pronostic défavorable de la vitalité pulpaire, probabilité élevée d'exposition pulpaire au cours de la restauration coronaire n'autorisant pas le coiffage direct, amputation radiculaire ou hémisection. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilité de poser la digue ▪ Catégorie I et II de Baume ▪ Possibilité de reconstituer la dent ▪ Possibilité d'appliquer une restauration étanche |
| CONTRE-INDICATIONS | <ol style="list-style-type: none"> 1. Contre-indications médicales : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Formelle : patient à haut risque d'EI, quand la pulpe est nécrosée ▪ Relative : patient à haut risque d'EI, quand la pulpe est vivante et si la réalisation du traitement endodontique est réalisable en une seule séance 2. Dent sans avenir fonctionnel, ne pouvant être restaurée de manière durable 3. Dent avec un support parodontal insuffisant | <ol style="list-style-type: none"> 1. Locales : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Catégorie III et IV de Baume ▪ Pulpe exposée suite à trauma > 24 h ▪ Dent permanente immature : apexogénèse ▪ Impossibilité champ opératoire étanche ▪ Saignement pulpaire important. ▪ Nécrose totale ou partielle des canaux radiculaires. ▪ Délabrement dentaire nécessitant un ACR. 2. Générales : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Patients immunodéprimés : antibioprofylaxie. ▪ Patients à haut risque d'EI : dent vitale et restaurable en une séance avec antibioprofylaxie flash. ▪ Contre-indications aux anesthésiques ▪ Défaut de motivation ou d'hygiène bucco-dentaire. |

Figure 4 : Indications et contre-indications des thérapeutiques endodontiques (16).

EI : endocardite infectieuse

ACR : ancrage corono-radiculaire

Nous reprenons ici les indications et contre-indications proposées par la HAS en 2008 dans le cas d'un coiffage pulpaire direct, la pulpotomie correspondant également en terme de sémantique à « un coiffage direct via la mise en place d'un matériau bio-actif au contact direct de la pulpe dentaire » (23,24).

1.2 ANATOMIE DU COMPLEXE PULPO-DENTINAIRE

La dent est constituée anatomiquement du tissu pulpaire entouré par de la dentine, elle-même recouverte par du cément au niveau radiculaire et de l'émail au niveau coronaire. La dentine et la pulpe ont la même origine mésenchymateuse et entretiennent des interrelations anatomiques, histologiques et fonctionnelles qui font en sorte qu'on parle de complexe pulpo-dentinaire. Tout ce qui affecte la dentine se répercute au niveau de la pulpe, et inversement (6).

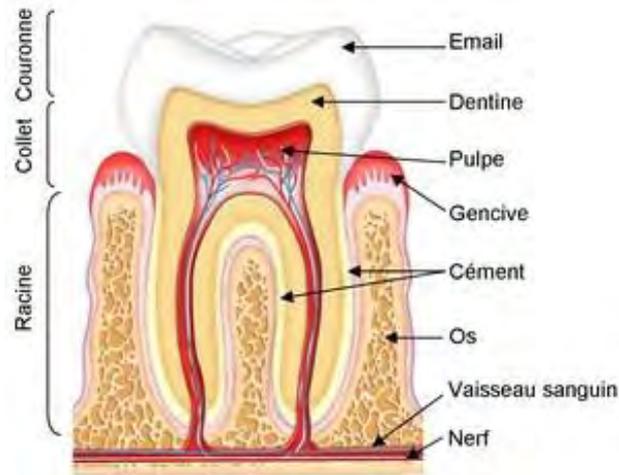


Figure 5 : Coupe schématique d'une molaire mandibulaire (25).

Le complexe pulpo-dentinaire est composé de deux parties :

- l'une minéralisée : la dentine, formée à partir d'une matrice extracellulaire déposée par les odontoblastes.
- l'autre non minéralisée : la pulpe, contenant les éléments vasculaires et nerveux essentiels à la vitalité de la dent. Sa principale fonction est la production de dentine (26).

1.3 HISTO-PHYSIOLOGIE DU COMPLEXE PULPO-DENTINAIRE

1.3.1 La pulpe

La pulpe est un tissu conjonctif lâche composé de cellules dispersées dans une matrice extracellulaire hydratée peu dense. Ses cellules sont responsables des propriétés dentinogénétiques (odontoblastes), nutritives et sensorielles du tissu (fibres nerveuses myéliniques et amyéliniques). Sont également présentes des cellules associées à la vascularisation et à la défense ainsi que des cellules mésenchymateuses indifférenciées que nous détaillerons plus tard (10). Cet ensemble assure la vitalité ainsi que le potentiel conservateur et régénérateur de la dent.

1.3.1.1 Structure

a) Macroscopiquement

La pulpe est divisée en deux zones distinctes : la pulpe camérale au niveau de la couronne dentaire et la pulpe radiculaire au niveau des racines.

b) Microscopiquement

Elle est divisée classiquement en quatre zones, de la périphérie vers le centre :

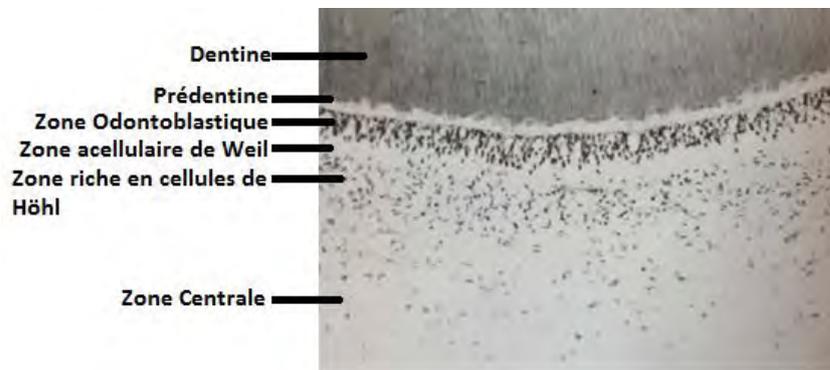


Figure 6 : Coupe histologique du complexe dentino-pulpaire (5).

1. **Zone odontoblastique** : Les odontoblastes sont des cellules hautement différenciées, post mitotiques et organisées en palissade unicellulaire faisant front à la zone de prédentine qui se stratifie progressivement (26). Leurs corps cellulaires sont situés dans la pulpe et leurs prolongements cytoplasmiques se trouvent dans les tubulis dentinaires (cf figure 7). Ils sont reliés entre eux par des jonctions cellulaires étanches de type gap-jonctions qui sont responsables d'une communication intercellulaire indispensable au processus de

cicatrisation pulpaire (Magloire et al. 2004). Les odontoblastes coronaires sont allongés et pyramidaux alors que leurs homologues radiculaires sont cubiques, signe d'une activité inférieure (2).

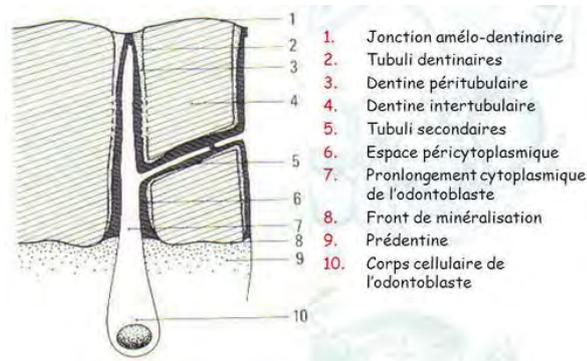


Figure 7 : Schéma d'une unité dentinaire (27).

2. **Zone acellulaire de Weil** : contient la majeure partie du plexus capillaire sous-odontoblastique et les branches terminales des fibres nerveuses sensibles et autonomes (plexus de Raschkow) (10).
3. **Zone riche en cellules de Höhl** : contient des cellules fibroblastiques, mésenchymateuses indifférenciées et dendritiques assurant la surveillance immunitaire du tissu. On y retrouve également des cellules indifférenciées de Höhl possédant un potentiel de différenciation en odontoblastes de remplacement lors de situations pathologiques.
4. **Zone centrale** : contient principalement des fibroblastes qui jouent un rôle primordial dans la cascade enzymatique du complément lors de la réponse inflammatoire pulpaire ainsi que dans la sécrétion de facteurs de croissance influant sur la cicatrisation pulpaire (About et coll. 2013). Sont présentes également des cellules mésenchymateuses indifférenciées et des cellules immunocompétentes. Il existe dans la pulpe des anastomoses artério-veineuses qui contribuent à la régulation du débit sanguin et de la pression intra-pulpaire lors des processus inflammatoires. Le réseau nerveux est essentiellement constitué de fibres sensibles issues du nerf trijumeau dont les corps cellulaires sont dans le ganglion de Gasser ; un neurone trigéminal peut innervier deux pulpes différentes ce qui explique les difficultés qui peuvent exister à identifier une dent causale.

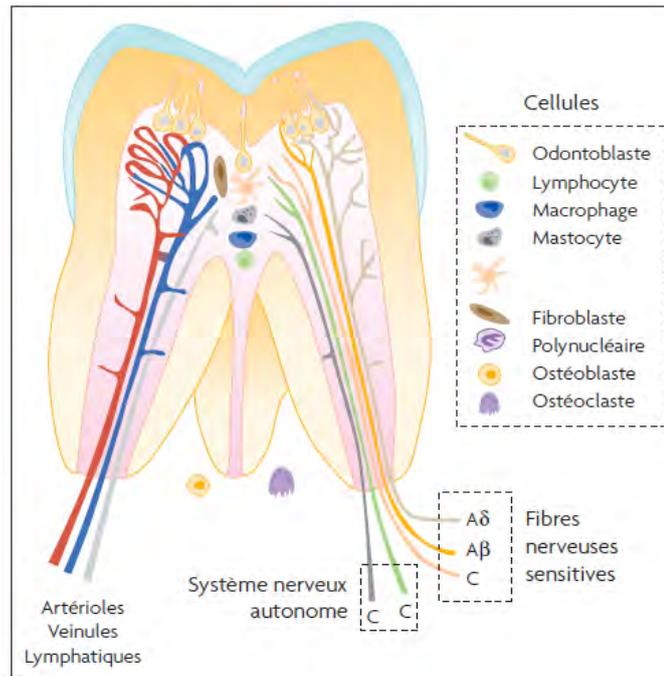


Figure 8 : Vue schématique des principaux constituants pulpaires (26).

L'ensemble de ces structures est noyé au sein de la matrice extracellulaire composée de collagènes de type I (56%), III (41%), IV, V et VI et de protéines non collagéniques (glycosaminoglycane, glycoprotéines, phosphoprotéines, fibronectine, élastine, métalloprotéases matricielles, lipides..etc) (10).

1.3.2 La dentine

1.3.2.1 Composition

Les odontoblastes sont responsables de la formation de la dentine et de sa réparation durant toute la vie de l'organe dentaire. La dentine est un tissu conjonctif minéralisé non vascularisé et non innervé. Elle constitue la majeure partie de la dent.

1.3.2.2 Structure

La dentine est bordée par l'émail au niveau de la couronne et par le ciment au niveau de la racine qui l'isole du milieu extérieur (28). Elle est perforée de millions de canalicules dentinaires qui convergent vers la pulpe. Leur nombre augmente à la proximité pulpaire : la dentine est donc de plus en plus perméable au fur et à mesure que l'on se rapproche de la pulpe.

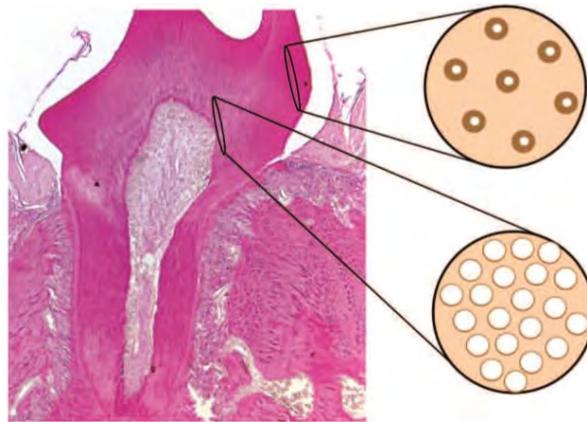


Figure 9 : Représentation de la densité des tubulis dentinaires (26).

La dentine est capable d'être réparée grâce à la dentinogénèse tant que la pulpe est vitale et fonctionnelle (29).

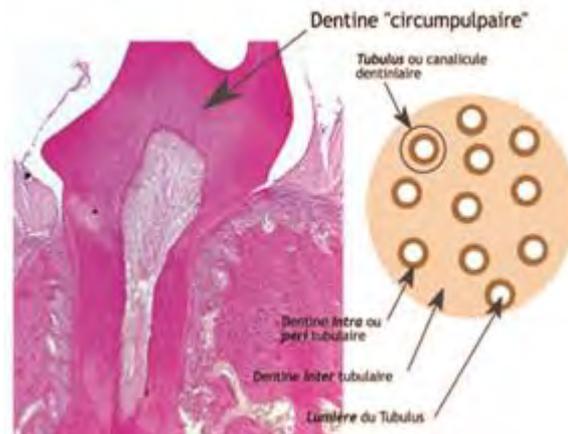


Figure 10 : Schéma de la structure de la dentine circumpulpaire (orthodentine) (26).

La dentine circumpulpaire est constituée de la dentine inter-tubulaire et intra-tubulaire (cf. figure 10). La sécrétion de dentine intra-tubulaire est continue tout au long de la vie de la dent diminuant ainsi le diamètre tubulaire, et peut être accélérée dans certaines conditions physio-pathologiques (agression carieuse, abrasion, etc...) (30).

Il existe plusieurs types de dentines (31):

a) Physiologiquement

- **Prédentine :** « matrice organique dentinaire non minéralisée située entre la couche odontoblastique et la dentine minéralisée ».

- **La dentine primaire / orthodentine** : se développe lors de la formation de l'organe dentaire, jusqu'à l'éruption dans la cavité buccale. Elle constitue la plus grande partie de la dentine présente dans la dent.
- **La dentine secondaire** : sa formation débute au moment de l'éruption de la dent sur l'arcade. Elle correspond à l'apposition continue et physiologique de dentine au niveau du plancher et du plafond de la cavité pulpaire par les odontoblastes (28).

Les prolongements cellulaires des odontoblastes traversent la prédentine (10).



Figure 11 : Représentation schématique des deux types de dentines physiologiques (26).

b) Physio-pathologiquement

La déminéralisation du tissu dentinaire entraînée par la diffusion des bactéries carieuses, de leurs acides et de leurs endotoxines, s'accompagne d'une libération de molécules bioactives initialement séquestrées dans la dentine dont nombreux facteurs de croissance, notamment ceux de la famille TGF-B (tissue growth factors) (5). Ces facteurs stimuleraient les cellules odontoblastiques qui constituent la première ligne de défense vis-à-vis de l'agression carieuse, ainsi que la sécrétion de dentine tertiaire.

On constate rapidement une diminution de la perméabilité dentinaire par apposition de dentine intra-tubulaire et de dépôts de cristaux d'origine minérale au sein des canalicules, que l'on appelle la « dentine sclérotique » (29).



Figure 12 : Apposition minérale au sein de la dentine sclérotique (5).

- **La dentine tertiaire** : sécrétée lors d'un processus réactionnel à une agression afin de protéger la pulpe, elle présente une structure très désorganisée (29). On distingue différents types de dentines tertiaires, selon l'intensité et la vitesse de progression de la réaction inflammatoire mais aussi des capacités de défense pulpaire, nous différencions :

1. **La dentine réactionnelle (ou orthodentine)** : produite par les odontoblastes de 1^e génération en regard des caries dentinaires initiales peu profondes. De type canaliculaire, elle ressemble à la dentine secondaire physiologique avec laquelle elle est en continuité (28). Histologiquement, la zone de stimulation de ces cellules est démarquée par une ligne calco-traumatique (cf. figure 13).

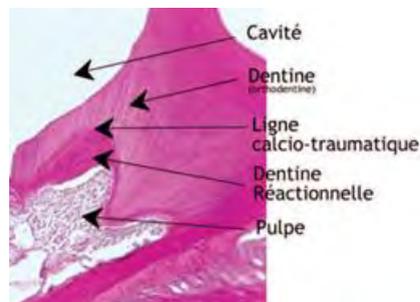


Figure 13 : Coupe histologique d'une molaire de souris avec obturation coronaire (26).

