



**HAL**  
open science

# L'obturation endodontique : évaluation des nouveaux ciments biocéramiques

Eléna Lorang

► **To cite this version:**

Eléna Lorang. L'obturation endodontique : évaluation des nouveaux ciments biocéramiques. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-02068026

**HAL Id: dumas-02068026**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02068026>**

Submitted on 14 Mar 2019

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

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



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



UNIVERSITÉ  
**PARIS**  
**DESCARTES**

MEMBRE DE

**U-S-PC**  
Université Sorbonne  
Paris Cité

## **AVERTISSEMENT**

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

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

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

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.10



UNIVERSITÉ  
**PARIS**  
**DESCARTES**

MEMBRE DE

**U-S-PC**  
Université Sorbonne  
Paris Cité

## UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2018

N° 092

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 12 novembre 2018

Par

**Eléna LORANG**

### **L'obturation endodontique : évaluation des nouveaux ciments biocéramiques**

Dirigée par M. le Docteur Romain Orлу

JURY

M. le Professeur Philippe Pirnay

Président

M. le Docteur Denis Bouter

Assesseur

Mme le Docteur Céline Gaucher

Assesseur

M. le Docteur Romain Orлу

Assesseur





## Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme DURSUN Mme VITAL	M. COURSON Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET M. PIRNAY	Mme GERMA M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES		M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMAN
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIEAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW
Mise à jour le 04 septembre 2018			

## Remerciements

---

**À M. le Professeur Philippe Pirnay**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Spécialiste qualifié en Médecine bucco-dentaire*

*Docteur de l'Université Paris Descartes*

*Habilité à Diriger des Recherches*

*Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

*Chef de service de l'hôpital Henri Mondor*

*Officier de l'ordre des palmes académiques*

*Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie dentaire*

*Lauréat de l'Académie Nationale de Médecine*

*Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie*

Qui m'a fait l'honneur de présider le jury de cette thèse.

Je vous remercie pour votre engagement, votre disponibilité et votre gentillesse dans le cadre de la faculté et de l'hôpital tout au long de mes études.

Veillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de ma sincère considération.



**À M. le Docteur Denis Bouter**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Docteur de l'Université Paris Descartes*

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

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

Qui m'a fait l'honneur de siéger dans le jury de cette thèse.  
Je vous remercie de m'avoir enseigné l'endodontie avec autant de  
passion et de patience tout au long de mes études.  
Veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de toute mon  
estime.



**À Mme le Docteur Céline Gaucher**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Docteur de l'Université Paris Descartes*

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

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

Qui m'a fait l'honneur de siéger dans le jury de cette thèse.  
Je vous remercie de m'avoir soutenue tout au long de mes études et  
de m'avoir transmis tout votre savoir avec patience et bienveillance.  
Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon  
admiration.



**À M. le Docteur Romain Orlu**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

Qui m'a fait l'honneur de diriger cette thèse.

Pour votre accompagnement durant toutes mes années d'études et particulièrement durant la réalisation de cette thèse, je vous remercie infiniment pour tout ce que vous avez fait pour moi.



# Table des matières

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
<b>1 : L'OBTURATION ENDODONTIQUE</b> .....	<b>6</b>
1.1. ANATOMIE ET HISTOLOGIE DU COMPLEXE DENTINO-PULPAIRE.....	6
1.1.1. <i>Histologie dentine</i> .....	6
1.1.2. <i>Histologie pulpaire</i> .....	6
1.1.3. <i>Anatomie interne de la dent</i> .....	9
1.2. DEFINITION DE L'OBTURATION CANALAIRE .....	10
1.3. PRINCIPE DE L'OBTURATION CANALAIRE.....	11
1.4. OBJECTIFS DE L'OBTURATION CANALAIRE .....	11
1.5. MOYENS DE REALISATION .....	12
1.5.1. <i>Comment faire ?</i> .....	12
1.5.2. <i>Matériaux utilisés</i> .....	12
1.6. CONDITIONS DE REALISATION .....	14
1.7. LES DIFFERENTES TECHNIQUES PRATICABLES .....	14
1.7.1. <i>La technique monocône</i> .....	15
1.7.2. <i>Le compactage latéral à froid</i> .....	15
1.7.3. <i>Le compactage vertical en vague multiple</i> .....	16
1.7.4. <i>Le compactage vertical en vague unique</i> .....	18
1.7.5. <i>Le compactage thermo-mécanique</i> .....	18
<b>2 : L'OBTURATION AVEC LES CIMENTS DE SCHELEMENT TRADITIONNELS</b> .....	<b>19</b>
2.1. DEFINITION .....	19
2.2. COMPOSITION CHIMIQUE .....	19
2.2.1. <i>La poudre</i> .....	19

2.2.2. <i>Le liquide</i> .....	21
2.3. LA REACTION DE PRISE .....	22
2.4. METHODE D'UTILISATION : MISE EN ŒUVRE, TEMPS DE TRAVAIL, TEMPS DE PRISE.....	23
2.4.1. <i>Mise en œuvre</i> .....	23
2.4.2. <i>Temps de travail</i> .....	23
2.4.3. <i>Temps de prise</i> .....	24
2.5. PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES.....	24
2.5.1. <i>Les propriétés physico-chimiques</i> .....	24
2.5.2. <i>Les propriétés biologiques</i> .....	25
<b>3 : L'OBTURATION AVEC LES NOUVEAUX CIMENTS BIOCERAMIQUES .....</b>	<b>26</b>
3.1. DEFINITION .....	26
3.2. COMPOSITION CHIMIQUE .....	27
3.2.1. <i>La poudre</i> .....	27
3.2.2. <i>Le liquide</i> .....	28
3.3. REACTION DE PRISE .....	28
3.4. METHODE D'UTILISATION DU BIOROOT ET DU TOTALFILL .....	29
3.4.1. <i>Mise en œuvre</i> .....	29
3.4.2. <i>Temps de travail</i> .....	29
3.4.3. <i>Temps de prise</i> .....	29
3.4.4. <i>Techniques utilisées</i> .....	30
3.4.5. <i>Mise en œuvre</i> .....	30
3.4.6. <i>Temps de travail</i> .....	30
3.4.7. <i>Temps de prise</i> .....	30
3.4.8. <i>Techniques utilisées</i> .....	30
<b>4 : COMPARAISON DES DEUX TYPES DE CIMENT DE SCELLEMENT .....</b>	<b>32</b>
4.1. PROPRIETES BIOLOGIQUES DES CIMENTS BIOCERAMIQUES .....	33

4.1.1.	<i>Biocompatibilité</i> .....	33
4.1.2.	<i>Activité antibactérienne</i> .....	34
4.1.3.	<i>Bioactivité</i> .....	35
4.2.	PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES.....	35
4.2.1.	<i>Propriétés de scellement</i> .....	35
4.2.2.	<i>Solubilité</i> .....	36
4.2.3.	<i>Radio-opacité</i> .....	36
4.2.4.	<i>pH</i> .....	37
4.3.	PROPRIETES MECANIQUES.....	37
4.3.1.	<i>Adhésion</i> .....	37
4.3.2.	<i>Renforcement mécanique</i> .....	38
4.3.3.	<i>Retraitement endodontique</i> .....	38
4.4.	AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES CIMENTS CLASSIQUES.....	40
4.5.	AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES NOUVEAUX CIMENTS BIOCERAMIQUES.....	40
	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>42</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>43</b>
	<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>46</b>
	<b>TABLE DES TABLEAUX</b> .....	<b>47</b>

# Introduction

---

Les tissus dentaires minéralisés, tout comme la pulpe, peuvent subir différentes formes d'agressions qui obligent le praticien à réaliser un traitement endodontique.

Avant de débiter tout traitement endodontique, il est important de comprendre le processus pathologique qui atteint la dent, l'anatomie complexe du réseau canalaire et de comprendre a priori les objectifs du traitement.

Les deux indications principales du traitement endodontique sont le traitement de la pulpite irréversible et de la nécrose pulpaire. Il est également indiqué dans le cas de pulpe saine si la situation clinique l'impose. On peut citer, par exemple, une nécessité d'utiliser un ancrage radiculaire, une amputation radiculaire ou une hémisection.

Le traitement endodontique répond à une logique triangulaire : la mise en forme, la désinfection et l'obturation du réseau endodontique. Il est à réaliser obligatoirement sous champ opératoire étanche pour maintenir une asepsie et une antisepsie primordiales à son succès.

La mise en forme et l'irrigation ont pour objectif de supprimer les tissus pulpaires et/ou nécrotiques ainsi que les agents irritants. C'est une étape physico-chimique : physique/mécanique par les instruments endodontiques lors de la mise en forme et chimique par l'utilisation d'hypochlorite de sodium renouvelé de manière permanente au cours du traitement pour l'assainissement. Ce sont des étapes étroitement liées puisque l'une n'est pas possible ni utile sans l'autre.

L'étape qui nous intéresse dans cette thèse est celle de l'obturation canalaire.

Celle-ci a pour but d'éviter toute (re)contamination bactérienne du réseau canalaire par apposition d'un matériau dans cet espace scellant ainsi le réseau endo-canalaire dans sa totalité.

Durant cette étape, des matériaux d'obturation sont utilisés. Ils doivent être biocompatibles, stables dans le temps, insolubles dans les fluides tissulaires, radio-opaques et posséder une facilité de retrait<sup>1</sup>. Les matériaux d'obturation s'utilisent en dualité lors de cette étape : un matériau neutre semi-solide compactable (gutta-percha) et un ciment de scellement canalaire qui permet de faire le lien entre ce matériau core et les parois dentinaires.

---

<sup>1</sup> Association dentaire française, *Obturation canalaire*.

La Haute Autorité de Santé évalue entre 82 % et 97,8 % le taux de succès global à long terme des traitements endodontiques pour les dents sans lésion et entre 74 % et 86 % pour les dents avec lésion péri-apicale<sup>2</sup>.

L'ensemble de ces informations nous indique donc que le succès du traitement endodontique, évalué par une absence de symptômes et une absence d'atteinte péri-apicale, dépend de la maîtrise de toutes les étapes du traitement endodontique.

Nous allons nous concentrer dans cette thèse sur l'étape de l'obturation endodontique qui doit permettre d'obtenir l'étanchéité de l'ensemble du réseau canalaire. Nous allons analyser dans un premier temps l'étape de l'obturation en elle-même avec ses objectifs et ses méthodes. Ensuite nous nous concentrerons sur les matériaux d'obturation utilisés et essentiellement les ciments de scellement. Nous analyserons les propriétés des ciments classiques tels que l'oxyde de zinc d'eugénol, ainsi que celles des nouveaux ciments biocéramiques tels que le Bioroot RCS ou le Totalfill BC Sealer.

Finalement nous comparerons ces deux types de ciments et nous essaierons de discuter l'intérêt des nouveaux ciments par rapport aux ciments plus anciens.

---

<sup>2</sup> Haute autorité de santé, « Traitement endodontique : rapport d'évaluation technologique ».

# 1 : L'obturation endodontique

---

## 1.1. Anatomie et histologie du complexe dentino-pulpaire

### 1.1.1. Histologie dentine

La dentine et la pulpe constituent la partie interne de la dent et ne sont pas exposées à l'environnement oral en conditions physiologiques.

En raison de leur origine embryologique commune et interdépendante, la dentine et la pulpe peuvent être considérées comme une unité fonctionnelle, le complexe dentino-pulpaire. Cependant chacun des tissus possède des caractéristiques différentes.

La dentine est un matériau cristallin composé de 70 % de minéral, 20 % de matière organique et 10 % d'eau.

Elle est synthétisée par les odontoblastes au cours de la dentinogenèse.

La phase minérale est composée d'hydroxyapatite, la phase organique essentiellement de collagène et de protéines non collagéniques<sup>3</sup>.

### 1.1.2. Histologie pulpaire

La pulpe dentaire est un tissu conjonctif riche en vaisseaux sanguins et lymphatiques, en fibres nerveuses et cellules différenciées. On parle de mésenchyme pulpaire. La vascularisation est de type terminale<sup>4</sup>.

