

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2015

N°70

**THESE**

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

par

**Benjamin UZAN**

Né le 15 novembre 1988 à Strasbourg

**CREATION D'UN OUTIL PEDAGOGIQUE VIDEO :  
LE SYSTEME « RECIPROCITE »  
ET LE SCELLEMENT A CHAUD EN VAGUE CONTINUE**

Président : Professeur HAIKEL Youssef

Assesseurs : Professeur CLAUSS François

Docteur FREYMANN Michel

Docteur ROOS Thierry



## Liste des professeurs

UNIVERSITE DE STRASBOURG

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2015

N°70

**THESE**

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

par

**Benjamin UZAN**

Né le 15 novembre 1988 à Strasbourg

**CREATION D'UN OUTIL PEDAGOGIQUE VIDEO :  
LE SYSTEME « RECIPROCITE »  
ET LE SCHELLEMENT A CHAUD EN VAGUE CONTINUE**

Président : Professeur HAIKEL Youssef

Assesseurs : Professeur CLAUSS François

Docteur FREYMANN Michel

Docteur ROOS Thierry

## Remerciements :

Cette thèse n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide permanente et constructive que j'ai reçue du début à la fin de son élaboration.

Je voudrais remercier ici toutes les personnes qui ont participé à la naissance de ce projet.

Je tiens tout d'abord à remercier sincèrement le président du jury, Professeur Youssef Haïkel qui est à l'origine de ce projet novateur. Vos conseils avisés m'ont permis de mener à bien ce travail, et votre bienveillance m'a accompagné jusqu'à aujourd'hui.

Toutes les étapes de ce projet ont été marquées par l'aide constante du Docteur Thierry Roos qui a été mon maître de thèse. Votre générosité à mon égard et votre expérience largement partagée m'ont permis de me construire dans mon parcours professionnel. Je ne saurais assez vous remercier pour votre investissement dans ce projet depuis sa genèse jusqu'à son aboutissement.

Je remercie le Docteur Michel Freymann de siéger dans mon jury de thèse. Vous faites partie de ceux qui m'ont accueilli lors de mes années précliniques, et qui m'ont accompagné jusqu'à la fin de mes études. Votre pédagogie et vos qualités d'enseignant m'ont beaucoup marqué.

Je tiens à remercier le Professeur François Clauss de m'honorer de sa présence aujourd'hui. Jusqu'à aujourd'hui je n'ai pas soigné un enfant sans m'inspirer de vous, de votre savoir-faire, de votre patience et de votre gentillesse.

Je ne saurais conclure sans remercier Emmanuelle mon épouse, qui doit connaître ma thèse mot pour mot...

## Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>6</b>
<b>Partie 1</b>	
<b>I. Données actuelles en endodontie</b>	<b>8</b>
1. Les objectifs mécaniques en endodontie	8
1.1 Mise en forme canalaire	8
1.2 Obturation canalaire	9
2. Les objectifs chimiques en endodontie	10
2.1 Les rôles de l'irrigation	10
2.2 Les solutions d'irrigations	10
3. Les obstacles à la mise en forme canalaire	11
3.1 Butées	11
3.2 Perforations	11
3.3 Déplacement interne ou externe du foramen apical	11
3.4 Fractures instrumentales	11
3.4.1 <i>Fractures instrumentales par torsion</i>	11
3.4.2 <i>Fractures instrumentales par fatigue cyclique</i>	12
4. Les écueils de l'obturation	12
<b>II. La réciprocité</b>	<b>13</b>
1. Origine du mot	13
2. Définition clinique en endodontie	13
3. Introduction du concept	14
4. Développement du concept	15
5. Intérêt de la réciprocité	15

5.1 Effet de vissage	15
5.2 Réduction du risque de fracture par torsion	15
5.3 Réduction de la fatigue cyclique instrumentale	16
5.4 Mise en forme canalaire	19
5.5 Extrusion de débris apicaux	20
5.5.1 <i>Débris dentinaires et canalaires</i>	20
5.5.2 <i>Bactériologie</i>	22
5.6 Microfissures	23
5.7 Nettoyage et désinfection canalaire	23
5.8 Conclusion	24
6. Protocole opératoire	25
7. Concept d'instrument unique	27
8. Instrument unique : fiabilité et limites	27
<b>III. Obturation à chaud en vague continue</b>	<b>28</b>
1. Présentation	28
2. Matériel	29
2.1 Fouloir/ Réchauffeur	29
2.2 Système d'injection de Gutta	30
3. Objectifs de la technique	31
4. Protocole opératoire	31
5. Considérations sur l'obturation à chaud	33
5.1 Obturation tridimensionnelle	33
5.2 Densité de l'obturation	34
5.3 Température radiculaire	35
5.4 Notion d'étanchéité de l'obturation	36

<b>Partie 2 : Création de la vidéo</b>	<b>37</b>
<b>I. Projet pédagogique</b>	<b>37</b>
<b>II. Réalisation de la vidéo</b>	<b>38</b>
1. Le matériel utilisé	38
1.1 Enregistrement de la vidéo	38
1.2 Le logiciel de montage	38
1.3 Enregistrement audio	38
2. Protocole de montage suivi	38
3. Enregistrement du commentaire audio	39
<b>Conclusions</b>	<b>40</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>42</b>



## **Introduction :**

Le succès d'un traitement endodontique repose sur la triade décrite par Schilder (1) dans les années 1975 :

- Mise en forme canalaire
- Nettoyage / Désinfection
- Obturation tridimensionnelle et étanche du système endodontique

Concernant la mise en forme, les praticiens se trouvent confrontés à des préoccupations majeures :

- Mettre en forme dans le respect des principes établis
- Prévenir d'éventuelles atteintes iatrogènes telles que : perforation, fracture instrumentale, déplacement interne ou externe du foramen apical etc.

D'autre part, une obturation tridimensionnelle du système canalaire défectueuse sera considérée comme potentiellement responsable du développement ou de l'entretien d'une infection péri apicale.

Le cahier de charges de l'obturation doit être respecté dans son ensemble, car si le praticien maîtrise les paramètres techniques, en revanche, la qualité de la désinfection canalaire jusqu'à l'apex ne peut pas être contrôlée, car non objectivable par le praticien, alors qu'il s'agit certainement du critère essentiel de succès.

L'objectif de ce travail est la création d'un document vidéographique pédagogique, visant à servir de support d'enseignement, destinés aux étudiants en chirurgie dentaire des années précliniques de la Faculté de Strasbourg.

Il s'agit de présenter un système de mise en forme canalaire, ainsi qu'un système d'obturation à chaud : « la réciprocité » et l'obturation à chaud en vague continue.

L'objectif de ce travail est purement pédagogique et explicatif : contribuer à la formation des étudiants en chirurgie dentaire, en leur enseignant de nouvelles techniques de travail, de façon claire et simple.

Il est à noter que ces dernières années ont été marquées par l'essor de nombreux systèmes novateurs en endodontie, que cela concerne la réciprocité, couplée à l'apparition des instruments uniques, ou concernant l'obturation, avec le développement important de systèmes d'obturation à chaud.

Une première partie, théorique, présentera :

- Le mouvement de réciprocité.
- L'obturation à chaud en vague continue

Cette partie portera sur les données actuelles concernant ces deux systèmes, afin de déterminer précisément leurs avantages, leurs limites, et pourra servir de complément à la vidéo, en apportant à celle-ci un support scientifique.

Une seconde partie portera, sur la réalisation de la vidéo, expliquant sa création, les étapes suivies, les moyens employés, depuis la conceptualisation jusqu'au montage final, permettant ainsi la reproductibilité de ce projet pour servir d'autres disciplines dentaire.

## **Partie 1**

Cette partie a pour but de rappeler les objectifs recherchés en endodontie, lors de la mise en forme canalaire, de l'obturation, ainsi que les principaux écueils au traitement, afin de mieux cerner l'apport des deux systèmes présentés, qui seront étudiés ensuite.

### **I. Données actuelles**

#### **1. Les objectifs mécaniques en endodontie**

##### **1.1 Mise en forme canalaire**

Dans l'ouvrage Endodontie, Pommel et Pertot (2) rappellent les objectifs recherchés lors d'un traitement canalaire, depuis la mise en forme jusqu'à l'obturation.

Les principes de mise en forme canalaire actuels, ont été largement développés par Schilder (1) en 1974. Ils correspondent à une approche fondée sur la conicité, c'est-à-dire l'élargissement canalaire progressif et croissant depuis la limite de préparation jusqu'à l'orifice canalaire.

D'autres approches fondées sur l'élargissement apical, sans rechercher de conicité, ayant pour but de créer un « stop apical », ne seront pas abordées ici.