2. **La dentine réparatrice** : lors d'une agression importante, il y a destruction de la palissade odontoblastique, ce qui entraîne le recrutement de nouvelles cellules progénitrices et leur différenciation en cellules odontoblastes-like qui édifient en une dizaine de jours cette dentine dépourvue de canalicules qui peut contenir des inclusions cellulaires (28). C'est également cette dentine que l'on observe suite à un coiffage pulpaire, elle est caractérisée par la présence d'un pont dentinaire (32,33).

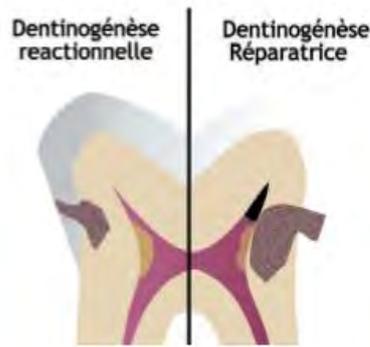


Figure 14 : Dentinogénèse réactionnelle et la dentinogénèse réparatrice (26).

1.3.3 Sénescence du complexe pulpo-dentinaire

a) Physiologiquement

- Réduction du volume pulpaire du fait de l'apposition continue de dentine secondaire
- Diminution du nombre de cellules actives (odontoblastes, fibroblastes, cellules indifférenciées)
- Diminution de la densité vasculaire ET nerveuse
- Accumulation des fibres de collagène (fibrose)
- Oblitération des canalicules dentinaires : sclérose dentinaire (29)

L'ensemble de ces phénomènes réduit considérablement les capacités de défense mais également de cicatrisation pulpaire, le risque de nécrose pulpaire est augmenté (28). On assiste à une diminution de la sensibilité dentinaire et de l'hémorégulation. On appelle cela la fibrose dentaire (23).

b) Physio-pathologiquement

Le passé inflammatoire de la dent, notamment suite à une dentinogénèse réactionnelle, entraîne un vieillissement pulpaire prématuré en diminuant son potentiel réparateur. En effet, une agression antérieure peut conduire à la formation d'un tissu fibreux de cicatrisation, avec une diminution de la vascularisation et donc une diminution du potentiel de réparation (34).

1.4 PHYSIOLOGIE DE L'INFLAMMATION PULPAIRE

1.4.1 Sources d'agression du complexe pulpo-dentinaire

Suite à toute agression, la destruction des tissus durs protégeant la pulpe (email, dentine, cément), expose celle-ci à des irritants exogènes (agents biologiques, chimiques ou physiques). Ces agressions peuvent être d'origine :

- Traumatique : attrition, abrasion, fracture, érosion, luxations...etc.
- Iatrogène : consécutive à des manœuvres de dentisterie opératoire (fraisage traumatique, cytotoxicité des matériaux, absence d'étanchéité des restaurations...etc.)
- Infectieuse : les caries et leurs métabolites.

Les caries dentaires et leurs métabolites constituant la principale voie de pénétration bactérienne, nous décrirons les mécanismes de défense pulpaire vis-à-vis d'une lésion carieuse profonde. En effet, il s'agit d'une maladie infectieuse multifactorielle à caractère inflammatoire qui constitue un problème majeur de santé publique. L'OMS estimait à 5 milliard le nombre de personnes atteintes de caries en 2014 dans le monde (33).

1.4.2 Mécanismes de défense pulpaire

Toute irritation de l'organe pulpo-dentinaire entraîne une réponse inflammatoire pulpaire, qui constitue le premier rempart de notre système de défense. Quand le stimulus n'excède pas la capacité de guérison de la pulpe, des modifications peuvent apparaître, incluant la réparation. Le cas échéant, si le système de défense se trouve débordé, cela peut conduire à la nécrose pulpaire (10).

Cette réaction inflammatoire initiale dépend de l'intensité et de la durée de l'agression, mais également de l'état préalable de la pulpe : âge dentaire, antécédents de traumatismes ou restaurations coronaires, calcifications ...etc (3). Elle a pour rôles la détersion de la plaie pulpaire dans un premier temps, puis elle contribue à la mise en place du processus de réparation / cicatrisation.

1.4.2.1 Réaction inflammatoire

a) Au niveau tissulaire

La pulpe dentaire est un tissu conjonctif enfermé dans une cavité close et inextensible par les parois dentinaires minéralisées. La vascularisation pulpaire est de type terminale : les vaisseaux entrent et sortent du canal radiculaire par un ou plusieurs orifices étroits au foramen apical. Ces deux particularités confèrent à la pulpe une fragilité accrue vis-à-vis des agressions qu'elle peut subir.

En cas d'irritation, la pulpe dentaire va réagir en développant une réaction inflammatoire appelée « pulpite ». Celle-ci se traduit cliniquement par les quatre signes cardinaux classiques de l'inflammation aiguë : rougeur, chaleur, tuméfaction, douleur.

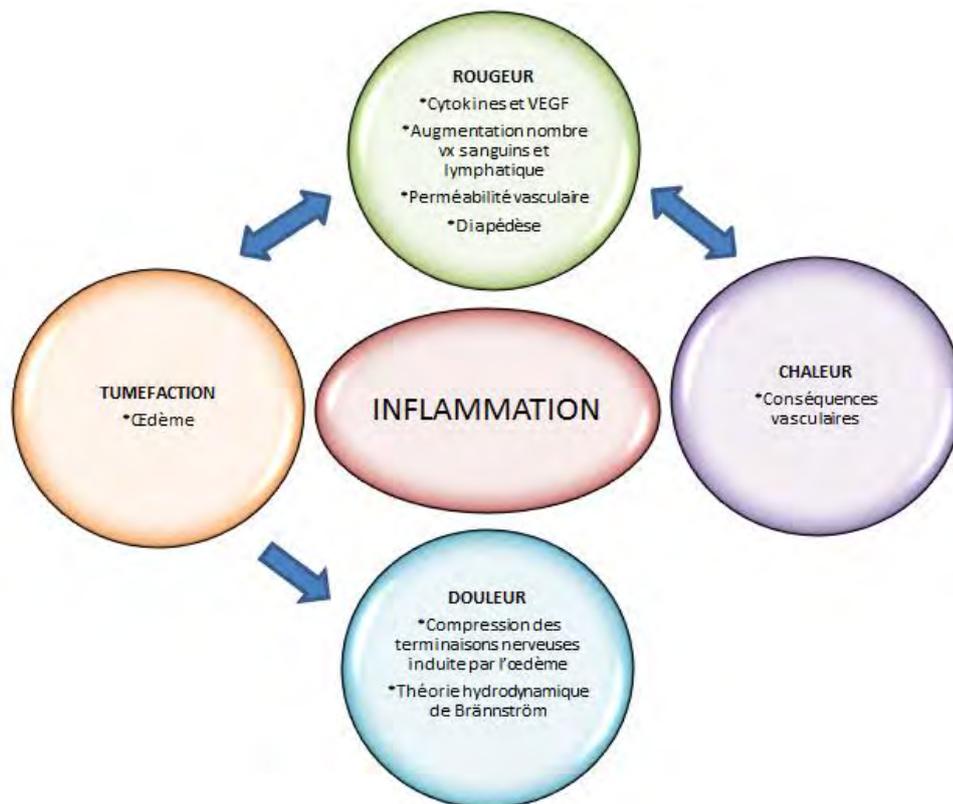


Figure 15 : 4 signes cardinaux de l'inflammation. VEGF : Facteur de croissance vasculaire.

b) Au niveau cellulaire

L'augmentation de la perméabilité vasculaire permet le phénomène de diapédèse, tel qu'il existe dans les autres tissus conjonctifs de notre corps. Ce qui permet d'amener par voie sanguine, les cellules responsables de la détersion bactérienne et les cellules capables d'initier le phénomène de réparation pulpaire.

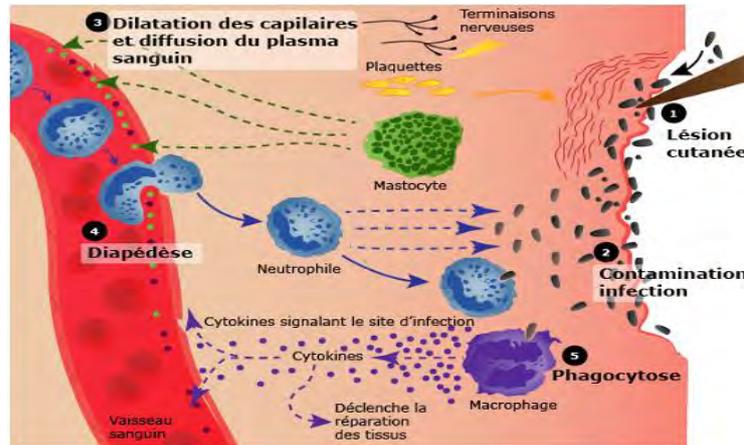


Figure 16 : Schéma de diapédèse en regard d'un tissu conjonctif tel que le tissu pulpaire (35).

La théorie hydrodynamique de Brännström est aujourd'hui largement acceptée par la communauté scientifique pour expliquer la transmission nerveuse douloureuse à l'échelle dentaire. L'œdème engendré par le phénomène inflammatoire entraîne une surpression au sein de la cavité pulpaire. Cet œdème entraîne une compression des terminaisons nerveuses qui, par mécanique des fluides, est responsable de la transmission de l'information douloureuse.

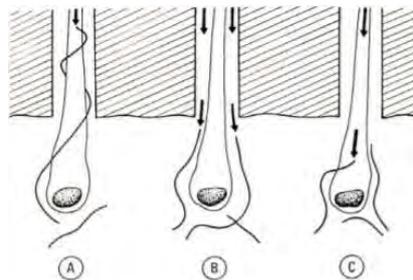


Figure 17 : schématisation de la théorie hydrodynamique de Brännström (36).

A : excitation directe des fibres nerveuse intra-dentaire

B : modification des propriétés hydrodynamiques des fluides intratubulaires et excitation secondaire des fibres nerveuses terminales péri-odontoblastiques

C : excitation des odontoblastes et transmission directe aux fibres nerveuses terminales péri-odontoblastiques

On considère que la pulpe est directement exposée aux bactéries et à leurs toxines lorsqu'il ne reste plus que 0,5 mm d'épaisseur de dentine résiduelle (5).

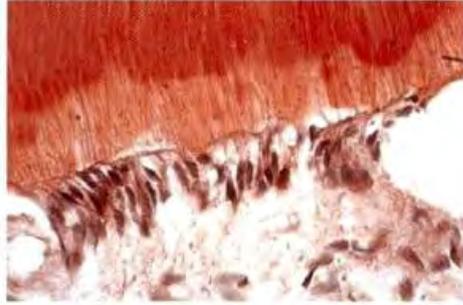


Figure 18 : Signe de souffrance dans une rangée d'odontoblastes situés en regard d'une carie : disposition irrégulière avec des espaces vides indiquant que des corps cellulaires ont disparus (10).

Toutes les agressions ne provoquent pas des dommages irréversibles, si la lésion carieuse est éliminée ou s'arrête, le tissu conjonctif pulpaire peut reprendre un aspect tout à fait normal (37).

1.4.2.2 Réaction immunitaire innée et acquise :

L'infection des tissus dentaires se traduit par l'activation de la réponse immunitaire innée, puis acquise, que nous allons détailler ci-dessous (cf. figure 19).

1. Les odontoblastes sont les premières cellules à réagir face à la maladie carieuse via les récepteurs de l'immunité innée à savoir les Toll Like Receptor (TLR). Avec la progression carieuse, on assiste à la disparition de la palissade odontoblastique et une réponse à l'agression carieuse par les cellules pulpaires résidentes et périphériques qui sont recrutées sur le site selon des mécanismes non entièrement élucidés de nos jours (fibroblastes, cellules endothéliales, cellules souches...etc) via leurs récepteurs PRRs (Pattern Recognition Receptors) aux PAMPs (Pathogen Associated Molecular Patterns). Une fois stimulés, ces récepteurs activent le processus inflammatoire via la libération des protéines NF- κ B (nuclear factor- kappa B) et p38 MAP kinase au sein des cellules. Ces protéines activent à leur tour la sécrétion de cytokines proinflammatoires, chémokines et de peptides antimicrobiens (5). S'ensuivent un recrutement et une stimulation des cellules de l'inflammation chronique ainsi que des processus moléculaires intervenant dans la destruction des bactéries de la maladie carieuse (12).

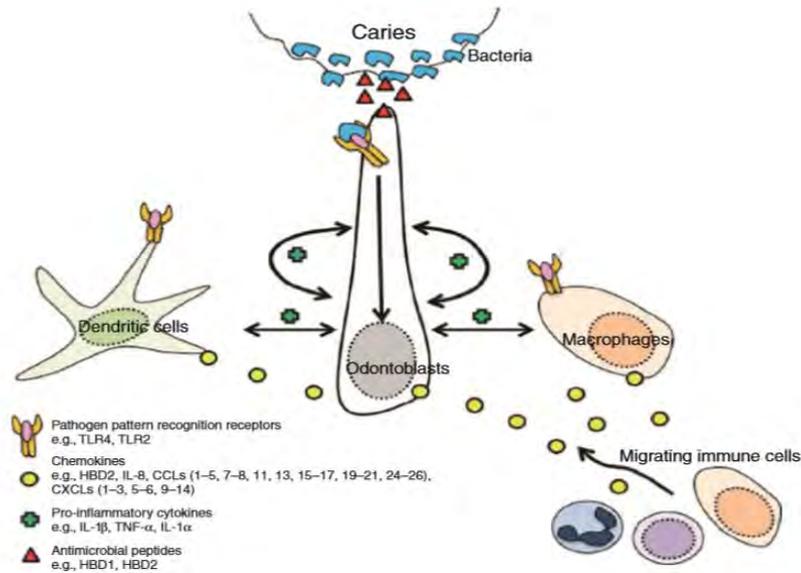


Figure 19 : Immunité innée représentée au sein de la couche odontoblastique.

2. L'exposition bactérienne entraîne également la stimulation du système immunitaire adaptatif (acquis), mettant en jeu la production d'anticorps. La défense de l'hôte au niveau pulpaire est assurée par trois types de cellules immunocompétentes : les cellules dendritiques, les macrophages et les lymphocytes (T et B). D'autres cellules sont également retrouvées ponctuellement au sein du tissu pulpaire inflammatoire telles que les cellules du système du complément, les plaquettes, les neutrophiles mais également les cellules souches mésenchymateuses indifférenciées qui joueraient un rôle déterminant dans le processus de cicatrisation pulpaire (38). La concentration et la nature de ces cellules varient en fonction de la profondeur de l'atteinte carieuse ce qui explique les différents types de réponses pulpaires que l'on peut rencontrer face à différents types de stimuli. Ainsi, on pourra observer au sein de la pulpe plusieurs manifestations, en réaction à l'agression (39).
3. Les complexes immuns antigènes-anticorps, les toxines bactériennes ainsi que les produits dérivés des réactions immunitaires entraînent la destruction du tissu pulpaire et l'aggravation de son inflammation. La libération de molécules telles que les enzymes protéolytiques extracellulaires, les enzymes lysosomaux provenant de la dégradation des leucocytes et les espèces réactives de l'oxygène

(ROS) provoquent la formation de lésions dites collatérales et l'apparition de micro-abcès au sein de la pulpe (5).

Dans une pulpe atteinte de manière réversible, l'ensemble des ces phénomènes à l'origine de l'inflammation pulpaire, va s'auto-réguler afin d'engranger la réparation du complexe dentino-pulpaire (40).

