

**UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

---

ANNEE 2022

2022 TOU3 3020

**THESE**

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

**Carla BOURGEADE**

le 14 mars 2022

**BIOPULPECTOMIE SUR MODÈLE  
PÉDIATRIQUE IMPRIMÉ EN RÉSINE  
: QUEL INSTRUMENT UTILISER ?**

Directeur de thèse : Pr Franck DIEMER

**JURY**

Président : Pr Frédéric VAYSSE

1er assesseur : Pr Franck DIEMER

2e assesseur : Dr Matthieu MARTY

3e assesseur : Dr Alice BROUTIN



**UNIVERSITÉ  
TOULOUSE III**  
**PAUL SABATIER**



Université  
de Toulouse

*Faculté de santé  
ancienne Faculté  
de Chirurgie  
Dentaire*

**DIRECTION**

**DOYEN**

M. Philippe POMAR

**ASSESEUR DU DOYEN**

Mme Sabine JONJOT  
Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

**HONORARIAT**

**DOYENS HONORAIRES**

M. Jean LAGARRIGUE ¶  
M. Jean-Philippe LODTER ¶  
M. Gérard PALOUDIER  
M. Michel SIXOU  
M. Henri SOULET

**MEMBRE DU DIRECTOIRE ADMINISTRATIF DE LA  
FACULTE DE SANTE**

Mme Muriel VERDAGUER

**PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE**

Mme Cathy NABET

**CHARGÉS DE MISSION**

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)  
M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)  
M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)  
M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)  
M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

**PERSONNEL ENSEIGNANT**

**Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention**

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

**ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE**

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M Frédéric VAYSSE  
Maîtres de Conférences : Mme Emmanuelle NOIRRIE-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M.  
Mathieu MARTY  
Assistants : Mme Marion GUY-VERGER, Mme Alice BROUTIN (associée)  
Adjoints d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH, M. Mathieu TESTE,

**ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE**

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, M. Maxime ROTENBERG  
Assistants : Mme Isabelle ARAGON, M. Vincent VIDAL-ROSSET

**PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE** (Mme NABET Catherine)

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël  
VERGNES  
Assistante : Mme Géromine FOURNIER  
Adjoints d'Enseignement : Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Jean-Philippe GATIGNOL, Mme  
Carole KANJ

**Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale**

**57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE** (M. Philippe KEMOUN)

**PARODONTOLOGIE**

Maîtres de Conférences : Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Mme Alexia VINEL  
Assistants : Mme. Charlotte THOMAS, M. Joffrey DURAN

Adjoints d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE ,Mme Myriam KADDECH, M. Matthieu RIMBERT,

### CHIRURGIE ORALE

Professeur d'Université : Mme Sarah COUSTY  
Maîtres de Conférences : M. Philippe CAMPAN, M. Bruno COURTOIS  
Assistants : M. Clément CAMBRONNE  
Adjoints d'Enseignement : M. Gabriel FAUXPOINT, M. Arnaud L'HOMME, Mme Marie-Pierre LABADIE, M. Luc RAYNALDY, M. Jérôme SALEFRANQUE.

### BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : M. Philippe KEMOUN  
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M Vincent BLASCO-BAQUE  
Assistants : M. Matthieu MINTY, Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI, M. Maxime LUIS, Mme Valentine BAYLETGALY-CASSIT  
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, M. Olivier DENY

### Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Franck DIEMER)

### DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER  
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE  
Assistants : M. Sylvain GAILLAC, Mme Sophie BARRERE, Mme. Manon SAUCOURT, M. Ludovic PELLETIER, M. Nicolas ALAUX, M. Vincent SUAREZ  
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean- Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE, Mme Lucie RAPP

### PROTHÈSES

Professeurs d'Université : M. Philippe POMAR  
Maîtres de Conférences : M. Jean CHAMPION, M. Rémi ESCLASSAN, M. Florent DESTRUHAUT, M. Antoine GALIBOURG,  
Assistants : Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE, Mme Mathilde HOURSET, Mme Constance CUNY, M. Julien GRIFFE  
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Jean-Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Fabien LEMAGNER,  
M. Eric SOLYOM, M. Michel KNAFO, M. Alexandre HEGO DEVEZA, M. Victor EMONET-DENAND, M. Thierry DENIS, M. Thibault YAGUE

### FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONIOT, M. Karim NASR, M. Paul MONSARRAT, M. Thibault CANCEILL  
Assistants : M. Julien DELRIEU, M. Paul PAGES, Mme. Julie FRANKEL  
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, M. Damien OSTROWSKI

## Remerciements

*À mes parents qui m'ont toujours soutenu et épaulé, qui ont su me donner toutes les chances pour réussir, de très bons conseils et beaucoup d'amour.*

*À ma sœur et à mon frère au côté desquels j'ai grandi et beaucoup ri.*

*À mes grands-parents et à toute ma famille pour tous ces souvenirs et vacances partagés ensemble.*

*À mes copines de dentaire Noor, Vy, Clara et ma binôme Manon, merci pour tous ces bons moments, ces fous rires et à tous ceux à venir, vous êtes comme ma famille.*

*À mes copines de lycée et de PACES Marie-Caroline, Lou, Claire S, Pauline, Aude, Claire B, Yaël et Barbara avec qui je partage tout depuis bientôt 10 ans.*

*À Xavier qui m'apporte chaque jour beaucoup de bonheur.*

*Au Dr Bernès qui m'a fait confiance en me laissant remplacer dans son cabinet et à son assistante Xaviera qui m'a beaucoup aidé.*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail et qui m'ont soutenue.*

À notre 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

-Docteur en Chirurgie Dentaire

-Docteur de l'Université Paul Sabatier

-Lauréat de l'Université Paul Sabatier

-Diplôme d'Études Approfondies en Imagerie et Rayonnement en Médecine

-Habilitation à Diriger les Recherches (HDR)

*Je vous remercie d'avoir accepté la  
présidence de cette thèse ainsi que pour vos  
précieux enseignements théoriques et  
cliniques suivis tout au long de notre cursus  
universitaire,  
Veuillez trouver dans cette thèse  
l'expression de mon respect et ma  
reconnaissance la plus sincère.*

À notre directeur de thèse,

Monsieur le Professeur DIEMER Franck,

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Responsable de la sous-section d'Odontologie Conservatrice, Endodontie
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- D.E.A. de Pédagogie (Éducation, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail
- Docteur de l'Université Paul Sabatier
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse
- Responsable du comité scientifique de la SFE
- Responsable du Diplôme Universitaire d'Hypnose
- Co-responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Odontologie du Sport
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

*C'est un grand honneur d'avoir été sous votre direction pour la rédaction de cette thèse.*

*Je vous remercie pour la confiance que vous m'avez accordée en me confiant ce sujet ainsi que pour votre disponibilité et vos conseils,*

*Vous avez été d'un grand soutien et d'une grande bienveillance tout au long de ce projet,*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de toute mon estime, ma sympathie et mes remerciements.*

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur MARTY Mathieu,

-Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-CES de Chirurgie Dentaire Odontologie Pédiatrique et Prévention,

-CES de Physiopathologie et diagnostic des dysmorphies cranio-faciales,

-Master 2 en Sciences de l'éducation Université Paul VALERY Montpellier 3,

-Doctorat en Sciences de l'éducation Université Paul VALERY Montpellier 3,

*Je vous remercie d'avoir accepté de  
participer à l'élaboration de cette thèse,  
Je vous suis très reconnaissante pour votre  
disponibilité, vos conseils et pour votre  
enseignements théoriques et cliniques suivis  
tout au long de notre cursus universitaire,  
Veuillez trouver dans cette thèse  
l'expression de mon respect et ma  
reconnaissance la plus sincère.*

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur BROUTIN Alice,

-Assistante associée Hospitalo-Universitaire d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Diplôme d'Université d'anesthésie générale et sédation en odontologie clinique,

- CES de Chirurgie Dentaire Odontologie Pédiatrique et Prévention,

*Je vous remercie d'avoir accepté de  
participer à l'élaboration de cette thèse,  
Je vous suis très reconnaissante pour votre  
enseignements théoriques et cliniques suivis  
tout au long de notre cursus universitaire,  
Veuillez trouver dans cette thèse  
l'expression de mon respect et ma  
reconnaissance la plus sincère.*

# TABLE DES MATIÈRES

<b><i>INTRODUCTION</i></b>	<b>10</b>
<b><i>I. ANATOMIE ET CONSERVATION DES MOLAIRES LACTÉLAES</i></b>	<b>11</b>
<b>I.1. Anatomie des dents lactéales</b>	<b>11</b>
<b>I.2. Recommandations thérapeutiques actuelles</b>	<b>12</b>
<b>I.3. Alternatives</b>	<b>14</b>
<b><i>II. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE</i></b>	<b>15</b>
<b><i>III. PARTIE EXPERIMENTALE</i></b>	<b>17</b>
<b>III.1 Matériel et méthode</b>	<b>17</b>
III.1.1 Le modèle	17
III.1.2 Les instruments	18
III.1.2.a TS1 21mm	18
III.1.2.b M3 4%	19
III.1.2.c M3 6%	21
III.1.3 Protocole	22
III.1.4 Acquisitions	23
<b>III.2. Résultats</b>	<b>25</b>
<b>III.3. Discussion</b>	<b>26</b>
<b><i>CONCLUSION</i></b>	<b>28</b>
<b><i>ANNEXES</i></b>	<b>29</b>
<b><i>BIBLIOGRAPHIE</i></b>	<b>33</b>

## INTRODUCTION

L'endodontie et la pédodontie sont des domaines de l'odontologie très techniques et complexes, dû à la minutie et la rigueur du geste ou encore à la coopération du patient. La conservation des dents lactéales, en bonne santé, de nos jeunes patients est un véritable challenge. Celles-ci jouent un rôle important dans le développement des maxillaires et les apprentissages des différentes fonctions orales : phonation, mastication, déglutition... Notre capacité à pouvoir soigner l'endodonte de ces dents est un point déterminant dans cette capacité de conservation.