Parmi les cellules qui la constituent on trouve les odontoblastes<sup>5</sup> :

- Cellules spécialisées dans l'élaboration de la dentine qui entoure la pulpe ;
- Corps cellulaire situé en périphérie pulpaire contre la paroi prédentinaire ;
- Long prolongement cytoplasmique qui occupe la lumière du tubule dentinaire traversant la dentine jusqu'à la jonction amélo-dentinaire.

On trouve également des fibroblastes, des cellules immunitaires, vasculaires, nerveuses, et mésenchymateuse indifférenciées.

---

<sup>3</sup> Tronstad, « The endodontium ».

<sup>4</sup> Tronstad.

<sup>5</sup> Castelucci, « Pulpal pathology ».

On distingue deux zones dans la pulpe<sup>6</sup> :

- Zone centrale qui constitue la masse principale : cellules, fibres, vaisseaux, matrice extra cellulaire, nerfs ;
- Zone périphérique ou marginale au voisinage immédiat de la dentine :
  - Couche cellulaire de Hoehl ;
  - Couche acellulaire de Weil ;
  - Couche odontoblastique.

---

<sup>6</sup> Kaqueler et Le May, « Histopathologie pulpaire ».

Figure 1 : Vue microscopique du tissu pulpaire distinguant la zone périphérique 1, 2 (1 = couche odontoblastique et 2 = prologements odontoblastiques ) et centrale 3 (3 = couche connective avec vaisseaux sanguins)



Source : Baumann et Beer, *Endodontology*, 2010

On distingue également la pulpe coronaire de la pulpe radiculaire<sup>7</sup> :

- Pulpe coronaire : dans la couronne de la dent avec des extensions vers les cuspidés des dents appelées cornes pulpaire ;
- Pulpe radiculaire : dans les racines des dents et s'étend jusqu'à l'apex. Elle contient des ouvertures qui traversent le ciment jusqu'au ligament parodontal appelées canaux ou foramens accessoires.

---

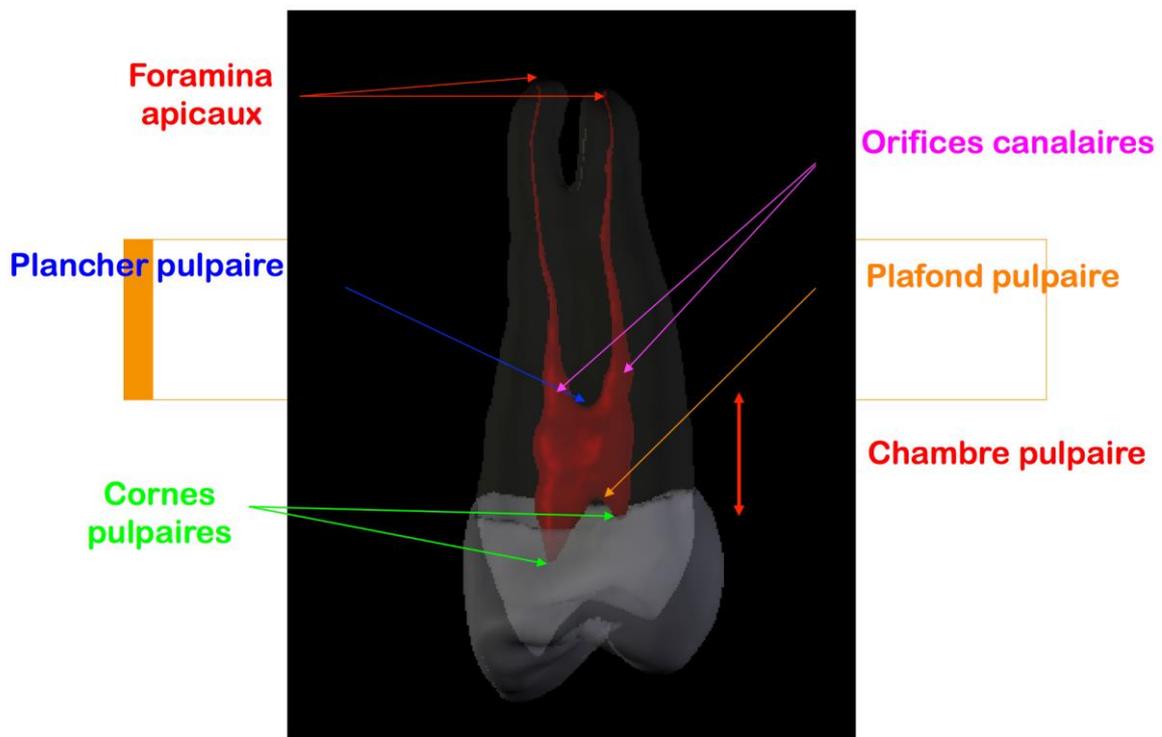
<sup>7</sup> Tronstad, « The endodontium ».

La pulpe assure plusieurs fonctions<sup>8</sup> :

- Fonction de nutrition pour elle-même et pour la dentine qui n'a pas d'apport nutritionnel direct ;
- Fonction sensitive : évaluation des variations de pression, de température, des chocs et lésions grâce aux nombreuses fibres nerveuses ;
- Fonction de réparation par la formation de dentine réparatrice ;
- Fonction de défense grâce à la présence de différentes cellules qui vont permettre l'initiation de réponses inflammatoires et immunitaires.

### 1.1.3. Anatomie interne de la dent

Figure 2 : Constitution de la pulpe dentaire



Source : Dr Gaucher et Dr Tilotta, Cours S4 UE2, Anatomie interne de la dent permanente, 2015

<sup>8</sup> Nanci, *Ten Cate's oral histology : development, structure, and function*.

Le réseau pulpaire peut être très complexe et varie d'une dent à l'autre. Il existe plusieurs classifications à l'heure actuelle. Nous allons retenir celle de Vertucci de 1984 en 8 types :

Tableau 1 : Classification Vertucci 1984

Vertucci 1984							
Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8
1-1	2-1	1-2-1	2-2	1-2	2-1-2	1-2-1-2	3-3
							

Source : Alrahabi & Sohail Zafar, « Evaluation of root canal morphology of maxillary molars using cone beam computed tomography », 2015

- **Type I** : un seul canal avec un seul orifice et un seul foramen apical **(1-1)**.
- **Type II** : deux canaux se rejoignant en un seul canal et présentant une seule sortie foraminale **(2-1)**.
- **Type III** : canal unique se divisant en deux dans la partie moyenne ; les deux canaux se rejoignent dans le tiers apical pour **(1-2-1)**.
- **Type IV** : deux canaux restant distincts jusqu'au tiers apical **(2-2)**.
- **Type V** : un canal se divisant en deux canaux dans le tiers moyen ou apical **(1-2)**.
- **Type VI** : deux canaux se rejoignant dans le tiers myen, puis se redivisant dans le tiers apical **(2-1-2)**.
- **Type VII** : un seul canal se divisant, puis se rejoignant et se divisant à nouveau **(1-2-1-2)**.
- **Type VIII** : trois canaux restant distincts jusqu'au tiers apical **(3-3)**.

Source : Nallapati, « A review of root canal anatomy & clinical management », 2010

## 1.2. Définition de l'obturation canalaire

L'obturation canalaire constitue l'ultime étape du traitement endodontique visant à isoler le système canalaire du milieu buccal et du parodonte. Elle doit permettre la cicatrisation apicale et latéro-radulaire évitant toute récurrence de pathologie.

### **1.3. Principe de l'obturation canalaire**

L'obturation du système canalaire consiste à isoler les canaux radiculaires principaux, secondaires et accessoires du reste de l'organisme tout en respectant la limite de l'endodonte. Cette dernière est constituée par la jonction cémento-dentinaire située à environ 1 mm de l'apex radiologique. En effet, au-delà de cette limite commence le parodonte qui contient tous les éléments nécessaires à la cicatrisation apicale. L'obturation étanche doit donc permettre d'isoler l'endodonte de la septicité buccale.

### **1.4. Objectifs de l'obturation canalaire**

L'objectif du traitement endodontique consiste à éliminer ou à réduire la charge bactérienne en dessous d'un seuil ne déclenchant pas l'apparition d'une lésion d'origine endodontique<sup>9</sup>.

L'obturation canalaire est actuellement le seul moyen utilisé en pratique dentaire quotidienne pour maintenir le résultat de désinfection de l'endodonte obtenu lors de la préparation canalaire.

C'est l'étape du traitement endodontique qui vise à isoler le système canalaire du milieu buccal et du parodonte profond en scellant le réseau canalaire qui a été instrumenté lors des étapes précédentes et de garantir ainsi l'étanchéité apicale<sup>10</sup>.

Elle permet également de limiter le développement de bactéries résiduelles en les privant de nutriments et de limiter tout espace libre susceptible de les abriter en remplissant l'ensemble du réseau endodontique y compris les zones non instrumentales comme les isthmes ou les canaux latéraux<sup>11</sup>.

C'est ainsi que cette étape du traitement permet de créer un environnement favorable à la cicatrisation apicale et latéro-radiculaire en évitant toute récurrence de pathologie.

---

<sup>9</sup> Siqueira et Rôças, « Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures ».

<sup>10</sup> Atlan, Dantan, et Jouanny, « Les ciments biocéramiques et l'obturation : la technique monocône est-elle une technique d'avenir ? »

<sup>11</sup> Atlan, Dantan, et Jouanny.

## 1.5. Moyens de réalisation

### 1.5.1. Comment faire ?

Pour réaliser cette ultime étape du traitement endodontique il existe différentes techniques qui se sont développées au cours du temps présentant chacune des avantages et des inconvénients. Nous allons voir ces techniques plus en détail ultérieurement.

Elles associent néanmoins toutes l'utilisation de deux matériaux différents que nous allons analyser ci-dessous.

### 1.5.2. Matériaux utilisés

La **gutta-percha** est la sève laiteuse de certaines espèces d'arbres tropicaux de l'Asie du Sud-Est et de l'Afrique du Sud<sup>12</sup>. Pour l'utilisation endodontique, d'autres composants sont ajoutés à la matière première afin d'en améliorer les propriétés. La gutta-percha dentaire est composée de<sup>13</sup> :

- Oxyde de zinc ZnO (37 à 84 %) ;
- Gutta-percha (14 à 22 %) ;
- Sulfate de baryum (BaSO<sub>4</sub>) (0 à 17 %) ;
- Cires et de matières plastiques (1 à 10 %) ;
- Divers colorants (1,5 à 3,4 %) comme l'érythrosine.

Il existe cependant une hétérogénéité importante entre les fabricants et même entre des cônes de diamètre différents chez un même fabricant.

Cahier des charges de la gutta percha<sup>14</sup> :

- Biocompatible ;
- Antiseptique ;
- Radio-opaque ;
- Pas de variations dimensionnelles ;
- Pas de dégradation dans le temps en milieu humide ;
- Permet la cicatrisation osseuse ;
- Permet la réintervention ;
- Facile à manipuler ;
- Coût acceptable.

---

<sup>12</sup> Tronstad, « The endodontium ».

<sup>13</sup> Yildirim, Lübbers, et Yildirim, « Endodontic filling points with gutta percha : requirements, composition and properties ».

<sup>14</sup> Tronstad, « The endodontium ».

Grâce à ses propriétés thermoplastiques, d'inertie chimique, de biocompatibilité et de solubilité dans des solvants organiques (intéressant pour les retraitements) la gutta percha est aujourd'hui encore le matériau de choix pour réaliser le corps de l'obturation endodontique<sup>15</sup>.

Les **ciments d'obturation** sont des ciments de scellement. Il s'agit d'un mélange d'une poudre et d'un liquide ou d'un mélange de deux pâtes. Il existe différentes familles de ciments de scellement canalaires.

On retrouve les ciments à base d'oxyde de zinc d'eugénol, les ciments à base de résine, des ciments à base d'hydroxyde de calcium, des ciments à base de verre ionomère, de silicone et enfin les nouveaux ciments qui font partie de la famille des biocéramiques.

Dans un premier temps nous allons nous intéresser aux ciments de scellement à base de ZnO d'eugénol puis dans une deuxième partie aux nouveaux ciments biocéramiques qui font leur apparition sur le marché depuis peu.