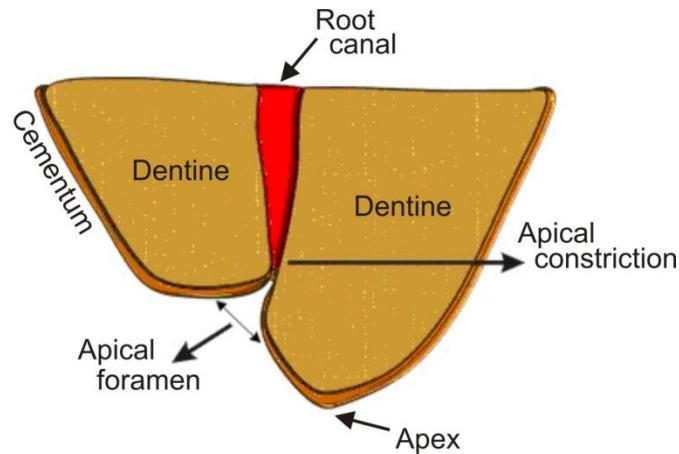
Les concepts décrits par Schilder sont les suivants :

- Une conicité continue à partir de l'apex jusqu'à l'orifice canalaire.
- Le respect de la trajectoire originelle du canal, essentiellement dans le tiers apical.
- Le maintien du foramen apical le plus étroit possible, ainsi que dans sa position anatomique d'origine, c'est-à-dire sans déplacement ni déchirure.

Ces concepts permettent ainsi de respecter les objectifs biologiques du traitement. L'élimination des tissus biologiques nécrosés ou vivants ainsi que celle des bactéries présentes dans le canal, et ceci jusqu'à l'apex, est favorisée par la forme conique de la préparation.

Une mise en forme adéquate permettra à la solution d'irrigation de pénétrer jusqu'au tiers apical du canal.

Selon l'école Schildérienne, la limite apicale de la préparation correspond à la constriction apicale, qui constitue le point le plus étroit apicalement, séparant deux structures triangulaires opposées en ce point qui en constitue leur sommet » .



**Figure 1 :** Constriction apicale

## 1.2 Obturation canalaire

L'obturation a pour objectif d'empêcher la colonisation du système canalaire par les bactéries et de réduire au maximum tout espace mort qui pourraient les abriter. Elle devra donc être dense, étanche et dans les limites de la préparation, jusqu'à l'apex. La difficulté d'une telle obturation réside dans la structure tridimensionnelle du système endodontique constitué d'un canal principal, ou de plusieurs canaux principaux, de canaux secondaires, et de canaux accessoires. L'anatomie particulière des canaux nécessite une obturation qui soit tridimensionnelle, c'est-à-dire qui épouse de façon précise les différentes zones du système canalaire.

Un manque d'étanchéité serait un facteur prépondérant d'une percolation bactérienne pouvant ainsi induire une lésion péri apicale.

La mise en forme conique du canal permet la condensation verticale contrôlée de la Gutta-percha, sans dépassement apical, et permet également l'obturation latérale du système endodontique lors de la condensation.

## **2 .Les objectifs chimiques en endodontie**

Les objectifs chimiques sont atteints grâce à l'irrigation canalaire , qui sera abordé succinctement ici.

Il s'agit certainement du paramètre essentiel à la pérennité d'un traitement canalaire.

### **2.1 Rôle de l'irrigation**

Les deux rôles de l'irrigation sont les suivants :

- « une action physique : L'élimination des débris organiques et minéraux ainsi que des micro-organismes », qui sont mis en suspension, évitant ainsi leur sédimentation, mais également une « lubrification des instruments qui facilite leur nettoyage »
- « Une action chimique, combinant :
  - Une bonne efficacité antibactérienne
  - Une bonne action solvante sur les débris organique
  - Une absence de cytotoxicité pour le péri-apex

### **2.2 Les solutions d'irrigations**

Bien qu'historiquement de nombreux produits aient été utilisés comme solution d'irrigation, l'hypochlorite de sodium reste actuellement la solution de choix, comme souligne Zehnder (3), étant donné le large spectre anti bactérien qu'elle possède, et son aptitude à répondre aux critères d'irrigation requis (action solvante, action antibactérienne ...)

Cependant, si actuellement l'utilisation de l'hypochlorite de sodium est largement répandue dans la pratique de l'endodontie, un rinçage final à L'EDTA (*ethylènediamine tétra-acétique acid*) est recommandé.

En effet, à la différence de l'hypochlorite de sodium qui n'agit que sur la composante organique, l'EDTA agit également sur la composante minérale, constituante de la boue dentinaire résiduelle dans le canal endodontique.

### **3. Les obstacles à la mise en forme canalaire**

Lors de la préparation canalaire, les instruments utilisés sont soumis à un mouvement de va et vient, ainsi qu'à un mouvement de rotation, nécessaire à l'élimination du tissu pulpaire et des débris intra-canaux.

Du fait de ces mouvements et de la variabilité de l'anatomie canalaire, de nombreux incidents peuvent être engendrés, comme les ont décrits Weine et coll. (4) dès 1975.

#### **3.1 Butées**

En général lors de courbure importante, l'instrument prenant appui sur la face interne de la courbure.

#### **3.2 Perforations**

Une butée créée forcée en direction apicale peut aboutir à une perforation.

#### **3.3 Déplacement interne ou externe du foramen apical**

Ces déplacements qui peuvent causer une déchirure d'apex, sont générés selon Weine, soit par l'usure du mur dentinaire interne, soit lorsqu'on travaille en dépassant le foramen et qu'on le redresse provoquant son ouverture.

L'étanchéité de l'obturation n'en sera que plus difficile à obtenir.

Le but de notre analyse sera également de montrer le rôle préventif de ces incidents de préparation que va jouer le mouvement de réciprocité.

#### **3.4 Fractures instrumentales**

Les fractures instrumentales sont de deux types répertoriés :

##### ***3.4.1 Fracture instrumentale par torsion***

Un instrument en acier ou en Nickel-Titane subit une déformation lors de l'application d'une torsion. La déformation est d'abord élastique et l'instrument peut retrouver sa forme initiale. Si la torsion est maintenue, la limite élastique est atteinte, la déformation devient permanente, et la fracture peut alors survenir.

Cela survient notamment quand le diamètre du canal est nettement plus petit que celui de l'instrument, ou que la pointe de l'instrument est bloquée dans le canal.

### ***3.4.2 Fracture instrumentale par fatigue cyclique***

Une accumulation de stress dans la masse de l'alliage instrumental, due à une utilisation prolongée, induit une fatigue cyclique. L'instrument peut à tout moment fracturer, notamment dans une courbure ou après une utilisation trop importante de l'instrument. La fracture sera provoquée par la flexion ou la compression de l'instrument.

A alliage identique, les facteurs qui augmentent la résistance à la fatigue cyclique (résistance qui détermine le nombre de cycle qu'un instrument est capable d'effectuer sous l'action d'une contrainte) sont :

- la diminution de la masse centrale de l'instrument (Haikel et coll)(5)
- la diminution du diamètre et/ou de la conicité de l'instrument

## **4. Les écueils lors de l'obturation**

Dans l'ouvrage Endodontie , Pommel et Pertot (2) décrivent deux défauts majeurs de l'obturation , objectivables à la radio : soit l'obturation en deçà de l'apex ( sur extension de l'obturation ou sur-obturation , selon que le volume canalaire soit complètement obturé ou non, malgré la présence de matériau d'obturation au niveau du péri apex ), soit une sous obturation, qui correspond à une portion canalaire ou une zone du canal non obturée, ce qui aboutit à la formation d'espaces morts au sein de l'obturation. Ces espaces morts notamment au niveau de l'apex, seront favorables à la colonisation bactérienne.

Le degré de désinfection n'est pas un paramètre contrôlable. Cependant il constitue un paramètre essentiel à la pérennité du traitement. Une obturation tridimensionnelle maîtrisée constituerait un paramètre contrôlable par l'opérateur, pour prévenir les colonisations bactériennes.

## **II. La réciprocité**

### **1. Origine du mot**

Il convient tout d'abord de donner une définition.

Réciprocité: se dit de deux personnes ou de deux choses, dont chacune exerce sur l'autre une action équivalente à celle qu'elle en reçoit.

Cependant, en pratique dentaire, le terme de « réciprocité » a émergé du terme anglo-saxon « réciprocation » qui signifie plus précisément « alternance », faisant effectivement référence à un mouvement de rotation alternée.

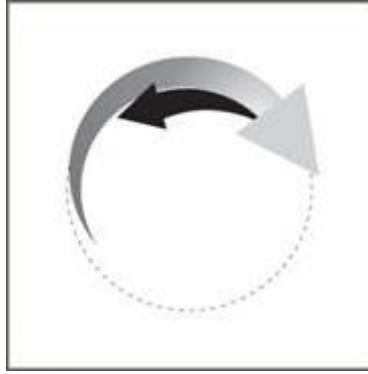
### **2. Définition clinique en Endodontie**

Le mouvement de réciprocité est une nouvelle dynamique de mise en forme canalaire. Le mouvement réciproque associe l'utilisation d'un instrument en acier, ou en nickel- titane (actuellement les systèmes faisant appel à la réciprocité sont généralement associés à des instruments Nickel-titane, qui ont émergé sur le marché endodontique dès les années 1990) à un mouvement de rotation alternée, qui fera tourner l'instrument dans le sens horaire, et antihoraire successivement.