La figure 20 reprend les principales substances intervenant dans ce processus, leur origine et leur action.

| Médiateurs | | Origine | Action | | | |
|---------------------------|--|---|----------------|--|---------------------|------------------------|
| | | | Vasodilatation | Augmentation de la perméabilité vasculaire | Effet chimiotaxique | Autre |
| Amines vasoactives | Histamine, sérotonine | Mastocytes, leucocytes basophiles, plaquettes sanguines | + | + | - | Adhérence leucocytaire |
| Prostaglandines | PGE1, PGE2 | Membranes cellulaires | + | Potentialise l'effet d'autres médiateurs | - | Douleur, fièvre |
| Système des kinines | Bradykinine | Précurseurs plasmatiques | + | + | - | Douleur |
| Neuropeptides | Substance P, CGRP, NPK, NKA, SOM, ... | Fibres nerveuses sensibles | ± | ± | - | Douleur |
| Système de la coagulation | Fibrinopeptides | Précurseurs plasmatiques | - | + | + | - |
| Système du complément | C3a | Précurseurs plasmatiques | - | + | - | Opsonisation (C3b) |
| | C5a | | - | + | + | Adhérence leucocytaire |
| Cytokines | Interleukines, TGF, TNF α , ... | Macrophages, lymphocytes, cellules NK, mastocytes | - | - | + | Adhérence leucocytaire |

Figure 20 : Principaux médiateurs de l'inflammation pulpaire (10).

1.4.3 Mécanismes de cicatrisation pulpo-dentinaire

Suite au processus inflammatoire, dans les cas d'atteintes réversibles de la pulpe, une fois le stimulus éradiqué et éventuellement après la mise en place d'un biomatériau de coiffage, on constate une réparation tissulaire caractérisée par des proliférations cellulaires puis un remodelage des tissus altérés (40).

Dans le cadre de la pulpotomie, il y a éviction de la totalité de la pulpe camérale, ce qui entraîne la suppression de la rangée d'odontoblastes de la couche de Höhl. Cependant, on note le recrutement de néo-odontoblastes capables de sécréter une matrice de dentine réparatrice. Pour ce faire, il faut avoir recours à des cellules progénitrices (ou cellules souches) qui dans un premier temps vont être attirées sur le site par chimiotactisme ou plithotaxis (41).

Bien que plusieurs éléments suggèrent la présence de cellules souches quiescentes dans la pulpe dentaire radiculaire, les processus d'activation et de migration cellulaires en réponse à une blessure ou une préparation cavitaire comme dans le cadre de la pulpotomie, sont encore non entièrement élucidés (29). Néanmoins, plusieurs molécules bioactives sont systématiquement retrouvées dans ce mécanisme et notamment (42):

- **TGF B1** : facteur de croissance transformant bêta 1 (libéré par les fibroblastes notamment) qui influe sur le chimiotactisme des cellules souches de la pulpe radiculaire et leur différenciation en cellules odontoblastiques,
- **FGF-2** : facteur de croissance fibroblastique 2, impliqué dans l'angiogénèse et peut agir comme mitogène sur les cellules progénitrices de la pulpe. Il induit également la minéralisation de Ca²⁺ en présence de collagène (in vitro chez le rat),
- **VEGF** : facteur de croissance de l'endothélium vasculaire.

Concernant les processus cellulaires en jeux :

- Une étude portant sur des molaires immatures humaines sur lesquelles avaient été réalisées des cavités d'accès profondes suite à une exposition pulpaire carieuse modérée démontre une migration des cellules souches de la zone péri-vasculaire jusqu'au site endommagé en quatre semaines (43),

- Une autre étude menée sur les rats, montre l'infiltration de macrophages au niveau des sites de cicatrisation entre 1 et 28 jours suite à une pulpotomie. Ils sont issus des monocytes circulants dans les vaisseaux sanguins périphériques (44),
- D'autres auteurs citent les fibroblastes ou encore les cellules mésenchymateuses indifférenciées présent dans la pulpe radiculaire, dans le phénomène de cicatrisation pulpo-dentinaire (45),
- La migration de ces cellules se ferait de manière groupée, à partir de la région péri-apicale vers la zone coronaire lésée, selon un phénomène mis en évidence suite à des expositions pulpaires chez le rat et nommé plithotaxis (41). Les cytokines pro-inflammatoires sécrétées suite à l'inflammation pulpaire seraient à l'origine de ce recrutement,
- Les péricytes pulpaire sont des cellules situés dans le dédoublement de la membrane basale des capillaires et des veinules post-capillaires, qui recouvrent les cellules endothéliales. Ces cellules ont un potentiel de différenciation en fibroblastes, mais l'on ne sait pas exactement si elles sont résidentes ou issues d'une localisation distante et arrivées sur le site par la vascularisation (46).

Les foyers inflammatoires présents dans la pulpe sont remplacés en 3 à 6 jours par un tissu de granulation où prolifèrent des néo-fibroblastes qui vont synthétiser du collagène et de la fibronectine. Ces fibres de collagènes vont attirer des sels minéraux et contribuer à la minéralisation de la matrice extra-cellulaire sous forme de couche tissulaire irrégulière que l'on appelle la fibrodentine (à 2 semaines). Cette fibrodentine est nécessaire à la différenciation des odontoblastes de remplacement et à la formation de dentine réparatrice (47).

Suite à l'arrivée de ces « néo-odontoblastes », de multiples foyers minéralisés vont se développer sous forme d'ostéodentine avec une structure proche de celle de l'os avec des inclusions cellulaires et vasculaires (About et coll., 2000). Par la suite, ces foyers de minéralisation pulpaires vont fusionner pour former un pont dentinaire.

Ce n'est qu'après 3 mois que ce pont dentinaire est objectivable à la radiographie (7).

Il est à noter que tout processus de cicatrisation pulpo-dentinaire entraîne une certaine forme de sénescence des capacités de défense pulpaire. Une dent avec des antécédents de phénomènes inflammatoires se défendra moins bien qu'une dent initialement saine.

Le tissu pulpaire peut ainsi réagir à différents types de stimuli, selon l'intensité et la rapidité du stimulus, mais également selon les antécédents de la dent (traumatismes, restaurations coronaires), la pulpe dentaire en souffrance va réagir de diverses manières que nous appelons pulpopathies que nous tentons de mettre en évidence et de diagnostiquer de manière la plus précise possible via les méthodes diagnostiques que nous allons détailler dans le chapitre suivant.

1.5 METHODES DIAGNOSTIQUES DE LA VITALITE PULPAIRE

1.5.1 Généralités

La difficulté d'établir un diagnostic de l'état pulpaire à l'aide des seuls signes cliniques demeure notre plus gros obstacle aujourd'hui, connaissant mauvaise corrélation de celles-ci avec l'état histopathologique de la dent. C'est pourquoi notre décision thérapeutique ne pourra découler que d'un examen clinique précis combinant les données de l'anamnèse, de l'examen clinique rigoureux et de l'imagerie (15).

1.5.2 Méthodes de détermination de l'état pulpaire

D'après les recommandations de la HAS de 2008 (15), le coiffage pulpaire direct et dans notre cas la pulpotomie, n'est envisageable que sur une pulpe atteinte de façon réversible (classe II BAUME). Dans le cadre de notre étude, nous en étendons les indications aux dents présentant une symptomatologie de pulpite irréversible. Il faudra dans ce cas objectiver cliniquement en per-opératoire que la pulpe radiculaire est saine, afin de pouvoir espérer une cicatrisation pulpaire suite à la mise en place du biomatériau de coiffage.

Afin de l'orienter dans le diagnostic de l'état pulpaire, le chirurgien-dentiste dispose d'une batterie de tests. Le test idéal se doit d'être simple, rapide, objectif, standardisé, reproductible, non douloureux, non préjudiciable et précis (48).

On teste toujours dans un premier temps une dent supposée saine, puis la dent suspectée pour évaluer comparativement la réaction pulpaire :

- Une absence de réaction signe généralement une nécrose pulpaire (Miller et coll., 2004)
- Une réaction au stimulus qui cesse dès la fin de l'application nous indique une pulpe saine ou en pulpite réversible selon l'intensité de la réponse
- Une réaction exacerbée et perdurant à l'arrêt du stimulus signe une pulpite irréversible

Les résultats de ces tests sont à corrélés à un examen clinique et radiographiques rigoureux, afin de nous orienter dans le choix de la thérapeutique à mettre en œuvre : tentative de conservation de la vitalité pulpaire ou TE conventionnel (29).

1.5.2.1 Tests de sensibilité pulpaire :

Il s'agit des tests thermiques et du test électrique qui évaluent la réponse nerveuse de la pulpe face à un stimulus. Plus l'intensité du stimulus croît, plus le nombre de fibres nerveuses activées augmente, et plus la réponse sensorielle sera importante. Les stimuli doivent être appliqués à proximité des cornes pulpaires, où la densité nerveuse est la plus forte. Cependant, la réponse pulpaire peut être affectée par l'épaisseur d'émail et de dentine, la présence d'une restauration coronaire, de problèmes parodontaux ou gingivaux et autres (48).

1.5.2.1.1 Tests thermiques

A effectuer sur des dents préalablement séchées et isolées. Ce sont les plus connus, et les plus utilisés, car ils sont simples à mettre en œuvre.

1.5.2.1.1.1 *Test au froid*

Le plus souvent effectué avec une boulette de coton réfrigérée avec un spray tel que le dichlorodifluorométhane. Celle-ci est appliquée sur la face vestibulaire (dents antérieures) ou occlusale des dents cuspidées (37). Il est rapporté un certain nombre de cas où le froid calmerait les douleurs sur une dent en pulpite irréversible (49).



Figure 21 : boulette de coton réfrigérée placée en vestibulaire de la 21 (50).

1.5.2.1.1.2 *Test au chaud*

Le test au chaud est généralement effectué avec un morceau de gutta-percha chauffé à la flamme et placé sur la face vestibulaire de la dent préalablement isolée avec un peu de vaseline. Ce test doit être utilisé avec précaution car une chaleur excessive peut endommager la pulpe (51). Le test au chaud peut déclencher des douleurs très vives, c'est pourquoi il est conseillé d'avoir à proximité une seringue d'eau froide afin de soulager le patient rapidement. Le test au chaud s'avère moins discriminant que le test au froid (48).



Figure 22 : gutta-percha chaude appliquée en vestibulaire de la 21 (50).

1.5.2.1.2 Tests électriques

La stimulation se fait avec un « pulp tester » qui consiste à stimuler les fibres nerveuses en appliquant un courant électrique sur la surface dentaire. Il est demandé au patient de se manifester lorsqu'il ressent une sensation de chaleur ou de picotement. La valeur numérique indiquée par l'appareil ne nous renseigne en rien sur la vitalité pulpaire. Elle peut néanmoins être utile dans le cadre du suivi de la vitalité pulpaire d'une dent (37). Ce test est peu utilisé en pratique. Il est complémentaire aux tests de sensibilité thermique.



Figure 23 : Pulp tester appliqué sur la 21 à l'aide d'une électrode (50).

1.5.2.1.3 Limites

En évaluant la réponse des fibres nerveuses aux stimuli, les tests de sensibilité nous renseignent uniquement sur la partie sensorielle de la dent. Ils ne nous donnent aucune indication sur la vascularisation pulpaire qui reste un élément primordial de la vitalité pulpaire et qui détermine le degré d'inflammation pulpaire et le potentiel de cicatrisation de la pulpe (51). Or ce sont ceux-ci qui sont utilisés en pratique quotidienne, du fait de la simplicité de leur mise en œuvre.

Il n'est par ailleurs pas rare d'observer des faux positifs et faux négatifs.

- 1) **Faux positifs** : dents non vitales répondant positivement aux tests. Lors d'un test électrique par exemple, du tissu nécrotique ou une restauration métallique

peuvent conduire le courant vers un tissu nerveux sain adjacent (48)). De même, sur les dents pluriradiculées pour lesquelles le tissu nerveux peut être vital dans une racine, et pas dans les autres (12).

- 2) **Faux négatifs** : dents vitales répondant négativement aux tests. C'est le cas chez les sujets âgés ou l'on constate un rétrécissement physiologique de la cavité pulpaire ou encore sur des pulpes présentant des calcifications ou de grosses restaurations coronaires.

Il est à noter que, suite à un traumatisme la réponse à ces tests ne peut être interprétable et nécessite un suivi, du fait de la sidération pulpaire dans les premiers temps (48).

Par conséquent, les tests de sensibilité ne permettent pas de prédire la vitalité pulpaire à proprement dit. D'autres tests, en se basant sur la vascularisation pulpaire, ont tenté de prédire la vitalité pulpaire, nous allons les détailler ci-dessous.

1.5.2.2 Tests de vitalité pulpaire

Parmi ces tests, il existe l'oxymétrie pulsatile et la fluxmétrie laser Doppler.

1.5.2.2.1 Oxymétrie pulsatile

Mesure la saturation en oxygène de l'hémoglobine au niveau des capillaires sanguins de la pulpe dentaire de patients sous anesthésie générale ou sédation. Elle reste une technique en cours d'expérimentation dans le cadre de l'odontologie et n'est pas aisément applicable en pratique.

1.5.2.2.2 Fluxmétrie par Laser Doppler

Permet d'évaluer la vitalité via la perfusion sanguine de la pulpe dentaire. Cette technique demeure encore au stade expérimental dans le cadre de la dentisterie (52) car difficile à mettre œuvre en pratique.



Figure 24 : Sonde optique permettant une fluxmétrie sur une 11 (53).

Les tests de sensibilité et de vitalité pulpaire constituent une aide indéniable dans le diagnostic de l'état inflammatoire pulpaire à priori. Cependant, il n'existe pas à ce jour de test entièrement fiable, il a été montré que ces tests possèdent une sensibilité de 84,4% dans les cas de pulpites irréversibles. Ce qui veut dire que dans près de 16 cas sur 100, la dévitalisation (TE) conseillée d'emblée par les classifications telles que celle de Baume, pourrait être évitée (54).

Sachant à quel point il est important de poser un diagnostic correct lors des thérapeutiques de maintien de la vitalité pulpaire, il serait souhaitable d'envisager d'autres moyens diagnostics de l'état inflammatoire pulpaire, notamment en per-opératoire. L'objectivation d'un saignement léger signant la vitalité pulpaire, avec obtention de l'hémostase après compression via une boulette de coton au niveau des entrées canalaires constitue une première piste dans l'objectivation de l'état inflammatoire ou non de la pulpe.

C'est également dans cette optique que de récentes études se sont intéressées aux marqueurs de l'inflammation pulpaire et à leur exploration à des visées diagnostiques et thérapeutiques. Comme le montre la figure 25 ci-dessous, des variations quantitatives et qualitatives des cellules inflammatoires ont été démontrées et directement corrélées à la profondeur de la carie et donc à l'état inflammatoire de la pulpe (55). L'apparition de certains marqueurs biologiques pourrait donc objectiver la limite d'atteinte de la pulpe à ne pas dépasser pour envisager sa conservation. Cette technique nécessiterait un prélèvement et une analyse extemporanée d'un échantillon de tissu pulpaire prélevé lors du curetage de la lésion carieuse en per-opératoire, ce qui peut sembler difficilement applicable en pratique clinique de routine (55).

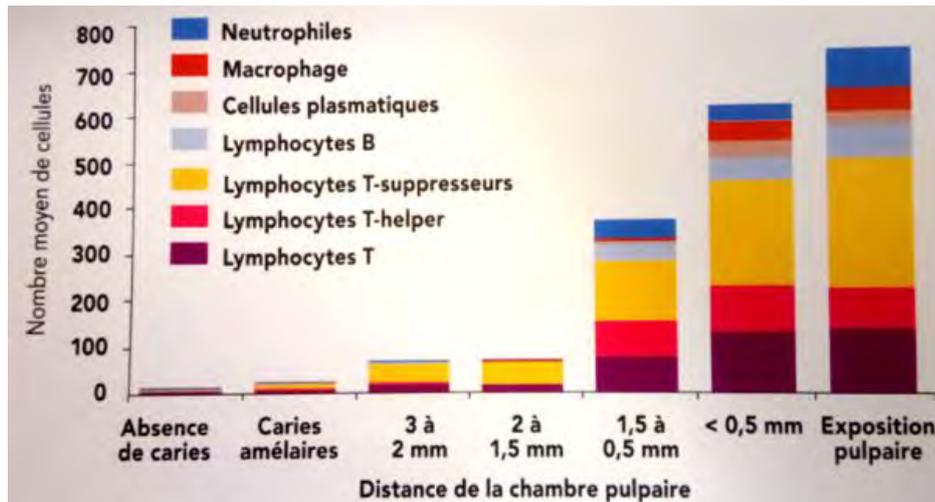


Figure 25 : Variation quantitative des cellules inflammatoires selon la profondeur carieuse (55).