Le ciment endodontique ne doit pas être confondu avec une pâte d'obturation canalaires. En effet, les pâtes sont utilisées pour remplir le système canalaires alors que le ciment endodontique a une fonction de joint entre la gutta-percha et la dentine canalaires. Le ciment endodontique doit donc adhérer à la gutta-percha et à la dentine canalaires en répondant aux normes ISO 6876 (exigences des matériaux de scellement) et NF EN26876.

L'American National Standards Institute et l'American Dental Institute, dans les années 80, ont défini un certain nombre de normes permettant de tester les nouveaux ciments et de vérifier qu'ils remplissent un certain nombre de critères primordiaux. Ces tests, revisités dans le début du XXI<sup>e</sup> siècle, sont au nombre de six à savoir : l'épaisseur du film de ciment, le temps de prise, la fluidité, la radio-opacité, la variation dimensionnelle après prise<sup>16</sup>.

Le premier test doit évaluer l'épaisseur du film de ciment par un test de solubilité, celle-ci doit être inférieure à 3 % de perte de masse.

Le deuxième test doit évaluer le temps de prise, celui-ci ne doit pas varier de plus de 10 % par rapport à l'indication du fabricant.

Le troisième test évalue la fluidité à partir des tests ADA 57 et ISO 6876. La différence entre les deux tests dans leur interprétation réside principalement dans les critères de validation. En effet, après manipulation, dans le test ADA 57 le diamètre du disque de ciment à la fin du test (une fois l'ensemble

---

<sup>15</sup> Tronstad.

<sup>16</sup> American dental association, *Endodontic sealing materials : ANSI/ADA specification No. 57-2000*.

des manipulations réalisées) doit être inférieur à 25 mm pour remplir le test tandis qu'il doit être inférieur à 20 mm dans le test ISO 6876 pour le valider.

Le quatrième test doit évaluer la radio-opacité, celle-ci doit être équivalente à 3 mm d'aluminium.

Le cinquième test doit évaluer la variation dimensionnelle après la prise, celle-ci doit être inférieure à 1 % de rétraction de prise et être inférieure à 0,1 % d'expansion de prise.

Donc quel que soit le ciment de scellement canalaire utilisé, on attend de lui de remplir au mieux le cahier des charges suivant édicté en premier lieu par Grossman<sup>17</sup> :

- Bonne adhérence aux parois dentaires et au matériau de remplissage principal ;
- Étanchéité : pas de retrait de prise, non soluble dans les fluides buccaux, viscosité adaptée à l'obturation des canaux accessoires ;
- Grains fins pour permettre un mélange homogène et l'obtention d'un film fin ;
- Antiseptique, bactériostatique ;
- Pas d'induction de coloration de la dent ;
- Durcissement relativement lent ;
- Biocompatible : non irritant, non mutagène, non cariogène, absence de réaction immunitaire ;
- Radio-opaque ;
- Doit permettre la ré-intervention ;
- Manipulation aisée.

## 1.6. Conditions de réalisation

L'obturation canalaire ne peut être réalisée qu'une fois les conditions cliniques suivantes réunies :

- Mise en forme terminée ;
- Canal pouvant être séché ;
- Dent asymptotique.

## 1.7. Les différentes techniques praticables

Les techniques recommandées aujourd'hui sont celles basées sur le compactage de la gutta percha à chaud ou à froid, liée à une quantité minimale de ciment de scellement. Elles permettent une obturation tridimensionnelle étanche et stable dans le temps. Il existe cependant également des techniques n'ayant pas recours au compactage comme par exemple la technique appelée monocône.

---

<sup>17</sup> Grossman, « Physical properties of root canal cements ».

Le compactage de la gutta percha peut se faire par différentes techniques comme le compactage latéral à froid, le compactage vertical à chaud ou encore le compactage thermo-mécanique.

Le succès de ces pratiques est basé essentiellement sur la préparation canalaire et l'ajustage du cône de gutta percha principal, c'est-à-dire du maître cône<sup>18</sup>. Le cône est choisi en fonction de sa conicité et du diamètre du dernier instrument passé dans le canal au cours la préparation canalaire. Ces deux paramètres doivent être en rapport avec le volume du canal et la technique d'obturation utilisée.

Les trois critères systématiquement contrôlés sont les suivants :

- Critère visuel : la longueur de travail doit être respectée par l'insertion du cône ;
- Critère tactile : lors de la désinsertion du cône il doit y avoir une sensation de résistance au retrait qu'on appelle le « tug back » ;
- Critère radiographique : le cône doit atteindre la longueur de travail.

### **1.7.1. La technique monocône**

Le cône est choisi en fonction des critères définis précédemment. Après le séchage du canal grâce à des pointes de papier stériles, le scellement se fait en enduisant les parois canalaires avec le ciment de scellement à l'aide du maître cône lui-même ou d'un lentulo. Le cône est ensuite positionné dans le canal à la longueur de travail sans être compacté. Après le contrôle radiographique les excès coronaires sont sectionnés grâce à un instrument chauffant<sup>19</sup>.

### **1.7.2. Le compactage latéral à froid**

La technique du compactage latéral à froid consiste à remplir le canal avec un maximum de cônes de gutta percha qui sont compactés ensuite grâce à un fouloir latéral appelé aussi un « spreader » sans thermoplastification de la gutta, donc à froid<sup>20</sup>.

Après ajustage du maître cône à environ 0,5 mm de la longueur de travail en fonction des risques de dépassement au-delà de l'apex, le canal est séché avec des pointes de papiers stériles adaptées au canal. Le cône recouvert de ciment de scellement est alors introduit dans le canal pour être ensuite compacté grâce au fouloirs choisis. Les cônes accessoires enduits également de ciment de scellement sont ensuite insérés dans les espaces vides entre le cône principal et les parois dentinaires.

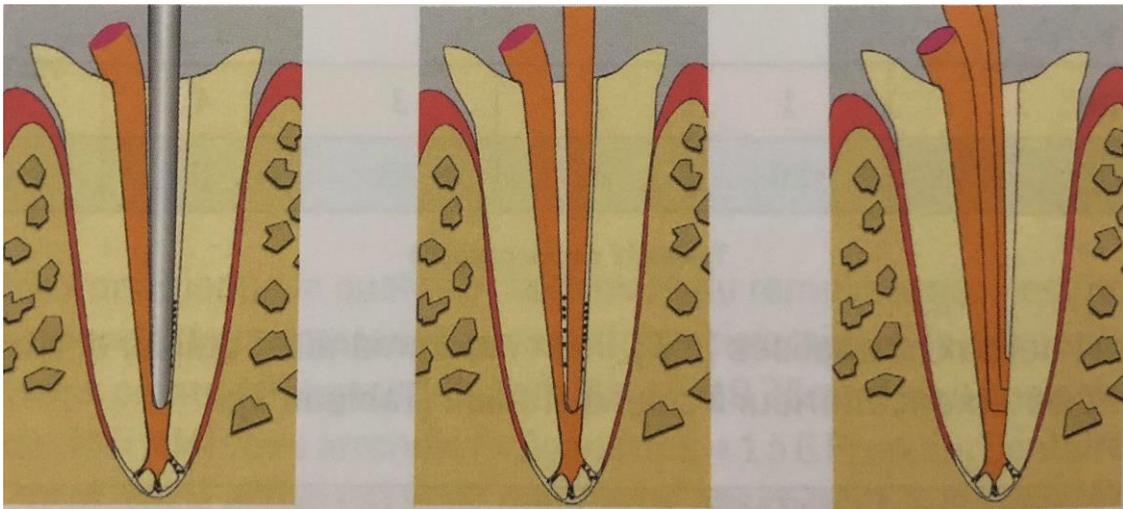
---

<sup>18</sup> Allison, Michelich, et Walton, « The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal ».

<sup>19</sup> Association dentaire française, *Obturation canalaire*.

<sup>20</sup> Joineau et Péli, « La technique de condensation latérale de gutta-percha : sélection des fouloirs et des cones accessoires ».

Figure 3 : Illustration de la compaction du maître cône puis rajoute des cônes accessoires



Source : Association dentaire française, *Obturation canalaire*, 2014

Les excès coronaires sont éliminés par sectionnement à chaud à l'entrée du canal puis compactage de la gutta dans le 1/3 coronaire avec un fouloir vertical.

### 1.7.3. Le compactage vertical en vague multiple

Le compactage vertical à chaud est basé sur les propriétés thermoplastiques de la gutta percha<sup>21</sup> et permet d'obtenir une obturation tridimensionnelle étanche. Le cône principal a généralement une conicité importante et doit remplir au maximum le volume du canal obtenu après l'étape de la mise en forme.

Cette technique a recours à deux types d'instruments principaux :

- Les réchauffeurs « heat carriers » sont destinés à apporter de la chaleur au cœur de la gutta percha pour la ramollir. Il existe des réchauffeurs manuels mais également électriques (embout du system « Touch'n heat ») ;
- Les fouloirs manuels « pluggers » destinés à compacter la gutta percha ramollie pour créer un bouchon apical.

---

<sup>21</sup> Schilder, Goodman, et Aldrich, « The thermomechanical properties of gutta-percha : The compressibility of gutta-percha ».

Figure 4 : Réchauffeurs et fouloirs endodontiques



Source : Dentalprive & Dentsply, « Heat-carrier plugger Maillefer », 2018

Figure 5 : System B Heat Source



Source : SybronEndo®, « System B heat source », 2018

Après ajustage du maître cône et séchage du canal, le cône enduit de ciment de scellement est introduit dans le canal à la longueur de travail ajustée en fonction des risques de dépassement. Le réchauffeur est utilisé pour sectionner la partie coronaire du cône et compacter immédiatement la gutta percha en direction apicale. La gutta est ensuite réchauffée puis compactée en direction apicale avec un réchauffeur et des fouloirs de tailles différentes par vague successive. Après contrôle radiographique de la qualité de l'obturation des derniers millimètres apicaux, le reste du canal peut être obturé soit par apport successif de petits morceaux de gutta chauffés et compactés, soit par une méthode plus rapide à l'aide d'un pistolet à gutta ou l'utilisation d'un instrument thermomécanique<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Pertot, Machtou, et Simon, *Endodontie*.

#### **1.7.4. Le compactage vertical en vague unique**

Cette technique est dérivée de la précédente, elle utilise cependant un seul instrument « heater et plugger » monté sur une pièce à main qui va donc ramollir la gutta percha par échauffement puis, après refroidissement, la compacter en direction apicale<sup>23</sup>. Cette technique bénéficie donc des avancées techniques concernant les instruments et appareils utilisés grâce aux embouts de Buchanan et l'apparition du System B.

#### **1.7.5. Le compactage thermo-mécanique**

Dans cette technique, la gutta percha est ramollie et compactée simultanément sur toute la longueur du canal à l'aide d'un seul instrument à rotation appelé un thermocompacteur. Il s'agit d'un instrument en acier inoxydable ou Nickel-titane qui a la forme d'une lime H inversée et qui existe en différents diamètres et longueurs<sup>24</sup>.

Après ajustage du maître cône et séchage du canal, le compacteur doit être choisi. Sera sélectionné l'instrument de diamètre maximal pouvant pénétrer sans contraintes dans le tiers apical du canal. Il sera monté sur contre-angle bague bleu avec une rotation en sens horaire à vitesse maximale. Le cône enduit d'une quantité minimale de ciment est inséré dans le canal à une longueur ajustée pour éviter tout risque de dépassement. Ensuite est introduit le compacteur entre le cône et la paroi canalaire, la rotation se fait à vitesse maximale en enfonçant l'instrument jusqu'à une longueur de travail ajustée à 2 mm de la longueur de travail<sup>25</sup>. Une fois celle-ci atteinte, le compacteur est retiré lentement mais sans modifier la vitesse de rotation. Les excès coronaires sont enlevés et un compactage vertical manuel à l'entrée du canal termine l'obturation<sup>26</sup>.

---

<sup>23</sup> Association dentaire française, *Obturation canalaire*.

<sup>24</sup> Portal, « Étude comparative de deux techniques d'obturation canalaire par thermocompactage : Gutta Condensor® et Revo Condensor® ».

<sup>25</sup> Denizart, « Dépassements de matériaux d'obturation canalaire dans le sinus maxillaire : étiologies, diagnostic, conséquences et traitements ».

<sup>26</sup> Laurent, « L'obturation endodontique par condensation thermo-mécanique de gutta-percha ».

## 2 : L'obturation avec les ciments de scellement traditionnels

---

Comme nous l'avons vu dans la partie 1, l'étape de l'obturation canalaire au cours d'un traitement endodontique nécessite dans la plupart des cas l'utilisation d'un ciment de scellement canalaire associé à un ou plusieurs cônes de gutta percha.

Il existe différentes familles de ciment de scellement disponibles actuellement. Dans cette partie, nous allons nous intéresser aux ciments dérivés de la pâte de Robin, c'est-à-dire à base d'oxyde de zinc et d'eugénol. Nous avons choisi ce dernier pour des raisons pratiques, c'est avec ce type de ciment que nous avons été formés pendant nos études universitaires.

### 2.1. Définition

Un ciment est un matériau obtenu grâce à un mélange entre une poudre et un liquide ou grâce à un mélange entre deux pâtes. Les ciments à base d'oxyde de zinc d'eugénol, appelés les eugénates, se présentent habituellement sous forme de deux produits à mélanger, une poudre et un liquide.

Le ciment de scellement assure un joint entre le matériau de remplissage (la gutta percha le plus souvent) et les parois dentaires canales. Il comble les vides qu'il peut y avoir au sein du matériau de remplissage et participe également à l'obturation des isthmes, des canaux secondaires et accessoires. De plus, il assure une action lubrifiante pour les cônes de gutta percha lors de leur insertion au sein du canal dentaire.

### 2.2. Composition chimique

La composition exacte n'est pas parfaitement connue, elle est gardée secrète par les producteurs qui la commercialisent. Selon les ouvrages de Tronstad<sup>27</sup> et de l'ADF<sup>28</sup>, voici ce que nous pouvons retenir.

#### 2.2.1. La poudre

La poudre est composée à environ 50 % par de **l'oxyde de zinc** de formule brute **ZnO**. Ceci est un composé chimique qui se voit être utilisé en pratique dentaire déjà depuis les XIV<sup>ème</sup> siècle.

---

<sup>27</sup> Tronstad, « The endodontium ».

<sup>28</sup> Association dentaire française, *Obturation canalaire*.

Cet oxyde<sup>29</sup> se présente généralement sous la forme d'une poudre blanche ou légèrement jaunâtre, inodore et insipide, à pH neutre et quasiment insoluble dans l'eau ou l'alcool.

Dans cette poudre on retrouve également des **adjuvants**<sup>30</sup>. Parmi ces produits on peut citer des :

Opacifiants :

- L'Argent : opacifiant, pouvoir bactériostatique et bactéricide ;
- Sulfate de Baryum ;
- Plomb 34 ;
- Dioxyde de Titane ;
- Bismuth ;
- Iode.

Accélérateurs de prise :

- Stéarate de zinc ;
- Acétate de zinc ;
- Chlorure de magnésium ;
- Propionate de zinc et succinate de zinc.

Ce sont des sels ionisables favorisant la dissociation ionique de l'oxyde de zinc.

Retardateurs de prise :

- Borate de sodium ;
- Glycol ;
- Glycérine.

Plastifiants :

- Colophane (résine) ;
- Méthacrylate de méthyle ;
- Cellulose ;
- Silice.

La résine permet de contrôler la consistance, elle diminue l'épaisseur du film, la fragilité et la solubilité et rend le produit plus lisse et plus homogène.

Agents anti-microbiens (antiseptiques) :

- Paraformaldéhyde ;

---

<sup>29</sup> Un oxyde est un composé d'oxygène et d'un élément moins électronégatif que lui-même.

<sup>30</sup> Produit qu'on ajoute à un autre pour en améliorer ou changer les propriétés. (Larousse)

- Trioxyméthylène ;
- Iodure de thymol.

Anti-inflammatoires :

- Trioxyméthylène ;
- Corticoïdes ( $\delta$  - hydrocortisone).

Ils sont soupçonnés de retarder la cicatrisation, mais diminuent les réactions douloureuses du patient.

Tous ces additifs ne se trouvent pas dans toutes les compositions de la poudre.

Ceux permettant d'adapter la viscosité et le temps de prise sont toujours présents.

Par contre l'adjonction de ceux de type médicament ou anti inflammatoire, potentiellement nocif, est aujourd'hui généralement évitée.

### 2.2.2. Le liquide

Le liquide est composé d'environ 80 % par de l'**eugénol** qui est un composé aromatique de la famille des phénylpropènes<sup>31</sup> de formule brute  $C_{10}H_{12}O_2$ .

L'eugénol peut être extrait à partir de l'huile essentielle du clou de girofle.

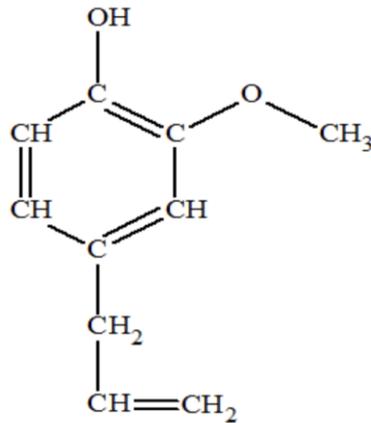
Parmi ses propriétés physiques, on compte une quasi insolubilité dans l'eau ou l'eau salée mais une solubilité dans les solvants organiques tels que l'éthanol ou le dichlorométhane. Il présente également des propriétés antiseptiques voire analgésiques.

Sachant que ce produit peut s'oxyder et changer ainsi ses propriétés, il est conseillé de le conserver dans des flacons opaques.

---

<sup>31</sup> Il s'agit d'un hydrocarbure aromatique de formule brute  $C_9H_{10}$  constitué d'un cycle benzémique substitué par un groupe propényle. (Wikipedia)

Figure 6 : Formule chimique développée de l'eugéno



Source : Chaumeton, « Cours de chimie », 2010

Parmi les additifs, on peut trouver par exemple du baume de canada qui est un adoucissant et améliore l'homogénéité du mélange et ainsi la coalescence aux cônes de gutta percha.

### 2.3. La réaction de prise

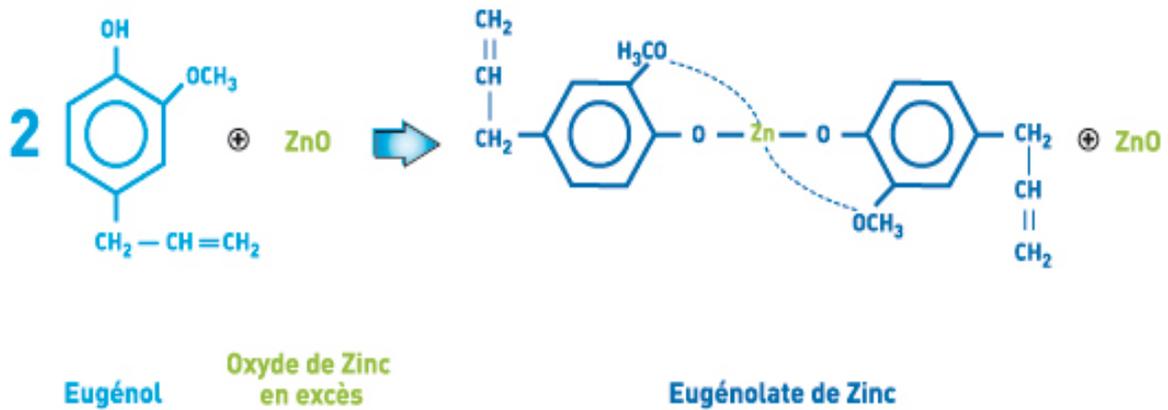
La réaction de prise des eugénolates de zinc est une réaction équilibrée qui associe deux molécules d'eugéno à une molécule d'oxyde de zinc. C'est une chélation<sup>32</sup> qui se produit en présence d'humidité.



---

<sup>32</sup> Chélation = réaction physico-chimique au cours de laquelle est formé un complexe, le chélate, entre un ligand et un cation métallique. Le cation métallique est fixé par au moins deux liaisons de coordination au ligand. (Wikipedia)

Figure 7 : Réaction de prise entre l'eugénole et l'oxyde de zinc



Source : Université Rennes 1, « Odontologie biomatériaux : fond de cavité à l'eugénate », 2018

## 2.4. Méthode d'utilisation : mise en œuvre, temps de travail, temps de prise

### 2.4.1. Mise en œuvre

Matériel utilisé :

- Plaque en verre stérile ou bloc à spatuler ;
- Spatule métallique souple.

Il est conseillé d'incorporer progressivement la poudre au liquide. Il s'agit d'une spatulation longue et vigoureuse jusqu'à obtention d'une consistance crémeuse.

À la fin du mélange, le ciment doit être suffisamment fluide pour étirer un fil d'un à deux centimètres (1-2 cm) au-dessus du bloc à spatuler mais le ciment ne doit pas goutter lorsque la spatule est retournée, ce qui serait signe d'une incorporation excessive d'eugénole. Celle-ci aboutirait à une perte d'étanchéité dans le temps et une toxicité plus importante<sup>33</sup>.

### 2.4.2. Temps de travail

Le temps de travail correspond à l'intervalle de temps séparant le moment où le matériau est utilisé du moment où il n'est plus utilisable.

Le temps de travail est variable entre 30 secondes à 1-2 minutes<sup>34</sup>.

<sup>33</sup> Pertot, Machtou, et Simon, *Endodontie*.

<sup>34</sup> Tronstad, « The endodontium ».

### 2.4.3. Temps de prise

Le temps de prise correspond à l'intervalle de temps séparant le moment au début duquel le matériel est utilisé et le moment où il est totalement pris.

Le temps de prise initiale est d'environ 15 minutes à une température de 37°C<sup>35</sup>.

Le temps de prise complète est de 24 heures à une température de 37°C.

Parmi les facteurs qui sont susceptibles d'influencer la prise, on trouve<sup>36</sup> :

- L'humidité : la présence d'eau est indispensable au démarrage de la réaction de prise ;
- La granulométrie de la poudre : plus la granulométrie de la poudre est fine, plus le temps de prise est raccourci ;
- La conservation du flacon d'eugénol : l'eugénol est susceptible de subir des phénomènes d'oxydation, de polymérisation ou d'isomérisation. Il faut donc le conserver dans un flacon opaque, à l'abri d'humidité et à température ambiante ;
- La température : plus la température est faible plus le temps de prise est long ;
- Le rapport poudre/liquide : plus la quantité de liquide est importante plus le temps de prise est long.

La réaction de prise est également influencée par la présence d'éléments activateurs (par exemple des sels organiques ou minéraux) ou retardateurs de prise (par exemple des produits hydrophobes comme l'huile).

## 2.5. Propriétés physico-chimiques et biologiques

### 2.5.1. Les propriétés physico-chimiques

La réaction de prise libère de l'eau qui est incorporée dans le ciment. Ces ciments sont donc sensibles à la présence d'eau<sup>37</sup>. Ils sont légèrement solubles et peuvent même être infiltrés par l'humidité environnante.

Les eugénolates formés sont liés entre eux par des forces de Van der Waals. Ce sont des interactions électriques de faible intensité entre atomes ou molécules. Ceci explique donc que les ciments eugénolates de zinc possèdent des propriétés mécaniques faibles.

L'insertion des cônes de gutta percha est facilitée par la texture huileuse de l'eugénol qui permet une bonne mouillabilité des parois canalaires. Les eugénolates présentent une légère adhérence à la

---

<sup>35</sup> Tronstad.

<sup>36</sup> Pertot et Simon, *Le traitement endodontique*.

<sup>37</sup> Association dentaire française, *Obturation canalair*.

dentine et une liaison chimique s'établit entre l'oxyde de zinc de la gutta percha et l'eugéno! du ciment, ce qui améliore la stabilité et l'étanchéité du scellement.

Concernant les variations dimensionnelles, on observe une contraction de prise avec apparitions de fissurations dans la masse du ciment qui reste faible.

### **2.5.2. Les propriétés biologiques**

L'eugéno! possède des propriétés antiseptiques en faible quantité. En excès, l'eugéno! est irritant pour le péri-apex<sup>38</sup>. Cette cytotoxicité diminue et disparaît avec le temps. Il est cependant conseillé d'augmenter la quantité de poudre lors du mélange.

Ces ciments ont une bonne biocompatibilité à moyen et long terme.

---

<sup>38</sup> Willershausen et al., « In vitro analysis of the cytotoxicity and the antimicrobial effect of four endodontic sealers ».

## 3 : L'obturation avec les nouveaux ciments biocéramiques

---

Dans cette troisième partie nous allons nous intéresser à une nouvelle famille de ciments d'obturation canalaire développée au cours des dix dernières années et qui a récemment fait son apparition sur le marché. Il s'agit de nouveaux biomatériaux de la famille des biocéramiques<sup>39</sup>.

### 3.1. Définition

Le terme biocéramique réfère à une sous famille de matériaux à base de céramique. Le préfixe « bio » fait référence à la biocompatibilité de ces derniers<sup>40</sup>.

Une céramique est un solide non métallique, inorganique, à base d'oxydes et de carbures, présentant des liaisons chimiques fortes ioniques ou covalentes<sup>41</sup>.

Ces biocéramiques ont été développées spécifiquement pour une utilisation dentaire et médicale. Dans le domaine dentaire, elles permettent essentiellement de réaliser des progrès biologiques et techniques en endodontie ou encore en odontologie conservatrice.

Les « bioaggregate » font partie de cette famille de biocéramiques. Parmi les produits les plus connus on trouve le Mineral Trioxyde Aggregate (MTA) présent sur le marché depuis presque vingt ans ou encore la biodentine de chez Septodont qui est un matériau à base de Silicate tricalcique.

Leurs capacités d'adhésion aux structures dentaires, leur biocompatibilité, leurs propriétés biologiques et l'étanchéité élevée obtenue rendent leur utilisation en odontologie particulièrement intéressante<sup>42</sup>. Leur champ d'utilisation devient de plus en plus large, allant de l'obturation coronaire d'une cavité à l'obturation à rétro en endodontie, en passant par le coiffage pulpaire ou le traitement des perforations radiculaires<sup>43</sup>.

Poussant davantage les limites d'utilisation de ces biomatériaux, la société Septodont a récemment mis sur le marché un produit de la famille des biocéramiques, commercialisé sous le nom de BioRoot RCS destiné à l'obturation canalaire en endodontie<sup>44</sup>.

---

<sup>39</sup> Simon, « BioRoot™ RCS, un nouveau matériau d'obturation canalaire ».

<sup>40</sup> Simon.

<sup>41</sup> Simon, « Intérêt des biocéramiques en endodontie ».

<sup>42</sup> Villat et al., « Impedance methodology : A new way to characterize the setting reaction of dental cements ».

<sup>43</sup> Simon, « Intérêt des biocéramiques en endodontie ».

<sup>44</sup> Simon.

Dans la même lignée, la société FKG Dentaire SA a également mis sur le marché un nouveau ciment d'obturation biocéramique pré-mélangé. Ce matériau est décrit comme ayant une absence de rétraction de prise, une stabilité excellente dans le temps et une biocompatibilité importante.

La suite nous permettra, par comparaison de différents articles scientifiques d'appuyer ou de réfuter l'ensemble des caractéristiques décrites par les fabricants pour le BioRoot RCS® et pour le TotalFill® BC Sealer ayant la même composition que l'endoséquence BC sealer ou le Iroot SP.

## 3.2. Composition chimique

Le **BioRoot RCS** est constitué d'une poudre et d'un liquide qui, une fois mélangés, vont former un ciment. La poudre ainsi que le liquide comprennent différents composants chimiques que nous allons analyser plus en détail ci-dessous.

### 3.2.1. La poudre

La poudre se compose d'un silicate tricalcique, d'un oxyde de zirconium et de povidone.

Le silicate tricalcique a pour formule chimique  $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ .

C'est le matériau que l'on retrouve dans le clincker à l'origine du ciment Portland (ou ciment traditionnel utilisé en maçonnerie). Celui-ci est obtenu à partir du réchauffement de calcaire et d'argile. Le calcaire apporte la chaux tandis que l'argile apporte l'alumine, la silice et l'oxyde de fer. Par la suite, du gypse est ajouté au mélange<sup>45</sup>.

À la suite de la fabrication du mélange, différents composés sont retrouvés dans le matériau obtenu à savoir du silicate tricalcique, du silicate dicalcique, de l'aluminate tricalcique, de l'alumino-ferrite tétra calcique.

Seul le silicate tri-calcique présent entre 50 à 60 % dans le ciment de Portland est utilisé et utile dans la fabrication de biomatériau dentaire.

En solution aqueuse, le silicate tricalcique se dissout en surface et permet la formation d'un mono-silicate de calcium hydraté et libère des ions silicates, des ions hydroxydes et des ions calciums. Ces ions sont ensuite retrouvés en solution.

Donc à la suite d'une réaction de prise entre le silicate tricalcique et l'eau, on retrouve différents composants à savoir de l'hydroxyde de calcium et des sulfo-aluminates de calcium.

---

<sup>45</sup> Prüllage et al., « Material properties of a tricalcium silicate-containing, a mineral trioxide aggregate-containing, and an epoxy resin-based root canal sealer ».

Le pH est élevé et acquiert une propriété alcaline grâce à la présence d'ion hydroxyde<sup>46</sup>.

L'oxyde de zirconium ou dioxyde de zirconium est un composé inorganique de zirconium de formule chimique  $ZrO_2$ . Il possède de nombreuses propriétés physiques parmi lesquelles on peut citer ses propriétés thermiques, à savoir une faible conductivité thermique, un fort coefficient de dilatation thermique. L'oxyde de zirconium a pour rôle de permettre la radio-opacité du matériau.

La povidone est un polymère synthétique ayant le rôle d'agent collant pour le matériau.

### 3.2.2. Le liquide

Le liquide se compose d'eau, de chlorure de calcium et de polycarboxylate.

Le chlorure de calcium a pour formule chimique  $CaCl_2$ . Il joue le rôle de modificateur de prise.

Le polycarboxylate de la famille des polymères joue le rôle de superplastifiant.

L'ensemble de ces composants permet au matériau d'avoir des propriétés de manipulation intéressante, d'éviter la décoloration des dents et d'influencer le potentiel de régénération des tissus environnants.

D'après le fabricant, le **TotalFill® BC Sealer** est composé d'oxyde de zirconium, de silicate de calcium, de phosphate de calcium monobasique, d'hydroxyde de calcium, d'agents de remplissage et d'épaississement.

Le silicate de calcium regroupe quatre composés ayant pour formules  $Ca_3OSiO_4$ ,  $Ca_2SiO_4$ ,  $Ca_3Si_2O_7$ ,  $CaSiO_3$ . Il a des propriétés d'antiagglomérant permettant une limite de l'agglutination des particules et d'assurer la fluidité du matériau<sup>47</sup>.

Le phosphate de calcium est l'un des composants de la partie minérale des os et des dents. C'est un biomatériau bioactif du fait de sa tolérance par l'organisme.

L'hydroxyde de calcium a pour formule  $Ca(OH)_2$ . Il peut jouer un rôle de régulateur de pH.

### 3.3. Réaction de prise

Les ciments biocéramiques sont des matériaux hydrophiles. L'initiation de la réaction de prise se fait dans un milieu humide que l'on retrouve naturellement dans les tubulis dentinaires. Le ciment est composé d'un certain nombre de nanoparticules qui sont capables de pénétrer jusque dans ces

---

<sup>46</sup> Siboni et al., « Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate ».

<sup>47</sup> Debelian et Trope, « The use of premixed bioceramic materials in endodontics ».

derniers. Il se crée ainsi une zone d'infiltration minérale le long des parois dentinaires. Cette zone sera le point de départ pour la formation d'hydroxyapatite qui permettra l'étanchéité de l'obturation<sup>48</sup>.

### 3.4. Méthode d'utilisation du Bioroot et du Totalfill

Bioroot RCS

#### 3.4.1. Mise en œuvre

Le Bioroot® RCS se forme par mélange de poudre et de liquide. Ce mélange s'effectue à la main sur un bloc à spatuler ou une plaque de verre. On dépose une cuillère de poudre puis on rajoute cinq gouttes de liquide. On spatule pendant 60 secondes jusqu'à obtention d'un mélange homogène de consistance brillante et crémeuse<sup>49</sup>.

Figure 8 : BioRoot™ RCS



Source : Septodont, 2018

#### 3.4.2. Temps de travail

D'après le fabricant<sup>50</sup>, le temps d'élaboration ou de travail est supérieur à 10 minutes.

#### 3.4.3. Temps de prise

D'après le fabricant, le temps de prise est de moins de 4 heures dans le canal radiculaire.

---

<sup>48</sup> Al-Haddad et Che Ab Aziz, « Bioceramic-based root canal sealers : a review ».

<sup>49</sup> Septodont Belgique, « BioRoot RCS : haute étanchéité et bien plus ».

<sup>50</sup> Septodont Belgique.

#### **3.4.4. Techniques utilisées**

Le BiotRoot® RCS s'utilise généralement, voire préférentiellement, avec des cônes de gutta percha par technique du mono-cône ou technique latérale à froid.

Totalfill BC Sealer

#### **3.4.5. Mise en œuvre**

Le TotalFill® BC Sealer est une pâte de ciment biocéramique injectable pré-mélangée et prête à l'emploi. Il est conditionné dans une seringue pré-remplie.

#### **3.4.6. Temps de travail**

Il n'existe pas de temps de travail, le produit étant sous forme de pâte pré-mélangée. Néanmoins si nous devons en décrire un il correspond au temps entre la sortie de la seringue et le début de la prise soit environ 4 heures d'après le fabricant.

#### **3.4.7. Temps de prise**

Le temps de prise ou de durcissement est de 4 heures selon le fabricant. Cependant ce temps est variable en fonction de l'humidité du canal radiculaire et peut être supérieur à 10 heures. Selon Loushine et al<sup>51</sup>, le temps de prise total était de 168 heures sous différentes conditions d'humidité alors que pour Zhou et al<sup>52</sup> ce temps était seulement de 2,7 heures.

#### **3.4.8. Techniques utilisées**

Il existe deux méthodes d'administration du produit de scellement<sup>53</sup>.

La méthode dite traditionnelle consiste à enduire la pointe du cône de gutta percha avec le ciment de scellement en dehors de la cavité buccale et d'utiliser cette pointe pour appliquer manuellement le ciment sur les parois canalaires.

La deuxième méthode consiste à appliquer le ciment de scellement directement dans le canal grâce à la seringue pré-remplie. Il faut retirer le capuchon de la seringue et fixer d'abord un BC Tip (fourni avec le kit) sur l'embase de la seringue en vissant dans le sens horaire.

Ensuite il faut insérer la seringue dans le canal à une profondeur ne dépassant pas un tiers de la longueur radiculaire. Il faut appliquer une petite quantité du ciment dans le canal en comprimant le piston de la seringue. Ensuite grâce à une lime K15 il faut enduire les parois du canal avec le ciment.

---

<sup>51</sup> Loushine et al., « Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer ».

<sup>52</sup> Zhou et al., « Physical properties of 5 root canal sealers ».

<sup>53</sup> FKG Dentaire, « Produits d'endodontie TotalFill ».

Pour finir il faut insérer le cône de gutta percha recouvert d'une fine couche de ciment à sa pointe dans le canal radiculaire ce qui permettra d'amener le ciment jusqu'au tiers apical.

Figure 9 : Produits d'obturation pré-mélangés



Source : FKG dentaire, TotalFill®, 2018

## 4 : Comparaison des deux types de ciment de scellement

---

Rappelons d'abord que l'objectif principal du traitement endodontique est d'obtenir une élimination la plus complète possible des micro-organismes dans les canaux infectés pour permettre de prévenir une contamination après obturation du canal<sup>54</sup>. Il est cependant à noter qu'une élimination totale des micro-organismes reste utopique et très difficile à obtenir pour le praticien. Cette élimination reste donc un challenge total.

Les méthodes traditionnelles de mise en forme et d'irrigation manuelle n'apportent qu'une désinfection à environ 70 % du canal radiculaire<sup>55</sup>.

Les chercheurs essaient donc de trouver une solution pour se rapprocher d'une désinfection à 100 %. La mise en forme et l'irrigation ne permettent pas d'obtenir ces résultats aujourd'hui. L'idée serait donc que le ciment d'obturation permette d'éliminer les (ou du moins quelques) micro-organismes résiduels.

Rappelons également que les ciments de scellement endodontique doivent idéalement répondre à un cahier des charges qui a été édicté au cours des années. Ce cahier des charges regroupe un ensemble de critères considérés comme primordiaux. Cela signifie que les nouveaux matériaux type ciment doivent concourir vers ce cahier des charges.

En 1940, Grossman considérait qu'un ciment devait posséder une manipulation facile, permettre un scellement du canal apical et latéral, être imperméable à l'humidité, être physiquement stable (la stabilité dimensionnelle du ciment doit être constante, elle peut également s'étendre pendant la prise), être bactéricide ou bactériostatique, être radio-opaque, être stérilisable et être facile à désobturer (importance de la notion de ré-intervention).

Dans le même temps, il a également édicté les critères que le ciment ne devait absolument pas être altéré par l'humidité, entraîner une coloration de la dent, irriter les tissus ou altérer les structures dentaires. À l'heure actuelle, aucun ciment de scellement ne présente une absence totale de toxicité (toxicité qui diminue après la prise et avec le temps).

Dans la même lignée, en 2003, Schmalz édicte lui aussi les critères du ciment idéal. Il cite des propriétés techniques, des propriétés biologiques et des propriétés de manipulation.

---

<sup>54</sup> Haute autorité de santé, « Traitement endodontique : rapport d'évaluation technologique ».

<sup>55</sup> Haute autorité de santé.

Parmi les propriétés techniques, il cite l'absence de réaction de prise, la non solubilité dans les fluides apicaux (critère nouveau par rapport à Grossman), une bonne adhésion à la dentine et aux autres matériaux (type gutta percha), absence de porosité (critère nouveau par rapport à Grossman), absence de coloration de la dent.

Parmi les propriétés biologiques, il cite l'absence de réaction allergique pour les soignants et soignés, la non cytotoxicité pour les tissus, une action bactéricide ou bactériostatique, une stimulation de la cicatrisation osseuse (critère nouveau par rapport à Grossman).

Enfin, parmi les propriétés de manipulation, il cite la radio-opacité, le temps de travail adéquat (critère nouveau par rapport à Grossman), la facilité de mise en œuvre et la possibilité de désobturation.

Analysons maintenant comment les ciments classiques, ainsi que les nouveaux ciments biocéramiques, répondent à ces critères et quels sont au final leurs avantages et/ou leurs inconvénients dans la réalisation de l'étape cruciale de l'obturation endodontique.

## **4.1. Propriétés biologiques des ciments biocéramiques**

### **4.1.1. Biocompatibilité**

La biocompatibilité peut être définie comme étant la capacité d'un biomatériau à remplir une fonction spécifique engendrant une réponse appropriée de l'hôte. Elle est différente de la simple tolérance à un matériau.

La biocompatibilité est une des propriétés principales des ciments endodontiques. Le ciment endodontique étant en contact direct avec les tissus péri-radiculaires, il peut causer des dommages à ces tissus voire retarder la guérison des tissus<sup>56</sup>.

Plusieurs études ont évalué la biocompatibilité de différents ciments endodontiques grâce à des tests de cytotoxicité utilisant des fibroblastes gingivaux humains comme cellules cibles.

Ces études montrent une faible cytotoxicité et donc une bonne biocompatibilité<sup>57</sup> pour le Bioroot RCS et pour le TotalFill BC Sealer qui est supérieure à celle d'autres ciments testés tels que le Pulp Canal Sealer EWT, le MTA Fillapex, le Sealapex, le AH Plus ou encore le EasySeal<sup>58</sup>.

---

<sup>56</sup> Mukhtar-Fayyad, « Cytocompatibility of new bioceramic-based materials on human fibroblast cells (MRC-5) ».

<sup>57</sup> Colombo et al., « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers ».

<sup>58</sup> Willershausen et al., « In vitro analysis of the cytotoxicity and the antimicrobial effect of four endodontic sealers ».

#### 4.1.2. Activité antibactérienne

L'étiologie principale des pathologies endodontiques et péri-apicales est d'origine microbienne<sup>59</sup>. C'est pourquoi nous recherchons une activité antimicrobienne présente dans les ciments de scellement endodontiques complétant le nettoyage chimio-mécanique réalisé préalablement durant le traitement endodontique.

Colombo et al<sup>60</sup> ont évalué l'activité antimicrobienne de six ciments différents parmi lesquels BioRoot RCS et TotalFill BC Sealer contre *E. faecalis*.

Les six ciments testés sont les suivants :

Tableau 2 : Ciments testés

Group	Materials	Type	Manufacturer
1	BioRoot™ RCS	bioceramic silicate-based sealer	Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, France
2	TotalFill BC Sealer	bioceramic sealer	FKG Dentaire SA La Chaux-de-Fonds, Switzerland
3	MTA Fillapex	MTA-based sealer	Angelus Dental Solutions, Londrina, PR, Brazil
4	Sealapex™	non eugenol, polymeric calcium hydroxide sealer	Kerr, Orange, CA, U.S.A
5	AH Plus	epoxy-resin sealer	Dentsply-DeTrey Konstanz, Germany
6	EasySeal	epoxy-resin sealer	Komet, Brasseler GmbH & Co., Lemgo, Germany

Source : Colombo et al., « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers », 2018

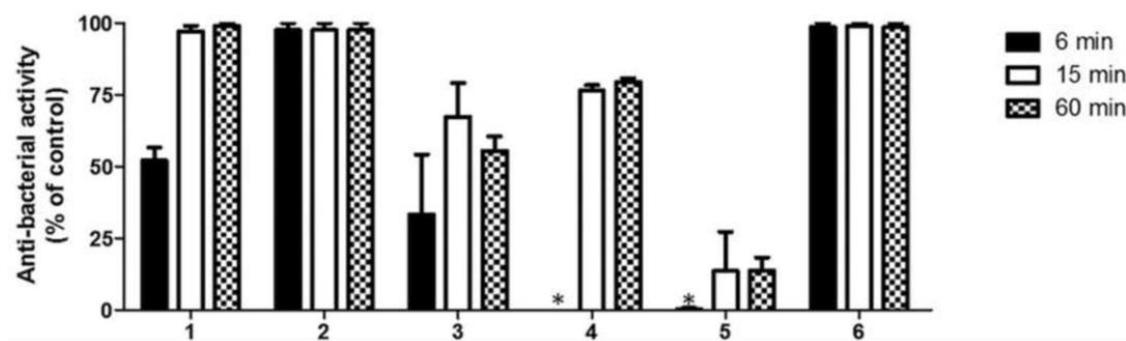
Les résultats du DCT (Direct Contact Test) montrent une activité antimicrobienne élevée des deux ciments biocéramiques. BioRoot RCS montre une activité antibactérienne nettement plus élevée au bout de 15 voire 60 minutes de contact comparé au 6 minutes initiales tandis que le TotalFill BC Sealer montre une activité antibactérienne très élevée pour tous les temps de contact testés.

---

<sup>59</sup> Pertot, Machtou, et Simon, *Endodontie*.

<sup>60</sup> Colombo et al., « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers ».

Figure 10 : Tests de l'activité antibactérienne



Source : Colombo et al., « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers », 2018

Les auteurs concluent que cette activité antimicrobienne des ciments biocéramiques peut être due au pH alcalin (= pH>7).

#### 4.1.3. Bioactivité

La bioactivité peut être définie comme étant la compétence d'une substance organique ou d'un biomatériau incorporé dans un organisme vivant d'induire une activité biologique.

Des études montrent une activité des ciments biocéramiques notamment dans la stimulation de la physiologie osseuse et la minéralisation de la structure dentinaire<sup>61</sup>.

Ils permettent une incorporation de calcium Ca et de silicate Si dans la dentine engendrant la formation d'une structure cristalline similaire à l'apatite dentaire et osseuse<sup>62</sup>.

## 4.2. Propriétés physico-chimiques

### 4.2.1. Propriétés de scellement

Les propriétés de scellement des ciments endodontiques peuvent être évaluées grâce aux mesures de mouillabilité, de viscosité et d'épaisseur du film des ciments.

Les études de Zhou et al<sup>63</sup> et de Zhang et al<sup>64</sup> montrent que les ciments biocéramiques présentent de bonnes capacités de scellement grâce une viscosité et mouillabilité adaptées qui favorisent la progression du ciment au sein des canaux radiculaires.

<sup>61</sup> Dimitrova-Nakov et al., « In vitro bioactivity of Bioroot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells ».

<sup>62</sup> Ginebra et al., « Setting reaction and hardening of an apatitic calcium phosphate cement ».

<sup>63</sup> Zhou et al., « Physical properties of 5 root canal sealers ».

<sup>64</sup> Zhang, Li, et Peng, « Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability ».

#### 4.2.2. Solubilité

La solubilité correspond à la perte de masse du matériau pendant son immersion dans l'eau<sup>65</sup>. D'après les normes de la ANSI/ADA Spécification la solubilité d'un ciment de scellement endodontique ne doit pas dépasser 3 % de la masse.

Cependant, Colombo et al<sup>66</sup> trouvent une solubilité plus élevée pour le BioRoot RCS (n=°1 du tableau) et le TotalFill BC Sealer (n=°2 du tableau) qui présentent même la solubilité la plus élevée parmi les 6 ciments de scellement testés.

Tableau 3 : Tests de solubilité

<b>Materials</b>	<b>Solubility (%) Mean (SD)</b>
1	11.05% (1.25)
2	13.12% (1.43)
3	1.76% (0.28)
4	0.94% (0.13) <sup>A</sup>
5	0.045% (0.01)
6	0.69% (0.07)

Source : Colombo et al., « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers », 2018

Les résultats des ciments biocéramiques ne sont donc pas en accord avec les recommandations.

#### 4.2.3. Radio-opacité

La radio-opacité des matériaux d'obturation canalaire permet la visualisation et la différenciation des matériaux par rapport aux structures anatomiques adjacentes<sup>67</sup>. Elle permet ainsi le contrôle radiographique de l'obturation.

Selon les normes ISO la valeur minimale pour un ciment de scellement canalaire est de 3,00 mm Al.

D'après Candeiro et al<sup>68</sup> la radio-opacité de l'Endosequence BC Sealer (même composition que le TotalFill BC Sealer, nom commercial différent) est de 3,83 mm Al, donc au-dessus des normes requises.

---

<sup>65</sup> Al-Haddad et Che Ab Aziz, « Bioceramic-based root canal sealers : a review ».

<sup>66</sup> Colombo et al., « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers ».

<sup>67</sup> Imai et Komabayashi, « Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin ».

<sup>68</sup> Candeiro et al., « Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer ».

#### 4.2.4. pH

Le potentiel Hydrogène noté pH est un indice de mesure de l'activité d'ions hydrogène dans une solution. C'est un indicateur de l'acidité avec une échelle allant de 0 à 14.

- pH = 7 = solution neutre ;
- pH < 7 = solution acide ;
- pH > 7 = solution alcaline.

D'après Colombo et al<sup>69</sup> le pH des deux ciments biocéramiques testés BioRoot RCS (n=°1 du tableau) et TotalFill BC Sealer (n=°2 du tableau) est fortement alcalin >10 pour le TotalFill et > 11 pour le BioRoot après 3 heures et même encore au bout de 24 heures.

Tableau 4 : Mesures du pH

Materials	pH	
	3h	24h
1	11.25 (1.12)	11.43 (0.07)
2	10.06 (1.24)	10.67 (1.25)

Source : Colombo et al., « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers », 2018

Ce pH alcalin contribue aux propriétés antimicrobiennes, au potentiel ostéoinducteur ainsi qu'à la biocompatibilité des ciments biocéramiques<sup>70 71</sup>.

### 4.3. Propriétés mécaniques

#### 4.3.1. Adhésion

L'adhésion du ciment de scellement endodontique est définie comme étant sa capacité d'adhérer à la dentine canalaire et de lier les cônes de Gutta Percha entre eux et à la surface dentinaire<sup>72</sup>.

L'adhésion est un facteur primordial pour la pérennité et l'étanchéité de l'obturation dans le temps. Les études montrent que l'adhésion des ciments biocéramique est plus élevée que, par exemple, celle des ciments oxyde de zinc d'eugénol (Pulp Canal Sealer)<sup>73</sup>.

---

<sup>69</sup> Colombo et al., « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers ».

<sup>70</sup> Colombo et al.

<sup>71</sup> Zhou et al., « Physical properties of 5 root canal sealers ».

<sup>72</sup> Sousa-Neto et al., « Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er : YAG and Nd : YAG lasers ».

<sup>73</sup> Weller et al., « Microscopic appearance and apical seal of root canals filled with gutta-percha and ProRoot Endo Sealer after immersion in a phosphate-containing fluid ».

Cette adhésion est cependant dépendante de plusieurs facteurs comme par exemple le degré d'humidité dans le canal et augmente simultanément avec ce dernier<sup>74</sup>. Elle est également plus importante dans les canaux préalablement traités avec de l'hydroxyde de calcium<sup>75</sup>.

#### **4.3.2. Renforcement mécanique**

Une dent présentant un traitement endodontique est plus fragile qu'une dent non traitée saine. Cette réduction de résistance est expliquée par la perte de substance due au traitement, par l'exposition prolongée aux irrigants canaux et par l'application de forces parfois importantes durant l'étape de l'obturation<sup>76</sup>.

Les dents traitées endodontiquement avec des ciments de scellements biocéramiques présentent une plus grande résistance à la fracture grâce aux propriétés d'adhésion et d'étalement de ces ciments<sup>77</sup>.

#### **4.3.3. Retraitement endodontique**

La possibilité du retraitement endodontique est une des propriétés importantes des ciments de scellement.

Il existe plusieurs études qui ont analysé les différentes propriétés biologiques et physico-chimiques des ciments biocéramiques. Cependant comme ces ciments ne sont disponibles sur le marché que depuis peu, le recul clinique sur l'évolution de ces propriétés à long terme et surtout sur la possibilité de retraitement est plus faible.

Oltra et al (2017)<sup>78</sup> ont analysé la possibilité de retraitement des dents obturées avec un ciment biocéramique selon le protocole suivant :

##### Méthode et matériels

56 incisives maxillaires ont été instrumentées et divisées en 4 groupes :

- 1A : Gutta percha + AH Plus retraité avec du chloroforme
- 1B : Gutta percha + AH Plus retraité sans chloroforme
- 2A : Gutta percha + Endosequence BC Sealer retraité avec du chloroforme

---

<sup>74</sup> Nagas et al., « Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers ».

<sup>75</sup> Amin, Seyam, et El-Samman, « The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer ».

<sup>76</sup> Topçuoğlu et al., « In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers ».

<sup>77</sup> Teixeira et al., « Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material ».

<sup>78</sup> Oltra et al., « Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus: a micro-computed tomographic comparison ».

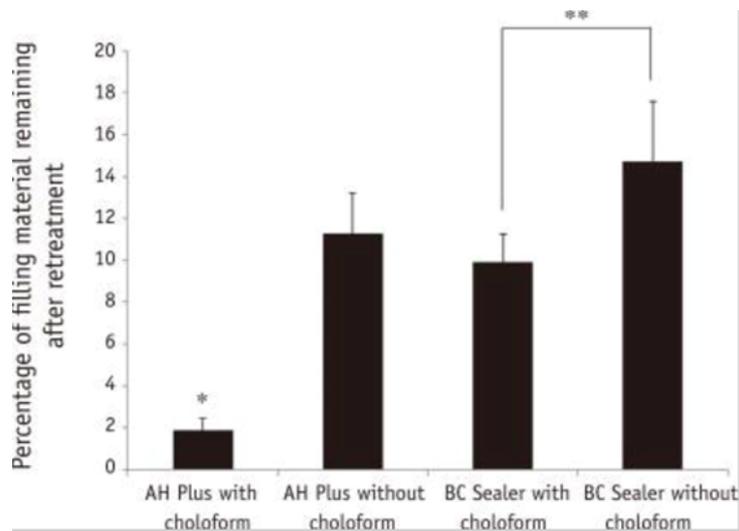
- 2B : Gutta percha + Endosequence BC Sealer retraité sans chloroforme

Ensuite des Cône Beam (CBCT) de contrôle ont été pris de chaque dent avant et après le retraitement pour analyser le volume de matériel d'obturation restant.

### Résultats

Les résultats montrent une différence significative entre les groupes 1 et 2. Dans le groupe 2 nous trouvons moins de matériau résiduel dans le sous-groupe traité avec du chloroforme.

Figure 11 : Pourcentage de matériau de remplissage résiduel



Source : Oltra, « Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus », 2017

De plus, la perméabilité apicale n'a pu être retrouvée seulement dans 14 % des dents dans le groupe 2B.

Hess et al<sup>79</sup> ont démontré dans leur étude que l'obturation avec Endosequence BC Sealer en technique monocône peut être à l'origine d'un blocage du foramen apical et une perte de la perméabilité apicale. Lorsque le cône est à une longueur de  $L_t - 2$  mm, l'Endosequence BC Sealer est impénétrable dans 70 % des cas.

Le retraitement des dents traitées endodontiquement avec des ciments biocéramiques reste pour le moment un des points faibles de ces nouveaux biomatériaux.

<sup>79</sup> Hess et al., « Retreatability of a bioceramic root canal sealing material ».

#### 4.4. Avantages et inconvénients des ciments classiques

Les ciments classiques ont pour avantage d'avoir un recul clinique important pour la comparaison avec d'autres ciments plus récemment présents sur le marché.<sup>80</sup>

Nous nous sommes concentrés sur les ciments oxyde de zinc d'eugénol.

Le principe est de lister les avantages et les inconvénients puis de les comparer aux avantages et aux inconvénients des nouveaux ciments biocéramiques et aux critères du ciment idéal décrit dans la littérature pour observer, ou non, une amélioration et une utilité à ces ciments.

On rappelle que le ciment oxyde de zinc – eugénol a des propriétés antiseptiques et anti-inflammatoires. Il est peu poreux. Il présente une bonne étanchéité. Il a une action anti-microbienne forte contre les *Candida albicans* (estimée à 40 jours dans la littérature) et contre *Streptococcus aureus* (estimée à 20 jours dans la littérature). Il présente un temps de travail long permettant une mise en place facilitée.

Il permet également une liaison entre la dentine et la gutta percha et enfin, il permet une ré-intervention et donc de réaliser des retraitements endodontiques RTE.

Néanmoins, il présente également un certain nombre d'inconvénients.

Citons en premier son adhérence à la dentine qui reste faible même si elle est existante.

Il présente une contraction de prise entraînant une perte d'étanchéité. Cette perte d'étanchéité est donc un des inconvénients les plus importants pour ce ciment. Son activité anti-microbienne contre *E. faecalis* n'est estimée qu'à 5 heures suivant l'incubation ce qui reste très faible.

Enfin, l'eugénol présente des effets néfastes sur les cellules environnantes ostéoblastiques et fibroblastiques.

#### 4.5. Avantages et inconvénients des nouveaux ciments biocéramiques

Les nouveaux ciments de scellement endodontique présentent de nombreux avantages mais également quelques inconvénients non négligeables.

Par la suite, nous allons nous intéresser essentiellement au BioRoot® RCS pour décrire ses avantages qui sont beaucoup mieux renseignés dans la littérature.

On peut citer cinq avantages majeurs retrouvés dans de nombreuses études.

---

<sup>80</sup> Association dentaire française, *Obturation canalaire*.

Tout d'abord, il a été montré qu'il est moins toxique pour les cellules du ligament alvéolo-dentaire en comparaison à un ciment dit traditionnel type oxyde de zinc – eugénol.

Sa cytotoxicité et génotoxicité ont été démontrées comme faibles.

Sa biocompatibilité à l'organisme lui confère une bonne tolérance en cas de dépassement (en comparaison avec le ciment oxyde de zinc – eugénol celui-ci présente une compatibilité relative à l'organisme).

Ce ciment induit une sécrétion plus élevée des facteurs de croissance angiogéniques et ostéogéniques (en comparaison à différents ciments endodontiques).

Enfin, le BioRoot® RCS ne présente aucune contraction de prise et sa non-porosité lui permet d'obtenir des obturations plus étanches et plus stables dans le temps.

Néanmoins, ces ciments biocéramiques ne sont pas sans inconvénients. On peut en citer deux communs au BioRoot® RCS et au Totalfill® BC Sealant et un à chacun des ciments.

Prenons l'exemple du BioRoot® RCS. Il a été montré qu'il existe une altération de réaction de prise du ciment avec de l'hypochlorite de sodium<sup>81</sup>. Or l'hypochlorite de sodium est l'élément majeur et central du traitement endodontique pour permettre une désinfection totale du système canalaire. Il est donc conseillé d'effectuer un rinçage au sérum physiologique avant d'effectuer le séchage du réseau canalaire.

Enfin, que ce soit pour le TotalFill® BC Sealant ou le BioRoot® RCS, les ciments biocéramiques mis récemment sur le marché présentent une ré-intervention difficile voire impossible. La quasi impossibilité de retrouver une perméabilité apicale<sup>82</sup> reste un des inconvénients majeurs de ces types de ciments rendant la possibilité de réintervention par voie canalaire aléatoire.

Enfin, la possibilité de désobturation pour raison prothétique (type inlay-core) ne peut être envisagée dans la même séance à cause de la durée de prise parfois très élevée de ces ciments<sup>83</sup>. Ceci peut gêner l'avancement des plans de traitement ou un défaut de maintien d'une restauration coronaire pourtant essentielle à la réussite du traitement endodontique.

---

<sup>81</sup> Arias-Moliz et Camilleri, « The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers ».

<sup>82</sup> Hess et al., « Retreatability of a bioceramic root canal sealing material ».

<sup>83</sup> Loushine et al., « Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer ».

## Conclusion

---

### **Quel est l'intérêt des nouveaux ciments biocéramiques par rapport aux ciments d'obturations classiques ?**

Longtemps considéré comme le gold standard du ciment endodontique, le ciment oxyde de zinc – eugénole présente un certain nombre d'inconvénients auxquels les fabricants de biomatériaux dentaires essayent de remédier par la conception de nouveaux ciments. Parmi ces inconvénients, on rappelle la faible adhérence à la dentine, la contraction de prise (contraignant car entraînant une perte d'étanchéité et donc un échec du traitement endodontique), une activité antimicrobienne faible et une toxicité sur les cellules environnantes à cause de l'eugénole.

Différents ciments ont donc vu le jour et ont été utilisés pour palier à ces inconvénients. On peut citer : le ciment à base d'hydroxyde de calcium ou le ciment verre-ionomère. Cependant les résultats étaient loin des objectifs attendus et souvent même bien inférieur au ciment oxyde de zinc-eugénole.

Depuis quelques années maintenant, des sociétés ont mis au point des ciments biocéramiques. Nous avons vu que leur composition était à base d'oxyde de zirconium, de silicate de calcium, de phosphate de calcium et d'hydroxyde de calcium.

Ils présentent de nombreux avantages concernant leur absence de toxicité, leur insolubilité, leur bonne stabilité dimensionnelle, leur activité antimicrobienne.

L'analyse de la littérature montre que ces ciments biocéramiques ont des propriétés biologiques, physico-chimiques et mécaniques qui se rapprochent de celles d'un ciment idéal.

Une technique monocône, associant un cône de gutta percha et un ciment biocéramique, sans technique de compaction, semble être efficace, reproductible et facile à réaliser grâce aux propriétés originales de ces ciments. Les principaux défauts de cette technique comme l'absence d'obturation tridimensionnelle ou la formation de vides dans le réseau canalaire semblent pouvoir être compensés en utilisant des ciments biocéramiques.

Néanmoins, la difficulté de retraitement pose un inconvénient majeur.

L'utilisation de ciments endodontiques biocéramiques n'est donc plus utopique dans l'avenir endodontique français. Néanmoins, un recul clinique et une amélioration de sa possibilité de ré-intervention est primordiale pour que ceux-ci deviennent des gold standards en obturation.

## Bibliographie

---

- Al-Haddad, A., et Z. A. Che Ab Aziz. « Bioceramic-based root canal sealers : a review ». *International journal of biomaterials*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9753210>.
- Allison, D.A., R.J. Michelich, et R.E. Walton. « The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal ». *Journal of endodontics* 7, n° 2 (1981): 61-65.
- American dental association. *Endodontic sealing materials : ANSI/ADA specification no. 57* (2012).
- Amin, S.A., R.S. Seyam, et M.A. El-Samman. « The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer ». *Journal of endodontics* 38, n° 5 (2012): 696-99.
- Arias-Moliz, M. T., et J. Camilleri. « The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers ». *Journal of dentistry* 52 (2016): 30-36.
- Association dentaire française, éd. *Obturation canalair*e. Paris : Association dentaire française, 2014.
- Atlan, S., Q. Dantan, et G. Jouanny. « Les ciments biocéramiques et l'obturation : la technique monocône est-elle une technique d'avenir ? » *L'information dentaire* 97, n° 32 (2015): 80-84.
- Candeiro, G.T., F.C., Correia, M.A., Duarte, D.C., Ribeiro-Siqueira, G., Gavini. « Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer ». *Journal of endodontics* 38, n° 6 (2012): 842-45.
- Castelucci, A. « Pulpal pathology ». In *Il Tridente*, 1:136-159 Chapter 7. Il Tridente, 2004.
- Colombo, M., C., Poggio, A., Dagna, M.V., Meravini, P., Riva, F., Trovati et G., Pietrocola. « Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers ». *Journal of clinical and experimental dentistry* 10, n° 2 (2018): 120-26.
- Debelian, G., et M. Trope. « The use of premixed bioceramic materials in endodontics ». *Giornale Italiano di Endodonzia* 30, n° 2 (2016): 70-80.
- Denizart, V. « Dépassements de matériaux d'obturation canalaire dans le sinus maxillaire : étiologies, diagnostic, conséquences et traitements ». Thèse d'exercice : chirurgie-dentaire, Nancy 1, 2011. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01739074/document>.
- Dimitrova-Nakov, S., E., Uzunoglu, H., Ardila-Osorio, A., Baudry, G., Richard, O., Kellermann, M., Goldberg. « In vitro bioactivity of Bioroot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells ». *Dental materials* 31, n° 11 (2015): 1290-97.
- FKG Dentaire. « Produits d'endodontie TotalFill », 2018. <https://www.fkg.ch/fr/produits/endodontie/obturation/totalfill>.
- Ginebra, M. P., E., Fernandez, E.A., De Maeyer, R.M., Verbeeck, M.G., Boltong, J., Ginebra, F.C., Driessens et J.A., Planell. « Setting reaction and hardening of an apatitic calcium phosphate cement ». *Journal of dental research* 76, n° 4 (1997): 905-12.
- Grossman, L. « Physical properties of root canal cements ». *Journal of endodontics* 2, n° 6 (1976): 166.

- Haute autorité de santé. « Traitement endodontique : rapport d'évaluation technologique », 2008. [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-01/rapport\\_traitement\\_endodontique.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-01/rapport_traitement_endodontique.pdf).
- Hess, D., E. Solomon, R. Spears, et J. He. « Retreatability of a bioceramic root canal sealing material ». *Journal of endodontics* 37, n° 11 (2011): 1547-49.
- Imai, Y., et T. Komabayashi. « Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin ». *Journal of endodontics* 29, n° 1 (2003): 20-23.
- Joineau, C., et J. Péli. « La technique de condensation latérale de gutta-percha : sélection des fouloirs et des cones accessoires ». *Revue française d'endodontie* 4, n° 2 (1985): 13-40.
- Kaqueler, J-C., et O. Le May. « Histopathologie pulpaire ». In *Anatomie pathologique bucco-dentaire*, 2<sup>e</sup> éd. Paris: Masson, 1998.
- Laurent, E. « L'obturation endodontique par condensation thermo-mécanique de gutta-percha ». *Revue française d'endodontie* 1 (1982): 15-31.
- Loushine, B.A., T.E., Bryan, S.W., Looney, B.M., Gillen, R.J., Loushine, R.N., Weller, D.H., Pashley et F.R., Tay. « Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer ». *Journal of endodontics* 37, n° 5 (2011): 673-77.
- Mukhtar-Fayyad, D. « Cytocompatibility of new bioceramic-based materials on human fibroblast cells (MRC-5) ». *Oral surgery* 112, n° 6 (2011): 137-42.
- Nagas, E., M.O., Uyanik, A., Eymirli, Z.C., Cehreli, P.K., Vallittu, L.V., Lassila et V., Durmas. « Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers ». *Journal of endodontics* 38, n° 2 (2012): 240-44.
- Nanci, A. *Ten Cate's oral histology: development, structure, and function*. 7<sup>e</sup> éd. St. Louis: Mosby Elsevier, 2007.
- Oltra, E., T.C., Cox, M.R., LaCourse, J.D., Johnson et A., Paranipe. « Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus : a micro-computed tomographic comparison ». *Restorative dentistry & endodontics* 42, n° 1 (2017): 19-26. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5299751/>.
- Pertot, W-J., P. Machtou, et S. Simon. *Endodontie*. Rueil-Malmaison : Éditions CdP, 2012.
- Pertot, W-J., et S. Simon. *Le traitement endodontique*. Paris : Quintessence international, 2003.
- Portal, P. « Étude comparative de deux techniques d'obturation canalair par thermocompactage : Gutta Condensor® et Revo Condensor® ». Thèse d'exercice : Bordeaux, 2014.
- Prüllage, R.K., K., Urban, E., Schäffer et T., Dammaschke. « Material properties of a tricalcium silicate-containing, a mineral trioxide aggregate-containing, and an epoxy resin-based root canal sealer ». *Journal of endodontics* 42, n° 12 (2016): 1784-88.
- Schilder, H., A. Goodman, et W. Aldrich. « The thermomechanical properties of gutta-percha : The compressibility of gutta-percha ». *Oral surgery* 37, n° 6 (1974): 946-53.
- Septodont Belgique. « BioRoot RCS : haute étanchéité et bien plus », 2016. <http://www.septodont-fr.be/sites/be/files/2016-10/brochure%20BioRoot%20FR.pdf>.
- Siboni, F., P., Taddei, F., Zamparini, C., Prati et M.G., Gandolfi. « Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate ». *International endodontic journal* 50, n° Suppl 2 (2017): 120-36.

- Simon, S. « BioRoot™ RCS, un nouveau matériau d'obturation canalaire ». *Revue odontostomatologique* 45, n° 2 (2016): 130-37.
- . « Intérêt des biocéramiques en endodontie ». *Today - Conférence en direct*, Association dentaire française Paris, n° Question B23 (2016): 10-11. [https://us.dental-tribune.com/epaper/today/today-adf-paris-nov-23-2016-5016-\[10-11\].pdf](https://us.dental-tribune.com/epaper/today/today-adf-paris-nov-23-2016-5016-[10-11].pdf).
- Siqueira, J.F., et I. Rôças. « Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures ». *Journal of endodontics* 34, n° 11 (2008): 1291-1301.
- Sousa-Neto, M. D., F.I., Silva Coelho, M.A., Marchesan, E., Alfredo et Y.T., Silva-Sousa. « Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er : YAG and Nd : YAG lasers ». *International endodontic journal* 38, n° 12 (2005): 866-70.
- Teixeira, F.B., E.C., Teixeira, J.Y., Thompson et M., Trope. « Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material ». *Journal of the american dental association* 135, n° 5 (2004): 646-52.
- Topçuoğlu, H.S., Ö., Tuncay, E., Karatas, H., Arslan et K., Yeter. « In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers ». *Journal of endodontics* 39, n° 12 (2013): 1630-33.
- Tronstad, L. « The endodontium ». In *Clinical endodontics : a textbook*, 3<sup>e</sup> éd., Chapter 1:1-30. Oslo : G. Thieme, 2009.
- Villat, C., X.V., Tran, N., Pradelle-Plasse, P., Ponthiaux, F., Wenger, B., Grosogeat et P., Colon. « Impedance methodology : A new way to characterize the setting reaction of dental cements ». *Dental materials* 27, n° 5 (2011): 1127-32.
- Weller, R. N., K.C., Tay, L.V., Garrett, S., Mai, C.M., Primus, J.L., Gutmann, D.H., Pashley et F.R., Tay. « Microscopic appearance and apical seal of root canals filled with gutta-percha and ProRoot Endo Sealer after immersion in a phosphate-containing fluid ». *International endodontic journal* 41, n° 11 (2008): 977-86.
- Willershausen, I., A., Callaway, B., Briseno et B., Willershausen. « In vitro analysis of the cytotoxicity and the antimicrobial effect of four endodontic sealers ». *Head & face medicine* 7 (2011): 15.
- Yildirim, A., H-T. Lübbers, et V. Yildirim. « Endodontic filling points with gutta percha : requirements, composition and properties ». *Swiss dental journal* 126, n° 1 (2016): 40-41.
- Zhang, W., Z. Li, et B. Peng. « Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability ». *Oral surgery* 107, n° 6 (2009): 79-82.
- Zhou, H., Y., Shen, W., Zheng, L., Li, Y.F., Zheng et M., Haapasalo. « Physical properties of 5 root canal sealers ». *Journal of endodontics* 39, n° 10 (2013): 1281-86.

## Table des figures

---

Figure 1 : Vue microscopique du tissu pulpaire distinguant la zone périphérique 1, 2.....	8
Figure 2 : Constitution de la pulpe dentaire.....	9
Figure 3 : Illustration de la compaction du maître cône puis rajoute des cônes accessoires .....	16
Figure 4 : Réchauffeurs et fouloirs endodontiques.....	17
Figure 5 : System B Heat Source.....	17
Figure 6 : Formule chimique développée de l'eugénol.....	22
Figure 7 : Réaction de prise entre l'eugénol et l'oxyde de zinc.....	23
Figure 8 : BioRoot™ RCS .....	29
Figure 9 : FKG TotalFill - Produits d'obturation pré-mélangés.....	31
Figure 10 : Tests de l'activité antibactérienne .....	35
Figure 11 : Pourcentage de matériau de remplissage résiduel.....	39

## Table des tableaux

---

Tableau 1 : Classification Vertucci 1984 .....	10
Tableau 2 : Ciments testés .....	34
Tableau 3 : Tests de solubilité .....	36
Tableau 4 : Mesures du pH.....	37



Vu, le Directeur de thèse

Docteur Romain ORLU

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

Professeur Louis MAMAN

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

Le Doyen Louis MAMAN



# **L'obturation endodontique : évaluation des nouveaux ciments biocéramiques**

## **Résumé :**

Le traitement endodontique d'une dent correspond à la réalisation successive de trois étapes essentielles, à savoir : la mise en forme, la désinfection et l'obturation du réseau endodontique. L'étape qui nous intéresse dans cette thèse est celle de l'obturation canalair qui a pour but d'éviter toute (re)contamination bactérienne du réseau endo-canalair afin de maintenir ou rétablir l'état de santé péri-apicale. Durant cette étape différents matériaux d'obturation peuvent être utilisés. Le plus souvent ils s'utilisent en dualité : un matériau neutre semi-solide compactable appelé matériau core et un ciment de scellement qui permet essentiellement de créer le lien entre le matériau core et les parois dentinaires. Nous allons nous concentrer dans un premier temps sur l'étape d'obturation canalair en elle-même avec ses objectifs et les méthodes praticables. Ensuite nous analysons les matériaux d'obturations plus en détail en commençant par les ciments de scellement traditionnels pour continuer avec les nouveaux ciments biocéramiques qui ont fait leur apparition sur le marché depuis peu. Nous concluons cette thèse par une comparaison entre ces deux types de ciments et essayons de discuter des avantages et inconvénients de ces nouveaux ciments par rapport aux ciments traditionnels.

## **Discipline :**

Endodontie

## **Mots clés fMesh et Rameau :**

Produits d'obturation des canaux radiculaires -- Dissertations universitaires ; Obturation de canal radicaire -- méthodes -- Dissertations universitaires ; Biocéramiques -- Thèses et écrits académiques ; Ciments dentaires -- Thèses et écrits académiques

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