Ce mouvement est qualifié d'asymétrique, car les rotations horaires et antihoraires sont d'amplitudes variables. (Figure 2)

A l'origine du concept de réciprocité le mouvement horaire présente une amplitude supérieure à celle du mouvement antihoraire, le mouvement antihoraire devenant ainsi un mouvement de désengagement de l'instrument.





**Figure 2** : Schéma du mouvement réciproque

### **3. Introduction du concept**

Yared (6) proposa en 2008 une mise en forme canalaire à l'aide d'un instrument unique, basée sur l'association entre un instrument en nickel -titane et l'utilisation d'un mouvement novateur de réciprocité

Dans l'étude de Yared, le protocole proposé est le suivant :

- L'utilisation du Finisher 2 (F2) du système Protaper©
- Travaillant grâce à un mouvement de rotation alternée dont les angles ne sont pas égaux :

- 4 /10<sup>ème</sup> de tour horaire

- 2/10<sup>ème</sup> de tour antihoraire qui correspond à un mouvement de désengagement.

L'objectif de cette technique était alors :

- La réduction du nombre d'instruments utilisés pour la mise en forme, réduisant ainsi le cout opératoire, ainsi que la durée du traitement.
- La réduction de la fatigue cyclique des instruments, afin de prévenir certaines fractures instrumentale.

#### **4. Développement du concept**

Le mouvement de réciprocité a commencé à être utilisé par différents praticiens dès les années 1990, successivement au lancement des instruments Nickel-titane en rotation continue.

Ce mouvement a été présenté sous le nom de « réciprocité », pour établir chez le public des praticiens une différence avec le mouvement alternatif, qui était alors déjà utilisé.

En effet, dans les systèmes faisant appels au mouvement alternatif, (tels que le Giromatic© EndoExpress©, Endolift©), les mouvements horaires et antihoraires étaient de même amplitude, à la différence du mouvement de réciprocité, qui effectue un mouvement alternatif **asymétrique**, d'amplitudes variables.

#### **5. Intérêts de la réciprocité**

##### **5.1 Effet de vissage**

Lors de la mise en forme canalaire, l'aspiration de l'instrument monté sur système rotatif, est un problème tout à fait fréquent en pratique, dû à un effet de vissage de l'instrument en rotation dans les parois dentinaires du canal.

Plus le diamètre de l'instrument utilisé sera proche du diamètre du canal, plus le risque pour l'instrument de se visser dans les parois dentinaires augmentera.

L'utilisation du mouvement réciproque, permet de prévenir ce genre de problème, (bien que ce soit un problème secondaire), car le mouvement antihoraire de désengagement élimine cet effet de vissage, et influera directement sur la réduction du risque de fracture par torsion.

##### **5.2 Réduction du risque de fracture par torsion**

Actuellement les praticiens sont régulièrement confrontés aux risques de de fractures instrumentales, ainsi qu'à leurs conséquences. Notamment la présence d'une courbure canalaire conséquente peut entrainer l'instrument rotatif à la limite de son élasticité.

La question posée est de savoir si les instruments endodontiques utilisés avec un mouvement de réciprocité présentent un risque réduit de fracture par torsion, par rapport à la rotation continue.

Da Frota et coll. (7) étudient la résistance aux fractures par torsion, corrélée à la flexibilité instrumentale, en menant une étude comparative entre quatre systèmes d'endodontie :

- Protaper Universal,( Maillefer)© ;
- WaveOne (Dentsply ©)
- Mtwo (Dentsply ©)
- Réciproc (Dentsply ;VDW ©)

Ils comparent le nombre de cycles nécessaire à l'instrument utilisé avant de fracturer, en réciprocité, et en rotation continue.

Une simulation d'un déplacement axial du canal montre une résistance à la fracture par torsion plus importante en réciprocité qu'en rotation continue. Il conclut dans son étude que le mouvement de réciprocité augmente la résistance aux deux types de fractures existantes, par torsion et à la fatigue cyclique.

La dynamique de mise en forme utilisée est prévalente dans les causes de fracture par torsion par rapport à la marque du système utilisé.

Cependant, la survenue de telles fractures est liée directement à l'anatomie canalaire, notamment les courbures canalaires conséquentes. Les fractures par torsion sont moins fréquentes que les fractures par fatigue cyclique. Ainsi, bien que la réciprocité permette de réduire les fractures par torsion, il sera plus intéressant de comparer réciprocité et rotation continue par rapport au niveau du nombre de cycles réalisés, afin de constater l'apport réel de la réciprocité.

### **5.3 Réduction de la fatigue cyclique instrumentale**

L'intérêt principal du mouvement réciproque apparaît clairement comme étant la réduction de la fatigue cyclique instrumentale.

Durant les trois dernières années, un nombre important d'études ont été réalisées, dans le but de tester la résistance à la fracture par fatigue cyclique, sur plusieurs systèmes utilisant le mouvement réciproque, et en comparant avec le mouvement de rotation continue.

Varela-Patino et coll. (8) ont travaillé sur 120 canaux de molaires mandibulaires, répartis en deux groupes :

- 60 canaux mis en forme en rotation continue
- 60 canaux mis en forme en réciprocité

Le système utilisé pour l'ensemble des canaux était similaire. (Protaper © S1- S2) :

Les résultats montrent que les séquences utilisées en réciprocité présentent une durée de vie plus importante que les séquences utilisées en rotation continue ; 13 cycles en réciprocité pour 10 cycles en rotation continue, ce qui représente pour Varela-Patino une différence significative. De façon plus précise, De Deus.G et coll. (9) comparent la résistance à la fracture du même instrument d'endodontie ( Protaper F2 ), travaillant librement , sur un seul type de tube métallique, représentant un canal pulpaire, les courbes naturelles étant reproduites ( à 45°).

L'avantage de ce type d'étude est que les instruments travaillent sur le même type de canal, la comparaison en est donc plus précise. Les instruments sont mis en mouvement en réciprocité, soit en rotation continue à différentes vitesses de rotation, jusqu'à leurs fractures respectives.

Les résultats permettent de constater que sur un canal similaire, les instruments utilisés en réciprocité réalisent un nombre de tours significativement plus important qu'en rotation continue, avant de fracturer.

De plus, plus la vitesse de rotation est importante, plus la fracture est rapide.

De Deus et coll. concluent que la cinématique du mouvement lors d'un traitement canalaire est un paramètre déterminant de résistance à la fatigue cyclique qui permet d'allonger la durée de vie des instruments rotatifs, et secondairement permet de prévenir certaines fractures.

Gavini et coll (10) réalisent un protocole similaire avec l'instrument Réciproc-25 ©, et obtiennent un résultat plus précis, sous forme de chiffre , représentant le nombre de cycles effectués avant fracture, en rotation continue, ou en réciprocité :

- 1787 cycles en réciprocité
- 816 cycles en rotation continue

Ces résultats mesurés sur le même canal artificiel, avec les mêmes instruments NiTi permettent à Gavini de constater une amélioration de la résistance à la fatigue cyclique par le mouvement réciproque : il est possible de réaliser en réciprocité plus du double des cycles réalisés en rotation continue.

Une problématique supplémentaire pourrait être rajoutée, concernant le degré d'amplitude de rotation en réciprocité, qui pourrait être un facteur améliorant ou détériorant la résistance à la fatigue cyclique.

Gambarini et coll (11), montrent que les angles de rotation horaire et antihoraires n'ont pas d'influence sur la fatigue cyclique.

Le protocole réalisé par Gambarini est toujours similaire aux précédents : 30 instruments NiTi de diamètre 25 répartis en trois groupes :

- G1 : 10 instruments travaillant en rotation continue
- G2 : 10 instruments travaillant en réciprocité : 150° horaire / 30° antihoraire
- G3 : 10 instruments travaillant en réciprocité : 30° horaires / 150° antihoraire

Le temps avant fracture est mesuré pour chaque instrument. Si la différence est significative entre rotation continue et réciprocité, au sein de la réciprocité l'angle de rotation horaire /antihoraire ne montre pas de différence.

Gambarini constate qu'avant les angles de rotation, est essentielle la dynamique de mouvement elle-même : c'est l'aspect alternatif du mouvement qui offre une résistance à la fracture.

Dans une autre étude réalisée également par Gambarini et coll.(12) ou le protocole est similaire au précédent, à la différence que les angles de rotation horaire/antihoraire sont étudiés avec plus de précision, car un plus grand nombre de groupes d'instrument est observé : le temps avant la fracture des instruments travaillant en rotation continue, est nettement inférieur aux temps avant fracture des instruments travaillant en réciprocité ; cependant la résistance à la fracture diminue en même temps que l'angle de rotation horaire augmente .

En effet, quand l'angle de rotation horaire augmente, c'est également la progression de la mise en forme qui augmente, augmentant ainsi la fatigue cyclique de l'instrument.