Il existe également d'autres batteries de tests moins souvent utilisées telles que celles utilisant la technologie NIRS : Near-InfraRed Spectrophotometry qui est une spectroscopie d'absorption des infra-rouges nous renseignant sur les propriétés physico-chimiques et ainsi la nature d'un tissu (sain ou pathologique). Il s'agit de techniques invasives nécessitant l'ouverture de la partie camérale de la dent et un prélèvement du tissu pulpaire en question, c'est pourquoi elles ne sont pas appliquées en pratique.

Quoiqu'il en soit, les nouvelles approches et connaissances concernant l'inflammation et la cicatrisation pulpaire amènent les scientifiques à chercher de nouvelles techniques de conservation de celle-ci, avec l'utilisation de matériaux bio-actifs permettant d'induire directement une réaction de cicatrisation.

A RETENIR EN PRATIQUE

- *Il n'y a pas de réelle corrélation entre l'état histo-pathologique et la symptomatologie clinique*
- *Aucun moyen n'existe à l'heure actuelle pour diagnostiquer de manière précise l'état inflammatoire pulpaire*
- *Des régions inflammatoires et saines peuvent coexister au sein d'une même pulpe dentaire*
- *L'éradication du stimulus +/- la mise en place d'un biomatériau permettraient la réparation au sein d'une pulpe dentaire vitale et saine.*

2 MATERIELS ET METHODES

L'évolution des connaissances sur le processus d'inflammation et de cicatrisation pulpaire, ainsi que les progrès dans les matériaux biocompatibles à notre disposition actuellement, nous mènent vers une dentisterie conservatrice qui se veut à minima.

C'est dans cette optique que nous avons souhaité évaluer les taux de succès de la pulpotomie comme thérapeutique d'usage sur des dents permanentes matures, car celle-ci nous permettrait de conserver la partie radiculaire de la pulpe dentaire vivante et ainsi de maintenir les capacités de défense de la dent.

Dans notre cas, nous souhaitons montrer que l'exérèse partielle du tissu pulpaire était compatible avec une santé périapicale.

En comparant nos taux de succès à ceux retrouvés dans la littérature concernant les pulpectomies, ceux-ci nous permettrait éventuellement d'envisager la pulpotomie comme alternative à des traitements endodontiques conventionnels.

2.1 LA PULPOTOMIE

2.1.1 Définition

La pulpotomie est définie par le glossaire de l'American Association of Endodontists (AAE) comme « la suppression de la partie de la pulpe coronaire contaminée de la dent, dans le but de préserver la vitalité pulpaire de la partie radiculaire saine ».

Une fois la partie radiculaire saine objectivée, celle-ci est coiffée par un biomatériau « placé au contact direct de la plaie pulpaire, afin d'obtenir la cicatrisation dentino-pulpaire et/ou l'oblitération de la pulpe exposée par un pont dentinaire néo-formé » (6).

D'un point de vue purement sémantique « coiffage pulpaire » et « pulpotomie » consistent toutes deux en la mise en place d'un biomatériau au contact direct de la pulpe dentaire, après éviction bactérienne et suppression de la totalité du tissu nécrotique et inflammatoire de la portion camérale de la pulpe dentaire.

Les objectifs de ce traitement sont :

- Un assainissement de la pulpe afin de limiter l'inflammation et permettre au phénomène de réparation et cicatrisation pulpaire de se mettre en place
- Une protection des tissus sains sous-jacents de toute agression externe et notamment bactérienne
- L'induction de la formation d'un front de minéralisation (pont dentinaire) via le recrutement et la différenciation de cellules progénitrices capables de produire de la dentine réparatrice.

Cette thérapeutique permettrait de maintenir la vitalité pulpaire et le potentiel dentinogénique de la dent afin qu'elle puisse assurer ses fonctions, tout en éliminant sa symptomatologie douloureuse (56). Il faut cependant toujours informer le patient qu'il n'existe aucune garantie quant à la conservation de la vitalité de la dent. Le cas échéant, nous reviendront à une thérapeutique endodontique conventionnelle, on ne peut donc pas parler de perte de chance, bien au contraire.

On différencie la pulpotomie partielle de Cvek qui consiste en l'éviction partielle sur 2 mm de la partie de la pulpe camérale hyperhémisée (57) et la pulpotomie camérale ou totale (56), lorsque la totalité du contenu neuro-vasculaire de la pulpe camérale est nettoyée et seuls les moignons radiculaires de la pulpe supposée saine sont maintenus en place (cf.figure 26). Nous ne détaillerons dans ce travail que cette dernière (58).



Figure 26 : Pulpotomie totale (59).

2.1.2 Technique

La pulpotomie camérale de la dent sera réalisée conformément aux recommandations actuelles (60).

Les premières étapes sont communes au traitement endodontique conventionnel :

- 1) Radiographies pré-opératoire : ortho, mésio et disto-centrée via la technique des plans parallèles à l'aide de films radiographiques et grâce à des angulateurs de Rinn. Elle permet d'avoir une estimation du réseau endo-canalair de la dent en trois dimensions. Les angulateurs nous permettent d'effectuer des superpositions des radiographies réalisées à distance et évaluer la progression de nos traitements.
- 2) Anesthésie locale : para-apicale avec des rappels si nécessaires afin d'assurer le confort du patient.
- 3) Eventuelle reconstruction coronaire pré-endodontique afin d'avoir 4 parois supportant le champ opératoire étanche.
- 4) Mise en place du champ opératoire étanche (digue) afin d'éviter toute contamination bactérienne et de prévenir les ingestions/inhalations accidentelles de produits chimiques ou d'instruments au cours du traitement (61).
- 5) Cavité d'accès : il faut tout d'abord supprimer la totalité du tissu carieux et des restaurations précédentes grâce à une fraise diamantée montée sur une turbine et sous irrigation abondante. Une fois à proximité pulpaire, nous prenons une fraise boule stérile en carbure de tungstène montée sur contre angle basse vitesse avec une irrigation abondante d'eau ou de sérum physiologique, de façon à ne pas contaminer les tissus profonds et limiter les effractions pulpaire (62).



Figure 27 : Fraise boule carbure de tungstène montée sur contre angle réducteur.

- 6) Descente plan par plan et pointage des entrées canalaire.

C'est à partir de là que les choses diffèrent :

- 7) Nettoyage mécanique de la zone, avec une fraise carbure de tungstène montée sur contre angle basse vitesse bague bleue ou d'une fraise Zekrya (endo Z) montée sur turbine dont la pointe mousse permet de ne pas léser le plancher pulpaire (cf. figure 28) tout en élargissant la cavité de trépanation afin de supprimer l'ensemble du plafond caméral. Nettoyage chimique via l'utilisation d'une solution de Chlorexidine à 2% ou d'hypochlorite de sodium NaOCl à faible concentration (entre 0,5 et 1%) (60).



Figure 28 : Fraise Zekrya Endo à bout non travaillant (63).

- 8) Contrôle de l'hémostase : compression des entrées des canaux radiculaires via une boulette de coton humide ou imbibée de NaOCl pendant 2 minutes maximum puis le plancher pulpaire est inspecté. Face à une absence de saignement signant une nécrose pulpaire, ou un saignement persistant signant une inflammation, la pulpectomie est inévitable. Sur les dents pluriradiculées l'état histopathologique de la pulpe peut ne pas être le même dans les différents canaux, il suffira dans ces cas d'un seul canal nécrosé ou présentant un saignement intarissable pour contre-indiquer la pulpotomie et mener à la réalisation de la pulpectomie conventionnelle. Ce contrôle de l'hémostase permet d'estimer en per-opérateur si l'on se trouve face à un tissu sain, non inflammatoire et prêt à recevoir le matériau de coiffage.
- 9) Sélection, préparation et application du matériau de coiffage pulpaire : cette partie sera détaillée dans le paragraphe suivant, tout comme la mise en place de chacun de ces matériaux.



Figures 29 : Réalisation en pratique clinique d'une pulpotomie.

2.2 LES MATERIAUX

L'évolution des matériaux, des méthodes et des connaissances concernant les phénomènes de cicatrisation du complexe dentino-pulpaire a permis d'améliorer les résultats de la pulpotomie et de poser la question de son applicabilité aux dents permanentes matures. Utilisé afin de préserver la vitalité pulpaire, le matériau de coiffage pulpaire idéal doit répondre à un certain cahier des charges.

Koubi et coll. en 2013 ont établi le cahier des charges suivant :

- biocompatibilité
- capable d'induire la formation de dentine réparatrice
- adhésion aux surfaces dentinaires et étanchéité marginale
- résistance mécanique suffisante à la pression
- effet anti-inflammatoire et bactériostatique
- mise en place aisée
- stabilité dimensionnelle durant la prise
- compatibilité avec les systèmes d'adhésion et d'obturation coronaire
- radio-opacité
- ne pas induire de colorations dentaires (ne pas nuire)

Parmi les différents matériaux à notre disposition, nous allons particulièrement nous intéresser à l'hydroxyde de calcium, au MTA et à la Biodentine®.

2.2.1 L'hydroxyde de calcium

2.2.1.1 Composition

Considéré comme le « gold standard » pour la réalisation des coiffages pulpaire et des pulpotomies jusqu'à la fin du XXe siècle (64), l'hydroxyde de calcium, encore appelé « chaux éteinte », est représenté par la formule $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

2.2.1.2 Formes commerciales

L'hydroxyde de calcium peut être utilisé sous forme de préparation magistrale (poudre sèche) à mélanger avec de l'eau stérile, ou sous forme de préparation commerciale (en suspension ou sous forme de ciments prêts à l'emploi).



Figure 30 : Forme magistrale et commerciale de l'hydroxyde de calcium (65).

2.2.1.3 Propriétés

Dans l'heure qui suit la mise en place du matériau de coiffage, le contact de l'hydroxyde de calcium avec la pulpe entraîne une nécrose superficielle de 1,5mm de profondeur qui permet l'élimination de la couche enflammée, on parle de nécrose de coagulation (66).

Suite à la résorption du caillot ainsi formé en regard des entrées radiculaires, on constate en quelques jours, le recrutement et la prolifération de nombreuses cellules pulpaire et issues de la zone péri-apicale : les fibroblastes vont synthétiser du collagène en regard de la zone nécrotique. Ce collagène va ensuite se minéraliser, selon les principes énoncés dans les chapitres précédents. On note également la différenciation des cellules mésenchymateuses en néo-odontoblastes qui vont participer à la formation de la nouvelle matrice dentinaire qui servira à la mise en place de la dentine réparatrice (Fernandes et coll., 2006). L'ensemble de ces phénomènes participe à la formation de tissu minéralisé, mais elle peut aussi être à l'origine de lésions nerveuses et de calcifications intra-pulpaire rendant une éventuelle réintervention difficile (67).

2.2.2 Le MTA

Le Mineral Trioxide Agregate (MTA) a été développé dans les années 90 par Torabinejad et coll. et a reçu l'approbation de la «Food and Drug Administration» en 1998.

2.2.2.1 Composition

Le MTA est composé pour 75% du poids par du ciment de Portland. Il contient des silicates di et tricalciques, de l'aluminate tricalcique et de l'aluminoferrite tétracalcique qui lui donnent sa couleur grise. De l'oxyde de bismuth est rajouté pour sa radio-opacité ainsi que du gypse et d'autres minéraux (68).

2.2.2.2 Formes commerciales

Il existe actuellement trois grands types de MTA :

- 1) Le Grey MTA (GMTA) et le White MTA (WMTA)



Figure 31 : Dyschromie dentaire suite à utilisation du GMTA (69,70).

- 2) Le MTA Angelus® (MTAA) : temps de prise raccourcit entre 14 et 15 minutes (71).



Figure 32 : MTA Angelus® sous sa forme commerciale(72).

- 3) Le MM-MTA® : contient du carbonate de calcium et se présente sous forme de capsule contenant poudre et liquide, à mélanger à l'aide d'un vibreur. Ceci permet de réduire considérablement le temps de prise à 20 minutes.



Figure 33 : MM-MTA® en carpules. Forme commerciale (73).

2.2.2.3 Manipulation :

Lorsque celui-ci se trouve sous forme de mélange poudre-liquide, il doit être déposé au contact du tissu pulpaire via un instrument dédié type MTA Gun® (Dentsply Maillefer). Le matériau est légèrement tassé via un papier de gros diamètre ou une boulette de coton. Il est recommandé de placer une boulette de coton humide au contact du MTA pour favoriser sa prise (Roberts et coll., 2008).



Figure 34 : MTA Gun® (74).

Enfin, la cavité est refermée à l'aide d'une obturation temporaire étanche. La réaction de prise lente oblige à réintervenir dans un second temps afin de réaliser l'obturation coronaire d'usage. La bonne prise du MTA sera préalablement vérifiée par sondage.

2.2.2.4 Propriétés

Tout comme l'hydroxyde de calcium, le MTA provoque une nécrose de coagulation à son contact (75). Mais celle-ci est négligeable par rapport à celle induite par l'hydroxyde de calcium (76).

Le MTA se comporte alors comme un substrat biologiquement actif pour les cellules pulpairees capables de dentinogénèse (47). Il y a apparition d'une couche de structures cristallines en regard des moignons de pulpe radiculaire. Ceci est notamment dû à la libération des ions calcium et hydroxyles qui vont participer à la formation des cristaux d'hydroxyapatite (77).

A 2 semaines, une matrice de forme atubulaire avec des inclusions cellulaires est observée sous le matériau de coiffage. On y retrouve des cellules allongées ou cubiques ainsi que des fibres collagéniques regroupées en masse au contact direct de la couche cristalline périphérique. Cette nouvelle matrice est de type fibrodentinaire.

A 3 semaines, on observe de la dentine réparatrice avec de la matrice fibrodentinaire solide, et la présence de cellules odontoblastes-like élaborant une matrice tubulaire (47).

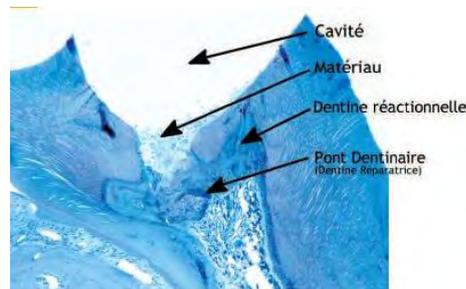


Figure 35 : Pont dentinaire 5 semaines après coiffage au MTA® d'une molaire de souris (26).

Ainsi, le MTA initie la dentinogénèse réparatrice de manière similaire à l'hydroxyde de calcium. Le tissu dur nouvellement formé entre la pulpe et le MTA est appelé pont dentinaire. Il apparaît deux à trois mois après le coiffage.

Le MTA concourt également au phénomène de cicatrisation pulpaire en entraînant une néovascularisation à proximité de la partie apicale de la dent concernée, suite à l'induction de la libération de cytokines et des interleukines IL-6 et IL-8. Ceci a pour but de recruter et d'amener les cellules de défenses et en charge de la cicatrisation, sur le site endommagé (78).

2.2.3 La Biodentine™

2.2.3.1 Composition

La Biodentine™ est également un ciment composé de silicate tricalcique contenant du carbonate de calcium et de l'oxyde de zirconium.

- Septodont®, afin d'améliorer les propriétés physiques de Biodentine™, a supprimé les composants aluminés et autres impuretés au travers d'un processus : « Active Biosilicate Technology ».
- Liquide : composé d'eau, d'un fluidifiant (Premia) et de chlorure de calcium (79).

2.2.3.2 Formes commerciales

Capsule de poudre associée à une monodose de liquide.



Figure 36 : Forme commerciale Biodentine®.

2.2.3.3 Manipulation

Biodentine™ se présente sous la forme d'une capsule associée à une monodose de liquide. Après insertion de la monodose de liquide dans la capsule, il faut faire vibrer celle-ci 30 secondes à l'aide d'un vibreur tridimensionnel.