Nous allons à travers ce travail, réunir ces deux spécialités puisque l'on va s'intéresser à la pulpectomie sur dent temporaire. En effet, cet acte n'est que peu pratiqué, puisque l'avulsion de la dent temporaire est largement préférée. Néanmoins, l'avulsion n'est pas un acte anodin car elle peut entraîner des conséquences : migrations, retard d'éruption... Il faudrait donc pouvoir disposer d'instruments adaptés à l'enfant et à l'anatomie particulière de leurs dents lactéales pour réaliser le traitement endodontique (nettoyage, irrigation et obturation) rapidement et de façon reproductible.

Depuis quelques mois, certaines firmes chinoises proposent des instruments dédiés à cet acte en alternative au détournement d'instruments endodontiques classiques (pour traitement de dents définitives). Nous allons dans un premier temps effectuer quelques rappels sur l'anatomie et la conservation des dent lactéales, nous allons ensuite rassembler toutes les études, revues et articles qui existent à ce sujet à travers une analyse bibliographique, ensuite nous passerons à la partie expérimentale, dans laquelle trois instruments endodontiques sont évalués sur les modèles pédiatriques en résine.

# I. ANATOMIE ET CONSERVATION DES MOLAIRES LACTÉLAES

## I.1. Anatomie des dents lactéales

L'endodontie nécessite une connaissance approfondie de l'anatomie des dents, de leur nombre de racines, de leur nombre de canaux radiculaires, de leur position et ce d'autant plus lorsqu'on la pratique sur des enfants. En effet, réaliser un traitement endodontique correct demande rigueur et minutie que ce soit sur dents permanentes ou sur dents temporaires. Ces dernières ont un bon nombre de différences que l'on va rappeler ci-dessous :

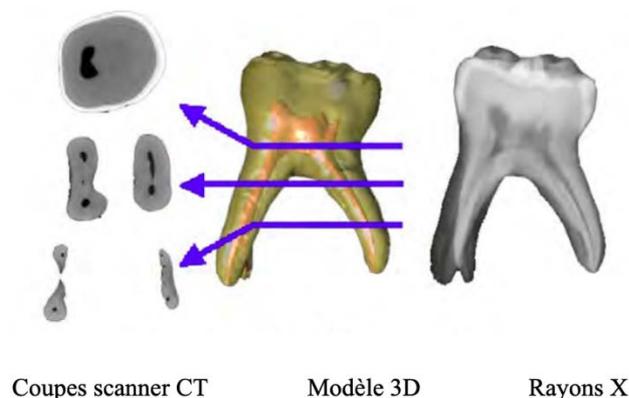
- Les dents temporaires sont, toutes dimensions confondues, en général plus petites que les dents permanentes
- Leurs couronnes sont plus larges dans le sens mésio-distal que dans le sens vestibulo-lingual alors que pour leurs canaux radiculaires c'est l'inverse
- Leur émail est plus fin
- Leur dentine est moins dense
- La jonction amélo-cémentaire est plus marquée
- La chambre pulpaire est plus large
- Les racines sont plus étroites, plus longues et plus courbes (dans certains cas)

Pour finir, après l'édification radiculaire, l'apposition continue de dentine peut modifier le nombre, la taille ainsi que la forme des canaux des dents temporaires.(1)

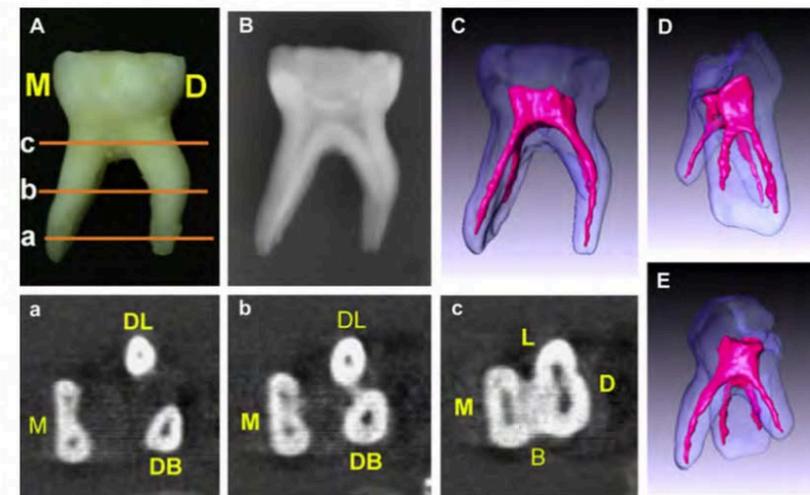
Sans oublier la présence de germes sous-jacents et le fait que les racines des dents lactéales se résorbent.

D'autre part, nous allons détailler l'anatomie d'une deuxième molaire mandibulaire temporaire comme le fait Clémence Mignonat dans sa thèse (2), puisque c'est sur cette dent que l'on va réaliser notre étude.

Celle-ci ressemble étroitement à la première molaire mandibulaire permanente, c'est une dent à cinq cuspides qui est plus grande que la première molaire mandibulaire temporaire mais plus petite que la première molaire mandibulaire permanente.



**Figure 1 :** Coupes horizontales des racines et vue vestibulaire de la deuxième molaire temporaire mandibulaire droite(3)



**Figure 2 :** Photographie de la dent (A), radiographie (B) et les images 3D des structures de la dent et de ses canaux radiculaires (C, D, E) d'une deuxième molaire temporaire mandibulaire(4)

Cette dent présente entre deux et trois racines. Elle possède également cinq cornes pulpaire proéminentes, les cornes mésio-vestibulaire et mésio-linguale sont les plus importantes puis la disto-vestibulaire et pour finir la disto-linguale et la distale.

Pour le système canalaire, il y a entre trois et quatre canaux :

- Dans la racine mésiale : un ou deux canaux ; le plus souvent deux canaux : initialement c'est un canal en forme de ruban qui se sépare en deux canaux ;
- Dans la racine distale : en majorité un canal en forme de ruban, qui peut se dédoubler avec l'âge et la calcification ou alors ;
- Dans la racine disto-vestibulaire : un canal
- Dans la racine disto-linguale : un canal

Le diamètre du canal distal est le plus large et le canal mésio-lingual (lorsqu'il est présent) est le plus mince.

Les canaux sont plutôt en forme de ruban. Ils ont tendance à devenir ovoïde en direction de l'apex et suivent la forme de la racine.

La racine mésiale a une angulation plus importante que la racine distale.

Il y a une grande variabilité en ce qui concerne la longueur des racines.(2)

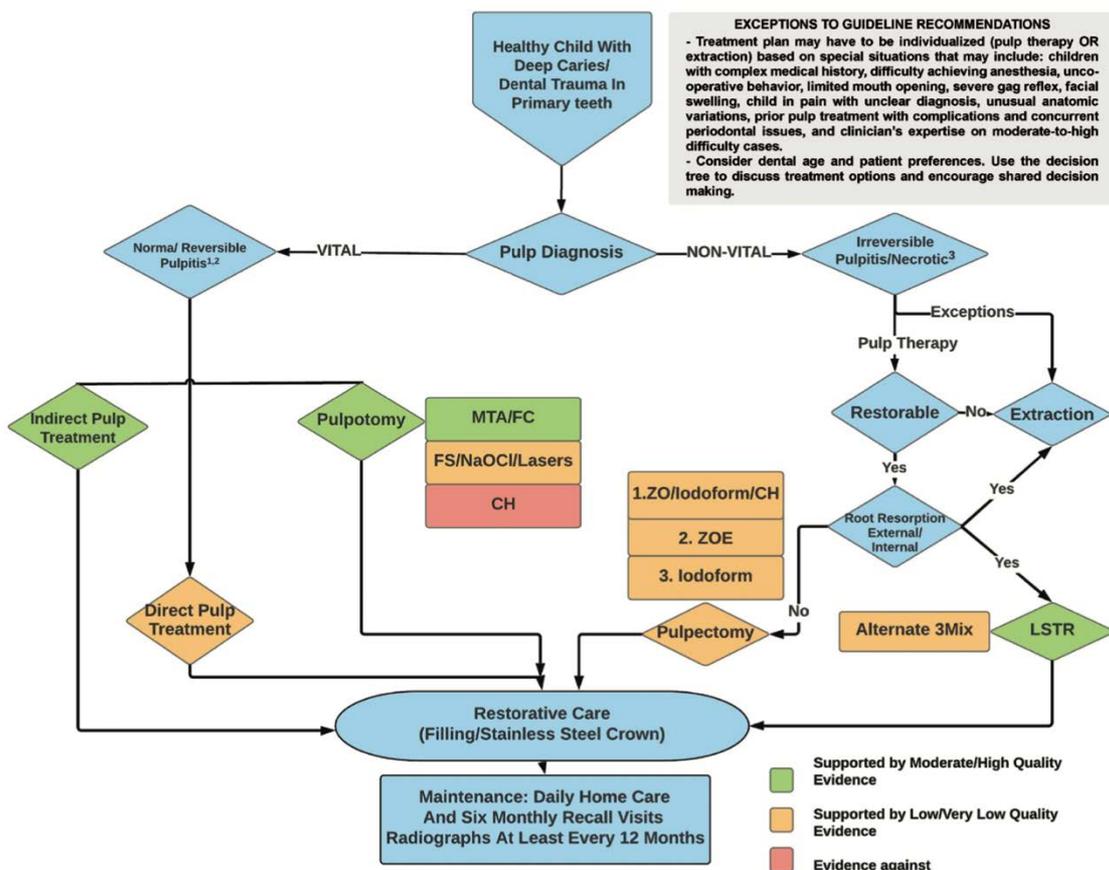
## I.2. Recommandations thérapeutiques actuelles

Actuellement, l'objectif principal de la thérapie pulpaire sur dent temporaire est de maintenir l'intégrité et la santé des dents et de leurs tissus de soutien tout en maintenant la vitalité de la pulpe d'une dent affectée par une carie, une blessure traumatique ou d'autres causes.

Les indications, les objectifs et le type de traitement pulpaire sont basés sur l'état de santé du tissu pulpaire qui est classé en quatre états : pulpe normale (sans symptômes et normalement sensible aux tests de vitalité), pulpite réversible (la pulpe est capable de cicatriser), pulpite irréversible symptomatique ou asymptomatique (la pulpe enflammée vitale est incapable de cicatriser) ou pulpe nécrotique.

On va donc distinguer les traitements sur pulpe vitale et les traitements sur pulpe non vitale. Les dents présentant une douleur provoquée de courte durée soulagée par des analgésiques en vente libre, par brossage ou lors de la suppression du stimulus et sans signe ni symptôme de pulpite irréversible ont un diagnostic clinique de pulpite réversible et sont candidates à une thérapie pulpaire vitale.

Les dents présentant des signes ou des symptômes tels qu'antécédents de douleur spontanée non provoquée, une inflammation des tissus mous ne résultant pas d'une gingivite ou d'une parodontite, une mobilité excessive non associée à un traumatisme ou à une exfoliation, une radioclarité apicale ou furcataire, ou des signes radiographiques de résorption externe ou interne ont un diagnostic clinique de pulpite irréversible ou de nécrose pulpaire et sont des candidates pour un traitement pulpaire non vital.(5)



1. Normal pulp: Tooth without reversible or irreversible pulpitis
2. Reversible Pulpitis: No signs and symptoms of irreversible pulpitis but has provoked pain from eating for a short duration (5-10 minutes)
3. Irreversible Pulpitis/necrosis: A tooth with any of the following: history of spontaneous unprovoked tooth ache, sinus tract, soft tissue pathology and gingival swelling (not associated with periodontal disease), abnormal tooth mobility not associated with exfoliation, furcation/apical radiolucency, internal/external root resorption. Diagnosis of irreversible pulpitis cannot be based solely on bleeding that cannot be controlled within five minutes.

Figure 3 : Arbre décisionnel des recommandations cliniques (6)

Cet arbre décisionnel représente les recommandations actuelles en matière de traitement pulpaire, chez un enfant en bonne santé présentant une carie profonde ou un traumatisme sur dents temporaires.

Le traitement va tout d'abord dépendre du diagnostic pulpaire, il faut savoir si nous allons travailler sur pulpe vitale ou non.

Nous allons nous intéresser aux recommandations concernant les traitements sur pulpe non vitale c'est-à-dire dans le cas de pulpite irréversible ou de nécrose.

Tout d'abord il existe quelques exceptions ; les enfants ayant des antécédents médicaux compliqués, une difficulté à obtenir une anesthésie, une absence de coopération du patient, une ouverture buccale limitée, un fort réflexe nauséux, un gonflement de la face, un diagnostic incertain, une variation anatomique inhabituelle ou un ancien traitement pulpaire ayant eu des complications, pour lesquelles l'extraction sera préférée au traitement pulpaire. Ensuite il faut évaluer la possibilité de restaurer la dent lactéale, si cette dernière n'est pas restaurable, on procèdera à l'extraction.

De plus, si cette dent présente des résorptions externe ou interne des racines elle sera candidate pour l'extraction ou du LSTR (Lesion Sterilization and Tissue Repair) que je ne détaillerai pas.

Si la dent temporaire est restaurable et ne présente pas de résorptions, la pulpectomie est indiquée. Un soin restaurateur ainsi qu'une maintenance feront suite à la pulpectomie.

On notera que la pulpectomie est en orange sur l'arbre ce qui signifie qu'elle est indiquée en se basant sur un faible niveau de preuve.

Cela renforce le fait que pour l'instant la pulpectomie est rarement réalisée et que les extractions sont beaucoup plus fréquentes lorsqu'une dent temporaire est nécrosée ou en pulpite irréversible.

Néanmoins, une extraction prématurée d'une dent lactéale n'est pas sans conséquences, elle entraîne des troubles au niveau de la séquence d'éruption des dents définitives. L'espace laissé par la dent perdue trop tôt va être diminué par la migration des dents adjacentes, ce qui va perturber l'éruption de la dent définitive et entraîner des malpositions. Les conséquences sur la croissance des maxillaires et la pneumatisation des sinus est également importante.(7)

### I.3. Alternatives

Il paraît donc évident qu'une pulpectomie serait une bonne alternative pour pouvoir maintenir la dent sur l'arcade jusqu'à son expulsion physiologique, en évitant le coût d'un maintien d'espace ou les futurs problèmes OFD qui en découleront.

Cependant, ce soin constitue un vrai challenge pour les praticiens.

Tout d'abord concernant l'instrumentation, la plupart des instruments utilisés sont conçus pour les dents permanentes. On parle alors d'instrumentation détournée, par exemple en n'utilisant qu'une partie d'une séquence instrumentale. L'idéal serait de créer un instrument dédié qui soit totalement adapté aux dents temporaires de par sa longueur, sa conicité, etc.

Ensuite, la présence du germe de la dent définitive sous-jacent va être un vrai challenge car il ne faut pas le léser durant l'instrumentation de la dent lactéale. C'est en cela que vont être

utile les localisateurs électroniques d'apex (LEA). Ils vont nous permettre de se baser sur une longueur de travail fiable afin d'être sûr de ne pas léser le germe.

Pour finir le dernier challenge va concerner l'obturation. Comme la dent lactéale se résorbe il va donc falloir que le matériau d'obturation se résorbe également (ZOE par exemple).

Enfin cet acte présente de nombreuses contre-indications (1) :

- Dents non restaurables
- Fractures ou perforation du plancher pulpaire
- Résorption radiculaire qui a atteint plus qu'un tiers de la racine
- Perte importante d'os
- Présence d'un kyste dentigère ou folliculaire
- Lésion péri-apicale ou inter-radiculaire impliquant la crypte du germe sous-jacent

Il serait aussi intéressant de standardiser cet acte, le rendre moins anxiogène et difficile grâce à un protocole clair, simple avec des instruments adaptés pour pouvoir l'intégrer pleinement aux recommandations actuelles et pour qu'il devienne un acte de routine.

Nous allons à présent nous intéresser à toutes les études, revues que l'on a pu retrouver à ce sujet.

## II. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

Depuis quelques années la documentation sur le sujet ne cesse d'augmenter.

Imane Ajdid a réalisé une revue systématique de la littérature qui englobe toutes les études publiées ou non concernant la mise en forme endodontique des dents temporaires.(7)

Sa recherche étant exhaustive nous allons résumer les principaux points ; à savoir l'efficacité de nettoyage, le temps d'instrumentation et la qualité de la mise en forme.

Pour l'efficacité de nettoyage, les études ne montrent pas de différence significative entre l'instrumentation manuelle et rotative. Il faut également faire attention à ne pas trop préparer les parois pour ne pas fragiliser la dent.

Ensuite concernant le temps d'instrumentation, les études tendent à dire qu'il est significativement plus court pour les instruments rotatifs.

Enfin, pour la qualité de mise en forme, les propriétés des instruments en Ni-Ti (mémoire de forme, la flexibilité et un bas module d'élasticité) permettent de dire que les instruments qui respectent le plus l'anatomie canalaire sont les instruments de rotation continue ou de réciprocité.

Pour finir, les limes ultrasoniques ne sont plus utilisées aujourd'hui pour la mise en forme à proprement parler car ils entraînent des « *zip formations* », ces instruments peuvent néanmoins être utilisés pour potentialiser les solutions d'irrigation lors de la désinfection.

Le travail d’Imane Ajdid englobe des travaux allant jusqu’en 2017, nous allons donc suivant sa méthodologie, poursuivre notre résumé sur ce qu’il existe au sujet des instruments endodontiques en pédodontie. Nous avons sélectionné plusieurs articles avec les mêmes mots clés, critères d’inclusion et d’exclusion qu’Imane Ajdid à savoir :

« Rotary instrumentation » OR « reciprocating instrumentation » OR « manual instrumentation » OR « wave one » OR « one shape » OR « protaper »  
AND « primary teeth » OR « deciduous teeth ».

Les critères d’**inclusion** ont été les suivants :

- Article original de recherche
- Le thème doit être la mise en forme endodontique
- L’étude doit porter sur les dents déciduales

Les critères d’**exclusion** des articles ont été les suivants :

- Articles trop généraux portant sur le traitement endodontique dans son ensemble
- Articles traitant seulement de l’anatomie des dents temporaires
- Articles ayant pour sujet la désinfection canalaire par moyens autres que l’instrumentation mécanique des canaux
- Articles portant sur la quantité de débris extrudés au-delà de l’apex
- Articles portant sur la détermination de la limite apicale de travail (7)

Une dizaine d’études a montré que le temps d’instrumentation été significativement plus court avec les instruments de rotation continue ou de réciprocité en NiTi qu’avec des limes manuelles.(8)(9)(10)(11)(12)(13)(14)(15)(16)

Pour ce qui est de la qualité de l’obturation, trois études démontrent que les limes rotatives ou de réciprocité permettent une obturation significativement meilleure qu’avec des limes manuelles.(9,10,12) Et dans une autre étude il est dit que l’instrumentation avec des limes rotatives a entraîné une augmentation significative du volume et de la surface des canaux radiculaires et moins de zones non instrumentées qu’avec des limes manuelles.(17)

Chauhan et al. parle des instruments rotatifs endodontiques en NiTi et affirme que la conception et la flexibilité des instruments rotatifs NiTi préservent non seulement l’anatomie d’origine des canaux incurvés, mais réduisent également les erreurs de procédure. Ils permettent des procédures plus rapides, améliorant ainsi la coopération du patient, ce qui est d’une importance primordiale en pédodontie.(18)

Deux études concernent les douleurs post opératoires. Celle de Manchanda et al. conclue que l’instrumentation rotative entraîne moins de douleur postopératoire à 6 et 48 h que les limes manuelles.(15) Et celle de Panchal et al. montre que les limes rotatives pédiatriques Kedo-S ont montré significativement moins de douleur post-opératoire par rapport aux limes K et H à des intervalles de 6 h et 12 h mais à partir de 24h jusqu’à 72h on ne note pas de différence significative(19).

Enfin, deux études convergent vers l'idée que les instruments rotatifs constitueraient une bonne alternative aux instruments manuels en terme de temps et du respect de l'anatomie canalaire.(14,20)

### III. PARTIE EXPERIMENTALE

L'étude qui suit est réalisée sur un modèle 3D en résine issu d'un CBCT qui a été sélectionné à partir de la base de données radiologique du service odontologie du CHU de Toulouse (21). L'objectif de cette étude est de comparer trois systèmes de lime de préparation endodontique en rotation continue.

#### III.1 Matériel et méthode

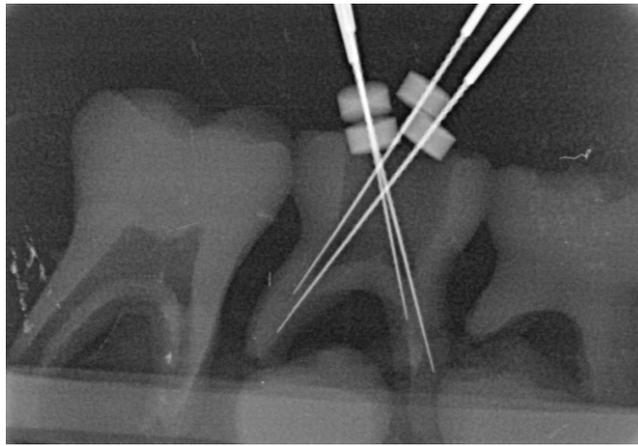
Cette étude correspond à la réalisation d'une biopulpectomie sur modèle pédiatrique imprimé en résine sur 85, suivie d'une obturation classique à l'oxyde de Zinc-EugénoL mis en place au lentulo et évalué au CBCT.

##### III.1.1 Le modèle

Le modèle pédiatrique que nous avons utilisé a été imprimé à l'aide de l'imprimante Form3 de Formlabs, à partir du CBCT d'un patient que nous avons sélectionné selon les critères suivants : molaires mandibulaires temporaires présentes dont les racines sont au stade 2 (maturité) ; ne présentant pas de résorption interne ou externe, ni de lésion de la furcation. Le CBCT retenu contenait une 84, une 85, une 46 et les germes de 44 et 45 (21). Nous avons imprimé 30 modèles avec la résine FormlabV2 (fig.4) qui est radio-opaque.



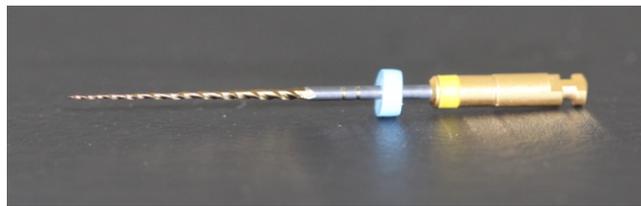
*Figure 4 : Modèle pédiatrique 3D en résine (dents 84,85,46)*



*Figure 5 : Radiolimes en place du modèle pédiatrique*

### III.1.2 Les instruments

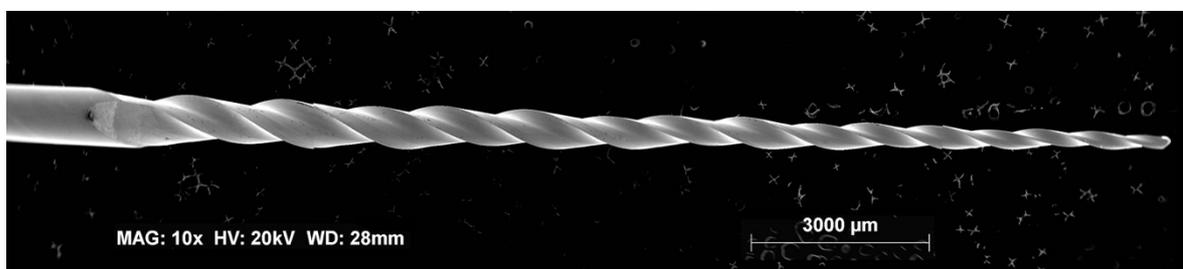
#### III.1.2.a TS1 21mm



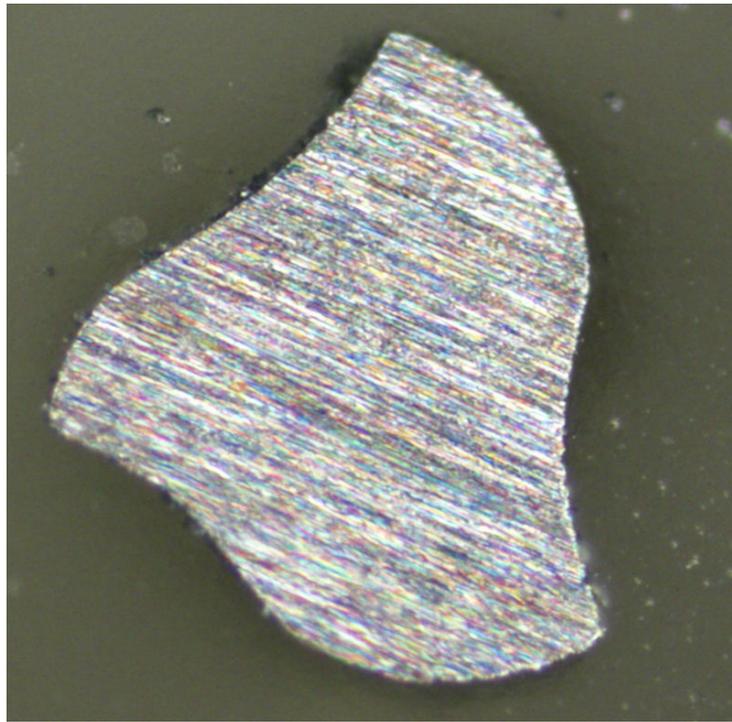
*Figure 6 : Instrument TS1 de MicroMéga (Doc Personnel)*

Le TS1 en 21mm de diamètre 25 et de conicité 4%, correspond au premier instrument de la séquence instrumentale du 2SHAPE.

Elle a une section en triple hélice asymétrique et a subi un électropolissage ainsi qu'un traitement thermique (T-wire) maintenant une majorité de l'alliage en phase austénite. Cet instrument s'utilise en mouvements ascendants et descendants de manière progressive puis en appui pariétal pour les dents définitives (ce mouvement n'a pas été utilisé dans ce modèle). En général deux ou trois descentes suffisent à atteindre la longueur de travail.

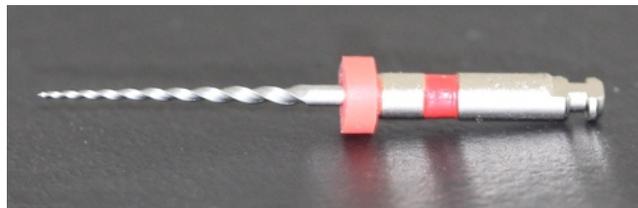


*Figure 7 : Photo MEB d'un TS1 (Doc. Pr Diemer)*



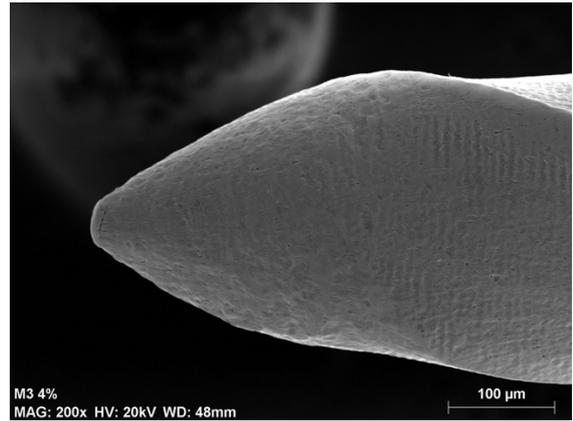
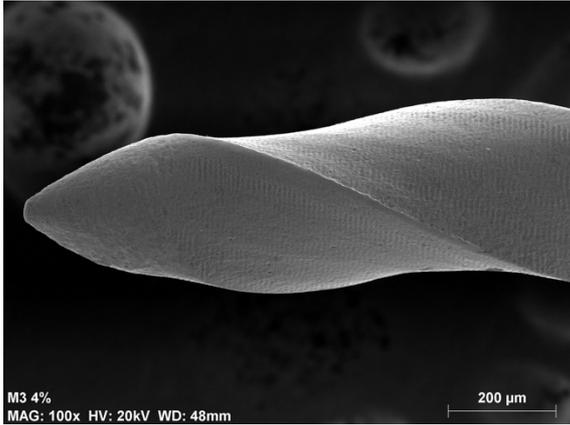
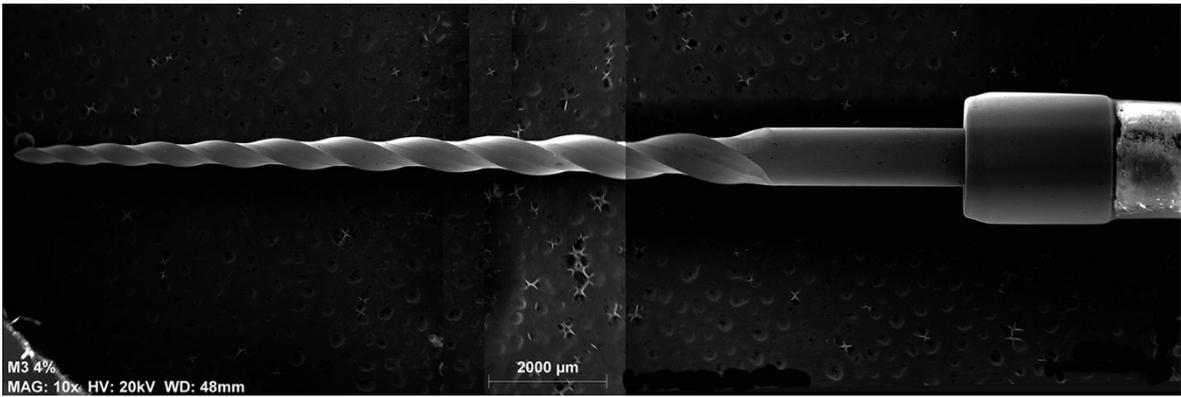
**Figure 8 :** Coupe du TSI vue en MO au grossissement x50 (Doc Personnel)

III.1.2.b M3 4%

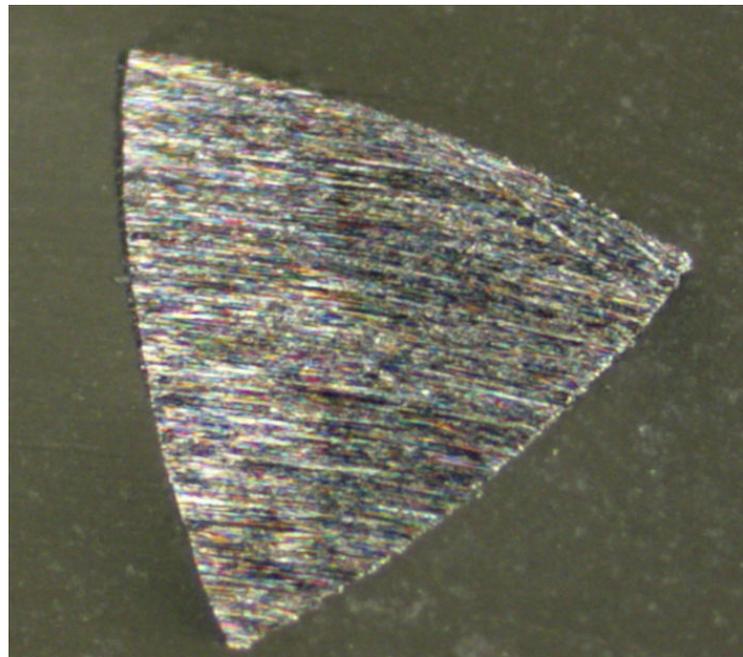


**Figure 9 :** Instrument M3 4% de UDG (United Dental Group, Changzhou, China)

Le M3 4% de longueur 17mm, de diamètre 25 et de conicité 4%, a une section de forme triangulaire et n'est pas traité thermiquement. Voici ci-dessous cet instrument vu au microscope électronique à balayage (JEOL 8400).

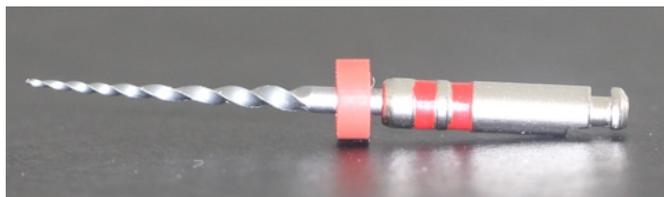


*Figure 10 : Image reconstituée du M3 4% au MEB x10 et images de la pointe du M3 4% au MEB avec x100 puis x200 (Doc Personnel)*



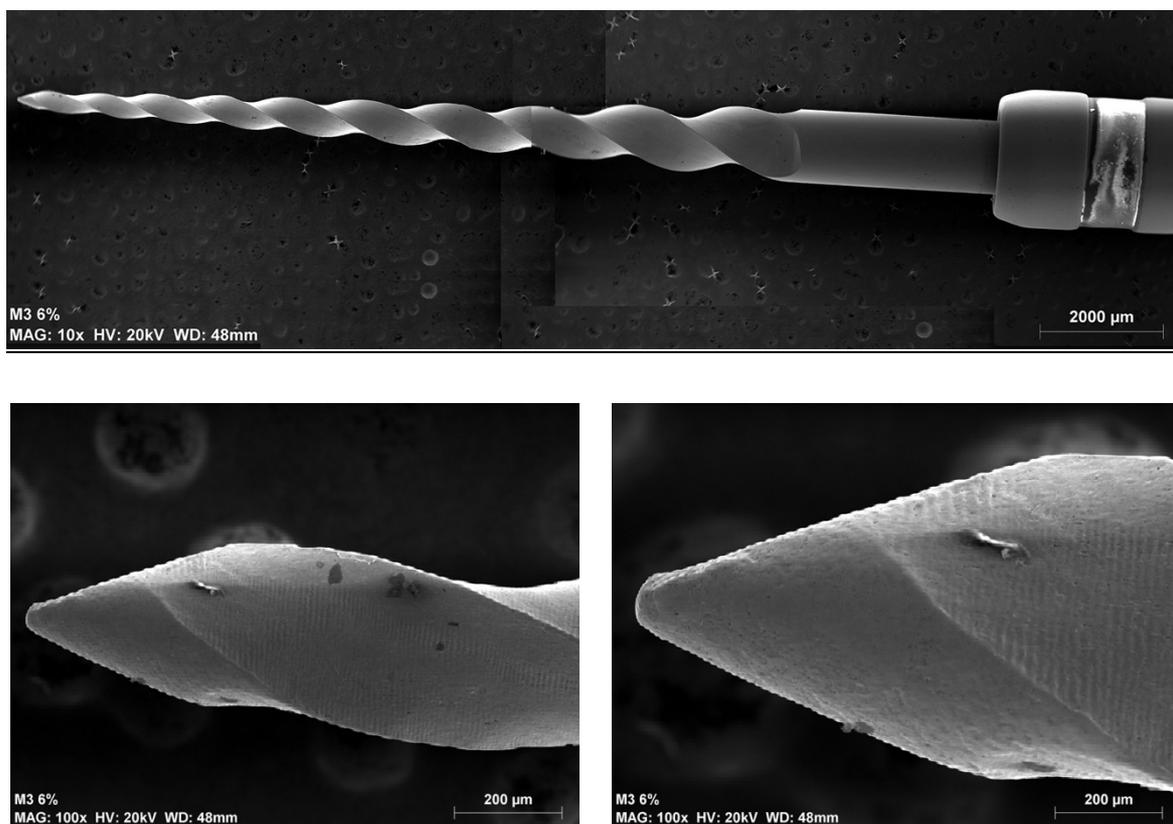
*Figure 11 : Coupe du M3 4% vu en MO au grossissement x50*

### III.1.2.c M3 6%



**Figure 12 :** Instrument M3 6% de UDG (United Dental Group, Changzhou, China)

Le M3 6% de longueur 17mm, de diamètre 25 et de conicité 6%, a une section de forme triangulaire et n'est pas traité thermiquement. Voici ci-dessous cet instrument vu au microscope électronique à balayage.



**Figure 13 :** Image reconstituée du M3 6% au MEB x10 et images de la pointe du M3 6% au MEB x100 et x200



*Figure 14 : Coupe du M3 6% vu en MO au grossissement x50*

Ces trois instruments ont été utilisés sur un AI moteur (Woodpecker Medical Instrument, Guilin, China) à 400tour/min et 2,5 N/cm.

Un instrument est utilisé pour 5 modèles puis il est changé. L'instrument est vérifié visuellement, après chaque utilisation, avec une binoculaire (Leica, Wild M3B Wetzlar, Allemagne) au grossissement 6,4 et changés si une déformation apparaît.

### III.1.3 Protocole



*Figure 15 : Plateau technique pour la pulpectomie de 85*

Le protocole est le suivant :

- Ouverture de la chambre pulpaire de la 85 avec les fraises diamantées boule, congé et endoZ montées sur turbine
- Passage des limes manuelles 10 puis 15
- Détermination des longueurs de travail
  - o Canal mésio-vestibulaire : 16mm en prenant comme repère le milieu des cuspides vestibulaires
  - o Canal disto-vestibulaire : 16mm en prenant comme repère le milieu des cuspides vestibulaires
  - o Canal mésio-lingual : 14mm en prenant comme repère le milieu des cuspides vestibulaires
  - o Canal disto-lingual : 14mm en prenant comme repère le milieu des cuspides linguales
- Pour chaque instrument :
  - o Faire 2-3 descentes jusqu'à ce qu'on ne retire plus de débris jusqu'à LT -1
  - o Irriguer
- Sécher les canaux avec des pointes de papier
- Préparer le ZOE consistance « crème fraîche »
- Obturer au lentulo à 3000 tour/min en plaçant du ZOE sur les 4-5 derniers mm du lentulo et en deux apports ; d'abord en l'amenant à LT-1 puis à LT-2, la remontée s'effectue en touchant les parois de manière hélicoïdale.

#### III.1.4 Acquisitions

Une fois les modèles obturés, ils ont été placés 2 par 2 dans le cone-beam du centre de soins odontologiques de Toulouse (CS 9600, Carestream, Dental Paris, France), et les acquisitions 3D ont été réalisées avec les réglages suivants :

Champ 4x4 cm, voxel 75  $\mu$ m, taille S : 120 kV, 4.0 mA, 19.0s, 269 mGy.cm<sup>2</sup>.

Ils ont ensuite été transférés sur clé USB puis les données DICOM ont été ouvertes avec le logiciel Horos (Horosprojet, v.3.3.6). Nous avons ensuite déterminé 3 coupes par modèles dans des zones d'intérêts qui sont ; juste en dessous de la furcation, au milieu de la racine et 1-2 mm avant l'apex afin de se positionner avant la zone de résorption de chaque racine. Les coupes n° 255, 240 et 225 ont ainsi été retenues puis transformées de dicom à tiff grâce au logiciel Santé DICOM Viewer Mac 2.0 Santesoft. Une fois au format .tiff, à l'aide du logiciel Fiji (Laboratory for Optical and Computational Instrumentation LOCI, Wisconsin-Madison University, USA), nous avons réalisé 2 mesures par canaux ; la distance entre la lumière canalaire et le bord de la racine du côté interne et externe.

Nous avons ensuite compilé toutes ces mesures sur Excel et nous les avons soustraites à un groupe témoins de 2 modèles vides, non-obturés afin d'évaluer l'efficacité de la préparation canalaire.

Les résultats sont ensuite analysés statistiquement avec les tests d'ANOVA, PLSD de Fisher et Student en série appariées (Statview 5.0, SAS Institute, Orange, CA, USA) avec un risque alpha fixé à 5%.

En ce qui concerne l'évaluation de l'obturation nous avons sélectionné une grille de score retrouvée dans 2 études (22)(23), qui s'intéresse à la longueur de l'obturation et la présence ou non de vides.

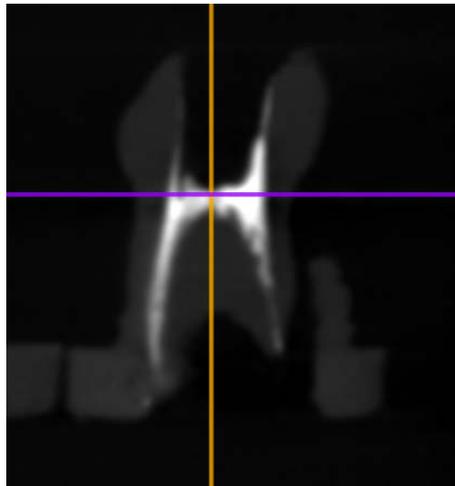
Score 1 (Sous-obturation) : tout canal étant obturé à moins de 2mm de l'apex

Score 2 (Obturation optimale) : un ou plusieurs canaux présentent du matériel d'obturation jusqu'à l'apex radiologique ou jusqu'à au moins 2mm de l'apex

Score 3 (Sur-obturation) : tout canal présentant du matériel d'obturation au-delà de l'apex

Présence ou absence de vides.

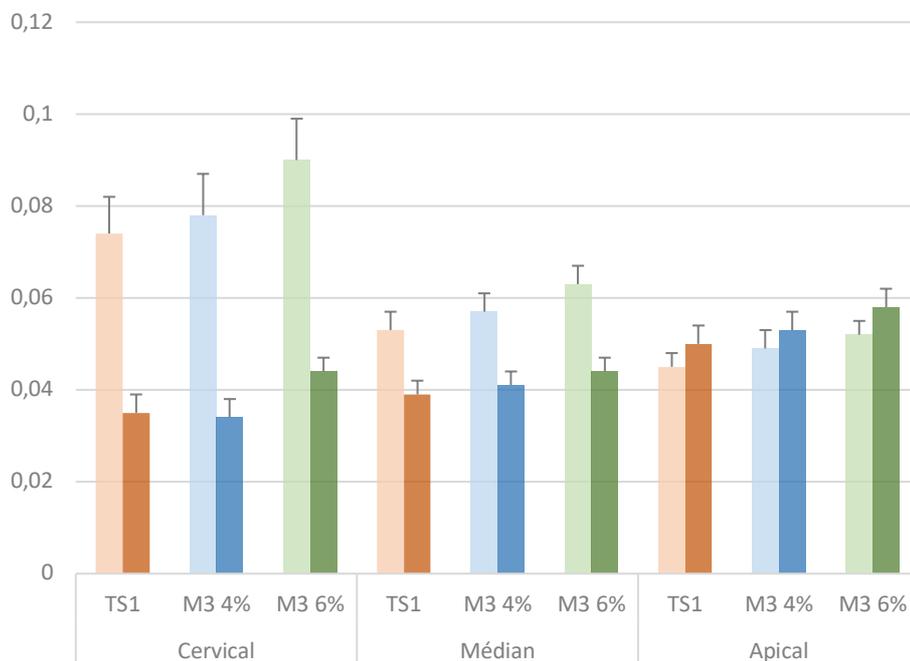
Cette grille de score a été remplie en se basant sur les images de type radio rétro-alvéolaire obtenues avec la vue 3D-MPR du cone-beam de chaque paire de modèles du logiciel Horos (c'est-à-dire en utilisant une épaisseur de coupe de 75 µm).



**Figure 16 :** Exemple de vue 3D-MPR sur Horos, où l'on note la présence de vides sur canal ML (à droite)

### III.2. Résultats

Aucun instrument n'a présenté de dévissage ou de rupture après la préparation de 5 simulateurs.



**Figure 17 :** Graphique des moyennes et de l'écart type des mesures externe et interne selon le niveau de coupe et l'instrument

Les moyennes des mesures internes sont représentées sur le graphique par des couleurs claires et les moyennes des mesures externes sont représentées par des couleurs foncées.

Tous les instruments travaillent plus sur la paroi interne que l'externe (**Fig 17 et 19**).

L'instrument en 6% enlève plus de résine que ceux en 4% (**Fig 17**), de façon significative sur la paroi externe ( $p=0,0145$  et  $0,0413$  **Fig 18**).

Les résultats sont statistiquement différents au niveau interne et externe en fonction des niveaux de coupe (ANOVA,  $p<0,0001$  dans les deux cas).

	MESURE INTERNE			MESURE EXTERNE		
	Diff moy	Valeur de p	Significativité	Diff moy	Valeur de p	Significativité
TS1, M3 4%	-0,004	0,4212	NON	-0,001	0,6794	NON
TS1, M3 6%	-0,011	<b>0,0184</b>	OUI	-0,007	<b>0,0145</b>	OUI
M3 4%, M3 6%	-0,007	0,1176	NON	-0,006	<b>0,0413</b>	OUI

**Figure 18 :** Test PLSD de Fisher en fonction de l'instrument

	Ecart moyen	DDL	t	p	Significativité
TS1	0,016	117	4,45	<0,0001	OUI
M3 4%	0,019	118	4,417	<0,0001	OUI
M3 6%	0,02	117	4,637	<0,0001	OUI

**Figure 19** : Test de Student apparié : mesure interne et externe

Aucun zipping (affaiblissement de la zone furcataire), ni aucune butée ou perforation n'a été noté lors de l'analyse des radios post-opératoires. Concernant l'obturation, les résultats (*Annexe 2*) montrent globalement très peu de sous-obturation (3,3333%), un grand nombre de sur-obturation du canal mésio-vestibulaire (56,6666%) ainsi qu'une présence de vides dans 32,5% des cas.

### III.3. Discussion

Le succès d'une pulpectomie résulte de la qualité de la mise en forme ainsi que de l'étanchéité de l'obturation qui la suit. Dans la thèse de Imane Ajdid, de nombreux systèmes endodontiques sont comparés et les rotatifs sont significativement les plus efficaces en terme de temps d'instrumentation (7). Ainsi, nous avons donc comparé 3 systèmes de limes endodontiques rotatives (le TS1, le M3 4% et le M3 6%) sur un modèle en résine extrait du CBCT d'un vrai patient. Nous avons comparé uniquement des limes rotatives entre elles, laissant de côté les comparaisons avec les limes manuelles et les instruments de réciprocity.

Tout d'abord, pour ce qui est de la préparation canalair, dans les 3 systèmes utilisés, étant donné qu'il restait de la résine non polymérisée à l'intérieur des canaux nous nous sommes retrouvés avec beaucoup de débris à enlever ce qui nous a obligé à faire davantage de descentes d'instruments et donc peut être une légère sur-préparation. Or idéalement il ne faut pas sur-instrumenter les canaux pour ne pas fragiliser la structure des racines (7).

Les résultats montrent que le TS1 et le M3 6% ne travaillent pas de la même façon sur la partie externe et interne de manière significative et que le M3 4% et le M3 6% ne travaillent pas de la même manière sur la partie externe de manière significative. Cela est sûrement lié au fait que la conicité des instruments est différente puisqu'on ne constate pas de différence significative entre le TS1 et le M3 4%, qui sont tous les deux de conicité 4%. D'autre part, les M3 travaillent de la même manière en interne malgré leur différence de conicité, ceci pourrait s'expliquer par leur section identique.

Au niveau expérimental, il faut noter que durant l'utilisation de l'instrument M3 6%, nous remarquons une sensation de « vissage », surtout dans le canal mésio-lingual, qui lors de l'obturation a présenté beaucoup de débordement de pâte ZOE qui a pu être « nettoyée » grâce au contrôle visuel de l'apex. Le canal mésio-vestibulaire est celui dans lequel on constate de plus de sur-obturation, cela pourrait s'expliquer par l'absence de contrôle visuel de la zone apicale car c'est l'un des deux apex non visibles sur le modèle.

Nous avons aussi essayé un modèle imprimé en résine ELEGOO bleue mais il n'y avait pas de chambre pulpaire. La résine FormlabV2 (Fig 4) utilisée est correcte mais il y a beaucoup de résidus type poussière et visqueux difficiles à enlever lors de la préparation. Idéalement ce modèle serait à modifier en créant une voie d'accès (présente dès l'impression) permettant

à la résine non polymérisée de mieux s'écouler, pour l'utiliser à des fins de recherche. De plus cette résine est « lavable » à l'eau ce qui évite des problèmes de solvants et de ventilation de la pièce.

Concernant l'obturation, contrairement à plusieurs études (22)(24)(25) nous n'avons pas comparé plusieurs systèmes d'obturation car toutes les obturations ont été réalisées au lentulo et le matériau est du ZOE. La grille de score montre une présence de vide dans la quasiment le tiers des cas, très peu de sous-obturations, et une sur-obturation plutôt importante surtout dans le canal mésio-vestibulaire (56,666%). De plus, nous pouvons observer une légère courbe de progression sur l'obturation en se fiant à la grille de score (*Annexe 2*) puisqu'on observe moins de sur-obturation à partir du modèle n°20.

D'après les résultats obtenus on peut dire que les 3 instruments conviennent pour mener à bien une pulpectomie sur dent temporaire puisqu'on a une préparation canalaire suffisante, suivie d'une obturation correcte dans la plupart des cas, mais s'il fallait choisir on opterait plutôt pour un instrument en 4% afin de conserver la solidité des parois de la racine ainsi que pour éviter la fuite du matériau en apical et donc une sur-obturation.

Réaliser une pulpectomie sur le modèle en résine pourrait se révéler être un outil pédagogique très intéressant puisqu'il permettrait aux étudiants de réduire leur stress face à cet acte et de s'entraîner de manière assez réaliste si on ajoute la pose de digue et la mise en place dans un mannequin (fantôme). Cela a déjà fait le sujet d'un TP largement apprécié des étudiants au cours de l'année 2021 (21). Ce simulateur semble adapté à la recherche en endodontie pédiatrique et la capacité d'impression d'un grand nombre de modèles pour un coût raisonnable est compatible avec les budgets alloués à la recherche.

Néanmoins il est important de relever que les petits patients que nous recevons à la clinique sont souvent issus de milieux défavorisés et arrivent avec un état bucco-dentaire assez préoccupant, de ce fait la pulpectomie est souvent non-indiquée ou impossible à réaliser à cause de la faible coopération des patients. L'apprentissage de la pulpectomie sur dents temporaires devrait tout de même faire partie des cours théoriques et des TP car elle s'utilise sans problème en cabinet dentaire.

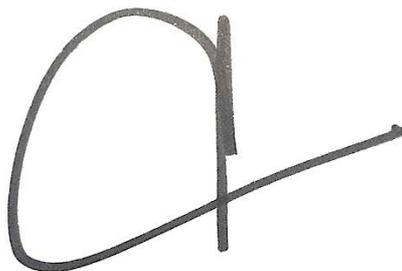
## CONCLUSION

La conservation des dents lactéales sur arcade est souvent compromise par des atteintes carieuses et pulpaires. Ces dents jouent un rôle décisif dans le développement des maxillaires, de la face des enfants ainsi que l'apprentissage des différentes fonctions orales : phonation, mastication, déglutition... L'arrivée sur le marché d'instruments endodontiques adaptés à l'enfant et à l'anatomie particulière de leurs dents lactéales pour réaliser le traitement canalaire (nettoyage, irrigation et obturation) rapidement et de façon reproductible permet d'envisager la conservation de dents que l'on considérait classiquement comme non traitables.

Ce travail a permis d'appréhender cet acte réputé complexe, d'autant plus chez l'enfant, mais en disposant d'un protocole simple et reproductible. La biopulpectomie sur dent temporaire a été réalisée sur un simulateur imprimé en résine, issu d'une tomographie volumique à faisceau conique d'un jeune patient du centre de soin. Nous avons évalué le TS1 en 4%, le M3 4% et le M3 6% qui semblaient a priori adaptés, tous les trois. Notre étude a montré, dans ses conditions expérimentales que ces instruments pouvaient préparer 5 simulateurs, soit 20 canaux, sans présenter de déformation visible au grossissement x6,4. Ils ont tous tendance à préparer légèrement plus la paroi interne que la paroi externe de la racine. Le M3 en 6% prépare un peu plus le canal que les deux autres instruments en 4%. Finalement, tous sont utilisables pour le traitement de l'endodonte de molaires lactéales même si les instruments de conicité 4% devraient être préférés par sécurité concernant la solidité des parois résiduelles de ces dents.

Il existe d'autres instruments qui pourraient être adaptés et de nombreux vont très certainement se développer aux cours des années futures. Il serait intéressant d'intégrer à l'enseignement des travaux pratiques ce sujet afin que tout étudiant soit familiarisé à cet acte. De plus ce modèle pédiatrique en résine, qui a été le support de notre partie expérimentale, va très certainement permettre de nombreuses utilisations pédagogiques en permettant de mettre en place des TP sur d'autres actes par exemple mais aussi être réutilisé dans de futures recherches.

Vu, le Président du jury  
Pr. F. VAYSSE



Vu, le Directeur de thèse  
Pr. F. DIEMER



## **ANNEXES**

*Annexe 1 : Tableaux Excel des mesures interne et externe, soustraites aux modèles vides et en valeurs absolues.*

Simulateur	Coupe	Niveau	Différences en valeurs absolues								Instrument
			Mésio-vestibulaire		Mésio-lingual		Disto-vestibulaire		Disto-lingual		
			Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	
1	255	1	0,014	0,021	0,016	0,014	0,1	0,004	0,033	0,04	1
1	240	2	0,051	0,03	0,023	0,021	0,058	0,016	0,029	0,048	1
1	225	3	0,055	0,011	0,024	0,031	0,069	0,061	0,05	0,056	1
2	255	1	0,024	0,007	0,015	0,01	0,118	0,048	0,043	0,049	1
2	240	2	0,054	0,023	0,006	0,04	0,04	0,011	0,052	0,027	1
2	225	3	0,065	0,021	0,014	0,03	0,035	0,046	0,039	0,062	1
3	255	1	0,061	0,01	0,019	0,013	0,167	0,052	0,144	0,078	1
3	240	2	0,089	0,028	0,037	0,028	0,031	0,031	0,072	0,032	1
3	225	3	0,047	0,035	0,014	0,032	a	a	0,009	0,096	1
4	255	1	0,048	0,026	0,028	0,059	0,129	0,078	0,126	0,014	1
4	240	2	0,063	0,049	0,029	0,056	0,025	0,037	0,062	0,025	1
4	225	3	0,052	0,035	0,027	0,051	0,067	0,076	0,06	0,086	1
5	255	1	0,068	0,002	0,026	0,027	0,151	0,05	0,076	0,072	1
5	240	2	0,078	0,025	0,06	0,019	0,016	0,053	0,062	0,059	1
5	225	3	0,063	0,041	0,019	0,042	a	a	0,035	0,085	1
6	255	1	0,056	0,027	0,017	0,028	0,125	0,053	0,055	0,075	1
6	240	2	0,069	0,051	0,024	0,045	0,035	0,056	0,076	0,056	1
6	225	3	0,049	0,041	0,025	0,045	0,055	0,064	0,066	0,064	1
7	255	1	0,057	0,005	0,024	0,039	0,145	0,056	0,118	0,079	1
7	240	2	0,084	0,039	0,062	0,028	0,014	0,07	0,088	0,072	1
7	225	3	0,048	0,026	0,043	0,044	0,023	0,065	0,081	0,092	1
8	255	1	0,058	0,015	0,03	0,039	0,165	0,024	0,097	0,056	1
8	240	2	0,068	0,055	0,051	0,058	0,081	0,064	0,085	0,046	1
8	225	3	0,066	0,038	0,034	0,078	0,056	0,056	0,064	0,076	1
9	255	1	0,068	0,001	0,031	0,035	0,158	0,043	0,119	0,005	1
9	240	2	0,075	0,018	0,039	0,038	0,033	0,016	0,079	0,024	1
9	225	3	0,063	0,027	0,034	0,05	0,058	0,05	0,053	0,063	1
10	255	1	0,058	0,007	0,015	0,052	0,124	0,03	0,05	0,037	1
10	240	2	0,046	0,024	0,018	0,046	0,054	0,063	0,085	0,044	1
10	225	3	0,066	0,016	0,011	0,034	0,029	0,019	0,058	0,068	1
11	255	1	0,05	0,012	0,007	0,017	0,121	0,033	0,073	0,016	2
11	240	2	0,071	0,017	0,037	0,024	0,016	0,009	0,029	0,033	2
11	225	3	0,058	0,016	0,032	0,053	0,048	0,052	0,055	0,064	2
12	255	1	0,028	0,009	0,007	0,029	0,142	0,054	0,134	0,048	2
12	240	2	0,063	0,065	0,039	0,044	0,001	0,07	0,094	0,002	2
12	225	3	0,037	0,046	0,001	0,018	0,025	0,062	0,027	0,082	2
13	255	1	0,058	0,002	0,052	0,023	0,142	0,095	0,108	0,078	2
13	240	2	0,087	0,044	0,068	0,022	0,024	0,058	0,074	0,048	2
13	225	3	0,063	0,04	0,032	0,018	0,121	0,064	0,05	0,096	2
14	255	1	0,046	0,005	0,001	0,038	0,097	0,04	0,061	0,054	2
14	240	2	0,045	0,047	0,004	0,057	0,058	0,059	0,079	0,011	2
14	225	3	0,037	0,033	0,031	0,026	0,043	0,071	0,076	0,047	2
15	255	1	0,063	0,006	0,014	0,024	0,161	0,053	0,128	0,067	2
15	240	2	0,094	0,04	0,061	0,024	0,016	0,077	0,066	0,052	2
15	225	3	0,082	0,044	0,014	0,06	0,116	0,086	0,035	0,12	2
16	255	1	0,019	0,015	0,019	0,037	0,106	0,041	0,07	0,01	2
16	240	2	0,017	0,064	0,024	0,073	0,075	0,056	0,096	0,023	2
16	225	3	0,047	0,053	0,027	0,044	0,067	0,045	0,08	0,011	2
17	255	1	0,092	0,014	0,026	0,026	0,173	0,017	0,166	0,059	2
17	240	2	0,065	0,023	0,059	0,007	0,034	0,075	0,066	0,035	2
17	225	3	0,064	0,044	0,03	0,045	0,065	0,024	0,026	0,101	2
18	255	1	0,029	0,012	0,027	0,049	0,152	0,006	0,085	0,019	2
18	240	2	0,061	0,044	0,033	0,004	0,063	0,017	0,088	0,033	2
18	225	3	0,061	0,013	0,034	0,038	0,083	0,048	0,054	0,064	2
19	255	1	0,049	0,008	0	0,047	0,155	0,054	0,103	0,066	2
19	240	2	0,092	0,044	0,052	0,05	0,087	0,046	0,087	0,024	2
19	225	3	0,057	0,041	0,043	0,078	a	a	0,058	0,068	2
20	255	1	0,069	0,021	0,002	0,061	0,126	0,039	0,15	0,047	2
20	240	2	0,07	0,056	0,04	0,064	0,051	0,05	0,1	0,049	2
20	225	3	0,059	0,031	0,013	0,074	0,016	0,051	0,041	0,084	2
21	255	1	0,067	0,018	0,041	0,055	0,185	0,069	0,196	0,09	3
21	240	2	0,099	0,054	0,065	0,055	0,04	0,054	0,071	0,043	3
21	225	3	0,052	0,049	0,025	0,061	a	a	0,039	0,108	3
22	255	1	0,046	0,035	0,011	0,053	0,14	0,069	0,091	0,048	3
22	240	2	0,057	0,06	0,035	0,049	0,041	0,075	0,078	0,009	3
22	225	3	0,042	0,066	0,033	0,051	0,071	0,075	0,071	0,049	3
23	255	1	0,056	0,027	0,028	0,036	0,136	0,064	0,13	0,037	3
23	240	2	0,085	0,031	0,028	0,057	0,037	0,075	0,095	0,004	3
23	225	3	0,083	0,021	0,015	0,042	0,069	0,057	0,063	0,08	3
24	255	1	0,042	0,017	0,019	0,043	0,124	0,018	0,099	0,053	3
24	240	2	0,059	0,063	0,041	0,065	0,072	0,016	0,094	0,022	3
24	225	3	0,06	0,062	0,042	0,059	0,074	0,036	0,07	0,046	3
25	255	1	0,091	0,003	0,001	0,054	0,192	0,048	0,16	0,057	3
25	240	2	0,099	0,009	0,043	0,038	0,066	0,031	0,083	0,028	3
25	225	3	0,059	0,052	0,012	0,021	0,091	0,084	0,026	0,112	3
26	255	1	0,057	0,021	0,028	0,053	0,114	0,062	0,075	0,021	3
26	240	2	0,056	0,055	0,05	0,056	0,077	0,017	0,088	0,018	3
26	225	3	0,07	0,046	0,029	0,061	0,048	0,049	0,071	0,049	3
27	255	1	0,105	0,015	0,044	0,067	0,183	0,06	0,144	0,076	3
27	240	2	0,101	0,066	0,039	0,043	0,004	0,056	0,104	0,032	3
27	225	3	0,071	0,09	0,03	0,057	a	a	0,055	0,089	3
28	255	1	0,057	0,023	0,018	0,054	0,103	0,047	0,071	0,003	3
28	240	2	0,057	0,063	0,013	0,054	0,066	0,083	0,059	0,006	3
28	225	3	0,063	0,048	0,037	0,052	0,026	0,007	0,07	0,043	3
29	255	1	0,084	0,04	0,006	0,057	0,192	0,05	0,172	0,045	3
29	240	2	0,097	0,063	0,061	0,058	0,041	0,031	0,086	0,023	3
29	225	3	0,056	0,053	0,034	0,043	0,082	0,057	0,045	0,129	3
30	255	1	0,053	0,035	0,045	0,033	0,132	0,043	0,057	0,062	3
30	240	2	0,062	0,065	0,036	0,031	0,063	0,044	0,079	0,044	3
30	225	3	0,077	0,034	0,035	0,037	0,028	0,052	0,052	0,051	3

*Annexe 2 : Grille de score pour l'obturation des modèles.*

		Score 1	Score 2	Score 3	Présence de vide
1	Mésio lingual		X		X
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire		X		
2	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	X
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire		X		
3	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual	X			X
	Disto vestibulaire		X		
4	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire			X	
5	Mésio lingual			X	X
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire		X		
6	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual			X	
	Disto vestibulaire			X	
7	Mésio lingual		X		X
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire			X	
8	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	X
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire		X		
9	Mésio lingual		X		X
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire			X	
10	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	X
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire			X	X
11	Mésio lingual		X		X
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire		X		X
12	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		X
	Disto lingual			X	
	Disto vestibulaire		X		
13	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	X
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire			X	X
14	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire	X			
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire		X		X
15	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual			X	X
	Disto vestibulaire		X		

16	Mésio lingual		X		X
	Mésio vestibulaire			X	X
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire			X	X
17	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire			X	
18	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		X
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire			X	
19	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire		X		X
20	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire			X	
21	Mésio lingual		X		X
	Mésio vestibulaire		X		X
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire			X	
22	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire			X	
23	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual			X	
	Disto vestibulaire			X	
24	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire		X		X
25	Mésio lingual			X	X
	Mésio vestibulaire			X	X
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire			X	
26	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual	X			
	Disto vestibulaire		X		
27	Mésio lingual		X		X
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire		X		
28	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual		X		X
	Disto vestibulaire		X		
29	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire		X		
	Disto lingual	X			
	Disto vestibulaire		X		
30	Mésio lingual		X		
	Mésio vestibulaire			X	
	Disto lingual		X		
	Disto vestibulaire			X	

## BIBLIOGRAPHIE

1. Waterhouse PJ, Whitworth JM. Pediatric Endodontics: Endodontic Treatment for the Primary and Young Permanent Dentition. *Pediatr Endod.* :44.
2. Mignonat, Clémence, Comparaison de l'XP Finisher et du Oneflare dans la pulpectomie des molaires temporaires.- 76, Th. :Chirurgie-dentaire :Toulouse :2017 ;n°2017TOU33007
3. Primary human teeth and their root canal systems - Cleghorn - 2010 - Endodontic Topics - Wiley Online Library [Internet]. [cité 16 juill 2021].
4. Wang Y-L, Chang H, Kuo CI, Chen S, Guo M, Huang G-F, et al. A study on the root canal morphology of primary molars by high-resolution computed tomography. 2013;
5. American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry.* Chicago, III.: American Academy of Pediatric Dentistry; 2020:384-92.
6. Coll JA, Dhar V, Vargas K, Chen C-Y, Crystal YO, AlShamali S, et al. Use of Non-Vital Pulp Therapies in Primary Teeth. 42(5):13.
7. Ajdid, Imane, Mise en forme endodontique des dents temporaires : revue systématique de la littérature.- 43, Th. :Chirurgie-dentaire :Toulouse :2018 ;n°2017TOU33075
8. Krishna DRM, Setty JV, Srinivasan I, Melwani A. Comparison between Rotary (Mtwo) and Manual (H-Files) Techniques for Instrumentation of Primary Teeth Root Canals. *Indian J Dent Res Off Publ Indian Soc Dent Res.* déc 2019;30(6):899-903.
9. Panchal V, Jeevanandan G, Subramanian E. Comparison of instrumentation time and obturation quality between hand K-file, H-files, and rotary Kedo-S in root canal treatment of primary teeth: A randomized controlled trial. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* mars 2019;37(1):75-9.
10. Priyadarshini P, Jeevanandan G, Govindaraju L, Subramanian EMG. Clinical evaluation of instrumentation time and quality of obturation using paediatric hand and rotary file systems with conventional hand K-files for pulpectomy in primary mandibular molars: a double-blinded randomized controlled trial. *Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent.* déc 2020;21(6):693-701.
11. Barasuol JC, Alcalde MP, Bortoluzzi EA, Duarte M a. H, Cardoso M, Bolan M. Shaping ability of hand, rotary and reciprocating files in primary teeth: a micro-CT study in vitro. *Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent.* avr 2021;22(2):195-201.
12. Chugh VK, Patnana AK, Chugh A, Kumar P, Wadhwa P, Singh S. Clinical differences of hand and rotary instrumentations during biomechanical preparation in primary teeth-A systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent.* janv 2021;31(1):131-42.
13. Govindaraju L, Jeevanandan G, Subramanian E. Clinical Evaluation of Quality of Obturation and Instrumentation Time using Two Modified Rotary File Systems with Manual Instrumentation in Primary Teeth. *J Clin Diagn Res JCDR.* sept 2017;11(9):ZC55-8.
14. Musale PK, Jain KR, Kothare SS. Comparative assessment of dentin removal following hand and rotary instrumentation in primary molars using cone-beam computed tomography. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* mars 2019;37(1):80-6.
15. Manchanda S, Sardana D, Yiu CKY. A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials comparing rotary canal instrumentation techniques with manual instrumentation techniques in primary teeth. *Int Endod J.* mars 2020;53(3):333-53.
16. Influence of hand and rotary files for endodontic treatment of primary teeth on immediate outcomes: Secondary analysis of a randomized controlled trial. [cité 3 juill 2021];
17. Esentürk G, Akkas E, Cubukcu E, Nagas E, Uyanik O, Cehreli ZC. A micro-

- computed tomographic assessment of root canal preparation with conventional and different rotary files in primary teeth and young permanent teeth. *Int J Paediatr Dent.* mars 2020;30(2):202-8.
18. Rotary Endodontics in Pediatric Dentistry: Embracing the New Alternative - PubMed [Internet]. [cité 3 juill 2021].
  19. Panchal V, Jeevanandan G, Subramanian EMG. Comparison of post-operative pain after root canal instrumentation with hand K-files, H-files and rotary Kedo-S files in primary teeth: a randomised clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent Off J Eur Acad Paediatr Dent.* oct 2019;20(5):467-72.
  20. Shaikh SM, Goswami M. Evaluation of the Effect of Different Root Canal Preparation Techniques in Primary Teeth Using CBCT. *J Clin Pediatr Dent.* 2018;42(4):250-5.
  21. Ampezzan, Manon, Développement et évaluation d'un modèle de travail imprimé en 3D pour les travaux pratiques d'endodontie pédiatrique.-42, Th. :Chirurgie-dentaire :Toulouse :2021 ;n°2021TOU33070
  22. Walia T, Ghanbari AH, Mathew S, Ziadlou AH. An in vitro comparison of three delivery techniques for obturation of root canals in primary molars. *Eur Arch Paediatr Dent.* févr 2017;18(1):17-23.
  23. Ellana Jermiah J, Rao A, Srikant N, Rao A, Suprabha B. Comparative Evaluation of Three Obturating Techniques in Primary Molars: An in Vivo Study. *J Clin Pediatr Dent.* 1 oct 2019;43(6):372-5.
  24. Tan JME, Parolia A, Pau AKH. Intracanal placement of calcium hydroxide: a comparison of specially designed paste carrier technique with other techniques. *BMC Oral Health.* déc 2013;13(1):52.
  25. Peters CI, Koka RS, Highsmith S, Peters OA. Calcium hydroxide dressings using different preparation and application modes: density and dissolution by simulated tissue pressure. *Int Endod J.* déc 2005;38(12):889-95.

---

**BIOPULPECTOMIE SUR MODÈLE PÉDIATRIQUE IMPRIMÉ EN RÉSINE :  
QUEL INSTRUMENT UTILISER ?**

---

**RESUME EN FRANÇAIS :**

La biopulpectomie sur dents temporaires est un acte assez complexe et à ce jour encore trop peu utilisé. Après avoir réalisé un travail bibliographique nous avons comparé trois instruments rotatifs endodontiques : le TS1 4%, le M3 4% et le M3 6% sur 30 modèles pédiatriques imprimés en résine. Des mesures des parties internes et externes des canaux ont été réalisées (grâce au logiciel Fiji) sur des coupes extraites des CBCT des modèles et l'obturation a également été évaluée. Le M3 6% enlève plus de résine que les deux instruments en 4% sur la partie externe de manière significative ( $p=0,0145$  et  $p=0,0413$ ), tous les instruments travaillent plus sur la paroi interne et les résultats sont statistiquement différents au niveau interne et externe selon le niveau de coupe (ANOVA,  $p<0,0001$  dans les deux cas). Les trois instruments semblent avoir un intérêt dans la réalisation de pulpectomies sur les molaires temporaires.

---

**TITRE EN ANGLAIS :** Biopulpectomy on a pediatric model printed in resin: which instrument to use ?

**RESUME EN ANGLAIS :**

Bio pulpectomy on temporary teeth is a rather complex procedure that is still underused. After having carried out a bibliographical work we compared three rotary endodontic files: the TS1 4%, the M3 4% and the M3 6% on 30 pediatric models printed in resin. Measurements of the internal and external parts of the canals were made (using Fiji software) on sections extracted from the CBCT of the models and the obturation was also evaluated. The M3 6% removes more resin than the two 4% instruments on the external part significantly ( $p=0.0145$  and  $p=0.0413$ ), all files work more on the internal wall and the results are statistically different at the internal and external level depending on the level of cut (ANOVA,  $p<0.0001$  in both cases). All three instruments seem to be of interest in performing pulpectomies on temporary molars.

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE :** Chirurgie dentaire – 58.01

---

**MOTS-CLES :** biopulpectomie, modèle pédiatrique, dent temporaire, molaire lactéale, TS1, M3, instrument endodontique, endodontie.

---

**INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :**

Université Toulouse III-Paul Sabatier Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des  
Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

---

Directeur de thèse : Pr Franck DIEMER