Gambarini souligne que la cinématique des mouvements en réciprocité joue un rôle dans la résistance à la fatigue cyclique.

Il a été montré que la définition des angles de rotation alternatifs avait une influence sur la fatigue cyclique, et il a été montré aussi que certains angles de travail horaire /antihoraire offrent une mise en forme plus optimale que certaines autres angulations.

Al sudani (13) évalue cette angulation à  $150^{\circ}/30^{\circ}$ .

#### **5.4 Mise en forme canalaire**

Selon les principes de l'école Schildérienne, la mise en forme canalaire dans le respect de l'anatomie endodontique est un point essentiel. La préparation réalisée par le praticien doit être conique continue, en conservant le foramen apical le plus étroit possible.

La complexité éventuelle de la topographie et des reliefs endodontique augmente la difficulté clinique, notamment au niveau du respect de la trajectoire canalaire.

Par exemple, si un canal est très fin, calcifié, ou présentant une courbure importante, la mise en forme complète jusqu'à l'apex se révélera compliquée, car le risque de déviation est important, notamment en rotation continue.

D'autre part, lors de la mise en forme, une élimination de la couche superficielle de dentine canalaire est recherchée, surtout si la dent est nécrosée, la désinfection nécessitant alors une éviction de la dentine infectée.

La problématique concernant la réciprocité porte sur l'aptitude de ce mouvement à mettre en forme et à éliminer le volume dentinaire nécessaire à un nettoyage et à une obturation de qualité.

You Sy et coll. (14), cherchent à démontrer que l'utilisation du mouvement réciproque n'induit pas de déficit de mise en forme.

C'est la qualité de la mise en forme qui est scrutée, en mesurant la surface et le volume de dentine canalaire éliminée, grâce à l'apport de la micro-tomographie. Sy ne relève pas de différence significative en volume et en surface de dentine éliminée, par le même instrument

(Protaper© ) , mais soumis soit à un mouvement de rotation continue, soit à un mouvement de réciprocité.

Certains auteurs comme Berruti et coll. (15) développent l'idée selon laquelle, non seulement le mouvement réciproque n'induit pas de déficit de mise en forme, mais de plus réduisent les modifications canalaires , ce qui potentialise les risques de butée, perforation ou de fausse route .

Dans ce sens, Tonqfei et coll. (16) en 2014 mesurent précisément le volume canalaire éliminé en réciprocité ou en rotation continue : ils utilisent 40 blocs de résine identiques, dont 20 sont mise en forme par réciprocité et 20 par rotation continue.

A l'aide d'un logiciel permettant de réaliser des mesures précises, ils peuvent alors observer le volume de résine éliminé au niveau de la paroi interne et externe du canal ainsi que les modifications de courbure canalaire , interne et externe au niveaux de dix points fixes depuis l'apex.

Il est constaté que les instruments ayant travaillé en rotation continue ont modifié l'angle de courbure canalaire de façon plus importante que les instruments ayant travaillé en réciprocité.

#### Centrage de l'instrument dans le canal :

Franco (17) observe la différence de centrage de l'instrument dans le canal pour le même instrument en Nickel-titane (Flex master ®) en rotation continue et en réciprocité: selon son étude le mouvement de réciprocité permet d'obtenir un meilleur centrage de l'instrument en rotation dans le canal.

Il est à noter que selon Stern (18) il n'y a pas de différence significative entre réciprocité et rotation continue concernant le centrage de l'instrument dans le canal.

### **5.5 Extrusion de débris apicaux**

#### ***5.5.1 Débris dentinaires et canalaires***

La mise en forme canalaire , avec des instruments rotatifs notamment, peut être productrice de débris apicaux extrudés au niveau péri apical .

Il s'agira de débris d'origine dentinaire, mais également des débris issus du tissu pulpaire nécrotique.

En franchissant la limite du foramen péri-apical, et se retrouvant ainsi au niveau de la zone du péri-apex, ces débris constituent une des étiologies de certaines sensibilités post-opératoire en endodontie. De plus, l'extrusion de débris péri-apicaux est une entrave à la désinfection canalaire complète.

Dans le cadre de cette analyse, il est intéressant de constater l'influence de la dynamique rotationnelle sur l'extrusion de débris apicaux.

D'après Burklein et Schäfer (19), si un nombre important de systèmes produisent des débris péri apicaux, le mouvement de réciprocité est associé à une plus grande quantité de débris. Dans cette étude, un système de réciprocité est comparé à trois autres systèmes de rotation continue, chacun des systèmes travaillant sur vingt incisives :

Les débris produits par les différents systèmes sont prélevés puis pesés avec précision.

De manière plus précise, dans un protocole comparatif entre différents systèmes, Karatas et coll. (20) établissent un lien entre la quantité de débris apicaux et la cinématique instrumentale :

Plus les amplitudes des mouvements de rotation horaires et antihoraires sont équivalentes, plus la quantité de débris apicaux sera importante.

En revanche, si le mouvement horaire présente une amplitude significativement supérieure à celle du mouvement anti horaire, (dans l'article de Karatas les amplitudes horaire/antihoraire sont de  $150^\circ/30^\circ$ ), alors le mouvement de réciprocité ne produit pas plus de débris que le mouvement de rotation continue.

Il est à noter que la plupart des systèmes actuels de réciprocité présentent des amplitudes horaire/antihoraire s'approchant de l'amplitude  $150^\circ/30^\circ$ , c'est-à-dire, ayant des amplitudes assez éloignées. Il semblerait donc que de manière générale la dynamique de réciprocité, ne réduit pas la quantité de débris péri-apicaux, mais au contraire aurait tendance à l'augmenter, si ce n'est avec l'utilisation d'amplitudes assez écartées. En conséquence clinique, il est intéressant d'opter pour un programme de rotation alternative de ce genre. Les praticiens Sibel Kocak et coll. (21) quant à eux ont comparé en 2013 le poids des débris produits respectivement par :



- S.A.F (re-dent Nova)®
- Reciproc (vdw) ®
- Protaper (F2) de Maillefer ®
- Revo-S (Microméga) ®

Ils n'ont pas constaté de différence significative entre les différents systèmes, bien que le Reciproc (VdW ®) ait produit moins de débris apicaux que les autres systèmes. Leur conclusion néanmoins ne tranche pas en faveur du Reciproc ®, car selon eux tous les systèmes étudiés produisent des débris et les différences ne sont pas significatives.

Cependant, en 2015, De Deus et coll. (22) concluent à une amélioration significative du contrôle de l'extrusion de débris apicaux grâce à la réciprocité : Deux systèmes de réciprocité (Wave One de Dentsply ® et Reciproc VdW ®) sont comparés à deux systèmes de rotation continue.

De nombreux auteurs discutent actuellement quant à la qualité et la quantité de débris extrudés en rotation continue et en réciprocité, mais il est à retenir que le mouvement réciproque ne génère pas plus de débris dentinaires et pulpaire que le mouvement de rotation continue.

### **5.5.2 Bactériologie**

Au niveau bactériologique, la problématique existe également : la réciprocité offre-t-elle un avantage quant à la contamination bactérienne de la région du péri apex? Il semble évident que l'extrusion bactérienne est fortement corrélée à l'extrusion de débris pulpaire nécrotiques.

Selon Tinoco et coll. (23), qui ont relevé au niveau de l'apex de dents mises en forme par réciprocité et par rotation continue, les C.F.U (colony forming unit), les instruments mis en mouvement de réciprocité entraîneraient significativement moins d'extrusion bactérienne au niveau du péri apex.

Cependant, l'étude de Tinoco, porte plus sur la comparaison instrument unique versus instruments multiples que sur le mouvement lui-même, ce qui n'est donc pas clairement établi d'après lui.

Il est intéressant de ramener cette source, car actuellement la recherche d'un mouvement réciproque idéal est couplée au développement d'instruments uniques.

## 5.6 Microfissures

Les instruments rotatifs ou manuels peuvent provoquer de microfissures au niveau de la surface radiculaire. A propos de leur production, Adorno (24) détermine deux paramètres :

- Longueur opératoire de travail : à 1mm au-dessus de l'apex, moins de fissures détectées
- Diamètre instrumental : plus il est important, plus l'instrument générera potentiellement des fissures radiculaires.

La cinématique instrumentale a-t-elle un impact sur les microfissures radiculaires ?

En 2014, Kansal et coll. (25) affirment que malgré le fait que tous les systèmes produisent des fissures dentinaires, les instruments utilisés en réciprocity en produisent significativement moins. Cette affirmation est corroborée par une étude de Liu.R et coll. (26) montrant que le S.A.F de Nova® et le Reciproc® causent moins de fissures au niveau de l'apex que Protaper (Maillefer®).

Ashwinkumar et coll. (27) établissent en 2014 de façon détaillée le lien entre cinématique instrumentale et production de microfissures :

- Instrumentation manuelle : pas de fissures constatées
- Réciprocity ( WaveOne de Dentsply® ) : production de microfissures au niveau de l'apex
- Protaper (Maillefer®) : production de microfissures encore plus importante.