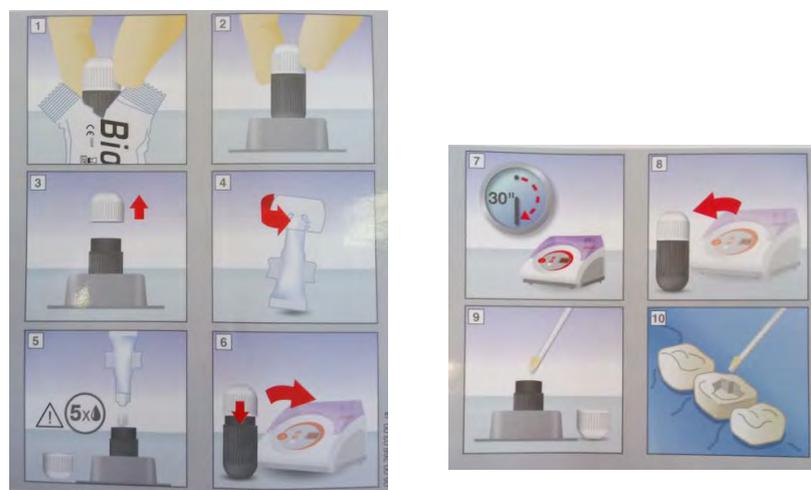


Figure 37 : Manuel d'utilisation fourni par Septodont®.

2.2.3.4 Propriétés

Il y a actuellement peu de publications concernant la Biodentine™, cependant des résultats prometteurs concernant ses effets dans la régulation des facteurs de croissance et la différenciation des cellules pulpaire en odontoblastes ont été rapportés. Il a été démontré qu'elle induit également une biominéralisation et l'édification d'un pont dentinaire après coiffage pulpaire, chez le rat (80).

En effet, dans un premier temps, la Biodentine™ libère des ions hydroxydes et des ions calcium, au contact des tissus pulpaire, qui contribuent à la formation d'hydroxyapatite. Dès le 7^e jour suite au coiffage, une autre étude montre l'apparition de proliférations cellulaires ainsi qu'un front de minéralisation contenant de l'ostéopontine. Ces foyers de minéralisation mèneront à la formation d'un pont dentinaire épais et homogène sécrété par des néo-odontoblastes recrutés sur le site. Ce pont dentinaire peut être objectivé dès la 6^e semaine suite à la pulpotomie (81).

Le Dr Imad About a montré, en 2009, via un test ELISA, que la Biodentine™ est capable d'induire la formation d'un point de minéralisation. La concentration en TGF-B1, en VEGF et FGF-2 est augmentée, ce qui expliquerait son pouvoir angiogénique et permettrait de classer la Biodentine™ parmi les matériaux bioactifs.

Toutes ces propriétés pourraient faire de Biodentine™ le nouveau matériau de référence pour le coiffage pulpaire direct. Cependant, compte tenu du faible recul clinique et du peu d'études comparatives à son sujet, il faut attendre encore pour juger de sa pérennité sur le long terme et d'en faire le nouveau « gold standard » du coiffage pulpaire.

A RETENIR EN PRATIQUE

- *Hydroxyde de calcium : faibles propriétés mécaniques, porosité du pont dentinaire néo-formé, nécessite une RCU, risque d'inflammations chroniques et résorptions internes.*
- *MTA : hypercicatrisation entraînant un vieillissement prématuré de la pulpe radiculaire, risque de dyschromies, manipulation complexe en milieu humide et cout important.*
- *Biodentine™ : manipulation aisée mais faible résistance à l'usure, nécessite une RCU. A manipuler à l'abri de toute humidité. Peu de recul clinique.*

Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques des différents matériaux :

| MATERIAU | MTA | BIODENTINE | CAOH |
|---|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| COMPOSE PRINCIPAL | Silicate tri et dicalcique | Silicate tri et dicalcique | Hydroxyde de calcium |
| TEMPS DE TRAVAIL | 5 MIN | 6 MIN | 3-5 MIN |
| TEMPS DE PRISE | 17MIN à 4H | 12MIN | 3-5 MIN |
| ETANCHEITE | + (71) | +++ (82) | - (83) |
| PONT DENTINAIRE CALCIFIE | ++ | ++ | +/- |
| QUALITE DU PONT DENTINAIRE | +++ | +++ | + Poreux (83) |
| EFFET BIOLOGIQUE SUR LA PULPE | ++ | ++ | + |
| E.INDIRECTS (libération protéines matricielles) | OUI | NON DEMONTRE | OUI |
| R A LA COMPRESSION | 40 MPa | 200 MPa | 10,5 MPa |
| pH | 12,5 | 12,6 | 12,5 |
| RADIO-OPACITE | +/- distinguable de la dentine | ++ | -- (66) |
| ANTIBACTERIEN | OUI (68) | OUI (79) | OUI (84) |
| ANTI-INFLAMMATOIRE | OUI | ? | OUI |
| ANTI-HEMORRAGIQUE | ? | ? | OUI |
| COUT | ELEVE (90 ^e la dose) | MOYEN (11 ^e la dose) | FAIBLE (10 ^e la dose) |

Figure 38 : Comparaison des principaux matériaux utilisés pour la pulpotomie (85 modifié).

2.2.4 Les autres matériaux

D'autres matériaux ont été proposés dans les thérapeutiques de maintien de la vitalité pulpaire. En voici les principaux :

- 1) **Le NEC** (Novel Endodontic Cement) ou **CEM** (Calcium Enriched Mixture Cement) (86) : Des études ont montré des résultats comparables au MTA lors des coiffages pulpaires avec une meilleure biocompatibilité, une manipulation plus aisée et un cout moindre (87,88).
- 2) **La Propolis** : produit naturel, fabriqué par les abeilles. On y retrouve des flavonoïdes connus pour leurs propriétés antibactériennes et anti-inflammatoires. La propolis a été étudié en coiffage direct versus l'hydroxyde de calcium et le MTA et présente au bout de plusieurs jours le moins d'inflammation pulpaire (89,90).
- 3) **Le ciment BioAggregate** à nanoparticules céramiques. De couleur blanche, il possède des niveaux de biocompatibilité et de cytotoxicité similaires à MTA. Le BA possède une activité antifongique et antibactérienne. Comme le MTA, ce matériau induit la sécrétion de nombreux facteurs inflammatoires tels que l'IL-1b, d'IL-6 et d'IL-8. De nombreuses recherches sont actuellement en cours (83).
- 4) **Autres** : Le Bone SialoProtein (BSP), le Bone Morphogenetic Protein (BMP) (91), les dérivés de la matrice amélaire (EMD) (92), l'Emdogain (93) sous forme de gel qui contient de l'amélogénine et de l'améline ainsi que des molécules intervenant dans le processus naturel de formation de la dentine.

3 RESULTATS

Suite à la réalisation de toute thérapeutique endodontique, les auteurs préconisent un suivi à 1, 3, 6 et 12 mois, puis un suivi annuel sur une période d'au moins deux ans. Ce suivi comprend : un interrogatoire, un examen clinique et un examen radiologique de la dent en question (94).

Dans le cas particulier de la pulpotomie sur dent permanente mature (DPM) il est tout d'abord important de définir les critères d'évaluation du succès ou de l'échec. Selon le consensus défini par la **Société Européenne d'Endodontie** (ESE, 2006), nous nous baserons sur les critères cliniques et radiologiques que nous allons détailler ci-dessous, pour définir le succès (61) :

- **Clinique** : absence de symptomatologie clinique (échelle visuelle analogique et examen clinique), réponse aux tests de sensibilités pulpaire positifs, absence de sensibilité à la percussion ou à la palpation (signe d'une LIPOE), absence de suintement, d'abcès, de tuméfactions ou d'encombrements sinusiens en regard.
- **Radiologique** : absence ou diminution de l'index peri-apical (PAI) d'Orstavik (95) qui nous permet d'évaluer une lésion péri-apicale d'origine endodontique (LIPOE) (cf. figure 39) signe d'une diffusion des bactéries et de leurs endotoxines à l'ensemble de l'endodonte jusqu'au peri-apex, ce qui est incompatible avec une thérapeutique de préservation de la vitalité pulpaire telle que la pulpotomie. L'absence de résorption radiculaire interne ou externe, de calcifications pulpaire, de réinfiltration carieuse, d'épaississement ligamentaire, et enfin l'objectivation du pont de dentine réparatrice en regard du matériau de coiffage pulpaire.

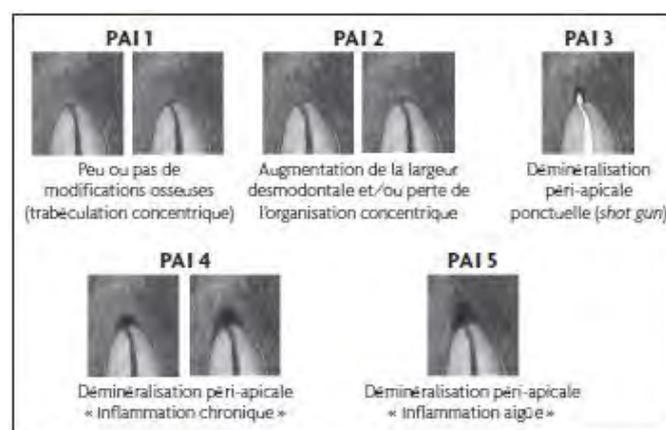


Figure 39 : Peri-Apical Index d'Orstavik (95).

Nous allons nous baser, dans ce chapitre, sur les résultats obtenus au sein de notre activité clinique au sein du CHU de Toulouse, dans les centres de soins Odontologique de Rangueil et Hôtel Dieu, de Janvier 2016 à Décembre 2017.

3.1 La pulpotomie dans notre pratique clinique

Avec l'aide du Dr Montsarrat, nous avons recensés 12 pulpotomies sur DPM, réalisées comme thérapeutique d'usage, entre Janvier 2016 et Décembre 2017 au sein du CHU de Toulouse (Rangueil et Hôtel Dieu). Nous allons détailler ci-dessous les quelques cas les plus représentatifs de notre activité clinique dans ce domaine :

3.1.1 Cas clinique n°1 : exemple d'un cas de succès avec recul clinique de 1 an.

Nous recevons ce patient de 81 ans, sans aucun antécédent médico-chirurgical, en consultation en Janvier 2017. Ce patient consulte suite à de légères sensibilités au chaud et au froid sur sa molaire inférieure gauche.

A l'examen clinique on remarque que la 37 présente une sensibilité exacerbée aux tests au chaud et froid qui cesse au retrait du stimulus.

L'examen radiographique nous montre une lésion carieuse profonde entamant le tiers dentinaire profond et à proximité pulpaire.



Figure 40 : Radiographie pré-opératoire (19/01/2017).

Nous procédons à l'éviction minutieuse de l'ensemble du tissu carieux ainsi que des restaurations précédentes, qui entraîne une effraction de la corne pulpaire distale.

La décision est alors prise de réaliser une pulpotomie totale, comme détaillé dans la partie matériel et méthode.

Nous objectivons cliniquement la vitalité pulpaire en per-opératoire, en s'assurant que les entrées des canaux radiculaires ne soient pas nécrosés et que l'hémostase soit obtenue après compression d'un coton pendant deux minutes (cf. figure 41).



Figure 41 : Réalisation technique de la pulpotomie en pratique clinique.

On effectue alors la pulpotomie avec la mise en place de Biodentine®. Une restauration coronaire provisoire est réalisée au ciment verre ionomère (CVI) dans la même séance.



Figure 42 : Mise en place de la Biodentine et de la restauration coronaire provisoire.

Les rendez-vous de contrôle à une semaine, un mois, trois et six mois ainsi que le rendez-vous de contrôle à un an nous montrent l'absence de symptomatologie clinique et radiographique (cf. figure 43).



Figure 43 : Radiographie de contrôle à un an (29/01/2018).

3.1.2 Cas clinique n°2 : exemple d'un cas d'échec sur le court terme.

Une patiente de 48 ans sans antécédents médico-chirurgicaux particuliers se présente en consultation avec des sensibilités au chaud et froid qui cessent au retrait du stimulus, l'examen clinique nous oriente vers un diagnostic de pulpite réversible. La patiente est revue le 21/11/2017 pour la réalisation de la pulpotomie avec mise en place de Biodentine®.

Deux semaines plus tard, la symptomatologie étant exacerbée, nous procédons au traitement endodontique conventionnel. Il s'agit dans ce cas d'un échec de notre thérapeutique de maintien de la vitalité pulpaire.



Figure 44 : Radiographies pré et post-opératoire suite au TE conventionnel.

3.1.3 Les patients à besoins spécifiques

Le principal champ d'application de la pulpotomie sur dents permanentes matures se trouve, dans notre cas, lors d'interventions sur les patients à besoin spécifiques. Il s'agit de patients phobiques, présentant des handicaps moteurs ou sensoriels et/ou dont l'état de santé général et dentaire nécessite une sédation consciente par Mélange Equimolaire d'Oxygène et protoxyde d'Azote (MEOPA), Hypnovel par voie intra-veineuse ou une anesthésie générale (21).

Dans ces conditions, ou la réalisation des procédures endodontiques dans les règles de l'art s'avère plus complexe et implique des adaptations en termes de procédures, la pulpotomie trouve toutes ses indications, notamment pour des raisons de pratique : intervention moins anxiogène pour le patient (mais également le praticien), nécessité d'un plateau technique moindre, technique moins complexe dans sa réalisation et plus rapide..etc (96).

C'est également dans ce cadre qu'ont été réalisées la majorité des pulpotomies sur la période de Janvier 2016 à Décembre 2017 au sein du CHU d'Odontologie de Toulouse (Rangueil, Hôtel Dieu et Hôpital Pierre-Paul Riquet).

Les principaux matériaux utilisés dans notre pratique courante étaient le Ca(OH)_2 et la Biodentine™, recouvertes par une restauration coronaire au ciment verre ionomère (CVI) dans la même séance. Lorsque cela était possible, les patients étaient reconvoqués pour un rendez-vous de contrôle à un mois, au cours duquel nous possédions à la mise en place d'une restauration coronaire d'usage à l'aide d'une résine composite.

Parmi ces 12 patients, 10 ont pu être recontactés en Février 2018 pour un rendez-vous de contrôle. Nous avons pris en considération les résultats cliniques et radiographiques pour évaluer les taux de succès ou d'échecs, selon les critères précédemment définis.

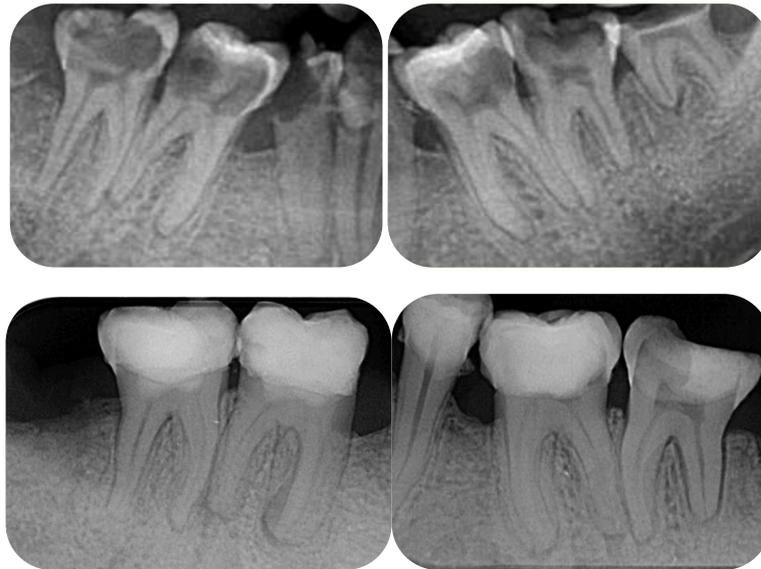


Figure 45 : Radiographies pré et post-opératoires d'un patient polycarié de 27 ans soigné sous anesthésie générale (pulpotomies sur 36-46 et 47).

Lorsque l'examen clinique et/ou radiographique du patient n'était pas possible, un questionnaire était rempli avec la personne ou la structure d'accueil en charge du patient. Ce questionnaire comportait 6 questions à réponses fermées (OUI/NON) et avait pour but de nous donner une indication quant au succès clinique, défini dans ce cas des patients à besoins spécifiques, comme un « silence clinique » (cf. figure 46). Une réponse OUI à l'une de ces questions nous faisait considérer notre thérapeutique comme un échec.

| QUESTIONS | OUI | NON |
|---|-----|-----|
| 1. Perte de la dent sur l'arcade ? | | |
| 2. Modification de l'état général (Fièvre, Asthénie, Amaigrissement) pouvant être relié à une atteinte dentaire ? | | |
| 3. Changement comportemental pouvant signer une souffrance dentaire ? | | |
| 4. Evitement en regard de la dent traitée ? | | |
| 5. Difficultés à s'alimenter depuis l'intervention ? | | |
| 6. Apparition d'une tuméfaction / abcès / gonflement au niveau du site d'intervention ? | | |

Figure 46 : Questionnaire d'évaluation clinique pour les patients à besoins spécifiques.

Il est évident que l'on ne peut pas tirer de conclusion objective de ces résultats. L'évaluation d'une symptomatologie clinique étant toujours délicate sur ce type de patientèle (21,97). Ce questionnaire constitue néanmoins une première piste quant à l'évaluation de nos thérapeutiques sur les patients à besoins spécifiques.

D'après ces informations, nous avons pu observer, au sein de notre pratique clinique, un taux de survie de l'ordre de 70%, tous matériaux confondus et sur des périodes de suivi allant de 2 à 24 mois. Dans notre cas, nous avons préféré parler de taux de survie, en le définissant comme « la présence de la dent fonctionnelle sur l'arcade, avec absence de symptomatologie clinique ou radiographique facilement objectivable » plutôt que d'un taux de succès, difficilement objectivable sur ce type de patientèle.

Il est bien entendu que nous ne pouvons pas conclure sur ces résultats, du fait de la faible puissance (nombre de patients suivi et faible recul clinique) de nos observations, cependant ces premiers résultats sont encourageants dans le cadre des soins effectués sur les patients à besoins spécifiques, lorsque la réalisation d'un traitement endodontique peut être compromise.

A RETENIR EN PRATIQUE

- *La présence de la dent sur l'arcade, l'absence de symptomatologie clinique et le péri-apical index de Orstavik ont été utilisés comme critères d'évaluation de la survie de nos pulpotomies au sein de ce travail.*
- *Un questionnaire simplifié a été réalisé pour la prise en charge des patients à besoins spécifiques.*
- *Nous avons observé 70% de taux de survie, tous matériaux confondus et sur des périodes de suivi allant de 2 à 24 mois.*

4 DISCUSSION

Les résultats que nous avons enregistrés dans notre pratique clinique, bien que portant sur un faible échantillon, sont encourageants et en adéquation avec les données de la littérature qui affichent les taux de succès suivants, suivant le matériau de coiffage :

- 1) **Hydroxyde de calcium** : considéré comme le gold-standard de la pulpotomie. Asghari et coll., montrent qu'il n'y a aucune différence significative ($p=0,053$) en terme de succès clinique (98.19%) et radiographique (79.% TE VS 86.7% VPT) par rapport aux TE après un recul de deux ans, sur des dents permanentes matures en pulpite irréversible (96). Une autre étude menée sur 567 dents avec des diagnostics de pulpite réversible et irréversibles, sur lesquelles ont été réalisées des pulpotomies par un seul et même endodontiste brésilien, nous montre avec des taux de succès allant de 83% à deux ans de suivi à 63% à dix ans (84).
- 2) **MTA** : La plupart des études sont faites en comparaison avec l'hydroxyde de calcium et montrent des résultats équivalents voire meilleurs, avec notamment la formation d'un pont dentinaire de meilleure qualité, moins poreux, ainsi que de meilleures capacités bio-mécaniques (98,99). Une étude rétrospective portant sur 55 dents avec symptomatologie de pulpite réversible et irréversible, sur des patients âgés de 7 à 68 ans a montré des taux de succès de 87,3% à 5 ans. (100). Une revue systématique de la littérature montre des taux de succès de l'ordre de 99,3% à trois ans (97). Ces forts taux de réussite tendraient à envisager le MTA comme le futur gold-standard pour cette thérapeutique.
- 3) **Biodentine™** : Powell et coll., en 2012, montrent des taux de succès de 99,3% à trois ans sans différence significative avec le MTA. Une autre étude, après un suivi de 18 mois confirme ce point. Cependant de plus forts taux de calcifications pulpaire ont été rapportés dans le groupe Biodentine™ (23,1%) par rapport au groupe MTA (7,7%) (101). Une méta-analyse des articles concernant la Biodentine™, publiés entre Janvier 1960 et Juillet 2015 montre des taux de succès de 92% à 2 ans (102). Même si ces résultats sont très prometteurs, les études sont pour le moment trop peu nombreuses pour en faire un nouveau gold-standard (103).

Comme nous l'avons précédemment abordé, l'appréciation du succès ou de l'échec reste complexe, notamment chez les patients à besoins spécifiques. Des auteurs proposent de ne plus se baser sur une classification binaire mais d'envisager le résultat de la thérapeutique comme succès ? incertain ? ou échec ? Ceci permettrait de catégoriser les LIPOE asymptomatiques dans la catégorie « incertaine » et limiterait les réinterventions trop précoces, sachant que les complications de telles thérapeutiques peuvent ne s'annoncer que plusieurs années post-traitement (104). Dans notre cas, nous sommes restés sur une classification binaire mais avons préféré parlé de taux de survie (plutôt que de succès) que nous avons défini selon les critères suivant (ESE, 2006) :

- **Cliniques** : défini ici comme l'absence de symptomatologie clinique. Ceci pose le problème de la subjectivité de ce critère d'évaluation. Nous pouvons effectuer dans certains cas des tests de sensibilité pulpaire, mais il faut garder en tête les risques de faux négatifs, notamment dus à la présence du matériau de coiffage pulpaire et de la restauration coronaire d'usage, rendant la simulation des fibres nerveuses radiculaires complexe (60). De plus, nous savons qu'il n'y a pas de corrélation entre la symptomatologie clinique et l'état histo-pathologique de la pulpe. D'autres technique d'évaluations per-opératoires et plus objectives seraient souhaitables. Elles sont actuellement en cours d'étude (55).
- **Radiographiques** : nous nous sommes basés sur le PAI d'Orstavik. Ce critère d'évaluation n'est pas totalement fiable. Nous connaissons la difficulté de superposer les clichés rétro-alvéolaires, malgré l'utilisation des angulateurs de Rinn. Cela pourrait fausser nos interprétations. Par ailleurs, il a été montré que la radiographie conventionnelle sous-estime la détection des LIPOE de manière significative par rapport au «Cone Beam Computed Tomography» (CBCT ou technique de tomодensitométrie fournissant des clichés en trois dimensions) avec des valeurs de faux négatifs variant de 38% à 62% selon les études (105). La plupart des LIPOE ne sont pas détectées sur des radiographies en deux dimensions tant que la corticale vestibulaire persiste, sa perte signant une lésion déjà bien avancée (12). Même si le CBCT apparait comme un outil essentiel dans le diagnostic des LIPOE, les recommandations européennes et l'application du principe de radioprotection ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ne nous

permettent pas de le considérer comme une méthode standard de détection radiographique des LIPOE (106). Se pose alors le problème de la détection et de la prise en charge de LIPOE asymptomatiques. Dans le cas des patients à besoins spécifiques, celles-ci correspondent à un silence clinique et ne nécessiteront pas d'intervention de notre part, sauf si l'état de santé du patient l'indique (16).

D'autre part, de nombreux facteurs interviennent dans la détermination du succès / survie d'une thérapeutique de maintien de la vitalité pulpaire :

1) Ceux liés à l'exposition carieuse

- Taille : nous avons pris le parti de considérer que toute dent ayant un nombre suffisant de parois dentaires résiduelles suite à l'éviction carieuse et ne nécessitant pas la mise en place d'ancrage corono-radulaire pour sa RCU peut être candidate à une pulpotomie. Cette idée est en adéquation avec une étude de Cvek qui montre que la taille de l'atteinte carieuse n'influe pas sur la réussite des pulpotomies partielles (107).
- Localisation : les pulpotomies suite à des caries occlusales montrent de meilleurs taux de succès par rapport à des caries proximales (100% VS 87% avec du MTA) (108) .
- Durée : controversé par Mejare en 1993 qui montre des taux de succès équivalents suite à des pulpotomies partielles sur des dents traitées après seulement quelques heures d'exposition ou dont la pulpe était exposée depuis trois mois.

2) **Ceux liés à l'opérateur** : les études rapportent de meilleurs taux de succès pour les thérapeutiques endodontiques réalisées par un spécialiste en endodontie, comparativement à un omnipraticien (109).

3) Ceux liés au patient :

- Age : Bien que l'on sache que les capacités de défense et de cicatrisation pulpaire sont moindres sur les pulpes dentaires matures, il est difficile de déterminer un âge seuil à partir duquel une dent cicatriserait « moins bien ». Les études récentes tendent même à affirmer que l'âge n'influerait pas sur les résultats des pulpotomies. Une étude portant sur 273 pulpotomies réalisées sur des patients de

8 à 79 ans avec une période de suivi de 1 à 29 ans montre que l'âge au moment du traitement n'avait pas influencé les taux de succès ($p = 0,35$) (110).

- Capacité défense et état inflammatoire pulpaire : Nous n'avons à ce jour pas de méthode d'objectivation fiable concernant ce sujet qui reste le principal verrou limitant la systématisation de cette thérapeutique (111). Il existerait donc un âge dentaire (tenant compte des antécédents et du contexte clinique tel que le bruxisme) qui serait différent de l'âge du patient à proprement parler.

4) Ceux liés à la technique opératoire :

- Le matériau de coiffage utilisé : Même si MTA et Biodentine™ montrent des résultats plus satisfaisants que l'hydroxyde de calcium, notamment en terme de qualité du pont dentinaire établi et des propriétés mécaniques, il semblerait que ce ne soit pas le critère influençant majeur de nos taux de succès (cf. point suivant)(30) .
- Restauration coronaire d'usage et délai de mise en place (112): Ce serait le facteur influençant majeur de nos succès sur le long terme. Il est important que la RCU scelle parfaitement l'accès à l'endodonte afin de prévenir toute micro-infiltration bactérienne. Des études ont montrées que les résines composites augmentaient de 263% le risque d'échec par rapport à des restaurations par prothèses fixées ($HR = 3,63$, $p < 0,001$)(113). Il est admis de tous que cette RCU doit être réalisée dans des délais convenables, idéalement inférieur à un mois. Cependant les résultats de la pulpotomie ne sont considérés comme stables qu'à partir d'un certain temps d'observation estimé selon les études de six mois à 4 ans (97). Il n'existe actuellement pas de recommandation officielle ni de consensus concernant ce point.
- Subjectivité des critères d'évaluation clinique et radiographiques: L'élaboration du pont dentinaire minéralisé ne peut être objectivée cliniquement que par sondage après avoir déposé tout le matériau de restauration coronaire. Cette technique, trop invasive entraîne des risques de recontamination de l'endodonte et n'est pas applicable en pratique clinique (104). Il ne nous reste que l'examen radiographie pour tenter d'objectiver ce pont dentinaire qui n'est radio-visible qu'à partir du 6^e

mois post-intervention (114). La subjectivité de ces critères d'évaluation a déjà été discutée dans les chapitres précédant.

Une fois ces critères en tête et suite à la sélection rigoureuse des patients en amont, nous pouvons d'ores et déjà lister les avantages que cette thérapeutique apporte, notamment dans la prise en charge de patients sur lesquels des soins endodontiques conventionnels seraient difficiles à mettre en place :

- Technique simple et rapide ne demandant pas de compétence particulière : temps de traitement divisé en moyenne par trois par rapport à un TE conventionnel (31,09min VS 94,07min) (96) .
- Indépendante de la complexité de l'anatomie endocanalaire
- Nécessité d'un plateau technique moindre (115)
- Financièrement plus avantageuse (cout jusque trois fois moindre et moindre durée d'intervention) (96)
- Applicable sous sédation consciente (MEOPA, Midazolam) ou sous anesthésie générale (21)
- Moins anxiogène pour le praticien et le patient (115).

Cependant, cette technique n'est pas encore totalement rentrée dans les mœurs. Certains praticiens avancent le fait qu'elle soit « mal remboursée par la sécurité sociale » pour expliquer leur tendance à la pulpectomie d'emblée. En effet, il n'existe pas de cotation CCAM pour cet acte sur dent permanente mature. Celle-ci sera alors hors nomenclature, c'est-à-dire soumis à un devis (plus ou moins cher selon le matériau de coiffage choisi) non pris en charge par la sécurité sociale (116).

Même si certains points mériteraient d'être approfondis, nous savons qu'en cas d'échec d'une pulpotomie, il nous est toujours possible de revenir à une thérapeutique endodontique conventionnelle. On ne peut donc pas parler de perte de chance. Cependant, celle-ci peut s'avérer plus complexe que prévu, du fait des complications pouvant apparaître suite à la réalisation d'une pulpotomie :

- Résorption interne : notamment rapportées avec l'utilisation d'hydroxyde de calcium (5).

- Calcifications et oblitérations canalaire : lorsque les capacités de défense et de cicatrisation pulpaire ont été mal estimées au départ (117).
- Pulpite aiguë : survient généralement dans un délai inférieur à 2 mois
- Pulpite chronique : peut survenir de manière symptomatique plusieurs mois ou années suite à la réalisation de la pulpotomie (104)
- Nécroses.

Dans ces cas, les patients pourront être adressés à des spécialistes en endodontistes qui auront alors recours au traitement endodontique conventionnel ou à des thérapeutiques chirurgicales à rétro telle que la résection apicale, permettant de maintenir la dent fonctionnelle sur l'arcade (118).

A RETENIR EN PRATIQUE

- *Les résultats de la littérature récente sont encourageants et vont dans le sens des résultats observés au sein de notre pratique clinique.*
- *Des études complémentaires sont nécessaires.*
- *Il semble cependant d'ores et déjà que la pulpotomie pourrait constituer une alternative au traitement endodontique conventionnel, notamment dans la prise en charge des patients à besoins spécifiques.*
- *En cas d'échec de la pulpotomie, il nous est possible de revenir à une thérapeutique endodontique conventionnelle.*

5 CONCLUSION

La pulpotomie est une thérapeutique d'usage jusqu'à présent validée en denture temporaire. Sur les dents permanentes immatures, elle constitue un traitement provisoire ayant pour but la poursuite de l'édification radiculaire permettant l'obturation endodontique conventionnelle (56,94).

Concernant les dents permanentes, force est de constater qu'il n'y a actuellement pas de consensus établi concernant la pulpotomie (23). Il y a plusieurs décennies, elle était proposée par Marmasse comme thérapeutique d'usage sur les dents permanentes matures devant être couronnées (119). L'évolution durant la dernière décennie des connaissances de la biologie pulpaire et ses processus de cicatrisation, ainsi que l'arrivée sur le marché de nouveaux matériaux, nous mènent à reconsidérer la pulpotomie comme thérapeutique d'usage en denture permanente mature (120). Cette thérapeutique constituerait dès lors une alternative fiable au traitement endodontique conventionnel et permettrait le maintien de la dent vitale sur l'arcade, avec ses nombreux avantages, ainsi qu'une amélioration du quotient masticatoire et par extension de la qualité de vie de nos patients (121). Cette démarche s'inscrit dans une optique de dentisterie minimale invasive, la préservation du tissu pulpaire constituant la meilleure obturation endodontique (56).

Même si de nombreuses questions restent en suspens, les résultats de la littérature récente et nos résultats en pratique clinique, montrent des taux de succès / survie encourageants (120) et confirment l'intérêt de cette thérapeutique en denture permanente mature, particulièrement dans la prise en charge de patients à besoins spécifiques pour lesquels la réalisation d'un traitement endodontique dans les règles de l'art est souvent compromise.

Des études plus formelles devront être menées, et certaines sont en cours (58), afin de permettre un jour la généralisation de ce traitement comme thérapeutique d'usage sur dents permanentes matures.

C'est dans cette optique que je me suis rapprochée du Dr Stéphane SIMON en 2017, afin d'inclure le Centre Hospitalo-Universitaire de Toulouse, avec l'accord du Pr Nabet Cathy et du Dr Gurgel - Georgelin, au Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC)

National – PULPSAVE. Ce PHRC, dont les premiers résultats seront connus en 2019, a pour objectif de montrer la « non-infériorité » de la pulpotomie par rapport au TE conventionnel sur DPM, dans les conditions décrites tout au long de ce travail (58).