Selon certains auteurs, comme De Deus (28), qui a observé grâce à la micro tomographie les relations entre fissures et système utilisé (que ce soit en réciprocity ou en rotation continue, instrument unique ou non), on ne peut pas établir un lien entre fissures et procédure de mise en forme utilisée.

Pour le moins, il n'est pas constaté une production plus importante de fissures dentinaire causée par le mouvement réciproque.

## 5.7 Nettoyage et désinfection canalaire

La qualité de la désinfection du système endodontique avant l'obturation définitive, est un des garants de la pérennité du traitement. Il a été établi un lien clair entre la qualité de la mise en forme canalaire et la qualité de la désinfection, pour ce qui est de la longueur canalaire.

En revanche, en fonction de l'efficacité de la préparation, une qualité différente d'élimination des bactéries et toxines pourrait être attendue en réciprocity, au niveau des parois canalaire : la procédure de mise en forme a-t-elle une influence sur la qualité du nettoyage et de la désinfection ?

En 2014 Ferrer-Luque et coll. (29) mesure la réduction en *E. faecalis* (grâce à la PCR) au niveau de canaux préparés en réciprocity ou en rotation continue, et ne constatent pas une différence significative. Ces résultats sont retrouvés en 2015 par Nakamura et coll. (30) qui mesurent également la quantité d'*E. faecalis* présentes après traitement, au niveau de canaux ovalaires.

La problématique qui suit automatiquement, sera de savoir si les instruments uniques réduisent de façon satisfaisante la quantité du biofilm bactérien et ne sont pas déficients par rapport à une séquence conventionnelle pluri instrumentale.

Basmaci et coll. (31) en 2013 ainsi que Martinho et coll.(32) (concernant les retraitements endodontique) en 2015, ne constatent pas de déficience en qualité de nettoyage pour l'instrument unique Reciproc®, toujours en utilisant *E. faecalis* comme référence. Il peut être conclu que les systèmes utilisant le mouvement réciproque en instrument unique ou non n'offrent pas a priori une réduction de la charge bactérienne moins importante que la rotation continue, ou que les séquences multiples.

## **5.8. Conclusion**

Il apparait clairement que l'avantage principal du mouvement réciproque est la réduction de la fatigue cyclique instrumentale, ainsi que l'effet de vissage par rapport à la rotation continue. La meilleure négociation des courbures canalaire, couplée à une fatigue instrumentale réduite permettra en conséquence la réduction du nombre d'instruments utilisés (donc la réduction du coût opératoire), mais aussi la réduction de la durée opératoire, ce qui offre plus de temps au praticien pour la désinfection canalaire.

## **6. Protocole opératoire**

Quelle que soit la marque des instruments utilisés, le protocole opératoire sera quasiment similaire :

- Radiographie préopératoire : elle permet d'évaluer la difficulté du cas :
  - courbure canalaire mésio-distale
  - accessibilité des canaux
  - diamètre de la lumière canalaire

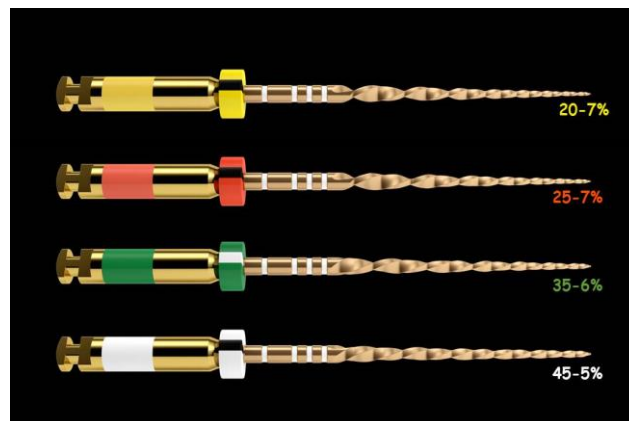
Tous ces éléments seront des guides pour le choix du diamètre instrumental.

- Réalisation de la cavité d'accès : repérage des orifices canalaires.
- Exploration des canaux : avec des limes manuelles K8, K10, K15
- Détermination de la L.O.T : soit à l'aide d'une radiographie de cathétérisme soit avec un localisateur d'apex
- Perméabilisation des canaux : pré élargissement avec des limes manuelles, ou avec des limes nickel-titane en rotation continue.
- Mise en forme du canal: en RECIPROCITE : pour animer l'instrument rotatif d'un mouvement alternatif, on utilise un moteur d'endodontie spécifique qui génère un mouvement de rotation alternatif aux amplitudes variables et réglables selon différents programme de fonctionnement (qui dépendent du fabricant).



**Figure 3** : Moteur d'endodontie pouvant induire un mouvement alternatif

Un mouvement vertical de picotage d'amplitude 2 à 3 mm, permet la progression dans le canal. La mise en forme est réalisée à l'aide d'instruments en Nickel-Titane au diamètre et à la conicité correspondants à l'anatomie canalaire, qui aura été jaugée grâce au cathétérisme et à la perméabilisation. Au moindre signe de blocage, l'instrument est retiré, nettoyé, et le canal est irrigué abondamment.



**Figure 4** : limes NiTi de différentes conicités

Au retrait de l'instrument travaillant, un « broissage » des parois canalaire est recherché, afin d'obtenir un nettoyage optimal. La mise en forme se poursuit jusqu'à atteindre la L.O.T, selon le cycle suivant :

-progression : « picotage » de 2-3 mm, puis retrait

-nettoyage de l'instrument

-irrigation abondante

Si le canal est complexe à mettre en forme, la mise en forme peut être divisée en deux temps, afin de préparer d'abord le canal sur sa portion supérieure, puis pré élargir le tiers apical (avec une lime manuelle ou une lime NiTi en rotation continue), pour le mettre en forme dans un deuxième temps.

A ce stade, un jaugeage apical peut-être réalisé afin de déterminer la nécessité d'utiliser un instrument de diamètre et de conicité supérieure.

### **7. Concept d'instrument unique**

Le concept d'instrument unique proposé par Yared en 2008 avait pour objectif la réduction du nombre d'instruments utilisés, (visant à diminuer les risques de contamination croisée), la réduction du coût opératoire en endodontie, mais également la réduction de la durée opératoire. La réciprocité offrait la réduction de la fatigue cyclique, réduisant ainsi le risque de fractures. Le concept a progressivement fait surface sur le marché dentaire, devenant ainsi une réalité clinique sous forme d'instruments de nouvelle génération, tels que WaveOne®, WaveOne Gold®, de Dentsply®, ou encore Reciproc® de VdW.

Les différents systèmes font généralement appel au mouvement de réciprocité, et diffèrent les uns des autres par :

- Leurs conicités : variables ou continues, ainsi que l'importance de la conicité.
- Leurs sections de coupe (qui influence leur efficacité de coupe)
- Les amplitudes horaire /antihoraire, certains systèmes offrant un mouvement antihoraire travaillant (donc supérieur au mouvement horaire), d'autres un mouvement horaire travaillant.

### **8. Instrument unique : fiabilité et limites**

Actuellement, le mouvement réciproque investit le marché d'endodontie, indissociablement couplé au concept d'instrument unique. Le protocole opératoire est censé s'en trouver amplement simplifié.

Cependant, souvent les instruments sont présentés comme unique concernant la séquence instrumentale, mais également à usage unique.

Les praticiens sont de fait confrontés à la question suivante : Dans quelles mesures ces systèmes de traitement sont-ils fiables ? La résistance à la rupture de ces instruments est-elle augmentée par la réciprocity au point d'utiliser le même instrument plusieurs fois ?

En effet, si la réciprocity augmente la résistance à la rupture, que signifie la notion d'usage unique ?

Dans une thèse réalisée à la faculté de Strasbourg, Hacmoun(33) s'est posé la question concernant les instruments à usage unique WaveOne®, et a tenté d'y répondre en réalisant une étude expérimentale concernant la résistance à la rupture de ces instruments.

Il conclut que dans le cas d'un **usage unique** de l'instrument WaveOne®, on peut traiter avec un niveau de sécurité suffisant n'importe quelle dent **si et seulement si** tous les canaux composants cette dent nécessitent l'utilisation d'**un seul et même instrument** WaveOne®. Si le traitement canalaire nécessite 2 ou 3 instruments WaveOne®, ce ne serait plus vérifié car le concept d'instrument unique serait remis en question. Il rajoute qu'en raison de la diversité anatomique, il semble rare de trouver une dent pluri-radiculée ne nécessitant l'utilisation que d'un seul instrument. Si la réciprocity augmente la résistance à la fatigue cyclique, la rupture instrumentale en torsion reste toujours possible, mais sera opérateur-dépendant et dans des situations extrêmes.

### **III. Obturation à chaud en vague continue**

#### **1. Présentation :**

L'obturation à chaud en vague continue a été mise au point dans les années 1990 par Buchanan. Elle fait partie des techniques d'obturation par compactage vertical. Cette technique est dérivée de la technique de Schilder de compactage à chaud. Cette méthode est appelée « à chaud en vague continue », car le réchauffement de la gutta-percha se fait à l'aide d'un fouloir, en une seule fois, jusqu'à 4-5mm de l'apex, afin de faire pénétrer la gutta-percha plastifiée dans le réseau canalaire endodontique et de réchauffer la gutta au niveau de l'apex pour constituer un bouchon apical.

A contrario, dans la technique décrite par Schilder en 1976, plusieurs fouloirs de plus en plus fins sont utilisés pour aboutir à un réchauffement progressif du bouchon apical de gutta-percha.

Cette technique permet l'obturation tridimensionnelle du système canalaire. Elle nécessite un temps de formation important.

(SybronEndo® qui a créé le système B pour répondre aux besoins de mise en œuvre de cette technique est resté longtemps unique sur le marché, ce qui explique que populairement le système B soit resté synonyme de cette technique)

## **2. Le matériel**

Quel que soit le type de matériel utilisé, quel que soit le fabricant de l'unité d'obturation, le protocole mis en œuvre sera le même.

### **2.1 Fouloir/Réchauffeur**

Cet instrument permet de réchauffer et sectionner le cône de gutta-percha, et en même temps de le condenser verticalement. Il est activé par un contacteur, qui est enfoncé pour l'activer, et relâché pour l'éteindre.

Ce même fouloir, est utilisé une fois refroidi pour compacter verticalement à froid la Gutta préalablement réchauffée. Cet instrument permet donc de réaliser la première phase de l'obturation, qui est la phase de descente.

Il existe différents calibres de fouloir en fonction de l'anatomie canalaire : en effet, le fouloir adapté sera celui qui pénètre jusqu'à 4-5 mm de l'apex. Passé ce niveau, les bords du fouloir doivent buter contre les parois canalaires.

La condensation verticale à froid peut être réalisé par des fouloirs manuels de différents calibres comme ci-dessous :





**Figure 5** : fouloirs de Buchanan (SybronEndo®)

## 2.2 Système d'injection de gutta

La phase de remontée (backfill) peut être effectuée avec un autre cône de gutta simple, qui sera également condensé après réchauffement, voire un troisième. Par ailleurs la phase de remontée peut-être exécutée à l'aide d'un système d'injection de Gutta chaude, qui peut injecter de la gutta en fusion, jusqu'à environ 200°C.

Présenté sous forme d'un pistolet d'injection de Gutta qui peut être greffé à un fouloir réchauffeur, ou être indépendant, ce qui dépendra du fabricant et du choix du praticien, mais ne changera rien à la technique.



**Figure 6** : unité d'obturation (Calamus® - Dentsply®)

### **3. Objectifs de la technique**

L'objectif principal recherché dans cette technique est une obturation tridimensionnelle du système canalaire, et donc le plus étanche possible, étanchéité qui est visée essentiellement lors de l'obturation endodontique.

Cliniquement, l'avantage de cette technique est qu'elle permet la prise d'empreinte pour un tenon dans la séance de l'obturation, sans risquer de modifier le degré d'étanchéité.

### **4. Protocole opératoire**

- Ajustage du maître-cône
- Radiographie de contrôle
- Essai du fouloir dans le canal : le fouloir qui pénètre dans le canal jusqu'à 4-5mm de la L.O.T est sélectionné, et un stop est placé sur le fouloir à cette hauteur moins 1mm. En effet le fouloir chaud doit le moins possible être en contact avec les parois canalaires, car la chaleur pourraient entraîner des augmentations de température pouvant léser les cellules desmodontales, comme l'ont décrit McCullagh et coll. (34) De plus, un contact trop intime entre le fouloir et la paroi canalaire pourrait provoquer une fracture radiculaire, sous pression.
- Désinfection du cône à l'hypochlorite de sodium
- Séchage du cône
- Insertion du cône badigeonné de ciment d'obturation jusqu'à sa longueur d'ajustage
- Activation du fouloir/réchauffeur : section du cône au niveau de l'orifice canalaire
- Compactage manuel à froid : l'objectif est de créer un plateau de gutta.
  
- Phase de descente (down pack) : le fouloir chaud (contacteur activé) est descendu dans l'axe du canal en un mouvement continu, jusqu'à un millimètre de la longueur marquée par un STOP. Arrivé à ce stade, l'émission de chaleur est arrêtée en relâchant le contacteur, en maintenant une pression verticale sur le fouloir jusqu'à atteindre la hauteur marquée par le STOP. Cette phase dure deux à trois secondes maximum. La pression sur le bouchon apical est maintenue à froid pendant une dizaine de secondes afin de permettre la poussée de la Gutta et du ciment de scellement dans le

réseau canalaire apical, et de contrebalancer la rétraction de la Gutta-percha lors du refroidissement.

Une impulsion de chaleur d'une seconde est donnée (contacteur activé) en animant le fouloir d'un léger mouvement de rotation, pour le séparer de la Gutta-percha.

La phase de descente doit aboutir à l'obturation des espaces latéraux et à la formation d'un bouchon apical de Gutta-percha.

- Compactage à froid : avec un fouloir manuel, afin de compacter la Gutta-percha des parois vers le centre.
- Phase de remontée (backfill) : insertion de l'aiguille d'injection jusqu'au contact avec le bouchon apical, puis la gutta chaude est injectée sans pression, jusqu'à ce que la pression de la Gutta-percha repousse la main du praticien.
- Compactage à froid : à l'aide d'un fouloir manuel.



**Figure 7** : radiographie pré-opératoire , lésion périapicale au niveau de la 15



**Figure 8** : radiographie post-opératoire après obturation à chaud en vague continue

## **5. Considérations sur l'obturation à chaud**

La problématique exposée dans cette partie est la suivante : l'obturation à chaud en général offre t-elle de meilleurs résultats cliniques que les autres techniques d'obturation ? L'obturation à chaud en vague continue prime t-elle sur d'autres techniques concernant les résultats cliniques et la contamination bactérienne ?

Ces questions seront étudiées à travers les données actuelles en endodontie .

### **5.1 Obturation tridimensionnelle**

Cette sous partie discute du degré de remplissage du système endodontique, afin de déterminer les avantages de l'obturation à chaud en vague continue, concernant la dimension d'obturation.

Xing et coll. (35) observent le taux de remplissage des canaux latéraux par la Gutta-percha lors de l'obturation en vague continue (il utilise le système B® de SybronEndo) et de l'obturation à froid avec condensation latérale : le taux de remplissage des canaux latéraux est de 85% pour le système B et de 49% pour l'obturation à froid.

Ces mesures sont effectuées à 3mm de l'apex, cependant à 6mm et à 9mm de l'apex, la différence n'est pas significative.

Ils précisent également, que le taux de remplissage des canaux latéraux augmente avec leur diamètre. Cela confirme la nécessité d'obturer à chaud pour obtenir une obturation tridimensionnelle dans l'ensemble des canaux endodontiques.

D'un autre côté, l'obturation définitive des canaux se réalisant par le biais de Gutta-percha et de ciment de scellement, la pénétration d'une partie de ce ciment de scellement dans les espaces latéraux pourrait être attendue, afin d'obturer les canaux latéraux de façon satisfaisante.

En effet, la déformation de la Gutta-percha à froid n'est pas assez conséquente pour pénétrer dans les canaux accessoires.

Carvalho Sousa et coll. (36) constatent que la pénétration du ciment de scellement uniquement, est moins importante dans les techniques d'obturation à froid, c'est-à-dire que lors de l'obturation à chaud, quand bien même la Gutta-percha ne pénètre pas dans les canaux accessoires, le ciment de scellement pénètre malgré tout.

## **5.2 Densité de l'obturation**

Lors du traitement endodontique, il est impossible à un praticien d'évaluer avec précision le degré de densité de son obturation, densité garante de l'inexistence de tout espace mort, ce qui pourrait être une cause d'infiltration bactérienne. Ce niveau de densité peut être mesurable ex-vivo, permettant ainsi d'évaluer la qualité des différents systèmes d'obturation existants.

Dans une étude comparative Christopher et coll. (37) mesurent précisément la densité de la Gutta-percha au sein de 20 blocs acryliques obturés à froid et 20 blocs obturés à chaud en vague continue. Les 40 blocs acryliques sont mis en forme avec le même système de préparation. Les blocs sont pesés à vides puis obturés. Ils seront pesés après obturation de nouveau.

Résultats : le poids en Gutta-percha est significativement plus important pour les blocs de résine obturés à chaud. Les canaux de tous les blocs offrant le même volume d'obturation, cette expérience pourrait valider l'hypothèse d'une densité supérieure pour l'obturation à chaud.

Nelson et coll. (38) observent également une différence de densité d'obturation entre le système B® de SybronEndo® et la condensation latérale à froid. Leur méthode de comparaison est similaire à celle décrite précédemment (blocs acryliques).

Résultats : une augmentation de 29% en poids de Gutta-percha est constatée pour l'obturation à chaud par rapport à la condensation latérale à froid.

L'élément supplémentaire étudié réside dans la mesure supplémentaire du poids de Gutta-percha après une seconde application de chaleur : une augmentation de 2,6% est mesurée. Il apparaît dans les limites de ces études que la plastification à chaud de la Gutta, donnerait une meilleure compaction donc une densité plus importante.

### **5.3 Température radiculaire**

Un élément à prendre en considération lors de l'obturation à chaud est l'élévation de température au niveau radiculaire.

En 2000, McCullagh et coll.(34) se penche précisément sur la technique d'obturation en vague continue . D'après lui, un fouloir chauffé à 200°C introduit dans le canal peut induire une augmentation de température sur la surface externe radiculaire, comprise entre 10°C et 30°C, ce qui équivaut (avec la température corporelle) à une température d'au moins 47°C. Cette augmentation de chaleur peut provoquer d'irréversibles dommages du ciment et des cellules desmodontales, si elle est prolongée.

En 2015, Ulusoy et coll.(39) constatent que l'obturation à chaud en vague continue augmente la température radiculaire au-delà du seuil critique , en présence de résorptions radiculaires internes.

Il apparaît donc nécessaire de contrôler l'utilisation d'un système d'obturation à chaud, en limitant la durée d'application du fouloir chaud sur les parois canalaire (2-3secondes).

Certains auteurs comme Viapianna et coll. (40)observent cependant l'effet produit par le ciment de scellement sur la température externe : il réduirait la diffusion de la chaleur générée par le fouloir pendant le compactage vertical à chaud. La température relevée au niveau de la surface radiculaire externe n'excéderait pas les 41°C, ce qui n'endommagerait pas le ligament alvéolo-dentaire. De plus, si la température de fusion de la Gutta est comprise entre 160°C et 200°C dans le pistolet, le refroidissement est rapide et la température de la Gutta au niveau interne du canal est d'environ 60°C ,ainsi que la température externe du pistolet d'injection.

Cependant le choix du ciment de scellemnt idéal reste à déterminer.

Il est donc à retenir que si l'obturation à chaud en vague continue offre une obturation tridimensionnelle de qualité, le fouloir ne doit pas entrer en contact avec les parois canalaires. Dans le cas où deux fouloirs atteindraient la longueur désiré ( L.O.T-4mm), le plus fin devra être sélectionné .

#### **5.4 Notion d'étanchéité d'obturation**

Une obturation endodontique satisfaisante sera dense, dans les limites de l'endodonte, intime avec la constriction apicale, et en l'absence de lésion péri apicale d'origine endodontique. La notion d'étanchéité est évolutive et subjective.

Evolutive, car il a été démontré que les matériaux utilisés lors de l'obturation s'altèrent dans le temps, ainsi que les tissus dentaires. La Gutta devient cassante, la dentine subit des déformations sous la contrainte et sa résistance mécanique est altérée lors du traitement endodontique. Ces paramètres sont indépendants de la technique d'obturation employée, mais favorisent néanmoins une perte de cohésion des interfaces, et une percolation de l'obturation.

D'autre part, la notion d'étanchéité est subjective, car les critères d'évaluation de la qualité d'obturation (pour un praticien) reposent sur la longueur d'obturation principalement, ainsi que sa densité radiographique.

En conclusion, la désinfection canalaire constitue la pierre angulaire d'un traitement radiculaire pérenne. Sa qualité est subjective, et non objectivable pour un praticien. Il faut alors maîtriser ce qui est objectivable, et faire le choix d'une obturation à chaud, afin d'obtenir des obturations tridimensionnelles, pour prévenir au maximum de l'infiltration bactérienne.

## **Partie 2**

Cette partie traite du projet pédagogique de ce type de travail, des moyens et outils employés pour le réaliser, permettant ainsi une reproductibilité pour les étudiants en chirurgie dentaire.

### **I. Projet pédagogique**

Le présent travail a pour vocation d'initier à la Faculté de Strasbourg un genre nouveau de thèses, permettant de constituer une médiathèque de vidéos portant sur différents domaines de l'art dentaire, pour contribuer à la formation des élèves en dentaire. Il s'agirait de techniques qu'ils connaissent, ou ne connaissent pas, l'essentiel étant de créer des supports vidéo aux enseignements en amphithéâtre ou en salle de travaux pratique.

Les techniques continuent d'évoluer, que ce soit en prothèse, en endodontie, ou encore en chirurgie, que ce soit par les matériaux utilisés ou par les techniques mis en œuvre. La réalisation de vidéos explicatives, simples et abordables par les étudiants de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> année, contribuerait à enrichir leur formation, ainsi que la plateforme de la faculté de chirurgie-dentaire. Un point essentiel de ce projet serait, à long terme, la consultation libre de ces vidéos par les étudiants sur un site internet de la faculté, afin d'éclaircir une méthode ou de la découvrir.

Dans le cas présent, les systèmes présentés (réciprocité et obturation à chaud en vague continue) ne sont pas employés par les étudiants des années cliniques, du moins pas régulièrement, car ne représentent pas la base de la formation.

Néanmoins il s'agit de techniques largement répandues et mis en œuvre par le public des praticiens français, existant sur le marché d'endodontie, et qui attendent les étudiants dès leur entrée dans le monde du cabinet dentaire.

Cette vidéo est particulièrement adapté aux étudiants de DCEO1 (2<sup>ème</sup> année préclinique), car ayant effectués déjà une année de pratique endodontique, ils sont à même d'apprécier l'apport de nouvelles techniques.



## **II. Le montage vidéo**

### **1. Matériel utilisé**

#### **1.1 Enregistrement vidéo**

Pour enregistrer les séquences cliniques, une caméra de qualité a été utilisée. Dans le cas présent il s'agit d'une Sony®Hdr, montée sur trépied de stabilisation afin de filmer le cas avec plus de précision.

Certaines séquences ont été enregistrées avec une caméra intégrée à un microscope dédié à la pratique d'endodontie.

Les séquences cliniques ont été réalisées sur une seconde prémolaire maxillaire afin de simplifier le protocole à l'enregistrement.

#### **1.2 Logiciel de montage**

Le logiciel utilisé est MovieMaker© 2012 de Microsoft. Son utilisation est simple, intuitive et permet facilement d'harmoniser des images, des vidéos et des fichiers audio. Il peut prendre en charge de nombreux formats vidéo et audio. Evidemment la création de titres, sous-titres et légendes y est possible.

Un certain temps de familiarisation est nécessaire pour y évoluer de façon certaine, mais n'est pas excessif. Certains logiciels de montage sont plus perfectionnistes mais pour le besoin de ce type de travail, ce logiciel est satisfaisant.

#### **1.3 Enregistrement audio**

Pour l'enregistrement du commentaire audio, un microphone MP3 a été utilisé.

### **2. Protocole de montage suivi**

- Réalisation d'un plan général de la vidéo : détermination du nombre de parties, de sous-parties, et détermination de la durée de la vidéo : dans le cas présent 10 minutes semblaient adaptées pour un film scientifique.
- Réalisation d'un script : la vidéo est constituée de séquences filmées, d'images, de titres et de séquences audio. Le script détaille précisément l'enchaînement des fichiers pour la cohérence recherchée. Une direction certaine est donnée à la vidéo, bien que de nombreuses modifications au script puissent être amenées.

- Listing : non exhaustif et précis détaillant les images, séquences filmées, images de synthèse en trois dimensions, nécessaires au montage.
- Montage vidéo : le montage suit la trame tissée par le script, grâce au logiciel, qui permet d'assurer les transitions, de fractionner les séquences filmées, etc. Dans un travail scientifique de ce genre il est important de cibler les points essentiels de la technique à présenter, pour ne pas diverger vers le hors-sujet, en allongeant la vidéo par des notions inutiles.

### **3. Enregistrement commentaire audio**

Le commentaire audio final ne peut être enregistré qu'une fois le montage réalisé. En effet un commentaire audio cohérent doit coïncider exactement au visuel, auquel cas le sens qu'on cherche à donner peut se perdre.

Il est donc nécessaire de mesurer la durée de chaque séquence à commenter, puis d'écrire le commentaire pertinent correspondant à cette durée.

Puis le commentaire est enregistré en respectant les paramètres temporels : ni trop rapide, ni trop lent, afin d'être harmonieux pour l'auditeur, tout en respectant la dynamique de la vidéo.

Dans le cadre de cette thèse, le commentaire audio a été enregistré par une orthophoniste, offrant ainsi une diction agréable et une voix claire.

Cette partie pédagogique a pour objectif de retracer les grandes étapes nécessaires à la réalisation d'un film pédagogique, donnant ainsi une direction pour la reproductibilité d'un tel travail. Il est important de préciser qu'il s'agit d'indications générales, les techniques pouvant être utilisées étant multiples. Face à la tendance actuelle où le progrès technologique occupe une place considérable, il semble nécessaire d'enrichir la formation universitaire par l'apport de matériel médiatique.

## Conclusions

Depuis les années 1975, jusqu'au début du Vingt et unième siècle, la pratique de l'endodontie a vu une évolution nette, tant au niveau des techniques utilisées, qu'au niveau des instruments utilisés pour la mise en forme.

Après la diffusion en France de l'approche Schildérienne au sein des praticiens, les années 1990 ont vu l'apparition de la rotation continue qui a considérablement amélioré la pratique quotidienne des chirurgiens-dentistes. Les nouveaux alliages tels que le Nickel-titane ont également changé l'approche de l'endodontie, offrant plus de flexibilité .

Cependant, l'utilisation d'instruments mécanisés est couplée à la problématique des ruptures instrumentales, ainsi que la mise en forme de canaux à l'anatomie complexe.

L'évolution logique de la préparation canalaire mécanisée est d'une part la mise en œuvre d'un mouvement de rotation plus évolué, qui assure une position optimale de l'instrument rotatif dans le canal, tout en respectant sa limite de déformation, et d'autre part l'utilisation d'instruments uniques correspondant à un maximum de situations cliniques, dans le but de réduire le temps opératoire en endodontie.

Si le mouvement réciproque offre à l'instrument mis en rotation une plus grande résistance à la fatigue cyclique, il présente des limites, intrinsèques au stress que peut subir un instrument dans un canal pulpaire. Les fractures instrumentales par torsion sont toujours possibles et imprévisibles, et si la réciprocité ménage plus la fatigue cyclique des instruments, chaque système de réciprocité doit être étudié, car les profils instrumentaux ainsi que les séquences utilisées (instrument unique ou séquence multiple), font varier ces données.

Certains aspects positifs des systèmes de réciprocité ont été montrés dans ce document.

Cependant un aspect commercial important accompagne cette vague d' « instruments uniques » qui sont également à usage unique et fracturent donc au bout de 2 à 3 traitements canalaires. Il sera toujours nécessaire d'étudier de près la fiabilité de ces systèmes.

D'autre part, au niveau de l'obturation canalaire, il a été montré qu'une obturation tridimensionnelle du canal est essentielle. Des techniques d'obturations à chaud ont toujours été développées dans le passé, depuis Schilder.

L'obturation à chaud en vague continue, offre une qualité importante d'étanchéité, et d'adaptation à l'anatomie du système canalaire. L'inconvénient de ce type de système est qu'il est difficilement reproductible, et sa courbe d'apprentissage est importante.

Il apparaît donc comme utile, de développer des documents didactiques stimulant les étudiants à se parfaire dans leur formation. Si ce type de document ne représente qu'une ouverture partielle à certaines problématiques cliniques, il reste malgré tout intéressant d'élargir l'horizon des étudiants en Chirurgie-Dentaire sur de nouvelles pratiques.

## Bibliographie

1. **Schilder.H.** Cleaning and shaping the root canal. *Dent clin North Am* 1974; 18; 269; 296
2. **Endodontie/ Stéphane Simon, Pierre Machtou, Wilhelm-Joseph Pertot** Rueil-Malmaison ;CdP .2012
3. **Zehnder M.** Root canal irrigants. *J;Endod* 2006; 32 : 389-398
4. **Weine F, Kelly Rf, Lio PJ.** The effects of preparation procedures on original canal shape and apical foramen shape. *J.endod* 1975; 1: 255-262
5. **Haikel Y, Serfaty R, Baterman G et coll..** Dynamic and cyclic fatigue on engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J.Endod* 1999; 25: 434-440
6. **Yared G.** Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008; 41: 339-344
7. **Da Frota MF, Espir CG, Berbert FL et coll..** Comparison of cyclic fatigue and torsional resistance in reciprocating single-file systems and continuous rotary instrumentation systems. *J.oral Sci* 2014; 56(4): 269-75
8. **Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B et coll..** Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod.* 2010 Jan;36(1):157-9
9. **De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP et coll..** Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J.* 2010 ;43(12):1063-8.
10. **Gavini G.** Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod* 2012; 38: 684-687
11. **Gambarini G, Gergi R, Naaman A, Osta et coll..**Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary NiTi instruments used in reciprocating motion. *Int Endod J.* 2012 ;45(9):802-6
12. **Gambarini G, Rubini AG, Al Sudani D et coll..** Influence of different angles of reciprocation on the cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 2012 ;38(10):1408-11
13. **Al-Sudani , Kaabi , Al Gamdi .** The influence of different angles and reciprocation on the shaping ability of two nickel-titanium rotary root canal instruments. *J Contemp Dent Pract.* 2014 ;15:451-5
14. **You SY, Kim HC, Bae KS et coll..** Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *J Endod.* 2011 ;37(9):1296-300

- 15. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS et coll.** Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod.* 2012 ;38(4):505-9.
- 16. Tongfei S, Xiaomei H, Benxiang H.** Comparison of the shaping capability of reciprocating instruments in simulated canals in vitro; *West China Journal of stomatology*;2014 ;32(6):606-10.
- 17. Franco et coll.** Investigations on the shaping ability of Nickel-titanium file when use with a reciprocating motion. *J Endodon* 2011; 37: 1398-1401
- 18. Stern et coll.** Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentations techniques analysed by micro-computed tomography *Int Endod J* 2012; 45:514-523
- 19. Bürklein S, Schäfer E .** Apically extruded debris with reciprocating single file and full rotary instrumentations systems. *Endod J* 2013; 38: 850-852
- 20. Karataş E, Arslan H, Kırıcı DÖ.** Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *Int Endod J.* 2015
- 21. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC et coll.** Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems *J Endod.* 2013;39(10):1278-80.
- 22. De-Deus G, Neves A, Silva EJ et coll..** Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig.* 2015;19(2):357-61
- 23. Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EM et coll..** Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *Int Endod J.* 2014;47(6):560-6
- 24. Adorno C.** Cracks initiation on the apical root surface caused by three different nickel-titanium rotary files at different working length. *J Endodon* 2011; 37: 522-527
- 25, Kansal R, Rajput A, Talwar S et coll..** Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *J Endod.* 2014 Sep;40(9):1443-6
- 26. Liu R, Hou Bx, Wesselink PR et coll..** The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endod.* 2013 Aug;39(8):1054-6.
- 27. Ashwinkumar V, Krithikadatta J, Surendran S et coll..** Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study. *Int Endod J.* 2014 Jul;47(7):622-7.
- 28. De deus G.** Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparations with reciprocation system. *J Endodon* 2014. Online article
- 29. Ferrer-Luque C M.** Reduction in E.faecalis counts- comparison between rotary and reciprocating systems. *Int Endod J* 2014; 47:380-386

- 30. Nakamura VC, Candeiro GT, Cai S et coll.** Ex vivo evaluation of three instrumentation techniques on *E. faecalis* biofilm within oval shaped root canals. *Braz Oral Res.* 2015;29
- 31. Basmaci F, Oztan MD, Kiyan M.** Ex vivo evaluation of various instrumentation techniques and irrigants in reducing *E. faecalis* within root canals. *Int Endod J.* 2013 Sep;46(9):823-30
- 32. Martinho FC, Freitas LF, Nascimento GG .** Endodontic retreatment: clinical comparison of reciprocating systems versus rotary system in disinfecting root canals. *Clin Oral Investig.* 2015 Jul;19(6):1411-7.
- 33. Hacmoun.D .** Etude expérimentale de la résistance à la rupture des instruments WaveOne® lors de la mise en forme canalaire. *AO News* 2013
- 34. McCullagh, Setchell DJ, Gulabivala K et coll.** A comparison of thermocouple and infrared thermographic analysis of temperature rise on the root surface during the continuous wave of condensation technique. *Int Endod J* 2000; 33:326-332
- 35. Xing L, Zhang TT, Hu N, Xu HP, Su Q.** Evaluation of the filling ability of System-B continuous wave obturation technique to artificial lateral canals in vitro. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2010 Oct;19(5):541-4
- 36. Carvalho-Sousa B, Almeida-Gomes F, Carvalho PR et coll.** Filling lateral canals: evaluation of different filling techniques. *Eur J Dent.* 2010 Jul;4(3):251-6.
- 37. Lea C.S, MJ Pinel et coll.** Comparison of the density of the cold lateral compaction versus warm vertical compaction using the continuous wave of condensation technique. *J Endod* 2005;31(1):9-37
- 38. Nelson E, Liewehr FR, West LA.** Increased density of gutta-percha using a controlled heat instrument with lateral condensation. *J Endod* 2000; 26: 748-50
- 39. Ulusoy ÖI, Yılmazoğlu MZ, Görgül G.** Effect of several thermoplastic canal filling techniques on surface temperature rise on roots with simulated internal resorption cavities: an infrared thermographic analysis. *Int Endod J.* 2015 Feb;48(2):171-6
- 40. Viapiana R, Baluci CA, Tanomaru-Filho M, Camilleri J.** Investigation of chemical changes in sealers during application of the warm vertical compaction technique. *Int Endod J.* 2015 Jan;48(1):16-27.

Les photographies 5- 7 et 8 ont été gracieusement prêtées par le docteur Thierry Roos.

Les photographies 1-2-3-4 et 6 ont été fournies par la société Dentsply®