Par ailleurs, un bon nombre d'études récentes tendent à la recherche de matériaux biocompatibles mais également bioactifs, capables de stopper le phénomène inflammatoire et d'induire la production de dentine tertiaire réparatrice. Les études actuelles portent sur des biomatériaux tels que le concentré plaquettaire PRF (122), les dérivés de la matrice amélaire (123), mais également les cellules souches mésenchymateuses, pulpaire ou de la papille apicale (30) ou encore l'utilisation de facteurs de croissance mis en place directement en contact des moignons de pulpe radiculaire afin d'entraîner un recrutement des cellules progénitrices et réparatrices sur le site par chimiotactisme (124), et ce même dans le cadre de revascularisation de dents nécrosées.

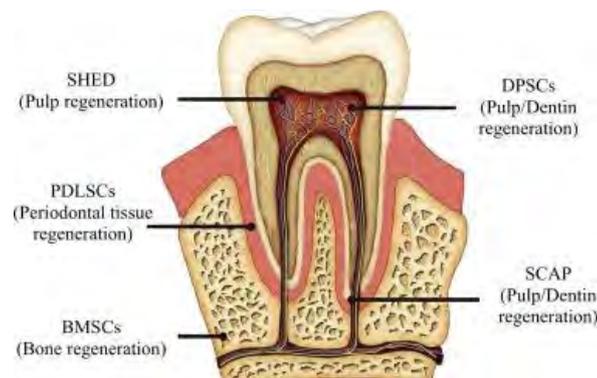


Figure 47 : Les différentes niches de cellules souches dentaires exploitables (125).

Ce regain d'intérêt pour les thérapeutiques de maintien de la vitalité pulpaire, nous ramène à des thérapeutiques centrées sur le patient. En effet, certains cas où nous aurions initié le traitement endodontique hier, méritent aujourd'hui une plus grande réflexion. Ainsi, le praticien jugera au cas par cas de la faisabilité ou non de cette thérapeutique, et se penchera le cas échéant vers un autre traitement endodontique, ortho ou rétrograde, en fonction du gradient thérapeutique.

Signature de la Directrice de thèse
Dr GURGEL-GEORGELIN Marie

Signature du Président du Jury
Pr VAYSSE Frédéric

TABLE DE FIGURES

Figure 1 : Classification de BAUME

Figure 2 : Vue clinique d'un polype pulpaire

Figure 3 : Charte d'évaluation de la difficulté endodontique pré-opératoire

Figure 4 : Indications et contre-indications des thérapeutiques endodontiques

Figure 5 : Coupe schématique d'une molaire mandibulaire

Figure 6 : Coupe histologique du complexe dentino-pulpaire

Figure 7 : Schéma d'une unité dentinaire

Figure 8 : Vue schématique des principaux constituants pulpaire

Figure 9 : Représentation de la densité des tubulis dentinaires

Figure 10 : Schéma de la structure de la dentine circumpulpaire (orthodentine)

Figure 11 : Représentation schématique des deux types de dentines physiologiques

Figure 12 : Apposition minérale au sein de la dentine sclérotique

Figure 13 : Coupe histologique d'une molaire de souris avec obturation coronaire

Figure 14 : Dentinogénèse réactionnelle et la dentinogénèse réparatrice

Figure 15 : 4 signes cardinaux de l'inflammation

Figure 16 : Schéma de diapédèse en regard d'un tissu conjonctif tel que le tissu pulpaire

Figure 17 : schématisation de la théorie hydrodynamique de Brännström

Figure 18 : Signe de souffrance dans une rangée d'odontoblastes situés en regard d'une carie : disposition irrégulière avec des espaces vides indiquant que des corps cellulaires ont disparus

Figure 19 : Immunité innée représentée au sein de la couche odontoblastique

Figure 20 : Principaux médiateurs de l'inflammation pulpaire

Figure 21 : boulette de coton réfrigérée placée en vestibulaire de la 21

Figure 22 : gutta-percha chaude appliquée en vestibulaire de la 21

Figure 23 : Pulp tester appliqué sur la 21 à l'aide d'une électrode

Figure 24 : Sonde optique permettant une fluxmètrie sur une 11

Figure 25 : Variation quantitative des cellules inflammatoires selon la profondeur carieuse

Figure 26 : Pulpotomie totale

Figure 27 : Fraise boule carbure de tungstène montée sur contre angle réducteur

Figure 28 : Fraise Zekrya Endo à bout non travaillant

Figures 29 : Réalisation en pratique clinique d'une pulpotomie

Figure 30 : Forme magistrale et commerciale de l'hydroxyde de calcium

Figure 31 : Dyschromie dentaire suite à utilisation du GMTA

Figure 32 : MTA Angelus® sous sa forme commerciale

Figure 33 : MM-MTA® en carpules. Forme commerciale

Figure 34 : MTA Gun®

Figure 35 : Pont dentinaire 5 semaines après coiffage au MTA® d'une molaire de souris

Figure 36 : Forme commerciale Biodentine®

Figure 37 : Manuel d'utilisation fournit par Septodont®

Figure 38 : Comparaison des principaux matériaux utilisés pour la pulpotomie

Figure 39 : Peri-Apical Index d'Orstavik

Figure 40 : Radiographie pré-opératoire

Figure 41 : Réalisation technique de la pulpotomie en pratique clinique

Figure 42 : Mise en place de la Biodentine et de la restauration coronaire provisoire

Figure 43 : Radiographie de contrôle à un an (29/01/2018)

Figure 44 : Radiographies pré et post-opératoire suite au TE conventionnel

Figure 45 : Radiographies pré et post-opératoires d'un patient polycarié de 27 ans soigné sous anesthésie générale (pulpotomies sur 36-46 et 47)

Figure 46 : Questionnaire d'évaluation clinique pour les patients à besoins spécifiques.

Figure 47 : Les différentes niches de cellules souches dentaires exploitables.

INDEX DES ABREVIATIONS

VPT : Vital Pulp Therapy
TE : Traitement endodontique conventionnel
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
LIPOE : Lésions Inflammatoires Péri-apicales d'Origine Endodontique
AAE : American Association of Endodontists
ASA : American Society of Anesthesiologists
MEOPA : Mélange Equimolaire d'Oxygène et de Protoxyde d'Azote
HAS : Haute Autorité de Santé
EI : Endocardite infectieuse
ACR : Ancrage Corono-Radiculaire
TGF-B : Tissue Growth Factors Beta
VEGF : Vascular Growth Factor
TLR : Toll Like Receptor
PRRs : Pattern Recognition Receptors
PAMPs : Pathogen Associated Molecular Patterns
NF- κ B : Nuclear factor- kappa beta
p38 MAP kinase : p38 Mitogen-Activated Protein Kinase
ROS : Reactive Oxygen Species
FGF-2 : Fibroblast Growth Factor 2
NIRS : Near-Infrared Spectrophotometry
MTA : Mineral Trioxyde Agregate
GMTA : Grey MTA
WMTA : White MTA
MTAA : MTA Angelus®
IL6 et 8 : Interleukines 6 et 8
NEC : Novel Endodontic Cement
CEM : Calcium Enriched Mixture Cement
BSP : Bone SialoProtein
BMP : Bone Morphogenic Protein
EMD : Enamel Matrix Derivated
DPM : Dent Permanente Mature
ESE : European Society of Endodontists
PAI : Peri Apical Index
CVI : Ciment Verre Ionomère
CBCT : Cone Beam Computed Tomography
ALARA : As Low As Reasonably Achievable
CCAM : Classification Commune des Actes Médicaux
PHRC : Programme Hospitalier de Recherche Clinique

BIBLIOGRAPHIE

1. Hong L, Ahmed A, McCunniff M, Liu Y, Cai J, Hoff G. Secular Trends in Hospital Emergency Department Visits for Dental Care in Kansas City, Missouri, 2001–2006. *Public Health Rep.* 2011;126(2):210–9.
2. Bjørndal L. The caries process and its effect on the pulp: the science is changing and so is our understanding. *Pediatr Dent.* juin 2008;30(3):192–6.
3. Duchesne R. Pronostic des traitements endodontiques: analyse de la littérature [Thèse d'exercice]. [France]: Université de Nantes; 2015.
4. Ng Y-L, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature -- Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J.* janv 2008;41(1):6–31.
5. Cohen's Pathways of the Pulp Expert Consult - 11th Edition [Internet]. [cité 1 oct 2017]. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/books/cohens-pathways-of-the-pulp-expert-consult/hargreaves/978-0-323-09635-5>
6. Dictionnaire des termes d'odontologie conservatrice. Endodontie & odontologie restauratrice - Jean-Jacques Lasfargues, Pierre Machtou, Collectif [Internet]. [cité 15 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.decitre.fr/livres/dictionnaire-des-termes-d-odontologie-conservatrice-9782903482169.html>
7. Traumatismes dentaires : Du diagnostic au traitement NAULIN-IFI C [Internet]. Librairie Lavoisier. [cité 15 févr 2018]. Disponible sur: https://www.lavoisier.fr/livre/medecine/traumatismes-dentaires-du-diagnostic-au-traitement-collection-jpio-serie-manuel/naulin-ifi/descriptif_2174276
8. Garg N, Garg A. *Textbook of Endodontics*. JP Medical Ltd; 2013. 624 p.
9. Lasfargues J.J. Le diagnostic clinique des parodontites apicales. *REALITES CLINIQUES Vol. 12:* 149–162, 2001.
10. Piette E, Goldberg M. *La dent normale et pathologique*. De Boeck Supérieur; 2001. 392 p.
11. The dynamics of pulp inflammation: Correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp - Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology [Internet]. [cité 20 févr 2018]. Disponible sur: [http://www.oooojournal.net/article/0030-4220\(63\)90323-2/pdf](http://www.oooojournal.net/article/0030-4220(63)90323-2/pdf)
12. Seltzer and Bender's Dental Pulp, Second Edition by Kenneth M. Hargreaves, Harold E. Goodis & Franklin Tay on iBooks [Internet]. iBooks. [cité 21 nov 2017]. Disponible sur: <https://itunes.apple.com/us/book/seltzer-and-benders-dental-pulp-second-edition/id646808899?mt=11>
13. What Is Pulp Polyp & What Is Treatment of Chronic hyperplastic pulpitis or proliferative pulpitis | Dr Pulp's Blog [Internet]. [cité 22 févr 2018]. Disponible sur: <http://www.drpulp.com/2014/02/what-is-pulp-polyp-what-is-treatment-of.html>

14. Classification des pulpopathies ~ [Club Dentaire] [Internet]. [cité 22 août 2016]. Disponible sur: <http://csd23.blogspot.fr/2010/01/classification-des-pulpopathies.html>
15. Haute Autorité de Santé. Service évaluation des actes professionnels : rapport d'évaluation technologiques, Traitement endodontique. 2008 Sep.
16. Traitement endodontique - rapport d'évaluation. (www.has-sante.fr).
17. Georgelin M. Limiter les risques d'échecs du traitement endodontique au CHU de Toulouse [Internet] [phdthesis]. Université d'Auvergne - Clermont-Ferrand I; 2012 [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01124037/document>
18. AAE - Endodontic Case Assessment [Internet]. [cité 21 nov 2017]. Disponible sur: <http://www.aae.org/caseassessment/>
19. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. nov 1984;58(5):589-99.
20. Anatomic and microbiologic challenges to achieving success with endodontic treatment: a case report. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18793932>
21. A follow-up study of pulpotomies and root canal treatments performed under general anaesthesia - Springer [Internet]. [cité 10 juin 2016]. Disponible sur: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00784-013-1090-4>
22. BRONNEC F. Evaluation per-opératoire de la difficulté en endodontie.
23. La cicatrisation pulpo-dentinaire : de la biologie à la clinique [Internet]. Information Dentaire. [cité 16 janv 2018]. Disponible sur: http://_65430983298_1_1364270400.id.elteg.net/011025-23340-La-cicatrisation-pulpo-dentinaire-de-la-biologie-a-la-clinique.html_4
24. Stanley HR. Pulp capping: conserving the dental pulp--can it be done? Is it worth it? Oral Surg Oral Med Oral Pathol. nov 1989;68(5):628-39.
25. Futura. Anatomie de la dent [Internet]. Futura. [cité 6 mars 2018]. Disponible sur: <https://www.futura-sciences.com/sante/dossiers/dents-dents-sante-buccodentaire-1287/page/3/>
26. Simon S, Cooper P, Berdal A, Machtou P, Smith AJ. Biologie pulpaire : comprendre pour appliquer au quotidien. Revue Odonto Stomatologique. 2008; Tome 37(3):209-235.
27. Anatomie et physiologie de la dent & du parodonte - ppt video online télécharger [Internet]. [cité 6 mars 2018]. Disponible sur: <http://slideplayer.fr/slide/2490568/>
28. www.unitheque.com. Odontologie conservatrice et restauratrice Tome 1 [Internet]. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: https://www.unitheque.com/Livre/cdp/JPIO/Odontologie_conservatrice_et_restauratrice_Tome_1-33336.html

29. Biologie pulpaire : comprendre pour appliquer au quotidien - 2008 - Tome 37 - N°3 [Internet]. [cité 5 janv 2018]. Disponible sur: <http://www.sop.asso.fr/les-services/la-ros-en-ligne/ROS0000223>
30. Simon S, Pertot PM Willy. Endodontie - Editions CdP. Initiatives Sante; 2015. 1347 p.
31. Goldberg M, Smith AJ. CELLS AND EXTRACELLULAR MATRICES OF DENTIN AND PULP: A BIOLOGICAL BASIS FOR REPAIR AND TISSUE ENGINEERING. Crit Rev Oral Biol Med Off Publ Am Assoc Oral Biol. 1 janv 2004;15(1):13-27.
32. Avery JK. Essentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical Approach. Mosby; 2000. 248 p.
33. Simon SRJ, Berdal A, Cooper PR, Lumley PJ, Tomson PL, Smith AJ. Dentin-pulp complex regeneration: from lab to clinic. Adv Dent Res. juill 2011;23(3):340-5.
34. Estimer l'état pulpaire [Internet]. Information Dentaire. [cité 19 févr 2018]. Disponible sur: http://_65430983298_1_1364266800.id.elteg.net/011025-22707-Estimer-l-etat-pulpaire.html_7
35. Zakaria Haroun. 7 l'inflammation de la phase initiale au processus de réparation. [Internet]. 17:20:46 UTC [cité 6 mars 2018]. Disponible sur: <https://fr.slideshare.net/multidiscipline1/7-linflammation-de-la-phase-initiale-au-processus-de-rparation>
36. Brännström M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: Sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. J Endod. 1 janv 1986;12(10):453-7.
37. Simon S, Pertot PM Willy. Endodontie - Editions CdP. Initiatives Sante; 2015. 1347 p.
38. Chmilewsky F, Jeanneau C, Laurent P, About I. Pulp fibroblasts synthesize functional complement proteins involved in initiating dentin-pulp regeneration. Am J Pathol. juill 2014;184(7):1991-2000.
39. Immunohistochemical study on the immunocompetent cells of the pulp in human non-carious and carious teeth. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 22 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7575232>
40. Farges J-C, Alliot-Licht B, Renard E, Ducret M, Gaudin A, Smith AJ, et al. Dental Pulp Defence and Repair Mechanisms in Dental Caries. Mediators Inflamm. 2015;2015:230251.
41. Plithotaxis, a collective cell migration, regulates the sliding of proliferating pulp cells located in the apical niche. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 16 janv 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25158184>
42. Mathieu S, Jeanneau C, Sheibat-Othman N, Kalaji N, Fessi H, About I. Usefulness of controlled release of growth factors in investigating the early events of dentin-pulp regeneration. J Endod. févr 2013;39(2):228-35.
43. Téclès O, Laurent P, Zygouritsas S, Burger A-S, Camps J, Dejou J, et al. Activation of human dental pulp progenitor/stem cells in response to odontoblast injury. Arch Oral Biol. févr 2005;50(2):103-8.

44. Zhang M, Kokabu S, Nakatomi C, Sugiyama G, Matsuo K, Jimi E. The distinct distributions of immunocompetent cells in rat dentin pulp after pulpotomy. *Anat Rec Hoboken NJ* 2007. avr 2015;298(4):741-9.
45. Chmilewsky F. Interactions entre cellules progénitrices et fibroblastes au cours de la régénération pulpo-dentinaire : rôle de l'activation du système du complément [Internet]. Aix-Marseille; 2013 [cité 22 févr 2018]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2013AIXM5300>
46. Renard E, Lopez-Cazaux S, Guicheux J, Weiss P, Laboux O, Alliot-licht B. Les cellules souches de la pulpe dentaire. Vol. 330. 2007. 635 p.
47. Tziafas D, Pantelidou O, Alvanou A, Belibasakis G, Papadimitriou S. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. *Int Endod J.* mars 2002;35(3):245-54.
48. Gopikrishna V, Pradeep G, Venkateshbabu N. Assessment of pulp vitality: a review. *Int J Paediatr Dent.* 1 janv 2009;19(1):3-15.
49. Cecic PA, Hartwell GR, Bellizzi R. Cold as a diagnostic aid in cases of irreversible pulpitis. Report of two cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* déc 1983;56(6):647-50.
50. Bienvenue sur Endosud [Internet]. [cité 1 mars 2018]. Disponible sur: http://endosud.free.fr/D2_4.htm
51. Abd-Elmeguid A, Yu DC. Dental pulp neurophysiology: part 1. Clinical and diagnostic implications. *J Can Dent Assoc.* févr 2009;75(1):55-9.
52. Fluxmètrie Laser Doppler en odontologie (Livre, 2011) [WorldCat.org] [Internet]. [cité 21 nov 2017]. Disponible sur: <http://www.worldcat.org/title/fluxmetrie-laser-doppler-odontologie/oclc/800574060>
53. Roy É. Étude de la fluxmètrie laser Doppler dans l'évaluation de la vitalité pulpaire en odontologie [Internet]. Nantes; 2010 [cité 1 mars 2018]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2010NANT01VS>
54. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod.* déc 2014;40(12):1932-9.
55. McLachlan JL, Sloan AJ, Smith AJ, Landini G, Cooper PR. S100 and cytokine expression in caries. *Infect Immun.* juill 2004;72(7):4102-8.
56. Barngkgei IH, Halboub ES, Alboni RS. Pulpotomy of symptomatic permanent teeth with carious exposure using mineral trioxide aggregate. *Iran Endod J.* 2013;8(2):65-8.
57. Bimstein E, Rotstein I. Cvek pulpotomy - revisited. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol.* déc 2016;32(6):438-42.
58. Le Traitement [Internet]. PULPSAVE. [cité 29 nov 2017]. Disponible sur: <http://pulpssave.weebly.com/le-traitement.html>
59. Qu'est ce que la pulpotomie ? - CABINET DENTAIRE DES DRS RENARD PATRICK ET GIROFLIER LAURANNE [Internet]. [cité 20 févr 2018]. Disponible sur: <http://dr-renard->

patrick.chirurgiens-dentistes.fr/infos-patient/les-pathologies-dentaires/qu-est-ce-que-la-pulpotomie

60. Simon S, Perard M, Zanini M, Smith AJ, Charpentier E, Djole SX, et al. Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *Int Endod J.* janv 2013;46(1):79-87.
61. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J.* déc 2006;39(12):921-30.
62. Bjørndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjaeldgaard M, Näsman P, et al. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci.* juin 2010;118(3):290-7.
63. Fraises tungstene dentsply 152 - endo z en vente dans la boutique mega dental [Internet]. [cité 1 mars 2018]. Disponible sur: <http://www.megadental.fr/fraises-fraises/fraises-carbure-de-tungstene-fraises-endo-z.html>
64. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 7 déc 2017]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17546863>
65. MULTI-CAL dental-elite [Internet]. [cité 12 mars 2018]. Disponible sur: <http://www.dentalelite.fr/restoration-17/multi-cal-3628.html>
66. Claisse-Crinquette A, Claisse D. Hydroxyde de calcium ou M.T.A. en traumatologie. *Real Clin.* 2002; 13(1) : 53-73.
67. Neurotoxic effect of two root canal sealers with calcium hydroxide on rat phrenic nerve in vitro. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 20 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1820855>
68. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 16 janv 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16948659>
69. Buy Dentsply Pro Root MTA Root Repair Material online at best prices |PinkBlue.in [Internet]. [cité 12 mars 2018]. Disponible sur: <https://pinkblue.in/pro-rootr-mta-root-repair-material.html>
70. Karabucak B, Li D, Lim J, Iqbal M. Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol.* 1 août 2005;21(4):240-3.
71. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-- Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod.* janv 2010;36(1):16-27.
72. MTA-Angelus Reparative Cement – The Dental Advisor [Internet]. [cité 12 mars 2018]. Disponible sur: <https://www.dentaladvisor.com/evaluations/mta-angelus-reparative-cement/>

73. MM-MTA - 2 capsules de 0,3g / Micro Mega [Internet]. Safir Dentaire. [cité 12 mars 2018]. Disponible sur: <http://www.safirdentaire.fr/obturation-canalair/319-mm-mta-2-capsules-de-03g-micro-mega.html>
74. ProRoot MTA | Олимп | Стоматологическое оборудование, стоматологические материалы | Ростов-на-Дону [Internet]. [cité 12 mars 2018]. Disponible sur: <http://www.olimprnd.ru/?p=208>
75. Faraco IM, Holland R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol.* août 2001;17(4):163-6.
76. Witherspoon DE, Small JC, Regan JD, Nunn M. Retrospective analysis of open apex teeth obturated with mineral trioxide aggregate. *J Endod.* oct 2008;34(10):1171-6.
77. Gandolfi MG, Taddei P, Siboni F, Modena E, Ciapetti G, Prati C. Development of the foremost light-curable calcium-silicate MTA cement as root-end in oral surgery. Chemical-physical properties, bioactivity and biological behavior. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* juill 2011;27(7):e134-157.
78. Torabinejad M. *Mineral Trioxide Aggregate: Properties and Clinical Applications.* John Wiley & Sons; 2014. 362 p.
79. Koubi G, Colon P, Franquin J-C, Hartmann A, Richard G, Faure M-O, et al. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study. *Clin Oral Investig.* janv 2013;17(1):243-9.
80. Tran XV, Gorin C, Willig C, Baroukh B, Pellat B, Decup F, et al. Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. *J Dent Res.* déc 2012;91(12):1166-71.
81. Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *J Endod.* sept 2012;38(9):1220-6.
82. Pawar AM, Kokate SR, Shah RA. Management of a large periapical lesion using Biodentine TM as retrograde restoration with eighteen months evident follow up. *J Conserv Dent.* 11 janv 2013;16(6):573.
83. Cohenca N, Paranjpe A, Berg J. Vital pulp therapy. *Dent Clin North Am.* janv 2013;57(1):59-73.
84. Asgary S, Shirvai A. Pulpotomy With Calcium Hydroxide May be an Effective Alternative to Root Canal Therapy in Vital Teeth. *J Evid-Based Dent Pract.* mars 2016;16(1):64-6.
85. WOHLGEMUTH P. Le coiffage pulpaire.
86. Zarrabi MH, Javidi M, Jafarian AH, Joushan B. Histologic assessment of human pulp response to capping with mineral trioxide aggregate and a novel endodontic cement. *Journal of Endodontics.* 2010;36(11):1778-1781.
87. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghanavati F, Rahimi H. A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2008;106(4):609-614.

88. Tabarsi B, Parirokh M, Eghbal MJ, Haghdoost AA, Torabzadeh H, Asgary S. A comparative study of dental pulp response to several pulpotomy agents. *International Endodontic Journal*. 2010;43(7):565–571.
89. Burdock GA. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food and Chemical Toxicology*. 1998;36(4):347–363.
90. Parolia A, Kundabala M, Rao NN, Acharya SR, Agrawal P, Mohan M, et al. A comparative histological analysis of human pulp following direct pulp capping with Propolis, mineral trioxide aggregate and Dycal. *Aust Dent J*. mars 2010;55(1):59-64.
91. Goldberg M, Six N, Decup F, et al. Application of Bioactive Molecules in Pulp capping Situations. *Advances in Dental Research*. 2001;15(1):91–95.
92. Nakamura Y, Hammarström L, Matsumoto K, Lyngstadaas SP. The induction of reparative dentine by enamel proteins. *International Endodontic Journal*. 2002;35(5):407– 417.
93. Ferracane JL, Cooper PR, Smith AJ. Can interaction of materials with the dentin-pulp complex contribute to dentin regeneration? *Odontology*. 2010;98(1):2–14.
94. Witherspoon DE. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives--permanent teeth. *J Endod*. juill 2008;34(7 Suppl):S25-28.
95. Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol*. févr 1986;2(1):20-34.
96. Asgary S, Eghbal MJ, Ghoddusi J. Two-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: an ongoing multicenter randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2014;18(2):635-41.
97. Powell LV. Cariously exposed pulps may benefit from vital pulp therapies: A critical summary of Aguilar P, Linsuwanont P. Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review (published online ahead of print March 5, 2011). *J Endod* 2011;37(5):581–587. doi:10.1016/j.joen.2010.12.004. *J Am Dent Assoc*. 1 nov 2012;143(11):1232-3.
98. A comparative study on dental pulp response to calcium hydroxide, white and grey mineral trioxide aggregate as pulp capping agents [Internet]. [cité 7 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3227279/>
99. Aguilar P, Linsuwanont P. Vital Pulp Therapy in Vital Permanent Teeth with Cariously Exposed Pulp: A Systematic Review. *J Endod*. 1 mai 2011;37(5):581-7.
100. Linsuwanont P, Wimonutthikul K, Pothimoke U, Santiwong B. Treatment Outcomes of Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomy in Vital Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure: The Retrospective Study. *J Endod*. 1 févr 2017;43(2):225-30.
101. Linu S, Lekshmi MS, Varunkumar VS, Sam Joseph VG. Treatment Outcome Following Direct Pulp Capping Using Bioceramic Materials in Mature Permanent Teeth with Carious Exposure: A Pilot Retrospective Study. *J Endod*. 1 oct 2017;43(10):1635-9.

102. Alqaderi H, Lee C-T, Borzangy S, Pagonis TC. Coronal pulpotomy for cariously exposed permanent posterior teeth with closed apices: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 1 janv 2016;44(Supplement C):1-7.
103. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 7 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23683272>
104. A Review of Criteria for the Evaluation of Pulpotomy Outcomes in Mature Permanent Teeth. - PubMed - NCBI [Internet]. [cité 4 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27339631>
105. Kiarudi AH, Eghbal MJ, Safi Y, Aghdasi MM, Fazlyab M. The Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Endodontics: A Review of Literature. *Iran Endod J.* 2015;10(1):16-25.
106. Apport de l'imagerie cone beam en endodontie [Internet]. *Information Dentaire.* [cité 1 févr 2018]. Disponible sur: http://_65430983298_1_1364259600.id.elteg.net/011025-22844-Apport-de-l-imagerie-cone-beam-en-endodontie.html_2
107. Cvek M. A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *J Endod.* août 1978;4(8):232-7.
108. Marques MS, Wesselink PR, Shemesh H. Outcome of Direct Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate: A Prospective Study. *J Endod.* 1 juill 2015;41(7):1026-31.
109. Georgelin M. Limiter les risques d'échecs du traitement endodontique au CHU de Toulouse, 2012.
110. Kunert GG, Kunert IR, da Costa Filho LC, de Figueiredo JAP. Permanent teeth pulpotomy survival analysis: retrospective follow-up. *J Dent.* sept 2015;43(9):1125-31.
111. Zanini M, Meyer E, Simon S. Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review. *J Endod.* 1 juill 2017;43(7):1033-51.
112. Derakhshan P. Evaluation du délai nécessaire pour réaliser les restaurations coronaires d'usage post-traitement endodontiques dans le service d'Odontologie du CHU de Toulouse en 2015 et 2016.
113. Asgary, S., Eghbal, M. J., Fazlyab, M., Baghban, A. A., & Ghoddusi, J. (2015). Five-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: a non-inferiority multicenter randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 19(2), 335–341.
114. Hess J, Médioni E, Vené G. Thérapeutique endodontique. Ensemble pulpo-dentinaire. Conservation de la vitalité pulpaire : le coiffage. *Encyclo Med Chir Paris, Odontologie.* 1990;23-035-A-10:1–29.
115. Is It Time to Do Routine Adult Pulpotomies? [Internet]. Glidewell Dental Lab. 2012 [cité 11 mars 2018]. Disponible sur: <http://glidewelldental.com/education/chairside-dental-magazine/volume-7-issue-1/clinical-techniques-is-it-time-to-do-routine-adult-pulpotomies/>

116. Codage des actes médicaux - CCAM | ameli.fr [Internet]. [cité 1 mars 2018]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/chirurgien-dentiste/exercice-liberal/facturation-remuneration/nomenclatures-codage/codage>
117. Ghodduji J, Shahrami F, Alizadeh M, Kianoush K, Forghani M. Clinical and radiographic evaluation of vital pulp therapy in open apex teeth with MTA and ZOE. *N Y State Dent J.* avr 2012;78(3):34-8.
118. La résection apicale : indications et technique opératoire - EM|consulte [Internet]. [cité 1 mars 2018]. Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/en/article/94310>
119. Marmasse A. Amputation vitale de la pulpe ou pulpotomie avec conservation des filets radicalires vivants. *Dentisterie opérateurie – Tome I, 4th edn.* pp. 254–63. Paris: J-B Bailliere et fils. In.
120. Simon, S., Perard, M., Zanini, M., Smith, a J., Charpentier, E., Djole, S. X., & Lumley, P. J. (2013). Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts. *International Endodontic Journal*, 46(1), 79–87.
121. Netgen. Interventions bucco-dentaires chez les personnes âgées [Internet]. *Revue Médicale Suisse.* [cité 18 janv 2018]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2002/RMS-2414/22553>
122. Role of Platelet rich fibrin in wound healing: A critical review [Internet]. [cité 6 mars 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3740636/>
123. Efficacy of Enamel Matrix Derivative in Vital Pulp Therapy: A Review of Literature [Internet]. [cité 6 mars 2018]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5527198/>
124. Kalaji MN. Élaboration d'un système de libération contrôlée des facteurs de croissance FGF-2 et TGF-β1 en vue de leur utilisation en odontologie conservatrice et endodontie [Internet] [phdthesis]. Université Claude Bernard - Lyon I; 2010 [cité 6 mars 2018]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00881178/document>
125. Adult stem cells sources in the oral and maxillofacial region. BMSCs:... [Internet]. [cité 6 mars 2018]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/figure/Adult-stem-cells-sources-in-the-oral-and-maxillofacial-region-BMSCs-bone-marrow-derived_fig2_318693672

TITRE : LA PULPOTOMIE SUR DENT PERMANENTE MATURE : UNE ALTERNATIVE AU TRAITEMENT ENDODONTIQUE CONVENTIONNEL ?

RESUME : Suite à une atteinte carieuse profonde, le traitement endodontique reste trop souvent initié d'emblée. Or, les données épidémiologiques montrent des taux d'échecs allant jusqu'à 48%. L'évolution durant les dernières décennies des connaissances ainsi que des matériaux et méthodes à notre disposition, nous mène à nous poser la question de l'applicabilité de la pulpotomie comme alternative d'usage au traitement endodontique conventionnel sur dents permanentes matures.

Au sein de ce travail, nous avons fait un point sur la littérature récente mais également sur notre activité clinique au sein du CHU de Toulouse ou cette thérapeutique de maintien de la vitalité pulpaire devrait s'imposer comme un choix thérapeutique sûr, notamment dans la prise en charge des patients à besoins spécifiques.

TITLE : PULPOTOMY ON PERMANENT MATURE TEETH : AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL ENDODONTIC TREATMENT ?

SUMMARY: Following a deep carious injury, endodontic treatment is still too often initiated despite epidemiological datas showing failure rates of up to 48%.

The evolution of dental knowledge during the last decades as well as the materials and methods at our disposal, leads us to ask ourselves the question of the applicability of the pulpotomy as an alternative to the conventional endodontic treatment on mature permanent teeth. In this work, we point out the recent literature in addition to our clinical activity at the University Hospital of Toulouse where this vital pulp therapy should emerge as a safe therapeutic choice, especially in taking care of patients with specific needs.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie Dentaire

MOTS CLES : ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, PULPOTOMIE, MAINTIEN VITALITE PULPAIRE

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :

Université Toulouse III - Paul Sabatier
Faculté de Chirurgie Dentaire
3 Chemin des Maraîchers
31062 Toulouse Cedex

DIRECTEUR DE THESE : Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie