

UNIVERSITE DE NANTES
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année : 2012

N° : 061

**COMPARAISON DE 3 MATERIAUX D'OBTURATION
ENDOCANALAIRE : GUTTA-PERCHA, RESILON ET ENDOREZ.
ANALYSE DE LA LITTERATURE**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée

et soutenue publiquement par

Xavier HUMEAU

Né le 12 Janvier 1987

le 3 Décembre 2012 devant le jury ci-dessous

Président : Monsieur le Professeur A. JEAN

Assesseur : Madame le Docteur B. CASTELOT-ENKEL

Assesseur : Madame le Docteur C. DUPAS

Directrice de thèse : Madame le Docteur V. ARMENGOL

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Pr. Olivier LABOUX
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr. Yves AMOURIQ
Assesseurs	Dr. Stéphane RENAUDIN Pr. Assem SOUEIDAN Pr. Pierre WEISS
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Monsieur Yves AMOURIQ Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur JEAN Alain	Monsieur Philippe LESCLOUS Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOHNE Wolf (<i>Professeur Emérite</i>)	Monsieur BOULER Jean-Michel
Praticiens Hospitaliers	
Madame Cécile DUPAS	Madame Emmanuelle LEROUXEL
Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	Assistants hospitaliers universitaires des C.S.E.R.D.
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Monsieur DENIAUD Joël Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LAGARDE André Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LÉ GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Séréna Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur UNGER François Monsieur VERNER Christian	Monsieur BADRAN Zahi Madame BERTHOU STRUBE Sophie Madame BORIES Céline Madame BOUVET Gaëlle Monsieur CAMPARD Guillaume Monsieur COIRIER François Monsieur DEUMIER Laurent Monsieur FREUCHET Erwan Monsieur FRUCHET Aurélien Madame GOAEMAERE GALIERE Hélène Monsieur LANOISELEE Edouard Madame Eve MALTHIERY Monsieur MARGOTTIN Christophe Madame ODIER Amélie Monsieur PAISANT Guillaume Madame RICHARD Catherine Monsieur Morgan ROLOT Monsieur TOURE Amadou (Assistant associé)

Par délibération, en date du 6 Décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

Table des matières

1. Introduction	6
2. Les matériaux d'obturation endocanaulaire	7
2.1. Généralités sur l'obturation endodontique	7
2.1.1. Rappel historique.....	7
2.1.2. Définition de l'obturation endocanaulaire.....	8
2.1.3. Principes de l'obturation endocanaulaire	8
2.1.4. Objectifs de l'obturation endocanaulaire	8
2.1.5. Propriétés idéales d'un matériau d'obturation canalaire	9
2.1.6. Les composants de l'obturation canalaire	10
2.1.6.1. Les ciments.....	10
2.1.6.2. Les cônes	10
2.1.7. Les techniques d'obturation endocanaulaire	11
2.2. La Gutta-percha.....	12
2.2.1. Historique	12
2.2.2. Formule brute de la Gutta-percha.....	12
2.2.3. Les différentes phases de Gutta-percha.....	13
2.2.4. Les cônes de Gutta-percha	14
2.2.4.1. Composition	14
2.2.4.2. Présentation	14
2.2.5. Les propriétés de la Gutta-percha.....	15
2.2.5.1. Propriétés chimiques	15
2.2.5.2. Propriétés physiques.....	16
2.2.5.3. Propriétés biologiques	17
2.2.6. Conclusion.....	17
2.3. Le système Resilon/Epiphany	17
2.3.1. Introduction	17
2.3.2. Composition	18
2.3.2.1. Cône Resilon	18
2.3.2.2. Système adhésif Epiphany	18
2.3.3. Présentation	19
2.3.4. Propriétés du système Resilon/Epiphany	19
2.3.4.1. Propriétés physiques.....	19
2.3.4.2. Propriétés chimiques	20
2.3.4.3. Propriétés biologiques	20
2.3.5. Le concept monobloc	21
2.3.6. Protocole opératoire	21
2.4. Le système EndoRez	22
2.4.1. Introduction	22
2.4.2. Composition	22
2.4.2.1. Cônes EndoRez	22
2.4.2.2. Ciment EndoRez	22
2.4.3. Fabrication des cônes	23
2.4.4. Présentation	24
2.4.5. Propriétés du système EndoRez	24
2.4.5.1. Propriétés physiques.....	24
2.4.5.2. Propriétés chimiques	25
2.4.5.3. Propriétés biologiques	25
2.4.6. Protocole du fabricant Ultradent	25

3. Revue de la littérature	26
3.1. Introduction	26
3.2. Recherche bibliographique.....	26
3.3. Présentation des articles sélectionnés.....	27
3.3.1. Classification des articles par revue	27
3.3.2. Répartition des articles par année.....	29
3.4. Appréciation du niveau de preuve d'une étude	30
3.5. Analyse de l'étanchéité	31
3.5.1. Gutta-percha en comparaison au système Resilon/Epiphany	33
3.5.2. Gutta-percha en comparaison au système EndoRez	34
3.5.3. Système Resilon/Epiphany en comparaison au système EndoRez	35
3.5.4. Conclusion sur l'étanchéité	35
3.6. Analyse du scellement tridimensionnel.....	39
3.6.1. Gutta-percha en comparaison au système Resilon/Epiphany	41
3.6.2. Gutta-percha en comparaison au système EndoRez	42
3.6.3. Système Resilon/Epiphany en comparaison au système EndoRez	43
3.6.4. Conclusion sur la capacité de scellement tridimensionnel.....	43
3.7. Analyse du retraitement des matériaux d'obturation	46
3.7.1. La Gutta-percha en comparaison au système Resilon/Epiphany	47
3.7.2. Le système EndoRez en comparaison à la Gutta-percha et au système Resilon/Epiphany	48
3.7.3. Conclusion sur le retraitement.....	48
3.8. Analyse de la résistance à la fracture	51
3.8.1. La Gutta-percha en comparaison au système Resilon/Epiphany	52
3.8.2. Le système EndoRez en comparaison à la Gutta-percha et au système Resilon/Epiphany	53
3.8.3. Conclusion sur la résistance à la fracture	53
3.9. Analyse de la biocompatibilité.....	55
3.9.1. Gutta-percha/oxyde de zinc-eugénoL en comparaison au système Resilon/Epiphany.	56
3.9.2. Le ciment EndoRez en comparaison au ciment Epiphany et oxyde de zinc – eugénoL	57
3.9.3. Conclusion sur la biocompatibilité.....	57
3.10. Synthèse	60
4. Conclusion / Discussion :	61
Table des illustrations.....	63
Table des tableaux	64
Références bibliographiques	65
Annexes.....	73

1. Introduction :

L'obturation endodontique est l'étape ultime du traitement endodontique et, est actuellement le seul moyen utilisé en pratique quotidienne pour maintenir le résultat de la désinfection obtenu lors de la préparation canalaire. L'objectif technique consiste à remplir, aussi complètement que possible, la totalité de l'endodonte à l'aide d'un matériau d'obturation.

Le matériau d'obturation canalaire peut être considéré comme un véritable implant car il est en contact avec le tissu vivant, au niveau de la région apicale, et avec le milieu extérieur, indirectement via une restauration coronaire [50]. En conséquence, du fait de sa fonction et de sa localisation, un matériau d'obturation canalaire doit présenter plusieurs propriétés importantes. Par exemple, il doit offrir une étanchéité satisfaisante et être biocompatible.

La recherche de matériaux capables de supprimer la douleur et les problèmes pulpaires associés a été pendant longtemps hasardeuse. Beaucoup de matériaux déjà utilisés par ailleurs en dentisterie ont été essayés avec des effets variables et parfois désastreux [50]. De plus, en règle générale, l'accent était mis sur une seule propriété particulière recherchée, les matériaux alors utilisés avaient des indications limitées.

La Gutta-percha, un composant de l'obturation canalaire, est cependant restée dominante dans les différentes techniques et combinaisons de matériaux préconisés en endodontie depuis plus d'un siècle. Ce n'est qu'au cours des dernières années que la Gutta-percha a été sérieusement remise en question par l'arrivée de matériaux synthétiques résineux.

L'objectif de ce travail est de présenter et comparer par une analyse de la littérature scientifique, 3 matériaux d'obturation endocanalaire : la Gutta-percha, matériau de référence, et 2 matériaux d'obturation récemment mis au point, le Resilon et l'EndoRez.

Dans un premier temps, incluant un rappel sur l'obturation endodontique, nous reprendrons les caractéristiques de chaque matériau d'obturation. Puis, dans un second temps nous exposerons l'analyse de la littérature scientifique et sa synthèse.

2. Les matériaux d'obturation endocanalaire :

2.1. Généralités sur l'obturation endodontique :

2.1.1. Rappel historique :

Les premières traces « d'obturations endodontiques » remontent à l'Empire Romain, aux alentours du II^{ème} siècle après J.C, où l'on a retrouvé la présence d'une épingle en bronze dans une canine de soldat romain [50].

Les premiers matériaux d'obturation endocanalaire étaient des ciments, de l'or ou de l'amalgame. Ils prolongeaient l'obturation coronaire, ce qui ne scellait que la partie coronaire du canal. Les véritables obturations endodontiques ont dû attendre le développement d'instruments capables de façonner correctement le canal afin qu'il puisse recevoir un matériau le remplissant jusqu'à l'apex de la dent [50].

Au milieu du XIX^{ème} siècle, l'introduction de la Gutta-percha en dentisterie a marqué un véritable tournant dans le domaine de l'endodontie. Par ses propriétés thermoplastiques, elle a révolutionné l'obturation canalaire en s'adaptant aux parois. Au cours des 150 dernières années, la Gutta-percha a eu comme seul matériau rival le cône d'argent, mais celui-ci a maintenant largement été abandonné [50].

A la fin du XIX^{ème} siècle, l'évolution des connaissances a montré que l'endodonte pouvait être colonisé par des bactéries. Des matériaux aux propriétés antimicrobiennes ont alors été utilisés et les ciments de scellement sont apparus [50].

Dans les années 1950, Buonocore introduit le concept de collage résineux en dentisterie préventive et restauratrice. Il a fallu plusieurs années pour que ce concept soit exploité en endodontie : les premiers essais relatant l'utilisation de la résine en endodontie remontent à 1978 par Tidmarsh (Cité par Pameijer et Zmener en 2010). Cependant, le fait que la résine ne soit pas radio-opaque et retraitable a retardé son utilisation en pratique courante [40].

Les premiers matériaux d'obturation à base de résine, utilisables au quotidien, sont des agents de scellements à coupler à la Gutta percha. Ce n'est que dans les années 2000, qu'un nouveau système d'obturation canalaire entièrement à base de résine est mis sur le marché, sous le nom de Resilon/Epiphany [40].

Récemment, un nouveau système, l'EndoRez, a été introduit sur le marché : il combine des cônes de Gutta Percha enrobés de résine avec un agent de scellement à base de résine [85].

2.1.2. Définition de l'obturation endocanalaire :

Le traitement endodontique comprend 2 phases principales. La première phase est celle du contrôle microbien, pendant laquelle le canal est nettoyé, désinfecté et mis en forme de manière chimio-mécanique. La seconde phase, qui nous intéresse dans cette présente thèse, est l'obturation endocanalaire qui correspond à l'étape ultime du traitement endodontique. Cette dernière vise à isoler le système canalaire du milieu buccal et du parodonte [17,77].

D'après les recommandations de la Haute Autorité de Santé (2008), l'obturation canalaire ne peut être réalisée que si les 4 conditions suivantes sont réunies :

- nettoyage chimio-mécanique optimal (i.e. canal propre)
- canal sec
- absence de symptôme
- temps disponible suffisant

2.1.3. Principes de l'obturation endocanalaire :

L'obturation endocanalaire ne peut en aucun cas compenser un défaut de parage et/ou de mise en forme. Il est donc nécessaire de respecter les impératifs endodontiques, à savoir, l'élimination des tissus conjonctifs pulpaire, l'élimination des agents pathogènes, le respect de l'anatomie canalaire et du foramen apical, avant de procéder à l'obturation [17].

Dans tous les cas l'obturation doit être :

- tridimensionnelle
- étanche
- durable
- reproductible

2.1.4. Objectifs de l'obturation endocanalaire :

L'obturation du système canalaire consiste à isoler le canal radiculaire principal et ses ramifications collatérales secondaires et accessoires du reste de l'organisme, tout en respectant la limite de l'endodonte. Cette dernière se situe à la jonction cémento-dentinaire, à 1 mm de l'apex radiologique selon Kuttler. En effet, au delà de cette limite commence le parodonte qui contient tous les éléments nécessaires à la cicatrisation apicale. L'obturation étanche, isolant le canal de la septicité buccale, permet grâce à la physiologie de la région apicale, de matérialiser cette cicatrisation par l'apposition d'un bouchon biologique au niveau du cône cémentaire [17, 34, 77].

Ainsi, l'obturation a pour objectifs :

- d'isoler le système canalaire du milieu buccal et du parodonte profond
- d'assurer la pérennité de l'assainissement endocanalaire obtenu lors de la préparation
- de permettre et favoriser la cicatrisation apicale et latéro-radiculaire.

2.1.5. Propriétés idéales d'un matériau d'obturation canalaire : [3, 50]

Le Dr Louis I. Grossman (1902 – 1988), l'un des fondateurs de l'endodontie, a établi une liste de 10 propriétés idéales que doit remplir un matériau d'obturation canalaire (Cf. Tableau 1).

Propriétés idéales d'un matériau d'obturation canalaire selon Grossman	
- doit être introduit facilement dans le système canalaire	- doit être radio-opaque
- doit sceller l'apex et les canaux latéraux	- ne doit pas colorer la structure de la dent
- ne doit pas se réduire après insertion	- ne doit pas irriter les tissus péri-apicaux
- doit être imperméable à l'humidité	- doit être stérile, ou facilement et rapidement stérilisable avant insertion
- doit être bactériostatique, ou au moins limiter la croissance bactérienne	- doit être facilement retiré du canal si c'est nécessaire

Tableau 1 : liste des propriétés idéales d'un matériau selon Grossman, d'après American Association of Endodontists (2009).

Le choix du praticien sur le matériau d'obturation doit être fondé sur 3 éléments :

- matériau répondant aux spécifications de l'American Dental Association et l'International Standards Organization.
- matériau compatible avec les antécédents médicaux du patient.
- matériau correspondant le mieux à la technique d'instrumentation et d'obturation utilisée.

2.1.6. Les composants de l'obturation canalaire :

2.1.6.1. Les ciments : [3, 50]

Autrefois appelés pâte, ils sont nommés maintenant « ciments de scellement canalaire » (canal sealer). Le ciment endodontique est destiné à établir un joint le plus étanche possible entre le/les cône(s) et les parois canalaires. Il participe également à l'obturation du réseau canalaire (canaux latéraux, isthmes, canaux accessoires, delta apicaux...). Les propriétés essentielles requises sont d'adhérer à la dentine et au matériau principal ainsi que d'avoir une résistance de cohésion. De plus, il assure une action lubrifiante sur les cônes. Les nouveaux ciments de scellement sont conçus pour améliorer leur capacité à pénétrer dans les tubules dentinaires et coller, au lieu de simplement adhérer à la dentine et au matériau principal. Il existe 5 grandes classes de ciments de scellement classés selon leur composant principal :

- ciments à base d'oxyde de zinc eugénol
- ciments à base d'hydroxyde de calcium
- ciments résineux
- ciments à base de silicone
- ciments verre ionomère.

2.1.6.2. Les cônes : [3, 50]

Les cônes représentent le plus gros pourcentage, en volume, de l'obturation canalaire. Il existe 4 types de cônes :

Cônes de Gutta percha : il est le plus ancien matériau d'obturation endocanalaire, cependant il reste le plus utilisé grâce à ses propriétés physico-chimiques, thermiques et biologiques. Le seul inconvénient important de ce matériau est qu'il n'adhère pas à la dentine.

Cônes d'argent : ils ont été développés dans le but de remplacer la gutta percha dans certaines situations cliniques. En effet, leur rigidité et flexibilité permettaient l'obturation de canaux fins et courbes là où les cônes de gutta-percha avaient tendance à se plier à l'insertion. Toutefois, ils ne sont plus utilisés, notamment en raison de leur risque de corrosion, entraînant des réactions inflammatoires péri-apicales, et de leur désobturation difficile.

Cônes résineux : ils ont été développés et testés durant plusieurs décennies. Pour autant, ce n'est que récemment que des cônes résineux, produit sous le nom de Resilon, ont pu prétendre remplacer cliniquement la gutta-percha. Leur atout réside dans le fait qu'ils ont des propriétés de manipulation semblables à la gutta-percha, et surtout qu'ils établissent une véritable liaison au ciment de scellement.

Cônes enrobés : ils ont été développés dans le but d'associer les qualités de la résine à celles de la gutta-percha. Deux fabricants se sont intéressés à ce concept. Tout d'abord, Ultradent Corporation, a produit des cônes de gutta-percha enrobés de résine. Puis Brasseler, s'est intéressé à un concept un peu similaire avec des cônes de gutta-percha enrobés de verre ionomère.

2.1.7. Les techniques d'obturation endocanalaire : [3, 55]

Les techniques de base sont :

- Monocône : associe un ciment de scellement avec un cône unique de diamètre et de conicité identique au dernier instrument utilisé pour façonner le canal.
- Condensation latérale à froid : associe un maître cône de diamètre apical correspondant au dernier instrument de préparation avec du ciment. Une condensation latérale avec des spreaders permet l'adjonction de cônes accessoires.
- Condensation verticale à chaud : technique en deux temps. Une première phase descendante consiste à obturer la partie apicale du canal en plaçant un maître cône enrobé de ciment, en le chauffant et en le compactant verticalement avec des pluggers. Puis, la phase ascendante consiste à obturer la partie médiane et coronaire avec des fragments de Gutta-percha chauffés et compactés verticalement.
- Compactage thermomécanique : un cône enduit de ciment est placé dans le canal. Un compacteur monté sur contre-angle plastifie et compacte verticalement et latéralement le matériau.

A côté de cela, on retrouve des techniques dérivées : combinée (latérale systématisée et thermomécanique), compactage en « vague », gutta préchauffée sur un tuteur, système d'injection de Gutta réchauffée...

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés uniquement à la condensation latérale, verticale, et au monocône.

2.2. La Gutta-percha :

2.2.1. Historique : [14, 37, 57]

La gutta-percha est un produit naturel qui provient de la sécrétion d'un arbre exotique malaisien : le Palaquium gutta. Le nom « gutta-percha » correspond à l'association de deux mots :

- GETAH : gomme
- PERTJA : nom de l'arbre en langue Malaise

Bien avant que la gutta-percha soit introduite dans le monde occidental, elle fut utilisée par les indigènes de Malaisie pour fabriquer des manches de couteaux, des bâtons de marche... La première personne, occidentale, à découvrir ce matériau est John Tradescant en 1656. Au début, considérée comme un matériau rare et précieux, on la retrouvait sur des bijoux et des ornements. Puis, elle a été exploitée pour la fabrication de balles de golf et comme isolant de câbles sous-marin.

En médecine, elle a trouvé plusieurs indications diverses et variées comme dans la confection d'attelles ou de cathéters. Elle a également été exploitée dans le contrôle d'hémorragies et pour le traitement de maladies cutanées.

Elle a été introduite en endodontie par Bowman et Hill en 1867.

2.2.2. Formule brute de la Gutta-percha : [14, 37]

La Gutta-percha est un polymère de l'isoprène. A l'inverse du caoutchouc, qui est un isomère cis avec des chaînes moléculaires tortueuses qui lui confèrent son élasticité, la gutta-percha est un isomère trans avec des chaînes plus rectilignes qui lui procurent une rigidité plus importante et une élasticité moindre (Cf. Figure 1).

Sa formule brute est donc $(C_5H_8)_n$ ou trans-polyisoprène 1-4 et son poids moléculaire est de 16 000 à 18 000.

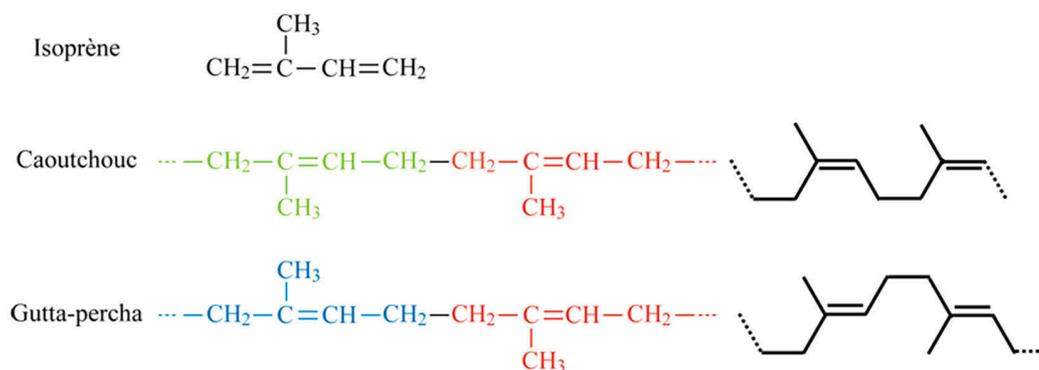


Figure 1 : formule de l'isoprène, du caoutchouc et de la gutta percha d'après Jordana (<http://umvf.univ-nantes.fr>)

2.2.3. Les différentes phases de Gutta-percha : [3, 14, 37, 57]

La Gutta-percha est un matériau thermoplastique. Elle existe sous deux formes cristallines (α et β) qui se différencient par leurs propriétés thermiques et volumétriques. La forme α correspond à la Gutta-percha naturelle, la forme β est la forme commerciale qui a subi un traitement thermique afin d'incorporer d'autres composants et de pouvoir la présenter en cône ; elle apparaît lors du raffinage. Une autre forme instable existe, la forme γ qui est amorphe (Cf. Tableau 2).

Au chauffage, la Gutta-percha passe de la forme β à la forme α vers 46 à 53°C. Puis, elle passe à la forme γ vers 56 à 62°C. Enfin, elle atteint la fusion à 80°C.

Lors du refroidissement, s'il est rapide, elle passe de la forme γ à la forme β aux alentours de 40 à 37°C. S'il est très lent, de l'ordre de moins de 0,5°C/heure, elle passe à la forme α .

Changements de phase au chauffage :



Changements de phase au refroidissement :

Refroidissement $> 0,5^\circ\text{C/h}$: $\gamma \xrightarrow{80^\circ\text{C}} \beta$

Refroidissement $< 0,5^\circ\text{C/h}$: $\gamma \longrightarrow \alpha$

Etant données que les formes α et β ont des propriétés thermiques et volumétriques différentes, leur présentation est différente, ainsi que la manière dont elles sont employées.

La forme β est retrouvée en cône grâce à sa viscosité élevée. Sa fluidité faible et son manque d'adhérence nécessitent un compactage du matériau.

La forme α demande l'utilisation de seringues, capsules ou tuteurs à cause de sa fluidité élevée. Elle possède un caractère collant au chauffage, ce qui augmente l'étanchéité.

Forme	Caractéristiques
α	Viscosité faible, fluide, phase plastique
β	Viscosité élevée, rigide, phase élastique
γ	Forme désordonnée, amorphe

Tableau 2 : caractéristiques des différentes formes de la Gutta-percha d'après Prakash (2005).

2.2.4. Les cônes de Gutta-percha : [3, 14, 37, 46, 50]

2.2.4.1. Composition :

La Gutta-percha utilisée en endodontie n'est pas pure. Les cônes sont composés de :

- oxyde de zinc : 50 à 75%
- gutta percha : 19 à 22%
- sulfate de baryum : 1 à 17%
- cires et résines : 1 à 4%
- colorants (érythrosine...)

La composition est variable d'un fabricant à l'autre ce qui détermine les propriétés finales du cône. La qualité du cône dépend essentiellement des proportions relatives d'oxyde de zinc et de gutta percha. Plus la proportion d'oxyde de zinc augmente, moins le cône est malléable, et plus il est dur et peu thermoplastifiable. Certains fabricants ajoutent également des antimicrobiens, comme l'hydroxyde de calcium, la chlorhexidine ou l'iodoforme.

2.2.4.2. Présentation :

Les cônes de Gutta-percha existent sous deux formes :

- Standardisés ou calibrés : ils sont plus durs car ils possèdent plus d'oxyde de zinc dans leur composition. Ils correspondent au maître cône de l'obturation. On trouve deux types de cônes calibrés :
 - cônes calibrés répondant aux normes ISO : conicité de 2%, diamètres variant de 08 à 140/100 et fonction du code couleur ISO (Cf. Figure 2).



Figure 2 : assortiment de cônes calibrés répondant aux normes ISO (2%) de 08 à 140/100 d'après le fabricant Diadent (<http://www.diadenturope.com>).

- cônes calibrés ne répondant pas aux normes ISO : ils respectent le diamètre et le code couleur associés mais leur conicité est augmentée (4 à 12% chez le fabricant Diadent) (Cf. Figure 3)

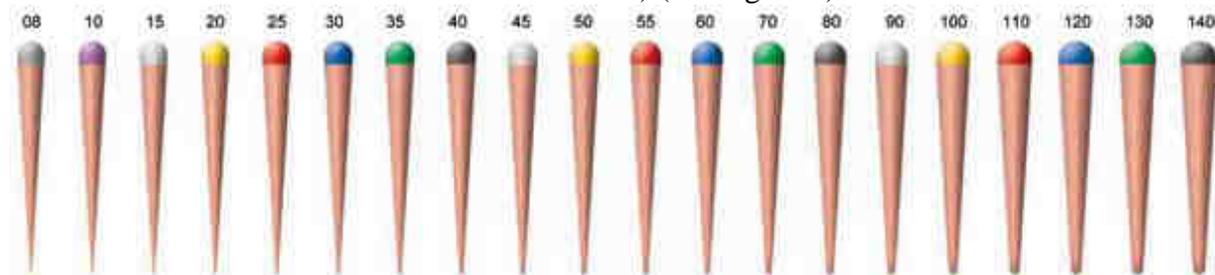


Figure 3 : assortiment de cônes calibrés ne répondant pas aux normes ISO, avec une conicité de 12%, d'après le fabricant Diadent (<http://www.diadenturope.com>).

Couleur	Diamètre	Diamètre	Diamètre
Gris	#8	-	-
Violet	#10	-	-
Blanc	#15	#45	#90
Jaune	#20	#50	#100
Rouge	#25	#55	#110
Bleu	#30	#60	#120
Vert	#35	#70	#130
Noir	#40	#80	#140

Tableau 3 : code couleur ISO et diamètre associé du maître cône, d'après le fabricant Diadent (<http://www.diadenteurope.com>).

- Non normalisés ou non calibrés : ils sont plus souples et correspondent aux cônes accessoires de l'obturation. Leur conicité est variable (de 2 à 6%). Leur diamètre répond soit à une classification allant de X-fine à X-large avec un code couleur associé, ou de A à D sans code couleur (Cf. Figure 4 et Tableau 4).

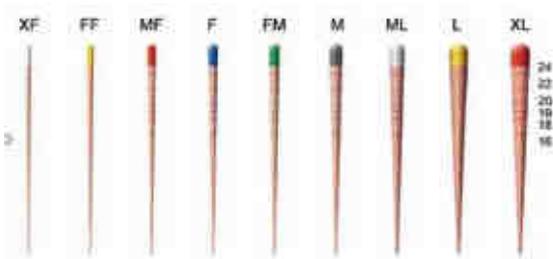


Figure 4 : cônes non calibrés accessoires, d'après le fabricant Diadent.

Couleur	Diamètre	Diamètre
Blanc	X-fine	Medium-Large
Jaune	Fine-fine	Large
Rouge	Medium-fine	X-Large
Bleu	Fine	-
Vert	Fine-Medium	-
Noir	Medium	-

Tableau 4 : code couleur associé au diamètre des cônes accessoires, d'après le fabricant Diadent.

2.2.5. Les propriétés de la Gutta-percha :

2.2.5.1. Propriétés chimiques : [3, 14, 37]

Oxydation : la Gutta percha s'oxyde à l'air et à la lumière, en absorbant jusqu'à 25% d'oxygène. Cela entraîne des modifications physiques et les cônes deviennent cassants. Cependant, ils peuvent retrouver leurs propriétés en les trempant dans de l'eau à 60°C, puis en les refroidissant dans de l'eau glacée. Il est donc nécessaire de les garder au frais et à l'abri de la lumière. De plus, le stockage au réfrigérateur des cônes de gutta-percha prolonge leur durée de conservation.

Solubilisation : la Gutta-percha est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. En revanche, elle est très soluble dans le chloroforme, l'eucalyptol, l'essence de térébenthine ou l'halothane. Cette solubilité est utilisée dans certaines techniques d'obturation, comme le cône moulé, et pour le retraitement endodontique lors de la désobturation.

2.2.5.2. Propriétés physiques : [14, 37]

Couleur de la gutta percha : blanchâtre légèrement rosée.

Densité : de 1,010 à 1,020 g/cm³.

Adhérence à la dentine : aucune, ce qui oblige l'utilisation d'un ciment de scellement.

Conductibilité thermique : faible. La Gutta-percha est un isolant. Elle ne transmet la chaleur que sur quelques millimètres (3 à 5mm) au-delà de la pointe de l'instrument chauffé. En conséquence, lors de la condensation à chaud, un apport de chaleur effectué dans la portion coronaire du canal n'a aucun effet dans la région apicale, d'où la nécessité d'amener les instruments au plus près de la zone de compactage.

Dilatation thermique : élevée. La Gutta-percha réchauffée doit être compactée et maintenue sous pression pour compenser des changements volumétriques qui entraîneraient un manque d'étanchéité par rétraction.

Compressibilité : pas de compression vraie. La Gutta-percha diminue de volume sous la pression à cause d'une déformation et d'un comblement des vides internes du matériau. Il n'y a donc pas de réduction des distances intermoléculaires du polymère. Cette faible résistance à la compression trouve son intérêt dans la condensation à froid qui permet d'adapter la gutta aux parois canalaires.

Elasticité : faible. Les cônes sont cassants. La Gutta percha est malléable et plastique. Elle reste stable dimensionnellement au cours du temps, sans retrouver son volume initial lorsque la contrainte a disparu. Cette constatation a abouti aux techniques de compactage. Le pourcentage d'élongation du matériau est en relation inverse avec la concentration en oxyde de zinc dans les cônes.

Résistance à l'usure et à l'écrasement : faible.

Stabilité volumétrique : la Gutta-percha, ramollie par la chaleur, subit une expansion et se rétracte en refroidissant.

Radio-opacité : obtenue et fonction de la concentration en sulfate de baryum dans le cône.

Rigidité : elle varie d'un fabricant à l'autre et d'un diamètre à l'autre pour une même marque. Elle est plus importante à basse température.

Viscosité : elle varie également selon le fabricant et le diamètre du cône. Elle est inversement proportionnelle à la température. Une trop faible viscosité peut entraîner un risque de dépassement apical.

2.2.5.3. Propriétés biologiques : [14]

Biocompatibilité : la Gutta percha provoque peu ou pas de toxicité.

Activité antibactérienne : en relation avec la présence d'oxyde de zinc.

Résorbabilité de la gutta-percha : non. En cas de dépassement, elle peut être considérée comme un corps étranger.

Stérilisation : de par sa nature, elle est non stérilisable à chaud, elle doit donc être décontaminée par des agents chimiques. Un simple trempage durant 4 à 5 minutes dans l'hypochlorite de sodium (entre 2,5% et 5,25%) suffit pour la décontaminer.

2.2.6. Conclusion :

La Gutta-percha est le matériau d'obturation le plus ancien et reste toujours le plus utilisé. Ses propriétés thermoplastiques et sa relative biocompatibilité en font un matériau de choix utilisable avec de nombreuses techniques d'obturation. Elle peut être utilisée en association avec les 5 grandes classes de ciment de scellement. Cependant, la Gutta-percha a comme inconvénient de ne pas adhérer spontanément à la structure dentinaire, ce qui met en cause sa capacité à prévenir une infiltration bactérienne [41]. Dans le but de remédier à cette insuffisance, de nouveaux matériaux ont été développés comme le Resilon ou l'EndoRez.

2.3. Le système Resilon/Epiphany

2.3.1. Introduction : [6, 40, 51, 77]

Depuis les années 1970, les laboratoires se sont penchés sur le développement d'un matériau d'obturation alternatif à la Gutta percha capable de sceller hermétiquement le canal. L'idée était de concevoir un cône en résine (qui se manipule comme la gutta-percha) capable d'adhérer aux murs canalaires via un système de collage à la dentine. Le scellement formé serait étanche, durerait dans le temps et un tel matériau pourrait prévenir une micro-infiltration bactérienne en cas de perte ou de dégradation de la restauration coronaire. Les recherches ont été longues en raison de la difficulté à obtenir un matériau radio-opaque, retraitable et d'insertion aisée dans le canal. Il a fallu attendre le début des années 2000 pour voir un tel matériau mis sur le marché sous le nom de Resilon. C'est un polymère synthétique se présentant sous forme de cône et qui s'utilise avec un ciment résineux nommé Epiphany constitué d'un primaire auto-mordant et d'un adhésif. Ce système Resilon/Epiphany a été développé par Pentron Clinical (Wallingford, USA). Un autre fabricant a par la suite commercialisé un matériau similaire sous le nom de RealSeal (SybronEndo, USA).

2.3.3. Présentation : [3, 66]

Les cônes Resilon : comme pour les cônes de Gutta-percha, on les retrouve sous deux formes :

- cônes calibrés servant de maître cône. Ils reprennent le code couleur ISO en fonction du diamètre apical. Il existe uniquement des cônes de 2%, 4% et 6% (Cf. Figure 6).
- cônes non calibrés correspondant aux cônes accessoires. Leurs diamètres et conicités sont similaires aux cônes présentés sur la Gutta-percha.

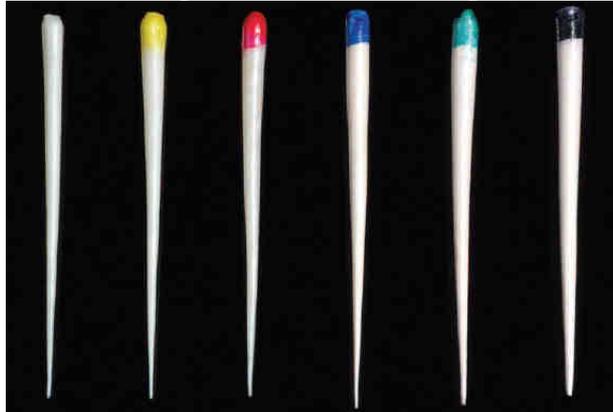


Figure 6 : maître cône Resilon d'après Shipper (2004)

L'amorce Epiphany se présente en flacon et l'adhésif en seringue auto-mélangeuse avec deux compartiments (Cf. Figure 7 et 8).



Figure 7 : amorce Epiphany d'après Shipper (2004)



Figure 8 : adhésif Epiphany d'après Shipper (2004).

2.3.4. Propriétés du système Resilon/Epiphany : [40, 74]

D'après le fabricant, les propriétés du Resilon sont similaires à celles de la Gutta percha, à l'exception de l'adhésion à la dentine qui est bien meilleure grâce au système adhésif entraînant la formation d'un « Monobloc ».

2.3.4.1. Propriétés physiques : [40, 51, 66, 74]

Couleur du cône Resilon : légèrement rosée [74].

Densité : 2,0 g/cm³ (à 20°C) [74].

Adhérence à la dentine : oui, grâce au système Epiphany. Le primaire auto-mordant forme une couche hybride avec la dentine qui se lie avec l'adhésif. Puis l'adhésif se lie au cône via une co-polymérisation [51]. Cela crée un véritable « monobloc ».

Conductibilité thermique : légèrement meilleure que celle de la Gutta percha. Le Resilon est ramolli par la chaleur. En condensation verticale à chaud, sur une distance de 1 à 3 mm depuis la source de chaleur la température est supérieure de 2°C pour le Resilon par rapport à la Gutta-percha [40]. De plus, la polymérisation est accélérée par la chaleur, pour ces raisons, la condensation verticale à chaud est recommandée. [40]

Température de fusion : entre 70 et 80°C [74].

Radio-opacité : très importante, grâce au sulfate de baryum contenu dans le cône et l'adhésif.

Rigidité : les cônes Resilon sont aussi flexibles que ceux de Gutta-percha [66] (Cf. Figure 9).



Figure 9 : flexibilité d'un cône Resilon 35/100 de conicité 4%, d'après Shipper (2004).

Rétraction de polymérisation : oui, c'est le problème majeur (8,1% en moyenne d'après Balguerie E.) [6].

Inhibition de la polymérisation : la présence de ClONa dans le canal affecte la polymérisation car l'oxygène inhibe le radical libre du monomère [58]. Un rinçage final du canal à l'EDTA, à la chlorhexidine ou au sérum physiologique est recommandé.

2.3.4.2. Propriétés chimiques :

Solubilité : le Resilon est insoluble dans l'eau mais l'est dans le chloroforme.

2.3.4.3. Propriétés biologiques : [40]

Activité antibactérienne : aucune.

Stérilisation : comme pour la Gutta-percha, elle est non stérilisable à chaud et cela doit donc être fait pas des agents chimiques. Un trempage dans du ClONa ou de la chlorhexidine 2% suffit pour stériliser les cônes. Cependant, il semblerait que cela altère la surface des cônes.

Biocompatibilité : la cytotoxicité du Resilon est équivalente à celle de la gutta-percha.

Biodégradabilité : point faible du Resilon car la liaison ester du Polycaprolactone peut être clivée par des enzymes présentes dans la salive [6, 40].

2.3.5. Le concept monobloc [40, 76]

L'utilisation de système de collage en endodontie permettrait d'obtenir une obturation dite « monobloc », c'est-à-dire une obturation avec un seul bloc de matériel qui adhère aux murs canalaires. Cela aurait comme intérêt de créer une obturation très étanche et de renforcer la racine obturée.

Selon le nombre d'interfaces, entre la couche hybride dentinaire et le matériau d'obturation principal, on distingue 3 types de monobloc (Cf. Figure 10) :

- monobloc primaire : une seule interface (exemple : obturation au Mineral Trioxyde Aggregate)
- monobloc secondaire : deux interfaces (exemple : système Resilon/Epiphany)
- monobloc tertiaire : trois interfaces (exemple : système EndoRez)

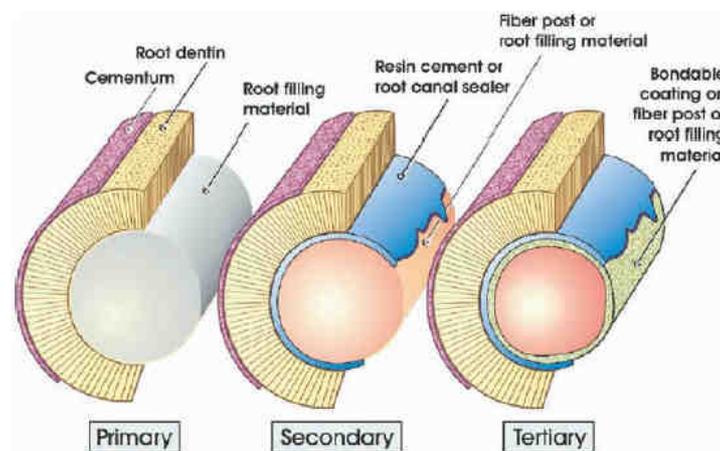


Figure 10 : classification des monoblocs endodontiques, d'après Tay (2007).

Le monobloc Resilon/Epiphany est secondaire avec une interface entre l'adhésif et la couche hybride dentinaire, et une autre interface entre l'adhésif et le cône Resilon.

2.3.6. Protocole opératoire [6]

Il diffère des protocoles classiques. Après sa préparation, le canal est irrigué avec 3mL d'EDTA à 17% pour éliminer la boue dentinaire. Puis, il est rincé non pas avec du ClONa mais avec du sérum physiologique. Il est ensuite séché avec des pointes de papier stériles. Le primaire auto-mordant est appliqué avec une pointe de papier imbibée. L'excédant est éliminé avec une deuxième pointe de papier. L'adhésif est mis en place dans le canal avec une lime K n°15 tournée dans le sens antihoraire ou directement sur les cônes Resilon. La condensation des cônes peut être réalisée avec toutes les techniques classiques : latérale, verticale à chaud, thermo-compactage... Le 1/3 coronaire de l'obturation est photopolymérisé pendant 40 secondes. Le temps de polymérisation de l'adhésif est d'environ 45 minutes.

2.4. Le système EndoRez :

2.4.1. Introduction : [75, 85]

Les avancées récentes sur les techniques adhésives ont montré que les ciments à base de résine méthacrylate pouvaient être intéressants en endodontie. Ils offrent une excellente adhésion aux murs dentinaires mais pas à la Gutta-percha. Deux stratégies ont alors été employées pour pallier à ce problème. La première correspond au système Resilon/Epiphany vu précédemment, qui utilise des cônes entièrement résineux permettant une liaison chimique avec le ciment. La seconde stratégie, plus récente, consiste à utiliser des cônes de Gutta enrobés de résine offrant également une liaison chimique avec le ciment résineux. Ce système est commercialisé sous le nom d'EndoRez (Ultradent). Il comprend les cônes EndoRez et le ciment EndoRez.

2.4.2. Composition :

2.4.2.1. Cônes EndoRez : [85]

Les cônes EndoRez sont constitués de :

- gutta percha
- oxyde de zinc
- sulfate de baryum
- agents colorants
- uréthane di-méthacrylate (UDMA)

On retrouve donc la composition d'un cône de Gutta-percha classique, mais entièrement recouvert d'une fine couche de résine UDMA polymérisée.

2.4.2.2. Ciment EndoRez : [51, 85]

Le ciment de scellement EndoRez est un composite d'obturation endodontique hydrophile et bi-polymérisant (auto et photo-polymérisable). C'est un système auto-mordant de type 1 (SAM 1), c'est-à-dire que l'application de l'acide, du primaire et de l'adhésif se fait en un seul temps. Il est composé d'une base et d'un catalyseur.

La base du ciment EndoRez est composée de : [51, 79, 85]

- charge majoritaire d'oxychlorure de bismuth
- autres charges : lactate de calcium pentahydraté, dioxyde de silicone
- di-uréthane di-méthacrylate. (DUDMA)
- peroxyde de benzol (amorçeur de la polymérisation chimique)
- un photo-amorçeur (pas une quinone)

Le catalyseur est composé de : [51, 80, 85]

- Tri-éthylène glycol di-méthacrylate
- Activateur du Peroxyde de benzoyl : para-toluidine (2,2'-(p-Tolylimino)Diethanol)
- Charge majoritaire d'oxychlorure de bismuth
- Autres charges : lactate de calcium pentahydraté, dioxyde de silicone

La charge représente approximativement 50% en poids du composite. La polymérisation chimique est permise par l'activateur (Para-toluidine) qui décompose l'amorceur (Peroxyde de benzoyl). Alors que la photo-polymérisation se fait par un photon qui décompose un amorceur (qui n'est pas une quinone).

2.4.3. Fabrication des cônes : [76, 85]

Le revêtement en résine du cône de Gutta-percha est fait industriellement par un processus complexe chimique. Une première réaction a lieu entre un groupe isocyanate d'un di-isocyanate et un groupe hydroxyle d'un polybutadiène hydroxytélechélique (PBHT) qui peut se lier au polyisoprène hydrophobe des cônes de Gutta-percha. Ce processus est suivi par le greffage d'un groupe fonctionnel méthacrylate hydrophile à l'autre groupe isocyanate du di-isocyanate (Cf. Figure 11). Cela produit un cône de Gutta-percha enrobé de résine qui peut se lier à un ciment hydrophile à base de résine méthacrylate.

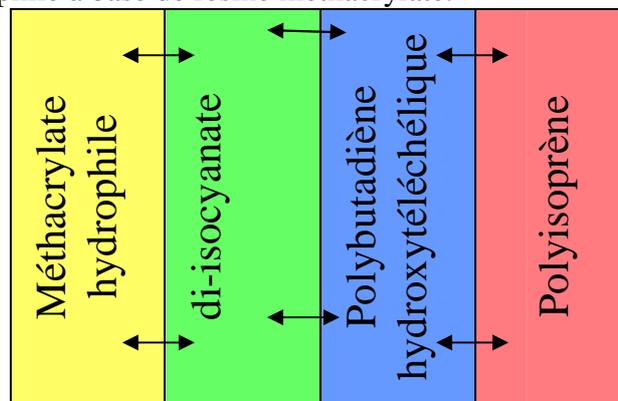


Figure 11 : schéma simplifié des composants et liaisons chimiques réalisant le revêtement en résine des cônes de gutta-percha.

Grâce à cette liaison chimique entre la Gutta percha et la résine, le système EndoRez forme un monobloc tertiaire. Il présente 3 interfaces de liaison (Cf. Figure 12) :

- Entre la Gutta-percha et le revêtement de résine.
- Entre le revêtement de résine et le ciment de scellement.
- Entre le ciment de scellement et la couche hybride dentinaire.

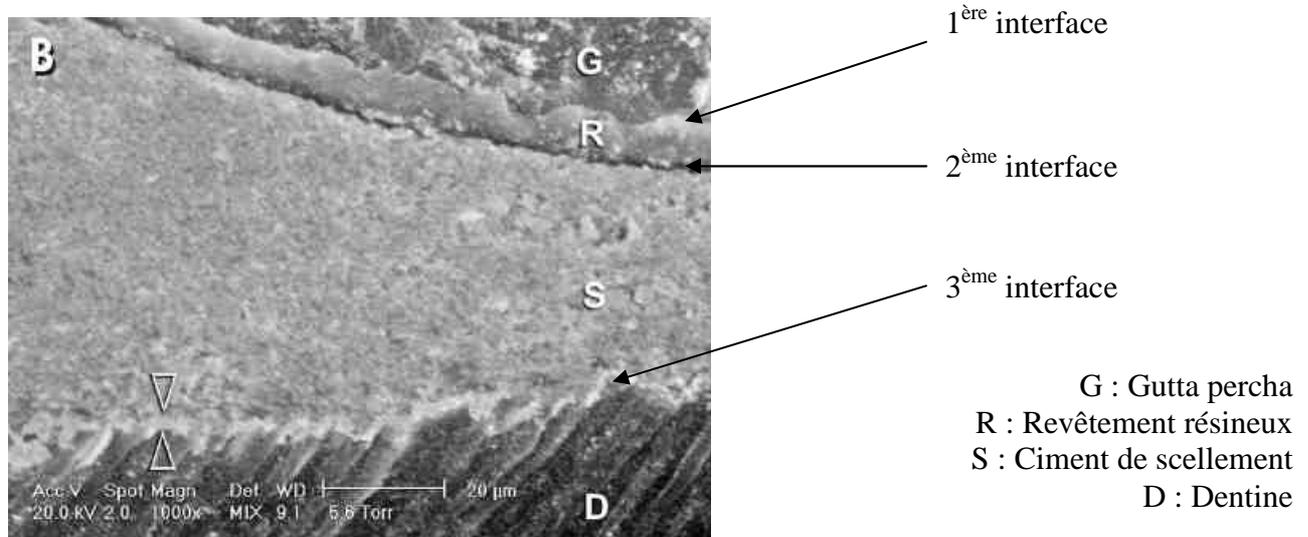


Figure 12 : Photographie au MEB x 1000 d'une section horizontale de racine obturée avec le système EndoRez, d'après Tay (2005)

2.4.4. Présentation :

Les cônes EndoRez : Ultradent propose des cônes calibrés de conicité 2%, 4% et 6% avec un diamètre apical allant de 25/100 à 50/100. Ils reprennent le code couleur ISO (Cf. Figure 13). Ultradent ne propose pas de cônes non calibrés servant de cônes accessoires. Cela s'explique par le fait que la technique de choix prescrite par le fabricant est la technique monocône. Toutefois, il est possible d'effectuer une condensation latérale en utilisant les cônes calibrés.



Figure 13 : Cônes EndoRez de conicité 2%, d'après le fabricant Ultradent.

Le ciment de scellement EndoRez se présente sous forme de seringue auto-mélangeuse avec un compartiment contenant la base et l'autre le catalyseur (Cf. Figure 14).



Figure 14 : Seringue auto-mélangeuse contenant le ciment EndoRez, d'après le fabricant Ultradent.

2.4.5. Propriétés du système EndoRez :

Le système EndoRez ayant dans sa composition de la Gutta-percha et de la résine, on retrouve approximativement leurs propriétés.

2.4.5.1. Propriétés physiques : [42, 79, 80, 82, 85]

Couleur : rose pour les cônes [82], blanc pour la base du ciment [79] et incolore pour le catalyseur [80].

Adhérence à la dentine : bonne par l'intermédiaire du ciment. Sa fluidité et son caractère hydrophile lui permettent une très bonne pénétration des tubulis si la boue dentinaire a été éliminée.

Conductibilité thermique : comme la Gutta-percha. Cependant, même si le système EndoRez peut être utilisé avec toutes les techniques d'obturation, la condensation verticale à chaud n'est pas la technique de prédilection.

Radio-opacité : identique à la Gutta-percha.

Rigidité : le ciment est légèrement plus ductile que la dentine ce qui facilite le retraitement.

Inhibition de la polymérisation : comme pour le système Resilon, la présence d'une couche d'oxygène inhibe la polymérisation et donc peut affecter les propriétés finales du matériau.

2.4.5.2. Propriétés chimiques :

Solubilité : les cônes et le ciment sont solubles dans le chloroforme.

2.4.5.3. Propriétés biologiques :

Biocompatibilité : très bonne. Les cônes et le ciment sont très bien tolérés par les tissus humains et sont très peu cytotoxiques [85].

Activité antibactérienne : oui, d'après *Léonardo* (2009)

2.4.6. Protocole du fabricant Ultradent : [81, 85]

Durant la préparation, la boue dentinaire est retirée entre chaque instrument par une irrigation au ClONa 2,5% à 5,25% et à l'EDTA 17% à 19%. Le rinçage final est réalisé avec de l'EDTA pendant 60 secondes suivi par un rinçage abondant avec de l'eau stérile. Cette étape est très importante pour obtenir une adhésion optimale. Le canal est ensuite séché avec des pointes de papier stériles.

Le maître cône EndoRez est introduit pour vérifier son adaptation puis est retiré. Une seringue spécifique, Skini Syringue (Cf. Figure 15), est remplie de ciment EndoRez à l'aide de la seringue auto-mélangeuse. Puis un embout, le NaviTip (Cf. Figure 16), est choisi selon la longueur de travail (moins 2mm) et visser à la Skini Syringue. Ce système est ensuite descendu dans le canal à la LT-2mm et le ciment est lentement injecté tout en remontant le canal. Une fois le canal rempli, le maître-cône est introduit. D'autres cônes accessoires peuvent être introduits sans condensation latérale. L'extrémité coronaire dépassant peut alors être coupée à l'aide d'un instrument chauffé et la surface est photo-polymérisée 40 secondes. La couche ferme ainsi formée à une épaisseur d'environ 0,5mm et permet de réaliser l'obturation coronaire dans la même séance. La polymérisation chimique complète se fait en 30 minutes environ.



Figure 15 : Skini Syringue, d'après le fabricant Ultradent.



Figure 16 : embouts NaviTips de 4 longueurs différentes, d'après le fabricant Ultradent.

3. Revue de la littérature :

3.1. Introduction :

La Gutta-percha est le matériau d'obturation endocanalaire de choix depuis de nombreuses années. Elle est considérée comme le « gold standard » et possède plusieurs des propriétés idéales. Le système Resilon/Epiphany, entièrement résineux et introduit en 2004, possède d'après le fabricant, des propriétés similaires à la Gutta-percha, à la différence qu'il offre une adhésion à la dentine [65]. A côté de cela, le système EndoRez, couplant Gutta-percha et résine, a été développé. Ces 3 matériaux ont fait l'objet de nombreuses études les comparant afin de déterminer si le Resilon ou l'EndoRez sont capables de remplacer la Gutta-percha utilisée depuis si longtemps.

L'objectif de ce travail est d'effectuer une analyse critique de la littérature internationale récente portant sur la comparaison de ces 3 matériaux. Ceci afin d'établir, dans la limite de la bibliographie recherchée, une hiérarchie de ces 3 matériaux du plus au moins approprié.

Les critères analysés sont les suivants :

- l'étanchéité
- le scellement tridimensionnel
- le retraitement endodontique
- la résistance à la fracture
- la biocompatibilité

3.2. Recherche bibliographique :

Une seule base de données informatique a été utilisée : PUBMED. Les articles écrits en Anglais et en Français ont été inclus et ceux publiés avant 2005 ont été exclus.

Les mots-clés suivant ont été utilisés dans le moteur de recherche :

- « Gutta-percha »
- « Resilon/Epiphany »
- « EndoRez »
- « Root canal filling material »
- « Leakage »
- « Retreatment »
- « Biocompatibility »
- « Root fracture resistance »
- « Sealing ability »

Plusieurs recherches ont été nécessaires en utilisant sélectivement ces mots-clés. Elles se sont déroulées entre Décembre 2011 et Juin 2012. Par la suite, une recherche ascendante, via les références bibliographiques des articles sélectionnés, a permis d'obtenir d'autres articles.

3.3. Présentation des articles sélectionnés :

Cette recherche bibliographique a permis de sélectionner 46 articles de la littérature internationale. Tous ces articles ont été publiés en Anglais entre 2005 et 2012.

3.3.1. Classification des articles par revue :

Dans le tableau suivant (Cf. Tableau 5), les revues ont été classées par ordre d'importance en fonction de leur facteur d'impact. Le facteur d'impact (FI) représente, pour une année donnée, le rapport entre le nombre de citations et le nombre d'articles publiés par un journal, sur une période de référence de deux ans. Il mesure donc la fréquence moyenne avec laquelle l'ensemble des articles de ce journal est cité pendant une période définie. Un journal avec un FI élevé est ainsi considéré comme plus important qu'un journal avec un FI faible. Les articles provenant de la même revue ont ensuite été classés par année de publication.

Tableau 5 : classification des articles sélectionnés par revue.

<i>Revue (Facteur d'impact 2011)</i>				
	Réf. Bibl.	Auteurs	Année	Pays
<i>Journal of Dentistry (2.947)</i>				
	[4]	Azar et coll.	2010	Iran
<i>Journal of Endodontics (2.880)</i>				
	[15]	De Oliveira et coll.	2006	Etats-Unis
	[24]	Epley et coll.	2006	Etats-Unis
	[69]	Sousa et coll.	2006	Brésil
	[27]	Grande et coll.	2007	Etats-Unis
	[28]	Hammad et coll.	2007	Royaume-Uni
	[59]	Raina et coll.	2007	Etats-Unis
	[29]	Hammad et coll.	2008	Royaume-Uni
	[68]	Somma et coll.	2008	Etats-Unis
	[87]	Zmener et coll.	2008	Argentine
	[30]	Hammad et coll.	2009	Royaume-Uni
	[35]	Herbert et coll.	2009	Autriche
	[62]	Scaparo et coll.	2009	Brésil
	[26]	Garcia et coll.	2010	Brésil
	[86]	Zmener et coll.	2010	Argentine
	[48]	Monteiro et coll.	2011	Inde
	[67]	Shokouhinejad et coll.	2011	Iran

<i>International Endodontic Journal (2.179)</i>				
	[71]	Susuni et coll.	2006	France
	[44]	Mamootil et Messer	2007	Australie
	[52]	Paqué et Sirtes	2007	Suisse
	[53]	Patel et coll.	2007	Royaume-Uni
	[9]	Bouillaguet et coll.	2008	Suisse
	[10]	Brackett et coll.	2008	Etats-Unis
	[20]	Eldeniz et Orstavik	2009	Norvège
	[38]	Karapinar et coll.	2009	Turquie
	[2]	Al-Hiyasat et coll.	2010	Jordanie
	[45]	Marfisi et coll.	2010	Italie
	[43]	Lertchirakarn et coll.	2011	Thaïlande
<i>Journal of Oral Rehabilitation (1.529)</i>				
	[64]	Sevimay et coll.	2005	Turquie
<i>Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology (1.457)</i>				
	[63]	Schäfer et coll.	2007	Allemagne
	[83]	Williamson et coll.	2009	Etats-Unis
	[39]	Karapinar et coll.	2010	Turquie
	[49]	Nawal et coll.	2011	Inde
<i>Journal of the Canadian Dental Association (1.000)</i>				
	[11]	Brodrumlu et coll.	2008	Turquie
<i>Australian Endodontic Journal (0.958)</i>				
	[31]	Hanada et coll.	2010	Japon
<i>Indian Journal of Dental Research (0.665)</i>				
	[8]	Bortolini et coll.	2010	Brésil
<i>Journal of Applied Oral Science (0.575)</i>				
	[19]	Dultra et coll.	2006	Brésil
<i>Brazilian Dental Journal (0.396)</i>				
	[25]	Faria et coll.	2011	Brésil
<i>Journal of Conservative Dentistry (non communiqué)</i>				
	[5]	Baba et coll.	2010	Inde
	[41]	Kumar et coll.	2011	Inde
	[13]	Chadha et coll.	2012	Inde
<i>Endodontology (non communiqué)</i>				
	[58]	Rai et coll.	2009	Inde
	[47]	Metkari et coll.	2011	Inde
<i>Stomatologija (non communiqué)</i>				
	[18]	Drukteinis et coll.	2009	Lituanie
<i>Revista Odonto Ciência (non communiqué)</i>				
	[70]	Souza et coll.	2012	Etats-Unis
<i>Journal of Oral Science (non communiqué)</i>				
	[84]	Zarei et coll.	2009	Iran

3.3.2. Répartition des articles par année :

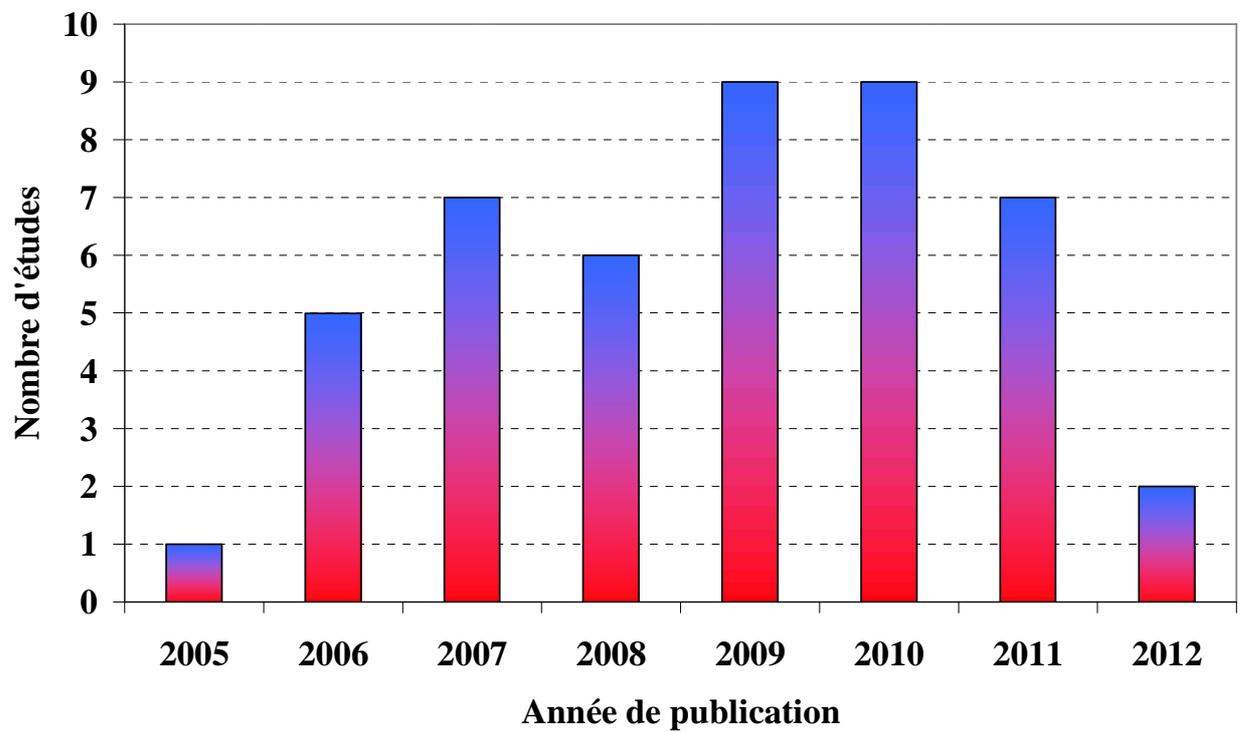


Figure 17 : histogramme représentant le nombre d'articles par année de publication.

3.4. Appréciation du niveau de preuve d'une étude :

Le niveau de preuve d'une étude caractérise la capacité de l'étude à répondre à la question posée. Cette capacité se juge, d'une part, par la correspondance de l'étude au cadre du travail (sujet, population, paramètres de jugement pris en compte), et d'autre part par les caractéristiques suivantes [33] :

- l'adéquation entre le protocole d'étude et la question posée.
- l'existence ou non de biais importants dans la réalisation (en particulier l'adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude).
- la puissance de l'étude (en particulier la taille de l'échantillon).

L'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES) dans son guide d'analyse de la littérature publié par la Haute Autorité de Santé (HAS 2000) propose, d'après les composantes vues ci-dessus, 3 grades de recommandation (A, B et C) liés au niveau de preuve scientifique fourni par la littérature (Cf. Tableau 6) :

Grade de Recommandation	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
<u>Grade A</u> (Preuve scientifique établie)	<u>Études de fort niveau de preuve :</u> - A1 : Essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur. - A2 : Méta-analyse d'essais contrôlés randomisés. - A3 : Analyse de décision basée sur des études bien menées.
<u>Grade B</u> (Présomption scientifique)	<u>Études de niveau intermédiaire de preuve :</u> - B1 : Essais comparatifs randomisés de faible puissance. - B2 : Études comparatives non randomisées bien menées. - B3 : Études de cohorte.
<u>Grade C</u> (Faible niveau de preuve scientifique)	<u>Études de moindre niveau de preuve :</u> - C1 : Études de cas-témoin. - C2 : Études comparatives comportant des biais importants. - C3 : Études rétrospectives. - C4 : Série de cas. - C5 : Études épidémiologiques descriptives.

Tableau 6 : représentant les Grades de recommandations d'après l'ANAES (2000).

L'histogramme suivant (Cf. Figure 18) représente le nombre d'articles par niveau de preuve qui ont été analysés. On remarque qu'aucun article de niveau de preuve élevé (Grade A) n'a pu être recensé d'après la recherche bibliographique :

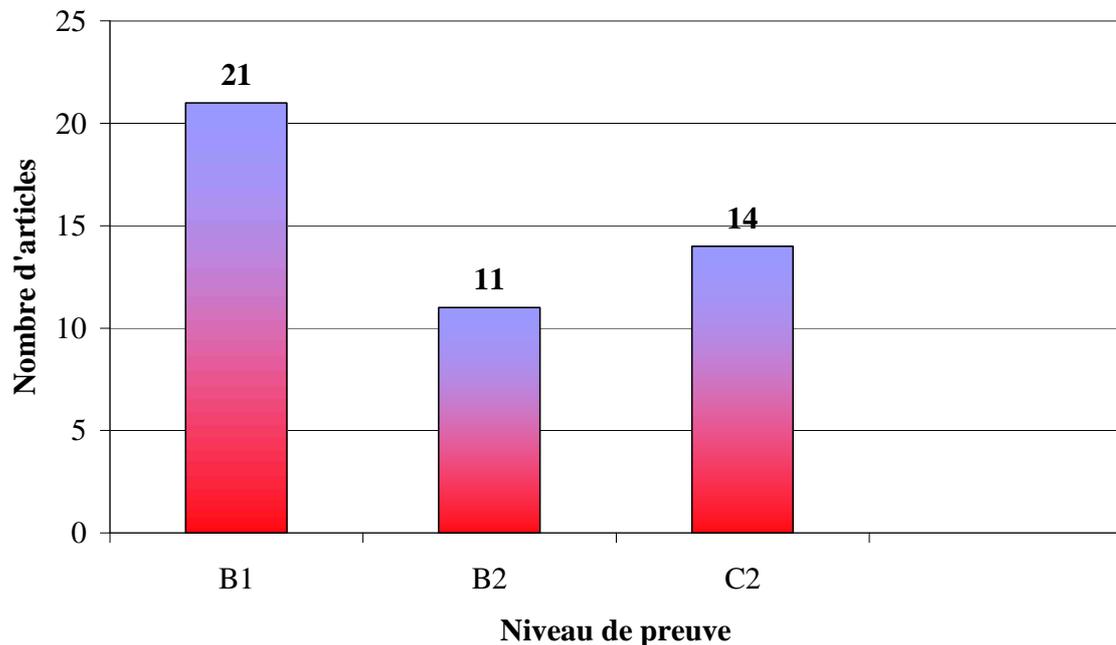


Figure 18 : histogramme représentant le nombre d'articles par niveau de preuve.

→ Le détail de l'analyse du niveau de preuve se trouve en annexe.

3.5. Analyse de l'étanchéité :

Un des objectifs de l'obturation endodontique est d'isoler le système canalaire du milieu buccal et du parodonte profond grâce à une obturation étanche. La perte d'étanchéité a été définie par l'American Association of Endodontists comme le mouvement de fluides tissulaires péri-radiculaires, de micro-organismes et de leurs toxines le long de l'interface entre les parois dentinaires et les matériaux d'obturation canalaire.

La complexité de l'anatomie du système canalaire, notamment la présence de multiples foramina et de canaux accessoires dans le tiers apical, fournit des voies favorables à la survenue de micro-infiltrations [13].

13 articles ont été analysés pour l'étanchéité (6 de niveau B1, 2 de niveau B2 et 5 de niveau C2). Pour la Gutta-percha, il a été pris en compte les études portant sur la Gutta-percha associée au ZOE ou au ciment AH plus (Dentsply, ciment à base de résine époxy). Toutes les études portant sur le Resilon utilisaient l'adhésif Epiphany. Enfin, pour l'EndoRez des études associant cône de Gutta-percha et ciment EndoRez ont été intégrées en raison de la trop récente commercialisation des cônes EndoRez.

Afin d'évaluer la capacité de scellement des matériaux d'obturation endocanalaire, plusieurs méthodes in vitro ont été décrites. Parmi les 13 articles analysés sur l'étanchéité on retrouve les méthodes suivantes :

- Pénétration d'un colorant : [19, 41, 47, 58, 87] technique la plus utilisée. Elle consiste en une mesure linéaire de pénétration d'un colorant entre les parois canalaires et le matériau. Les échantillons ont une partie immergée apicale le plus souvent ou coronaire (Cf. Figure 19). Puis, les mesures sont obtenues après préparations des échantillons par usure (coupes longitudinales) ou par section (coupes transversales). Le colorant le plus utilisé est le bleu de méthylène grâce à son faible poids moléculaire. On utilise également l'encre de chine [19], et la mesure se fait après diaphanisation de la dent (transformation translucide de la dent).

- Pénétration de bactéries [20, 49, 83] : le modèle est composé d'une chambre supérieure contenant la ou les bactérie(s). Dans la chambre inférieure, l'apex est immergé dans un *Brain Heart Infusion Broth* (BHIB). L'étanchéité est mesurée par la présence ou non de turbidité dans la chambre inférieure (Cf. Figure 20). Ceci signifie un passage de bactéries de la chambre supérieure à inférieure via l'obturation. Il est possible d'utiliser également de la salive [18] ou du glucose [39]. Avec ce dernier traceur, on mesure la concentration en glucose de la chambre inférieure au cours du temps.

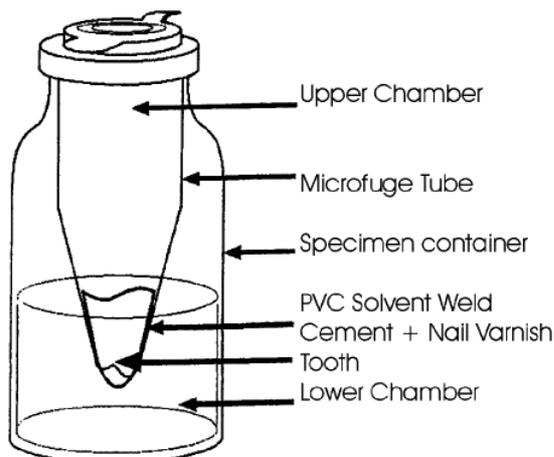


Figure 19 : modèle d'étude de l'étanchéité apicale par pénétration de colorant d'après Pitout (2006).

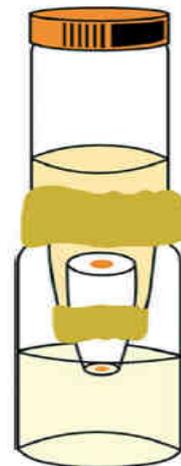


Figure 20 : modèle d'étude de l'étanchéité coronaire par pénétration de bactéries, d'après Eldeniz (2009).

- Méthode des fluides sous pression [9, 52, 59] : consiste à mesurer le mouvement des fluides au sein du spécimen par déplacement d'une bulle d'air à l'intérieur d'un capillaire. La racine obturée est reliée à sa partie coronaire ou apicale à un tube rempli d'eau sous une légère pression (Cf. Figure 21). L'intérêt de cette méthode est qu'elle est non invasive et donc reproductible dans le temps.

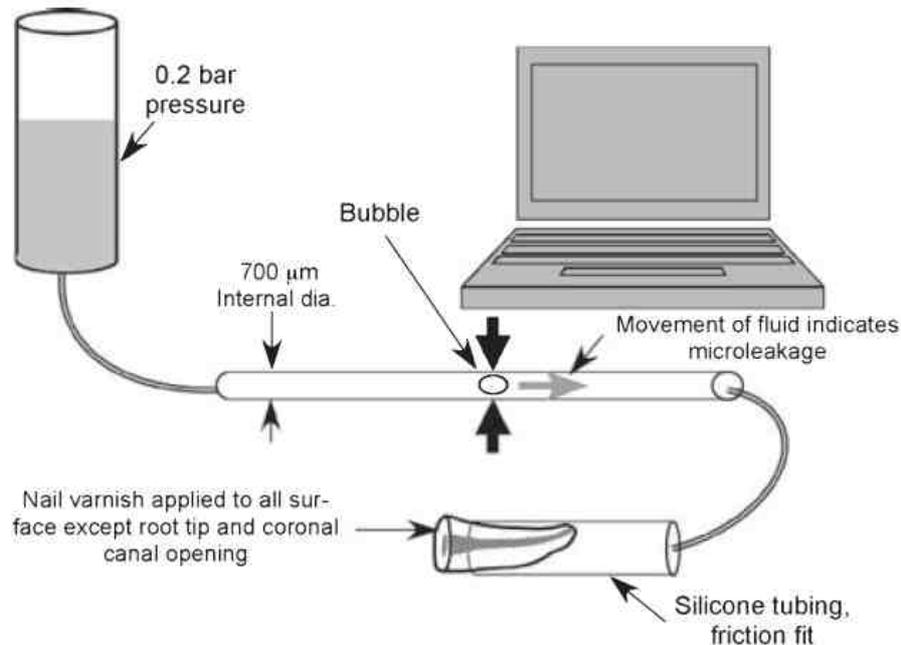


Figure 21 : mesure des fluides sous pression, le déplacement de la bulle d'air permet de mesurer l'étanchéité de l'obturation, d'après Bouillaguet (2008).

3.5.1. Gutta-percha en comparaison au système Resilon/Epiphany :

10 articles les ont comparés [9, 19, 20, 39, 47, 49, 52, 59, 83, 87]. D'une manière générale, les études montrent que les obturations avec le système Resilon sont plus étanches que celles avec des cônes de Gutta-percha associés au ZOE ou à l'AH plus (9 études sur 10). Cependant, seulement 4 études [20, 47, 49, 87] trouvent significativement le Resilon plus étanche que la Gutta-percha. Les autres études [9, 19, 39, 59, 83] ne trouvent pas de différence significative entre le Resilon et la Gutta-percha. Une seule étude [52], trouve significativement la Gutta-percha plus étanche que le Resilon, 16 mois après l'obturation (Cf. Figure 22). Cette étude est la seule se déroulant sur une période importante. Ce résultat met en avant la dégradation des polymères dans le temps, bien connue en odontologie restauratrice.

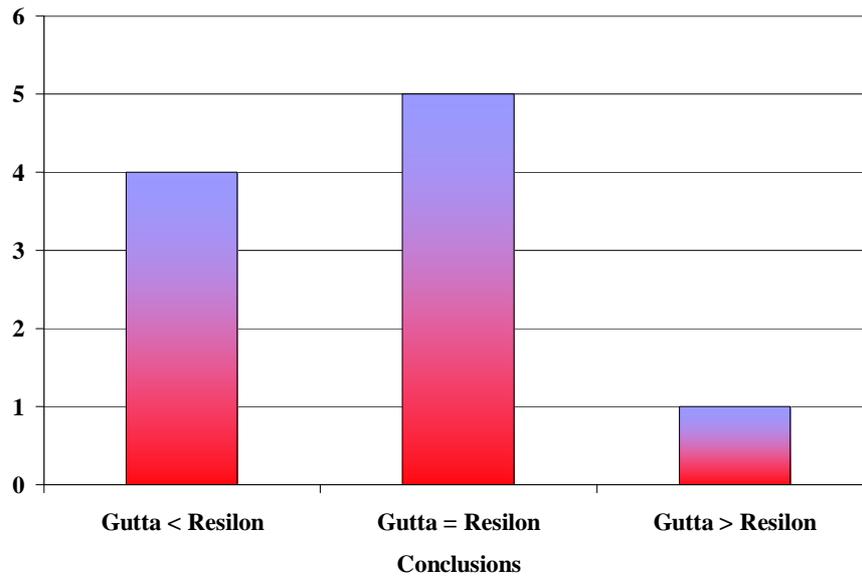


Figure 22 : histogramme représentant le nombre d'études comparant l'étanchéité de la Gutta et du Resilon et fonction de leurs conclusions.

Conclusion : d'après ces études, le Resilon apparaît plus étanche que la Gutta-percha à court terme. Cependant, le manque d'études à long terme ne permet pas de conclure sur une réelle supériorité de l'étanchéité du Resilon par rapport à la Gutta-percha.

3.5.2. Gutta-percha en comparaison au système EndoRez :

6 articles les ont comparés [18, 19, 20, 39, 41, 87]. Seulement la moitié d'entre eux ont utilisés le système complet EndoRez, cône + ciment [20, 39 et 87]. 4 articles ne trouvent pas de différence significative sur l'étanchéité entre la Gutta et le système EndoRez [18, 19, 20, 39]. Un article [87], trouve significativement l'EndoRez supérieure à la Gutta-percha. De même, un article [41], trouve l'inverse de manière significative (Cf. Figure 23).

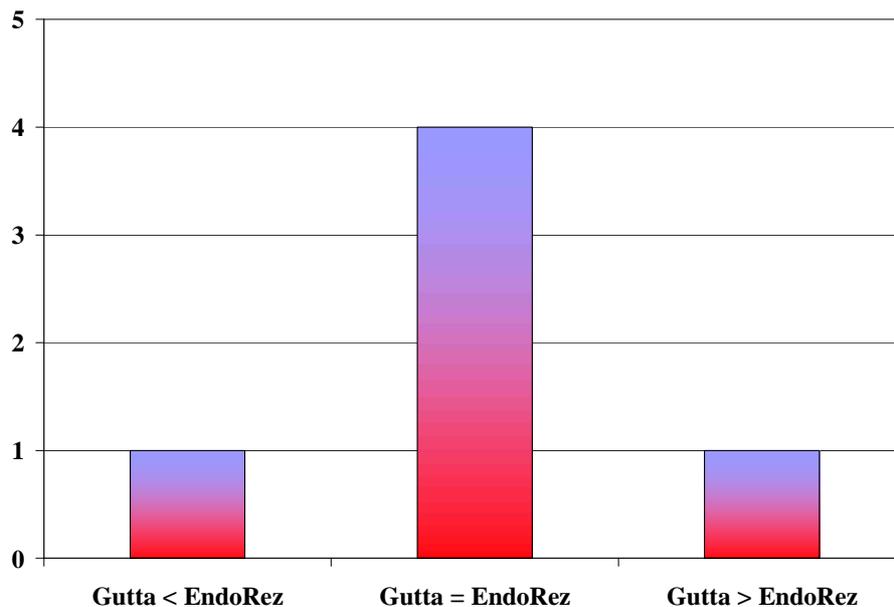


Figure 23 : histogramme représentant le nombre d'études comparant l'étanchéité de l'EndoRez et de la Gutta et fonction de leurs conclusions.

Conclusion : aucune conclusion ne peut être avancée sur une éventuelle étanchéité supérieure de l'EndoRez en comparaison à la Gutta-percha. Encore une fois, il manque des études se déroulant sur des périodes plus longues, ainsi que des études sur le système complet EndoRez, cône + ciment.

3.5.3. Système Resilon/Epiphany en comparaison au système EndoRez :

5 articles les ont comparés [19, 20, 39, 58, 87]. Toutes les études ont montré une étanchéité supérieure du Resilon par rapport à l'EndoRez. Mais seulement 2 d'entre elles [20] et [58] ont trouvé cette supériorité significative.

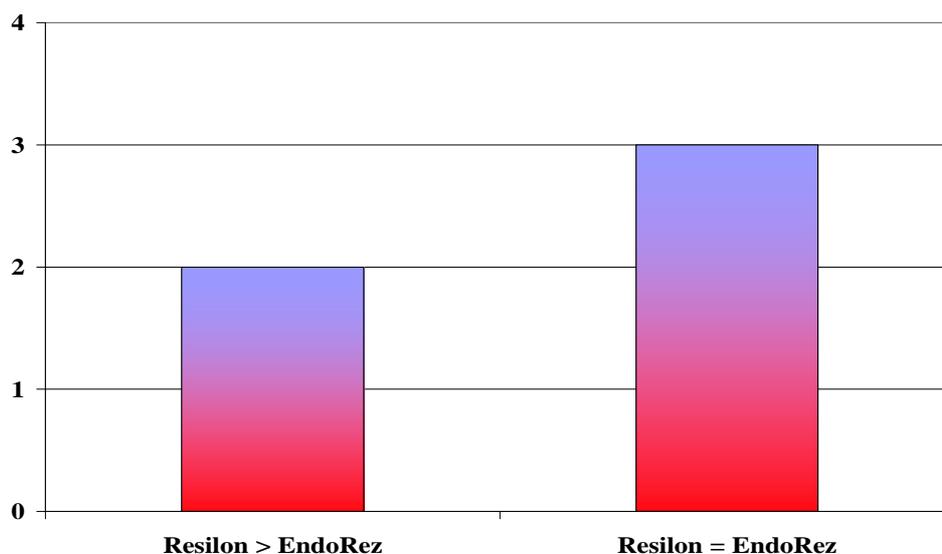


Figure 24 : histogramme représentant le nombre d'études comparant l'EndoRez et le Resilon et fonction de leurs conclusions.

Conclusion : à première vue, le système Resilon apparaît plus performant en termes d'étanchéité que le système EndoRez. Toutefois, il est difficile de comparer l'étanchéité de ses deux systèmes en condensation latérale étant donné que l'EndoRez a été développé pour une utilisation préférentielle en technique monocône. Il serait donc plus judicieux de comparer ces deux systèmes en respectant le protocole des fabricants c'est-à-dire en monocône pour l'EndoRez et en condensation latérale pour le Resilon.

3.5.4. Conclusion sur l'étanchéité :

Les évaluations ont montré unanimement qu'**aucun matériau ne pouvait empêcher les micro-infiltrations** [18], [41], ce qui remet en question le concept « monobloc » du Resilon avancé par le fabricant [83]. Cependant, on trouve une grande disparité sur leurs conclusions. Certains trouvent le Resilon plus étanche que la Gutta et l'EndoRez ou inversement. D'autres ne trouvent pas de différence significative entre les différents matériaux.

La comparaison des résultats est rendue difficile pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les **méthodes d'évaluations sont différentes** d'une étude à une autre [9, 18, 20, 39, 49]. Un test de pénétration de colorant ne donne pas forcément les mêmes résultats qu'un test de pénétration bactérienne où il faut attendre que l'infiltration ait traversé toute la racine [65].

Ensuite, des variables propres au **protocole d'obturation changent** d'une étude à une autre comme le séchage du canal [87], l'irrigation finale au ClONa ou au sérum physiologique [58]. De plus, la majorité des études se déroulent sur une **période courte** [52]. Cela peut fausser les résultats car les résines se dégradent dans le temps [20, 52, 65]. On n'aura donc pas les mêmes résultats à court et long termes. Enfin, toutes **ces études sont in-vitro et ne sont pas transposables cliniquement** [65].

Par conséquent, avant que toutes conclusions significatives puissent être établies, il est nécessaire d'effectuer des études aux méthodes standardisées afin de faciliter la comparaison, à long terme, et clinique.

Le tableau suivant (Cf. Tableau 7), classe les articles traitant de l'étanchéité en fonction du niveau de preuve et reprend leurs conclusions. On remarque que le niveau de preuve a ici peu d'incidence sur les résultats puisque quel que soit le niveau de preuve ils sont similaires.

Tableau 7 : analyse des articles traitant de l'étanchéité.

Année Références 1 ^{er} Auteur	Gutta percha		Resilon/Epiphany	EndoRez		Nombre de canaux	durée	Modèle d'étanchéité (voie d'infiltration)	Technique d'obturation	Résultats et conclusion	Niveau de preuve
	+ ZOE	+ AH plus		Ciment	Cône + ciment						
2006 [19] Dultra F.	x	x	x	x		40	7 jours	Test de pénétration de colorant (apicale)	CLF ¹	- Gutta/ZOE montre une pénétration apicale de colorant plus importante (0,83mm) par rapport aux autres (résultat significatif). - Pas de différence significative entre Resilon/Epiphany (0 mm), Gutta/EndoRez (0,32 mm), et Gutta/AHplus (0,02 mm).	B1
2007 [52] Paqué F.		x	x			100	Immédiat & à 16 mois	Test des fluides sous pression (Apicale)	CLF ¹ & CVC ²	- Immédiat : pas de différence significative entre Resilon et Gutta-percha - A 16 mois : Gutta-percha significativement supérieure au Resilon. - Perte étanchéité très importante en 16 mois pour le Resilon (29/40 échantillons ont une fuite id° au contrôle +). - Amélioration de l'étanchéité faible pour la Gutta.	B1

2009 [18] Drukteinis S.		x			x	60	75 jours	Test de pénétration de salive (coronaire)	CLF ¹	- Pénétration de salive plus rapide pour GP/AH+ (18,68 jours en moyenne) que EndoRez cône/ciment (28,28 jours). - Aucun n'empêche l'infiltration et les résultats sont non significatifs.	B1
2009 [20] Eldeniz A.		x	x		x	144	40 jours	Test de pénétration bactérienne (coronaire)	M ³	- Seuls 4 échantillons sur 15 obturés au Resilon ont montré une fuite au bout de 40 jours. - Tous les échantillons obturés à l'EndoRez et à la Gutta ont présenté une fuite au bout, respectivement de 5 et 4 jours en moyenne. - Resilon significativement plus étanche qu'EndoRez et Gutta. Pas de différence significative entre ces deux derniers.	B1
2011 [41] Kumar A.	x				x	66	7 jours	Test de pénétration de colorant (Apicale)	CLF ¹	- Pénétration de colorant AH plus < EndoRez et AH plus significativement plus étanche que EndoRez.	B1
2011 [49] Nawal R.		x	x			40	30 jours	Test de pénétration bactérienne (coronaire)	CLF ¹	- 70% des échantillons Gutta ont montré une fuite dans les 30 jours (au bout de 7 jours pour le 1 ^{er}). - 30% des échantillons Resilon ont montré une fuite dans les 30 jours (au bout de 10 jours pour le 1 ^{er}). → Resilon significativement supérieur à la Gutta.	B1
2009 [83] Williamson A.		x	x			70	40 jours	Test de pénétration de bactéries (coronaire)	CLF ¹ & CVC ²	- En condensation latérale : Resilon et gutta ont les mêmes résultats (respectivement 15 et 16 jours en moyenne pour l'infiltration totale de l'obturation). - En condensation verticale : Resilon >> Gutta (25 vs 11 jours). - MAIS aucune différence significative.	B2

2011 [47] Metkari S.	x	x	x		64	7 jours	Test de pénétration de colorant (apicale)	CLF ¹	<ul style="list-style-type: none"> - Pénétration du colorant GP/ZOE >> GP/AHplus > Resilon. - Résultat significatif entre GP/ZOE et les deux autres groupes. - Pas de différence significative entre Gutta/AHplus et Resilon/Epiphany. 	B2
2007 [59] Raina R.		x	x		32	Im-médiat	Test des fluides sous pression et fonction de la longueur radiculaire (coronaire)	CVC ²	<ul style="list-style-type: none"> - De 17 mm à 8 mm, le Resilon n'est significativement pas plus étanche que la Gutta même si les résultats sont meilleurs. - En dessous de 8 mm d'obturation le Resilon apparaît significativement plus étanche (mais à 6mm d'obturation les résultats ne sont plus exploitables). → Resilon et Gutta non étanches complètement. 	C2
2008 [9] Bouilla-guet S.	x	x	x		40	6h, 12h, 24h et 1an	Test des fluides sous pression (apicale)	M ³	<ul style="list-style-type: none"> - A chaque période d'étude le débit du groupe ZOE >AH plus > Resilon. -ZOE significativement moins étanche que les autres à 1 an. - Pas de différence significative à 24h. - Aucun matériau ne permet un scellement étanche. 	C2
2008 [87] Zmener O.	x		x	x	76	7 jours	Test de pénétration de colorant (Coronaire)	M ³	<ul style="list-style-type: none"> - Etanchéité de la GP significativement inférieure à celle de Resilon et EndoRez. - Pas de différence significative entre Resilon et EndoRez. 	C2
2009 [58] Rai K.			x	x	75	7 jours	Test de pénétration de colorant (apicale)	M ³	<ul style="list-style-type: none"> - Pénétration du colorant GP/EndoRez > Resilon/Epiphany (1,747 vs 1,2 en moyenne). - Différence significative entre les deux. 	C2

2010 [39] Karapinar- Kazandag M.	x	x	x	120	4 sem.	Test de pénétration du glucose (coronaire)	M ³ & CLF ¹	- La concentration en glucose augmente au cours du temps dans tous les échantillons (résultat significatif).	C2
								- Concentration en glucose du groupe EndoRez >> Gutta > Resilon (respectivement 1,025 vs 0,434 vs 0,294 mg/l). Pas de différence significative entre les groupes.	

CLF¹ : Condensation Latérale à Froid.

CVC² : Condensation Verticale à Chaud.

M³ : Monocône.

3.6. Analyse du scellement tridimensionnel :

Quelques études sur l'étanchéité ont complété brièvement leurs résultats par une analyse du scellement tridimensionnel [9, 41, 49]. Cela en sectionnant certains échantillons puis en observant l'adaptation de l'obturation aux murs dentinaires.

Le système endocanalair possède une anatomie très complexe avec de multiples foramina, des deltas apicaux, des canaux latéraux et accessoires [70] (Cf. Figure 25). De plus, les parois canalaires sont tapissées par les orifices des tubulis dentinaires. Tout cela rend difficile le scellement complet de l'endodonte. Un matériau d'obturation idéal doit combler l'ensemble de ces irrégularités grâce à son ciment de scellement. Ce dernier permet d'avoir une plus large interface matériau/dentine, d'augmenter la rétention par sa pénétration dans les tubulis et de diminuer les micro-fuites. Un bon scellement tridimensionnel via le ciment contribue donc à assurer l'étanchéité et la pérennité du traitement endodontique.



Figure 25 : molaire colorée et décalcifiée montrant la complexité du système canalair, d'après Carotte (2004).

10 articles ont été analysés sur la capacité de scellement (6 de niveau B1, 3 de niveau B2 et 3 de niveau C2). Etant donnée que la technique d'obturation influence de manière importante cette capacité [44], seules les études utilisant la technique de condensation latérale à froid ont été retenues. Comme pour les études sur l'étanchéité, celles associant Gutta-percha et ZOE ou AH plus ont été conservées. Pour le système EndoRez, il a été inclus les études combinant cône de Gutta-percha et ciment EndoRez.

Plusieurs méthodes permettent d'analyser cette capacité de scellement. Tout d'abord, la technique la plus employée consiste à sectionner longitudinalement les racines, puis analyser la pénétration (en μm) du ciment de scellement dans les tubulis dentinaires au Microscope électronique à balayage [8, 13, 44, 64, 67] ou au Microscope confocal [53]. Cette technique a pour avantage de permettre une vision très détaillée des tubulis. Cependant, elle présente un risque de création d'artéfacts lors de la préparation des échantillons [44].

Une autre technique consiste à mesurer, à l'aide d'un stéréo-microscope, le pourcentage de vide sur des sections perpendiculaires à l'axe de la dent [24, 35]. Comme précédemment, cette technique a pour désavantage un risque d'artéfact lors des sections.

Deux études ont utilisé la radiographie pour évaluer la capacité de scellement [35, 70]. *Souza et coll.* (2012) ont analysé la pénétration du ciment dans des canaux latéraux créés artificiellement. L'utilisation de la radiographie est non invasive mais ne permet pas une vision précise du scellement.

Enfin, la méthode la plus intéressante pour évaluer la capacité de scellement est celle utilisant le micro-scanner. Cette technique est non invasive et permet une étude plus précise que la radiographie car elle permet d'obtenir une image tridimensionnelle. Malheureusement, une seule étude retenue utilise cette méthode, probablement parce qu'elle est très chronophage [30].

3.6.1. Gutta-percha en comparaison au système Resilon/Epiphany :

6 articles les ont comparés [13, 24, 30, 53, 67, 70]. 4 articles montrent, de manière significative, que le système Resilon/Epiphany permet un scellement plus complet par rapport à la Gutta-percha. *Souza et coll.* (2012) ne trouvent pas de différence significative entre ces deux matériaux à la radiographie. Enfin, 1 étude, celle utilisant le micro-scanner [30], trouve de manière significative que la Gutta-percha remplit mieux le système canalaire que le système Resilon/Epiphany.

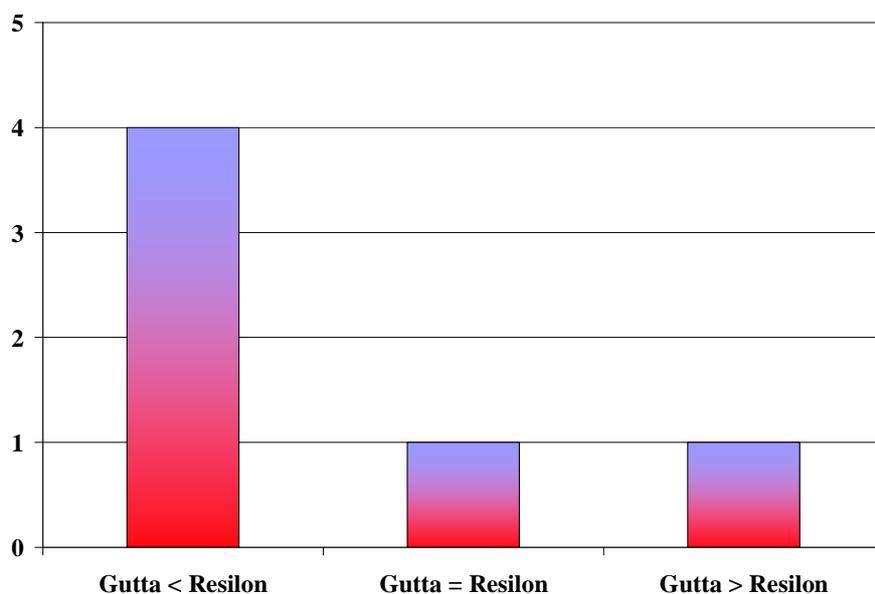


Figure 26 : histogramme représentant le nombre d'études comparant le scellement tridimensionnel de la Gutta-percha et du Resilon en fonction de leurs conclusions.

Conclusion : d'après ces études, le système Resilon/Epiphany permettrait un meilleur scellement tridimensionnel en condensation latérale que l'association Gutta-percha + ciment oxyde de zinc/eugénol ou AH plus. Cependant, la seule étude utilisant le micro-scanner trouve l'inverse, il serait donc nécessaire d'effectuer des études supplémentaires avec la même méthode.

3.6.2. Gutta-percha en comparaison au système EndoRez :

6 articles les ont comparés [8, 13, 30, 44, 64, 70]. 3 articles, [30, 44, 64] montrent que la Gutta-percha, associée au ciment oxyde de zinc/eugénol ou AH plus, scellerait mieux le système endocanalair que le système EndoRez. 2 articles, [8, 13], trouvent l'inverse et 1 seul article, [70], ne trouve aucune différence entre les deux.

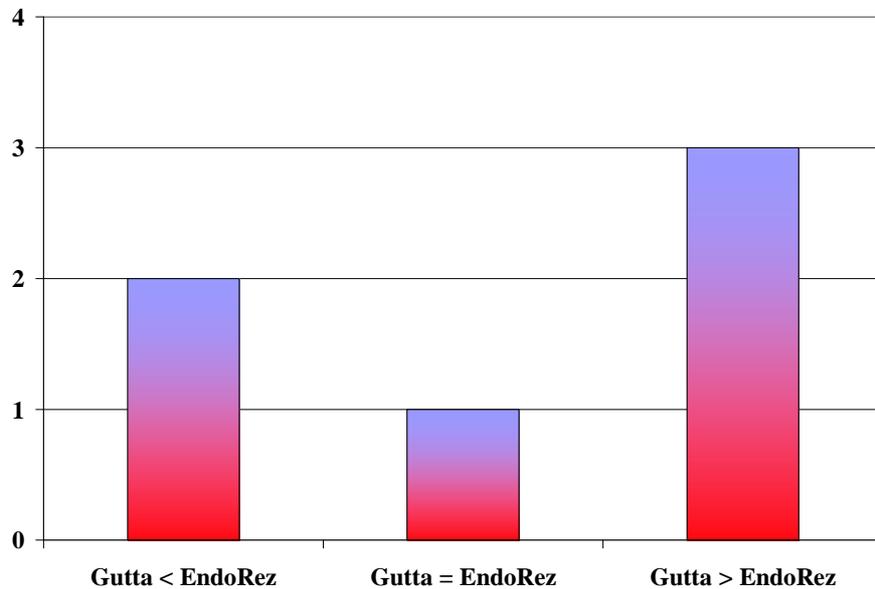


Figure 27 : histogramme représentant le nombre d'études comparant le scellement tridimensionnel de la Gutta-percha et de l'EndoRez en fonction de leurs conclusions.

Conclusion : les différentes études montrent des résultats très différents. Cependant, on peut constater que les études (dont celle utilisant le micro-scanner) portant sur la Gutta-percha associée au ciment ZOE [30, 44, 64] montrent une pénétration des tubulis ou un taux de remplissage favorable en comparaison au système EndoRez. Cela peut s'expliquer par le fait que la Gutta-percha se dilaterait en présence d'eugénol ce qui comblerait les vides et chasserait le ciment dans les tubulis [30].

3.6.3. Système Resilon/Epiphany en comparaison au système EndoRez :

Seuls 4 articles les ont comparés [13, 30, 35, 70]. 3 articles, [30, 35, 70] n'ont pas trouvé de différence significative concernant leur capacité à pénétrer les tubulis et leur taux de remplissage. 1 article, [13], a trouvé que le système EndoRez produit un meilleur scellement tridimensionnel.

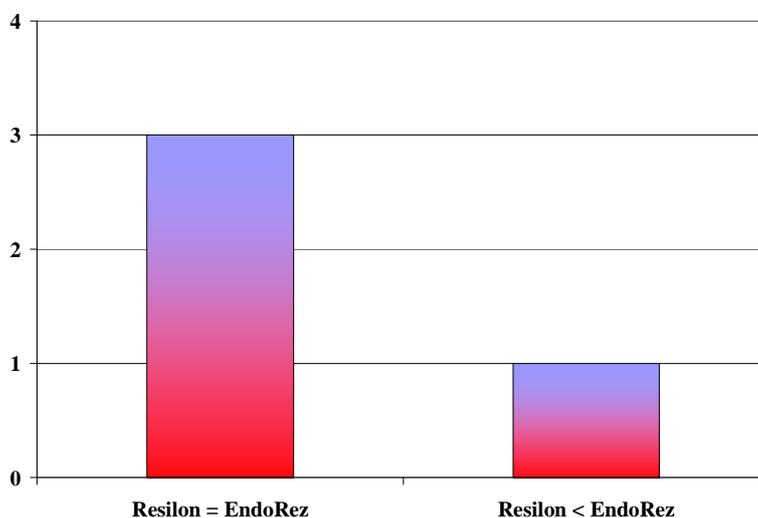


Figure 28 : histogramme représentant le nombre d'études comparant le scellement tridimensionnel de l'EndoRez et du Resilon en fonction de leurs conclusions.

Conclusion : leurs résultats concernant la capacité à sceller la totalité de l'endodonte paraissent donc similaires et c'est ce que retrouve l'étude au micro-scanner qui est celle qui a le niveau de preuve le plus élevé. Cela peut s'expliquer par le fait que les deux utilisent un ciment résineux. L'étude de *Chadha et coll.* (2012) explique leur résultat par le fait que le ciment EndoRez a une meilleure viscosité que le ciment Epiphany.

3.6.4. Conclusion sur la capacité de scellement tridimensionnel :

Il existe une **relation proportionnelle entre l'étanchéité et la capacité de scellement tridimensionnel** d'un matériau d'obturation [13]. En effet, plus l'obturation est complète, c'est-à-dire qu'elle scelle les tubulis, les canaux accessoires et secondaires, meilleure est l'étanchéité.

Plusieurs études [13, 53, 64] ont prouvé que **le scellement est meilleur dans la partie coronaire que dans la partie apicale**. Cela s'explique par deux raisons. Premièrement, la densité des tubulis dentinaires est significativement supérieure dans la partie coronaire par rapport à la partie moyenne et apicale. Deuxièmement, la boue dentinaire est plus facilement retirée dans la partie coronaire.

D'après les articles sélectionnés ici, il existe **peu de différences entre les systèmes EndoRez et Resilon/Epiphany** concernant la capacité de scellement tridimensionnel. Cela est dû au fait que leurs ciments de scellement sont tous les deux à base de résine. **En revanche en comparaison à la Gutta, il est plus difficile de conclure**. Le système Resilon/Epiphany prétendrait à un meilleur remplissage de l'endodonte alors que le système EndoRez serait moins performant que la Gutta-percha.

En conclusion, il ressort que **la capacité de scellement tridimensionnel est surtout liée au ciment** utilisé. Le faible nombre d'études sur ce point, ainsi que la variabilité des méthodes

utilisées, ne permettent pas d'établir une véritable hiérarchie entre ces matériaux concernant leur capacité à sceller entièrement l'endodonte. Afin de lever ces lacunes, il serait intéressant que de nouvelles études plus pertinentes soient réalisées. Cela en comparant ces 3 matériaux avec leur ciment habituel et en utilisant des méthodes non invasives et surtout plus précise comme le micro-scanner.

Le tableau suivant (Cf. Tableau 8), classe les articles traitant du scellement tridimensionnel en fonction du niveau de preuve et reprend leurs conclusions. Encore une fois, on remarque qu'à niveau de preuve identique, les résultats sont parfois différents.

Tableau 8 : analyse des articles traitant du scellement tridimensionnel.

Année Référence 1 ^{er} Auteur	Nombre de canaux	Gutta-percha		Resilon/Epiphany	EndoRez		Technique d'obturation	Technique d'observation	Résultats et conclusion	Niveau de preuve
		+ ZOE	+ AH plus		Cône + ciment	GP + ciment				
2006 [24] Epley S.	80	x		x			CLF ¹	Stéréo-microscope	- GP/ZOE présente significativement plus de vide que Resilon sur la section à 3 mm de l'apex.	B1
2009 [30] Hammad M.	48	x		x	x		CLF ¹	Micro-scannage	- Dans l'ensemble de l'obturation, la gutta-percha présente significativement le taux de vide le plus faible (1,02%). Les taux de vide du Resilon et de l'EndoRez sont similaires (4,28% vs 4,10%), sauf dans le 1/3 apical où le Resilon montre un pourcentage de vide élevé (7,5%).	B1
2009 [35] Herbert J.	30			x	x		CLF ¹	Radiographie et stéréo-microscope	- Radio : Resilon montre une obturation plus homogène et complète à la radiographie mais pas de différence significative. - Au microscope, le Resilon/Epiphany montre la meilleure adaptation du ciment au cône. L'adaptation du matériau aux parois était comprise entre 98 et 99% pour tous. Pas de différence significative.	B1

2011 [67] shokou- hinedjab N.	36		x	x			CLF ¹	Microscope électronique à balayage	- La pénétration des tubulis par le ciment Epiphany est significativement supérieure à celle du ciment AHplus.	B1
2012 [13] Chadha R.	32		x	x	x		CLF ¹	Microscope électronique à balayage	- Pénétration des tubulis : EndoRez > Resilon/Epiphany > Gutta/AHplus. Résultat significatif. - Pour tous et significativement la pénétration dans le 1/3 coronaire > 1/3 moyen > 1/3 apical.	B1
2012 [70] Souza M.	70	x	x	x		x	CLF ¹	Radiographie numérique	- Résultats similaires sur le scellement de canaux latéraux artificiels. Pas de différence significative.	B1
2007 [44] Mamootil K.	50	x				x	CLF ¹	Microscope électronique à balayage	- La pénétration dans les tubulis est significativement meilleure pour l'EndoRez que pour la Gutta/ZOE.	B2
2007 [53] Patel D.	20	x		x			CLF ¹	Microscope confocal à balayage laser	- Pénétration des tubulis significativement : Resilon/Epiphany > Gutta/ZOE. - Pénétration 1/3 coronaire > 1/3 moyen > 1/3 apical. Résultats significatifs	B2
2010 [8] Bortolini MC.	34		x			x	CLF ¹	Microscope électronique à balayage	- La pénétration des tubulis par le ciment EndoRez est significativement supérieure à celle du ciment AHplus.	B2
2005 [64] Sevimay S.	55		x			x	CLF ¹	Microscope électronique à balayage	- Pénétration des tubulis et adhésion : GP/AHplus > GP/EndoRez. Résultat non significatif. - Pénétration et adhésion : 1/3 coronaire > 1/3 moyen > 1/3 apical. Résultat non significatif.	C2

CLF¹ : Condensation Latérale à Froid.

3.7. Analyse du retraitement des matériaux d'obturation :

Une pathologie péri-apicale peut apparaître ou persister au niveau d'une dent traitée endodontiquement. Cela est dû à la persistance de bactéries dans le système canalaire en raison d'un défaut de préparation, d'un canal oublié, d'une mauvaise obturation ou d'une perte d'étanchéité [45]. Dans ce cas, d'après les recommandations de l'ANDEM [61], toujours d'actualité, le retraitement endodontique (RTE) est indiqué. Malgré le taux de succès favorable du retraitement chirurgical, le retraitement par voie orthograde reste l'approche de choix [29]. Les objectifs du RTE sont les mêmes que ceux du traitement endodontique initial. Le protocole consiste à enlever le matériau d'obturation endocanalaire, puis effectuer une nouvelle désinfection, mise en forme et obturation canalaire [29]. En conséquence, un matériau d'obturation endodontique doit être facilement retirable.

8 articles sur le retraitement ont été étudiés (3 de niveau B1, 3 de niveau B2 et 2 de niveau C2). Parmi ces articles, 8 ont traité la Gutta-percha, 8 le Resilon et seulement 3 l'EndoRez. Les paramètres et méthodes d'évaluation associées, analysant le retraitement des matériaux sont :

- **la solubilité des matériaux** : 2 articles étudient ce paramètre [4] et [25]. Un échantillon de matériau est pesé puis immergé dans un solvant pendant une certaine durée. L'échantillon est ensuite repesé puis le pourcentage de solubilité du matériau dans le solvant est calculé.
- **la qualité de la désobturation** : c'est le paramètre le plus important puisqu'un bon retraitement nécessite d'enlever tout le matériau. 7 articles étudient ce paramètre [11, 15, 25, 29, 45, 68, 84]. Les racines sont obturées avec le matériau testé puis désobturées. Ensuite, deux techniques permettent d'analyser la quantité de matériaux résiduels. La première consiste à sectionner la racine en deux afin d'observer les parois canalaires au microscope [11, 15, 45, 64 et 84]. Cette technique d'observation est précise mais la section peut créer des artefacts. La deuxième consiste à observer la quantité de matériaux résiduels à l'aide d'un cône beam [45] ou d'un micro-scanner [29] (Cf. Figure 29). Ces deux méthodes ont pour avantage d'être non invasives. Le micro-scanner est à nouveau le meilleur choix car il est beaucoup plus précis que le cône beam mais peu utilisé.

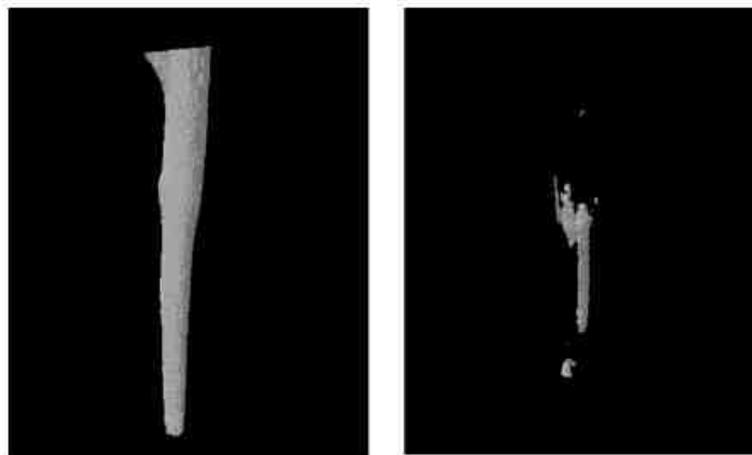


Figure 29 : image du micro-scanner en 3D montrant l'obturation d'une dent, avant et après désobturation, d'après Hammad (2008).

- **Le temps de retraitement** : 5 articles l'ont étudié [11, 15, 45, 68, 84]. C'est également un paramètre important car la désobturation est chronophage. Un matériau doit pouvoir être enlevé rapidement pour être utilisable au quotidien.

3.7.1. La Gutta-percha en comparaison au système Resilon/Epiphany :

La solubilité : 2 études ont comparé la solubilité de ces matériaux, 1 dans le chloroforme [4] et 1 dans le tétra-chloro-éthylène (Endosolv E) [25]. Le Resilon apparaît plus soluble dans le chloroforme que la Gutta-percha et inversement dans le tétra-chloro-éthylène. Par ailleurs, 4 études ont effectué le retraitement des racines en utilisant le chloroforme en complément de la désobturation mécanique [11, 15, 68, 84]. Il en ressort que la qualité de la désobturation est supérieure pour le Resilon dans les études [11] et [15] et pour la Gutta-percha dans les études [68] et [84].

Conclusion : le Resilon apparaît aussi, voire plus, soluble que la Gutta-percha dans le chloroforme. Cependant il serait indispensable d'avoir de nouvelles études sur d'autres solvants potentiels du Resilon car le chloroforme est une substance considérée comme cytotoxique et carcinogène [15, 25].

La qualité de la désobturation : 6 études ont comparé cela [11, 15, 29, 45, 68, 84]. En tout, 9 comparaisons ont été effectuées en fonction des différents systèmes de retraitement. 1 seule comparaison montre que la qualité de la désobturation de la Gutta-percha est significativement meilleure que celle du Resilon [84]. 5 comparaisons (dont celle utilisant le micro-scanner) ne trouvent pas de différence significative [15, 29, 68] et 3 montrent une meilleure désobturation du Resilon [11, 15, 45].

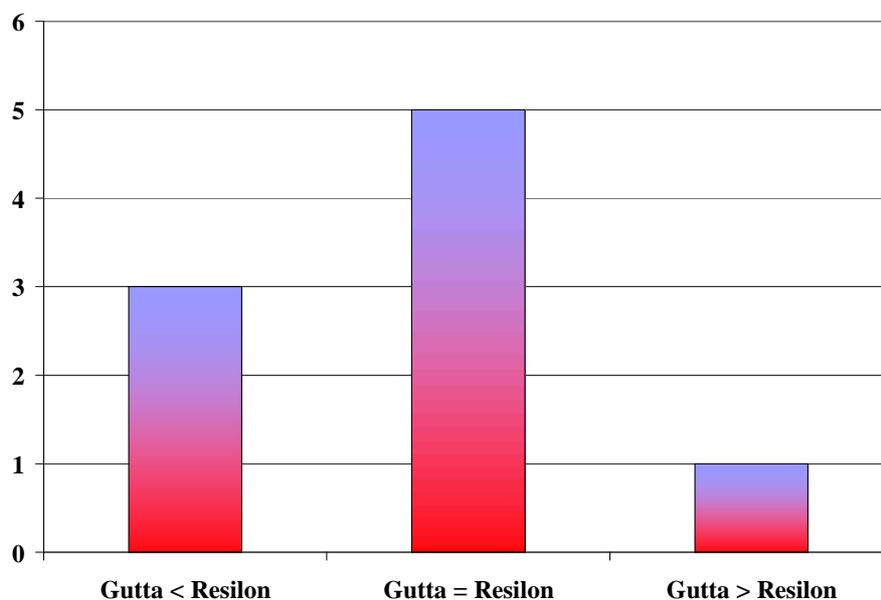


Figure 30 : histogramme représentant le nombre de comparaison sur la qualité de la désobturation entre le Resilon et la Gutta-percha.

Conclusion : la qualité de la désobturation du Resilon semble être globalement aussi bonne voire meilleure que celle de la Gutta-percha.

Le temps de retraitement : 5 études l'ont analysé [11, 15, 45, 68, 84] avec 7 comparaisons au total. La désobturation du Resilon est significativement plus rapide dans 4 comparaisons [11, 15, 68]. 3 comparaisons ne trouvent pas de différence significative [45, 68, 84].

Conclusion : la désobturation du Resilon serait plus rapide que celle de la Gutta-percha.

3.7.2. Le système EndoRez en comparaison à la Gutta-percha et au système Resilon/Epiphany :

Seulement 3 articles ont étudié le retraitement du système EndoRez en comparaison avec la Gutta-percha et le système Resilon/Epiphany [25, 29, 68]. Une étude traite de la solubilité [25], 2 études de la qualité du RTE [29, 68] et 1 étude du temps de RTE [68].

La solubilité : malgré la Gutta-percha présente dans les cônes EndoRez, ce système est significativement moins soluble qu'elle dans le tétra-chloro-éthylène (Endosolv E). Il n'y a pas de différence significative avec le Resilon et ce solvant [25].

La qualité de la désobturation : les 2 études l'analysant offrent 4 comparaisons avec le Resilon et la Gutta percha. La totalité de ces comparaisons montre que la désobturation des racines obturées avec le système EndoRez laisse moins de matériau résiduel que celles obturées à la Gutta-percha ou au Resilon. Ces résultats sont significatifs 1 fois par rapport à la Gutta-percha [29], et 2 fois par rapport au Resilon [68].

Le temps de retraitement : la seule étude portant sur ce point propose 3 comparaisons. Le retraitement de racines obturées à l'EndoRez est significativement plus lent que pour celles obturées avec le Resilon. Il n'y pas de différence par rapport à la Gutta-percha. [68].

3.7.3. Conclusion sur le retraitement :

Dans les limites de la bibliographie, on conclut que :

- **Le retraitement du Resilon et de l'EndoRez serait de meilleure qualité que celui de la Gutta-percha.** Cela serait dû à la liaison chimique qui existe entre le ciment et le cône pour ces deux systèmes [11, 29].
- **Le retraitement du Resilon serait plus rapide** que celui de la Gutta-percha ou de l'EndoRez.

Le Resilon semble se détacher favorablement concernant le retraitement. Cependant, ces **conclusions ne peuvent pas être significatives** pour différentes raisons. Tout d'abord, parce que **le nombre d'articles** en rapport reste **faible**. Ensuite, parce que le **niveau de preuves** de ces études est **peu élevé** et que même **au plus haut niveau de preuve (B1)**, les **résultats** entre les études sont **opposés**. Enfin, la qualité et la rapidité du retraitement est fonction du système utilisé. Il peut être manuel ou rotatif, et au sein des instruments rotatifs, il existe un grand nombre de systèmes proposés. De même, différents solvants peuvent être utilisés. Hors, dans les études analysées, **les techniques de désobturation et parfois le solvant ne sont pas identiques ce qui rend la comparaison impossible**.

Par ailleurs, on note que **le chloroforme ne devrait plus être utilisé** étant donné son caractère carcinogène mis en avant dans certaines études [15, 25].

Le tableau suivant (Cf. Tableau 9), classe les articles traitant du retraitement en fonction du niveau de preuve et reprend leurs conclusions.

Tableau 9 : Analyse des articles traitant du retraitement.

Année Référence 1 ^{er} Auteur	Nombre d'échantillons	Gutta-percha	Resilon	EndoRez	Solvant	Technique de désobturation	Résultats et conclusions	Niveau de preuve
2006 [15] De Oliveira DP.	80	x	x		C ⁴	Lime K3 NiTi Ou Liberator	<ul style="list-style-type: none"> - RTE au K3 : la désobturation est significativement meilleure pour le Resilon par rapport à la Gutta-percha. - RTE au Liberator : pas de différence significative sur la qualité du RTE entre le Resilon et la Gutta-percha - Temps de RTE : Resilon est supprimé plus rapidement que la Gutta-percha (Résultat significatif). 	B1
2008 [29] Hammad M.	80	x	x	x	E ⁶	Lime K ou ProTaper	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage moyen de matériau résiduel : EndoRez < Resilon < Gutta. Résultats significatifs entre EndoRez et Gutta. - Le RTE par méthode manuelle laisse moins de matériau résiduel qu'avec la rotation. 	B1
2010 [45] Marfisi K.	90	x	x			Protaper, Mtow et Twisted	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité du RTE : le cône beam et le MO montrent que la désobturation du Resilon est significativement plus efficace que celle de la Gutta-percha. - Temps de RTE : pas de différence significative entre le R et la GP. 	B1
2008 [11] Brodrumlu E.	18 0	x	x		C ⁴	Gates	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité du RTE : la désobturation du Resilon/Epiphany est significativement meilleure que celle de la Gutta/AHplus. - Temps de RTE : la désobturation est plus rapide pour le Resilon comparé à la Gutta-percha. 	B2
2010 [4] Azaz M.	54	x	x		C ⁴		<ul style="list-style-type: none"> - Le Resilon est nettement plus soluble dans le chloroforme que la Gutta-percha (58% vs 6% pour 1 min d'application). Résultat significatif. - L'épaisseur de matériau n'influence pas la solubilité 	B2

2008 [68] Somma F.	90	x	x	x	C ⁴	Lime H	- Matériau restant : Ez < GP < R (Ez significativement + propre que R). - Temps de RTE quasi identique (GP = 297s, R=300s, Ez=294s).	B2
						Mtow	- Temps de RTE : R (133) < GP (176) < Ez (189) (R + rapide, résultats significatifs). - Matériau restant : Ez < R < GP.	
						ProTaper	- Temps de RTE : R (137) < Ez (209) < GP (228) (R + rapide, résultats significatifs). - Matériau restant : Ez < GP < R (Ez significativement + propre que R).	
2009 [84] Zarei M.	30	x	x		C ⁴	Race	- Le Resilon présente significativement plus de matériau résiduel que la Gutta-percha sur les murs canaux après désobturation. - Temps de RTE : pas de différence significative entre les temps de désobturation du Resilon et de la Gutta-percha.	C2
2011 [25] Faria N.	20	x	x	x	E ⁶ ou T ⁵		- Le Resilon est peu soluble dans ces deux solvants. - La Gutta-percha est significativement plus soluble dans le Tétrachloroéthylène que le Resilon et EndoRez. Elle l'est aussi plus que dans l'eucalyptol.	C2

C⁴ : Chloroforme.

T⁵ : Tétrachloroéthylène.

E⁶ : Eucalyptol.

3.8. Analyse de la résistance à la fracture :

L'une des complications du traitement endodontique est la fracture verticale radiculaire. C'est une fracture longitudinale qui s'étend sur toute l'épaisseur de la dentine, du canal au parodonte [28] (Cf. Figure 31). La prévalence de fracture verticale représente 3,7% à 30% des dents extraites traitées endodontiquement, selon les études cliniques [31]. Le traitement endodontique, par la réalisation de la cavité d'accès, la mise en forme ainsi que l'irrigation, fragilise la dent [63] et diminue sa résistance à la fracture. Un matériau d'obturation endocanalaire doit renforcer la racine traitée afin d'éviter les fractures verticales.



Figure 31 : photographie d'une dent avec une fracture verticale complète, d'après Hanada (2010).

8 articles sur la résistance à la fracture ont été étudiés (5 de niveau B1 et 3 de niveau C2). Parmi ces 8 articles, tous ont analysé la Gutta-percha et le système Resilon/Epiphany et seulement 2 le système EndoRez.

2 méthodes ont été retrouvées pour évaluer la résistance à la fracture des racines :

- **Test de compression** : c'est la méthode utilisée dans 7 études [5, 28, 31, 38, 43, 48, 63]. Les dents sont découronnées, préparées puis obturées. Elles sont ensuite placées dans des blocs de résine avec 9 mm de partie coronaire émergente. Dans 2 études le ligament alvéolo-dentaire est simulé par une fine couche de silicone qui enveloppe la racine [28, 43]. 3 études [28, 31, 43] ont laissé une partie émergente de 2 mm uniquement. Les échantillons sont montés sur une Machine de Test Universelle (Cf. Figure 32). Une sphère de 2mm de diamètre vient exercer une force de compression dans l'axe de la racine à une vitesse de 1mm/min jusqu'à la fracture. La charge nécessaire à la fracture est enregistrée en Newton. Les études [28] et [43] ont exercé la pression à l'aide d'un spreader. Schäfer et Coll. (2007), ont choisi un axe de compression de 15° par rapport à l'axe de la dent car les forces occlusales ne sont pas totalement verticales.

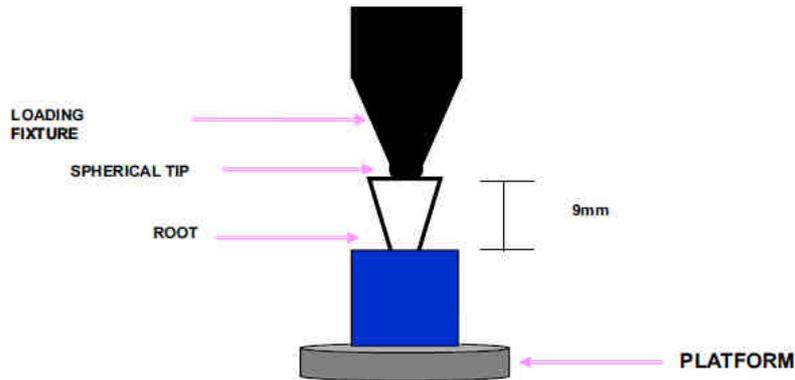


Figure 32 : représentation schématique du test de résistance à la fracture par compression verticale, d'après Monteiro (2011).

- **Test de Flexion** : seuls *Grande et Coll.* (2007) utilisent cette méthode. Les racines obturées sont montées sur une machine de flexion 3 points espacés au maximum de 8 mm (Cf. Figure 33). Le point central exerce une pression. La charge maximale jusqu'à la fracture est enregistrée en Newton.

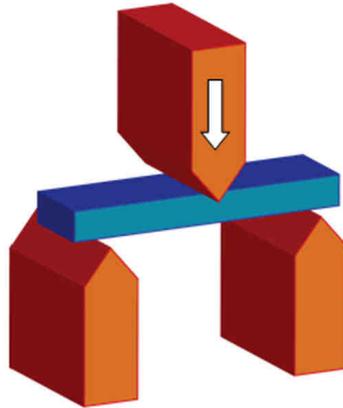


Figure 33 : illustration montrant le test de flexion 3 points avec la charge centrale.

3.8.1. La Gutta-percha en comparaison au système Resilon/Epiphany :

8 articles les ont comparés [5, 27, 28, 31, 38, 43, 48, 63]. 4 articles concluent que les racines obturées au Resilon sont significativement plus résistantes à la fracture que celles obturées à la Gutta-percha [5, 28, 48, 63]. Parmi ces articles, 2 trouvent que les racines obturées à la Gutta sont aussi, voire plus fragiles, que celles non obturées [63, 5]. Les auteurs expliquent cela par une fragilisation de la dent lors de la condensation latérale. D'après *Baba et Coll.* (2010), le Resilon renforce la dent grâce au monobloc formé et à la bonne pénétration des tubulis par le ciment.

2 articles ne trouvent pas de différence significative entre le Resilon et la Gutta [27, 38]. Enfin, 2 articles [31, 43], concluent que les racines obturées à la Gutta sont plus résistantes que celles obturées au Resilon. Les deux auteurs expliquent cela par le fait qu'une adhésion si forte entre le système Resilon/Epiphany et la dentine transmettrait la quasi-totalité des forces exercées et donc faciliterait la fracture. Le complexe Gutta/ciment qui est plus souple, amortirait lui les forces.

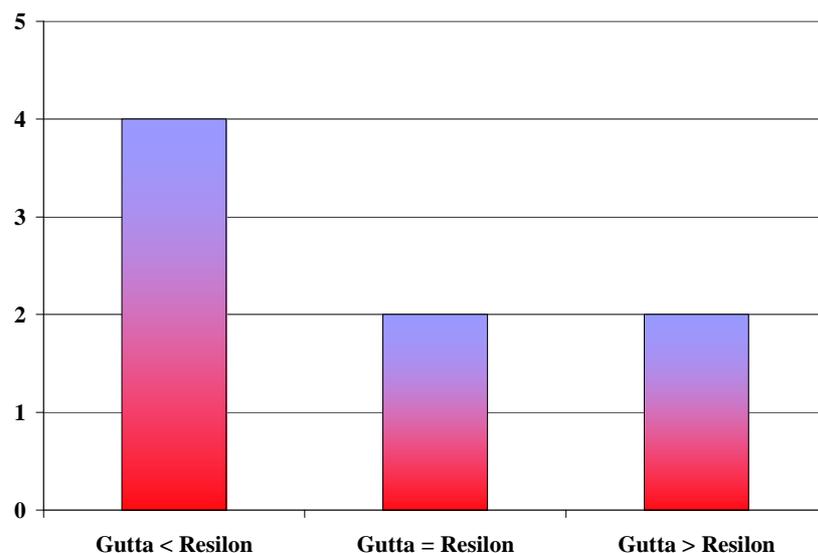


Figure 34 : histogramme représentant le nombre d'études comparant la résistance à la fracture de racines obturées au Resilon et à la Gutta en fonction de leurs conclusions.

Conclusion : dans la limite des articles étudiés, on peut conclure que la capacité du Resilon à renforcer une racine traitée endodontiquement paraît supérieure à celle de la Gutta percha.

3.8.2. Le système EndoRez en comparaison à la Gutta-percha et au système Resilon/Epiphany :

Seulement 2 articles ont comparé la résistance à la fracture de racines obturées à l'EndoRez avec des racines obturées à la Gutta ou au Resilon [27, 28]. *Hammad et Coll.* (2007) trouvent que le système EndoRez renforce plus la dent que la Gutta et ne trouve pas de différence avec le Resilon. *Grande et Coll.* (2007) ne trouvent pas de différence significative entre les trois matériaux mais cette étude reste la seule utilisant le test de flexion et on peut donc se demander si ce test est bien adapté à ce qui est étudié ?

3.8.3. Conclusion sur la résistance à la fracture :

Dans les limites de la bibliographie, nous concluons que :

- **le système Resilon/Epiphany renforcerait plus la dent que la Gutta.** La résistance à la fracture est meilleure grâce au monobloc et à la capacité du ciment à pénétrer les tubulis [5].
- **aucune conclusion ne peut être avancée sur le renforcement de la dent par le système EndoRez,** en comparaison à la Gutta et au Resilon, étant donné le peu d'études portant sur ce système.

Encore une fois, ces **résultats ne peuvent être significatifs** car le nombre d'études et leur niveau de preuves sont faibles. De plus elles sont à nouveau peu comparables pour différents motifs : les techniques et instruments de préparation canalaire sont différents, les techniques d'obturation également, ainsi que les tests utilisés.

Tableau 10 : analyse des articles traitant de la résistance à la fracture.

Année Référence 1 ^{er} Auteur	Nombre d'échantillons	Gutta	Resilon	EndoRez	Technique de préparation (instrument)	Technique d'obturation	Résultats et conclusions	Niveau de preuve
2007 [28] Hammad M.	67	x	x	x	Rotation continue (ProTaper)	CLF ¹	<ul style="list-style-type: none"> - EndoRez et Resilon renforcent plus la racine que la Gutta (Résultat significatif). - Pas de différence significative entre EndoRez et Resilon. - Les racines intactes sont plus résistantes à la fracture que celles obturées au Resilon ou à l'EndoRez (Résultat significatif). 	B1
2007 [63] Schäfer E.	84	x	x		Rotation continue (GT) & Manuelle (limes K)	CLF ¹	<ul style="list-style-type: none"> - Les racines intactes sont significativement plus résistantes que celles préparées-non obturées et celles obturées à la Gutta. - Les racines obturées au RealSeal sont significativement plus résistantes que celles préparées-non obturées et celles obturées à la Gutta. - Pas de différence significative entre RealSeal et racines intactes. - Pas de différence significative entre Gutta et racines préparées-non obturées. 	B1
2010 [5] Baba S.	60	x	x		Manuelle (lime K)	CLF ¹	<ul style="list-style-type: none"> - Les racines obturées au Resilon sont significativement plus résistantes à la fracture que celles obturées à la Gutta ou non obturées. - La résistance des racines obturées à la Gutta est plus faible que celles non obturées (la différence n'est pas significative). 	B1
2010 [31] Hanada T.	56	x	x		Manuelle (lime K 40 et 80)	CLF ¹	<ul style="list-style-type: none"> - La résistance à la fracture des racines préparées à 80/100 est significativement plus faible que celles préparées à 40/100. - La résistance à la fracture des racines obturées au Resilon est significativement plus faible que celles obturées à la Gutta. 	B1
2011 [48] Monteiro J.	80	x	x		Rotation continue (ProTaper)	CLF ¹	<ul style="list-style-type: none"> - Les racines obturées au Resilon sont significativement plus résistantes à la fracture que celles obturées à la Gutta. - Même si les racines obturées à la Gutta sont plus résistantes que celles non obturées, la différence est non significative. 	B1

2007 [27] Grande N.	50	x	x	x	Foret Largo (préparation standardisé à 1,3 mm de diamètre)	CVC ²	- Pas de différence significative entre Gutta, Resilon, EndoRez et des tronçons préparés et non obturés.	C2
2009 [38] Karapinar M.	100	x	x		Rotation continue (Endo- séquence)	CLF ¹	- Racines obturées à la Gutta plus résistantes à la fracture que celles au Resilon ou intactes (Résultats non significatifs). - Racines intactes significativement plus résistantes que celles préparées et non obturées. (donc obturation renforce la dent). - Racines intactes et Resilon ont les mêmes valeurs.	C2
2011 [43] Lertchi- rakarn V.	40	x	x		Manuelle (lime K)	CLF ¹	- La force délivrée pour la fracture des dents obturées à la Gutta est significativement supérieure à celle des racines obturées au Resilon.	C2

CLF¹: Condensation Latérale à Froid.

CVC²: Condensation Verticale à Chaud.

3.9. Analyse de la biocompatibilité :

La biocompatibilité est la capacité d'un matériau à remplir sa fonction sans effet adverse sur l'environnement biologique dans lequel il est appelé à fonctionner [60]. Même en l'absence de dépassement de l'endodonte, les matériaux d'obturation endodontique sont directement en contact avec les tissus péri-apicaux. Il est donc important qu'ils soient biocompatibles. La réaction des tissus péri-apicaux à un matériau cytotoxique retarderait la cicatrisation péri-apicale et contribuerait à l'échec de ce traitement endodontique [10].

Les tests réalisés pour évaluer la biocompatibilité d'un matériau respectent un ordre chronologique [69] :

- essais primaires : dont essais de cytotoxicité
- essais secondaires : dont essais d'implantation
- essais d'utilisation chez l'animal
- essais cliniques chez l'homme.

7 articles portant sur la biocompatibilité des matériaux endodontiques ont été étudiés (5 de niveau B2 et 2 de niveau C2). Les articles choisis portent sur la biocompatibilité de la Gutta-percha, du Resilon, des ciments à base d'oxyde de zinc-eugénol, de l'Epiphany et du ciment EndoRez. Aucun article n'a pu être trouvé sur la biocompatibilité des cônes EndoRez.

Parmi ces articles, on retrouve 2 types d'essais :

- **Essais de cytotoxicité** : [2, 10, 71]. Le matériau testé est préparé et mis en contact avec des cellules cibles (Fibroblastes). Après un temps de contact variable de 48h à 72h, le taux de cellules viables est évalué et le pourcentage de mortalité cellulaire est déduit.
- **Essais d'implantation** : [26, 62, 69, 86]. Un tube stérile, en silicone [86], polyéthylène [62], ou téflon [26, 69], est rempli du matériau à tester. Ces échantillons sont implantés en sous-cutané chez le rat [26, 62, 86] ou au contact osseux chez le cochon d'inde [69]. Les animaux sont ensuite sacrifiés à 7 jours (court terme) ou à 3 mois (long terme). Les échantillons sont prélevés avec une marge tissulaire pour l'analyse histologique permettant l'évaluation de l'inflammation (Cf. Figure 35).

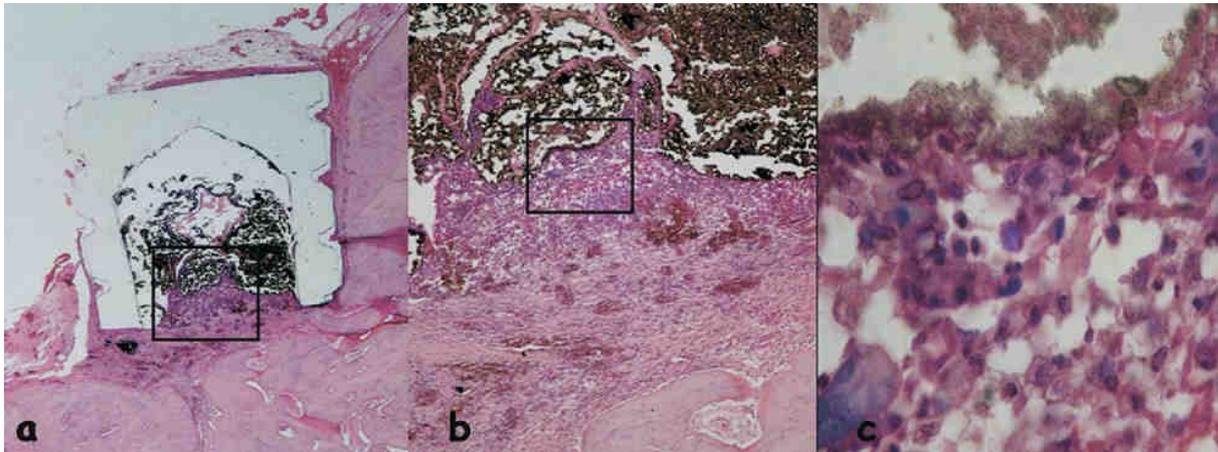


Figure 35 : (a) vue d'ensemble de l'aire d'implantation au grossissement x 20 ; (b) vue au grossissement x 40 de l'interface tissu/matériau présentant une inflammation sévère ; (c) vue au grossissement x400 de l'infiltrat inflammatoire chronique ; d'après Sousa (2006).

3.9.1. Gutta-percha/oxyde de zinc-eugénol en comparaison au système Resilon/Epiphany.

4 articles les ont comparés [10, 26, 71, 86]. 2 articles ont étudié l'inflammation suite à l'implantation [26, 86] et 2 ont étudié la cytotoxicité [10, 71].

Quelque soit le matériau testé, l'inflammation diminue avec le temps. *Garcia et coll.* (2010) trouvent que l'inflammation est plus faible pour le groupe Gutta/ZOE à court et long terme. *Zmener et coll.* (2010), trouve l'inverse avec le ciment ZOE qui laisse persister une inflammation sévère à long terme alors que le ciment Epiphany n'entraîne pas de réaction inflammatoire.

Contrairement à l'inflammation et d'après les études [10] et [71], la cytotoxicité varie peu au cours du temps. *Susini et coll.* (2006), trouve que le système Resilon/Epiphany est plus cytotoxique que le système Gutta/ZOE. *Brackett et Coll.* (2008) ne trouve pas de différence entre ces matériaux qui sont hautement cytotoxiques.

Conclusion : dans la limite des articles étudiés, le système Gutta/ZOE paraît légèrement plus biocompatible que le système Resilon/Epiphany. Cependant ces deux systèmes restent modérément toxiques.

3.9.2. Le ciment EndoRez en comparaison au ciment Epiphany et oxyde de zinc – eugénol :

4 articles les ont comparés [86], [62], [69], [2]. 3 articles ont étudié l'inflammation suite à l'implantation [86], [62], [69], et 1 la cytotoxicité [2].

L'inflammation à court terme est, quelque soit le matériau, sévère et diminue avec le temps. Les résultats à long terme sont eux très différents d'une étude à une autre. *Zmener et coll.* (2010), ne trouvent pas de différence entre les ciments EndoRez et Epiphany (pas de réaction inflammatoire) et sont plus biocompatibles que le ciment ZOE. *Scaparo et coll.* (2009) ne trouvent pas de différence entre le ciment EndoRez et le ciment ZOE (inflammation légère). Enfin, *Sousa et coll.* (2006) trouvent que le ciment Epiphany est plus biocompatible (inflammation légère) que le ciment EndoRez (inflammation sévère).

La seule étude sur la cytotoxicité [2] est à court terme et montre que le ciment EndoRez est moins cytotoxique que le ciment Epiphany.

3.9.3. Conclusion sur la biocompatibilité :

Dans les limites de la bibliographie, nous pouvons dire que :

- **les 3 matériaux sont cytotoxiques à court terme.** Cette cytotoxicité à court terme est due pour le système Resilon/Epiphany à la présence de monomères résiduels [2, 71, 86], pour le système Gutta/ZOE, à l'eugénol libre [86] et pour le ciment EndoRez à la résine UDMA [2]. Bien que la cytotoxicité à court terme soit souvent perçue comme une propriété indésirable, elle peut être justifiée en endodontie par une activité antibactérienne recherchée. Les bactéries situées au niveau apical sont immédiatement tuées après l'obturation [10].
- **pour tous, la biocompatibilité s'améliore avec le temps.**
- **aucun matériau n'offre une biocompatibilité complètement acceptable à long terme** [62]. Une légère inflammation persiste au contact de tous les matériaux testés.

Tableau 11 : analyse des articles traitant de la biocompatibilité.

Année Références 1 ^{er} Auteur	Gutta	ZOE	Resilon	Epiphany	Ciment EndoRez	Nombre d'échantillons	durée	Modèle biologique	Résultats et conclusion	Niveau de preuve												
2006 [69] Sousa C.				x	x	60	4 et 12 sem.	In vivo (CI ⁸)	- A 4 et 12 semaines : l'inflammation au contact des échantillons EndoRez est sévère, pour les échantillons Epiphany elle est légère voir inexistante. - L'EndoRez n'est pas acceptable biologiquement comme ciment.	B2												
2009 [62] Scaparo R.		x			x	64	7, 30 et 60 jours	In vivo (R ⁷)	- Pas de différence significative entre EndoRez et ZOE : réaction sévère à 7j et diminue à légère à 60j. - Le groupe contrôle apparaît à toutes les périodes plus biocompatible que l'EndoRez et le ZOE.	B2												
2010 [2] Al- Hiyasat A.				x	x	96	48h	Ex vivo (F ⁹)	- Le ciment EndoRez est significativement moins cytotoxique que le ciment Epiphany (réduction de la viabilité cellulaire de 49% vs 72%).	B2												
2010 [26] Garcia L.	x	x	x	x		60	7, 21 et 42 jours	In vivo (R ⁷)	<p><u>Inflammation :</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Période</th> <th>Resilon/Epiphany</th> <th>Gutta/ZOE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7 jours</td> <td>Sévère</td> <td>Modérée</td> </tr> <tr> <td>21 jours</td> <td>Modérée</td> <td>Légère</td> </tr> <tr> <td>42 jours</td> <td>Modérée à légère</td> <td>Légère à inexistante</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Capsule fibreuse :</u> à 7 jours, elle est significativement plus large pour le groupe Resilon/Epiphany. A 42 jours, elle est toujours plus épaisse mais différence non significative.</p>	Période	Resilon/Epiphany	Gutta/ZOE	7 jours	Sévère	Modérée	21 jours	Modérée	Légère	42 jours	Modérée à légère	Légère à inexistante	B2
Période	Resilon/Epiphany	Gutta/ZOE																				
7 jours	Sévère	Modérée																				
21 jours	Modérée	Légère																				
42 jours	Modérée à légère	Légère à inexistante																				

2010 [86] Zmener O.		x		x	x	96	10, 30 et 90 jours	In vivo (R ⁷)	<ul style="list-style-type: none"> - A 10j : les 3 groupes montrent une réaction sévère (pas de différence significative entre les groupes). - A 30j : les groupes EndoRez et Epiphany montrent une réaction modérée, la réaction est sévère dans le groupe ZOE. - A 90j : Les groupes EndoRez et Epiphany ne montrent pas de réaction, la réaction est sévère dans le groupe ZOE → A 30 et 90j : pas de différence significative entre EndoRez et Epiphany qui sont significativement plus biocompatible que le ZOE. 	B2
2006 [71] Susini G.	x	x	x	x		30	1, 2, 7 et 30 jours	Ex vivo (F ⁹)	<ul style="list-style-type: none"> - le système Resilon/Epiphany est significativement plus cytotoxique que le système Gutta/ZOE à 1 et 3 jours. - A 7 et 30 jours, pas de différence significative entre les deux systèmes où le taux de mort cellulaire est de 0%. 	C2
2008 [10] Brackett M.	x	x	x	x		24	72h, 1, 3, 4 et 6 sem.	Ex vivo (F ⁹)	<ul style="list-style-type: none"> - Gutta, Resilon, Epiphany, et ZOE sont hautement cytotoxiques pendant toute la période (viabilité cellulaire de 0 à 20% après les 72h de contact). (Polycaprolactone moyennement cytotoxique à court terme puis non cytotoxique à moyen terme.) 	C2

R⁷ : Rats

CI⁸ : Cochons d'Inde

F⁹ : Fibroblastes

3.10. Synthèse :

Le tableau suivant (Cf. Tableau 12) fait la synthèse, dans la limite de la bibliographie, des propriétés étudiées pour les 3 matériaux d'obturation.

	Gutta-percha	Système Resilon/ Epiphany	Système EndoRez	Commentaires
Étanchéité	+	++	+	Aucun matériau n'offre une étanchéité complète
Scellement tridimensionnel	++	++	++	Les matériaux semblent similaires
Retraitement endodontique	+	+++	++	Le Resilon paraît facilement retraitable
Résistance à la fracture	+	++	++	La gutta semble moins renforcer la dent
Biocompatibilité	+	+	+	Tous sont cytotoxiques à court terme

Tableau 12 : synthèse des propriétés étudiées pour les 3 matériaux d'obturation.

4. Conclusion / Discussion :

D'après le tableau de synthèse (Cf. Tableau 12), cette analyse critique de la littérature, pourrait conclure et établir la hiérarchie suivante :

- le **système Resilon/Epiphany** semblerait le plus avantageux.
- le **système EndoRez** paraîtrait moins intéressant que le système Resilon/Epiphany mais conviendrait plus que la Gutta-percha.
- la **Gutta-percha** semblerait ne plus offrir les meilleurs avantages mais reste acceptable.

Cependant, ces résultats doivent être interprétés avec précaution et **ces conclusions ne peuvent pas être significatives** pour différentes raisons qui apportent quelques interrogations.

Tout d'abord, le **nombre d'études** portant sur les nouveaux matériaux, que sont le Resilon et l'EndoRez, reste **faible** à ce jour dans la littérature internationale. On peut se demander **alors pourquoi ces matériaux n'y sont pas plus présents** ? Peut être parce qu'ils semblent peu intéressants car leurs intérêts pour l'avenir sont limités puisque d'autres axes de recherches, évoqués plus loin, en matière d'obturation, sont plus prometteurs.

Ensuite, la **quantité d'études comparant les 3 matériaux en même temps est limitée**. Dans le présent travail, seulement 13 études sur 46 les comparent tous les 3 ensembles. Par ailleurs, **peu d'études utilisent le système complet EndoRez** (Cône et ciment). De plus, La plupart des études ont des **méthodes** d'évaluation, des **techniques** de préparation et d'obturation **différentes**. Pour tous ces motifs **la comparaison de ces études est peu voire non valable**.

Enfin, le **niveau de preuve** de ces articles est **faible**. La pertinence clinique des études *in vitro* est discutable. Même parmi les études de niveau B1, les **résultats** sont parfois **contradictoires** d'une étude à une autre. Des **études *in vivo* seraient plus pertinentes**, malheureusement, elles sont longues et rares en endodontie [78]. En conséquence, l'absence d'étude clinique randomisée et la présence uniquement de résultats de grade B et C permettent au mieux d'établir une **présomption scientifique**. Pour obtenir des résultats et conclusions significatifs, des **études cliniques randomisées à long termes sont nécessaires**.

Ces **3 matériaux sont capables d'obturer correctement** l'endodonte. Néanmoins, le système **Resilon/Epiphany** apparaît, d'après la synthèse, comme un **concurrent sérieux de la Gutta-percha** présente depuis si longtemps. Le système **EndoRez**, lui, ne paraît **pas, pour le moment, aussi prometteur que le Resilon**. Mais, le peu d'études traitant de lui, le place **correctement par rapport à la Gutta-percha**. Cependant au vu de cela, il est légitime de se demander alors **pourquoi**, malgré les quelques études montrant les avantages de ces 2 systèmes, **ils ne sont pas plus présent** actuellement dans les cabinets dentaires ? **Plusieurs hypothèses** sont possibles : un **coût probablement plus élevé**, une **distribution commerciale insuffisante**, ou un **protocole plus compliqué** et probablement plus long qu'avec la Gutta-percha ; ce qui les rendent incompatibles avec une activité clinique quotidienne. Cela peut également s'expliquer par le **manque de preuves scientifiques établies** (Grade A) qui attesteraient de leurs avantages par rapport à la Gutta-percha, qui se présente donc comme la référence en matière de matériaux d'obturation endocanalaire. Ainsi, à l'inverse on peut se demander, **pourquoi la Gutta-percha est-elle toujours aussi présente** ? Probablement parce qu'elle est très **maniable**, qu'elle offre un **scellement satisfaisant** malgré elle, qu'elle peut être utilisée avec **toutes les techniques d'obturation**, que son **coût est raisonnable**, que c'est le **premier matériau que l'on apprend à utiliser**, et surtout parce que nous avons un **recul clinique important** avec de matériau.

Les techniques et matériaux d'obturation sont susceptibles d'évoluer encore dans les prochaines années ce qui peut conduire à une amélioration à la fois de nos connaissances et des résultats [78]. Toutefois, comme mentionné précédemment, **d'autres axes de recherches** concernant l'obturation du système canalaire **semblent intéressants** et pourraient expliquer le peu d'intérêt porté aux matériaux développés récemment. **Une des pistes prometteuses** pour l'endodontie du futur est la régénération pulpaire. Plusieurs équipes, comme celles de Simon [1] ou de Nakashima [36], consacrent leur activité de recherche sur ce thème et plus particulièrement sur **l'ingénierie tissulaire**. Cela consiste à utiliser une combinaison de cellules, de matériaux et de processus physico-chimiques et biochimiques pour stimuler ou remplacer une fonction biologique [1]. **Le matériau d'obturation idéal ne serait-il donc pas tout simplement la pulpe ?**

Table des illustrations

- Figure 1 : formule de l'isoprène, du caoutchouc et de la gutta percha d'après Jordana F.
- Figure 2 : assortiment de cônes calibrés répondant aux normes ISO (2%) de 08 à 140/100 d'après le fabricant Diadent.
- Figure 3 : assortiment de cônes calibrés ne répondant pas aux normes ISO, avec une conicité de 12%, d'après le fabricant Diadent.
- Figure 4 : cône non calibrés accessoires, d'après le fabricant Diadent.
- Figure 5 : polycaprolactone, polymère avec une fonction ester.
- Figure 6 : maître cône Resilon d'après Shipper G.
- Figure 7 : amorce Epiphany d'après Shipper G.
- Figure 8 : adhésif Epiphany d'après Shipper G.
- Figure 9 : flexibilité d'un cône Resilon 35/100 de conicité 4%, d'après Shipper G.
- Figure 10 : classification des monoblocs endodontiques, d'après Tay F.
- Figure 11 : schéma simplifié des composants et liaisons chimiques réalisant le revêtement en résine des cônes de gutta-percha.
- Figure 12 : photographie au MEB x 1000 d'une section horizontale de racine obturée avec le système EndoRez, d'après Tay F.
- Figure 13 : cônes EndoRez de conicité 2%, d'après le fabricant Ultradent.
- Figure 14 : seringue auto-mélangeuse contenant le ciment EndoRez, d'après le fabricant Ultradent.
- Figure 15 : Skini Syringe, d'après le fabricant Ultradent.
- Figure 16 : embouts NaviTips de 4 longueurs différentes, d'après le fabricant Ultradent.
- Figure 17 : histogramme représentant le nombre d'articles par année de publication.
- Figure 18 : histogramme représentant le nombre d'articles par niveau de preuve.
- Figure 19 : modèle d'étude de l'étanchéité apicale par pénétration de colorant d'après Pitout E.
- Figure 20 : modèle d'étude de l'étanchéité coronaire par pénétration de bactéries, d'après Eldeniz A.
- Figure 21 : mesure des fluides sous pression, le déplacement de la bulle d'air permet de mesurer l'étanchéité de l'obturation, d'après Bouillaguet S.
- Figure 22 : histogramme représentant le nombre d'études comparant l'étanchéité de la Gutta et du Resilon et fonction de leurs conclusions.
- Figure 23 : histogramme représentant le nombre d'études comparant l'étanchéité de l'EndoRez et de la Gutta et fonction de leurs conclusions.
- Figure 24 : histogramme représentant le nombre d'études comparant l'EndoRez et le Resilon et fonction de leurs conclusions.
- Figure 25 : molaire colorée et décalcifiée montrant la complexité du système canalaire, d'après Carotte P.
- Figure 26 : histogramme représentant le nombre d'études comparant le scellement tridimensionnel de la Gutta-percha et du Resilon en fonction de leurs conclusions.
- Figure 27 : histogramme représentant le nombre d'études comparant le scellement tridimensionnel de la Gutta-percha et de l'EndoRez en fonction de leurs conclusions.
- Figure 28 : histogramme représentant le nombre d'études comparant le scellement tridimensionnel de l'EndoRez et du Resilon en fonction de leurs conclusions.
- Figure 29 : image du micro-scanner en 3D montrant l'obturation d'une dent, avant et après désobturation, d'après Hammad M.
- Figure 30 : histogramme représentant le nombre de comparaison sur la qualité de la désobturation entre le Resilon et la Gutta-percha.

Figure 31 : photographie d'une dent avec une fracture verticale complète, d'après Hanada T.

Figure 32 : représentation schématique du test de résistance à la fracture par compression verticale, d'après Monteiro J.

Figure 33 : illustration montrant le test de flexion 3 points avec la charge centrale.

Figure 34 : histogramme représentant le nombre d'études comparant la résistance à la fracture de racines obturées au Resilon et à la Gutta en fonction de leurs conclusions.

Figure 35 : (a) vue d'ensemble de l'aire d'implantation au grossissement x 20 ; (b) vue au grossissement x 40 de l'interface tissu/matériau présentant une inflammation sévère ; (c) vue au grossissement x400 de l'infiltrat inflammatoire chronique ; d'après Sousa C.

Table des tableaux

Tableau 1 : liste des propriétés idéales d'un matériau selon Grossman, d'après American Association of Endodontists.

Tableau 2 : caractéristiques des différentes formes de la gutta-percha d'après Prakash R.

Tableau 3 : code couleur ISO et diamètre associé du maître cône, d'après le fabricant Diadent.

Tableau 4 : code couleur associé au diamètre des cônes accessoires, d'après le fabricant Diadent.

Tableau 5 : classification des articles sélectionnés par revue.

Tableau 6 : représentant les Grades de recommandations d'après l'ANAES.

Tableau 7 : analyse des articles traitant de l'étanchéité.

Tableau 8 : analyse des articles traitant du scellement tridimensionnel.

Tableau 9 : analyse des articles traitant du retraitement.

Tableau 10 : analyse des articles traitant de la résistance à la fracture.

Tableau 11 : analyse des articles traitant de la biocompatibilité.

Tableau 12 : synthèse des propriétés étudiées pour les 3 matériaux d'obturation.

Références bibliographiques

1. AGASHI A.

Compte rendu scientifique de la conférence du 03/06/2010 : *L'obturation en endodontie : d'aujourd'hui à demain* du Dr S. Simon.

<http://www.coefi.fr/comptes-rendus/lobturation-en-endodontie>

2. AL-HYASSAT AS, TAYYAR M et DARMANI H.

Cytotoxicity evaluation of various resin based root canal sealers.

Int Endod J 2010;**43**(2):148-153.

3. AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS.

Obturation of root canal systems.

Colleagues for Excellence Newsletter, Fall 2009.

http://www.aae.org/uploadedFiles/Publications_and_Research/Endodontics_Colleagues_for_Excellence_Newsletter/fall09ecfe.pdf

4. AZAR M, KHOJASTEHPOUR L et IRANPOUR N.

A comparison of the effectiveness of chloroform in dissolving resilon and gutta-percha.

J Dent (Tehran) 2011;**8**(1):19-24.

5. BABA SM, GROVER SI et TYAGI V.

Fracture resistance of teeth obturated with Gutta percha and Resilon: An in vitro study.

J Conserv Dent 2010;**13**(2):61-64.

6. BALGUERIE E, GEORGELIN-GURGEL M, VALLAEYS K et coll.

Le point sur les ciments de scellement canalaire.

Clinic 2008;**29**(3):169-179.

7. BESNAULT C, PRADELLE N et DELZANGLES B.

Le retraitement endodontique.

Inf Dent 1999;**81**(29/30):2095-2102.

<http://www.information-dentaire.fr/pdf/ID81n30p2095.pdf>

8. BORTOLINI MC, FERREIRA SS, HABITANTE SM et coll.

Endodontic sealers: Intratubular penetration and permeability to *Enterococcus faecalis*.

Indian J Dent Res 2010;**21**(1):40-43.

9. BOUILLAGUET S, SHAW L, BARTHELEMY J et coll.

Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany.

Int Endod J 2008;**41**(3):219-226.

10. BRACKETT MG, MARSHALL A, LOCKWOOD PE et coll.

Cytotoxicity of endodontic materials over 6-weeks ex vivo.

Int Endod J 2008;**41**(12):1072-1078.

11. BRODRUMLU E, UZUN O, TOPUZ O et coll.

Efficacy of 3 techniques in removing root canal filling material.

J Can Dent Assoc 2008;**74**(8):721.

<http://www.cda-adc.ca/jcda/vol-74/issue-8/721.html>

12. CAROTTE P.

Endodontics: Part 1. The modern concept of root canal treatment.

Br Dent J 2004;**197**(4):181-183.

13. CHADHA R, TANEJA S, KUMAR M et coll.

An in vitro comparative evaluation of depth of tubular penetration of three resin-based root canal sealers.

J Conserv Dent 2012;**15**(1):18-21.

14. CLAISSE-CRINQUETTE A.

Pharmacologie endodontique (II). Les matériaux d'obturation canalaire et leurs solvants.

Encycl Med Chir (Paris), Médecine buccale, 2011, 28-720-X-11, **9**.

15. DE OLIVEIRA DP, BARBIZAM JV, TROPE M et coll.

Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment.

J Endod 2006;**32**(4):362-364.

16. DIADENT (Laboratoire).

Gutta percha points & absorbent paper points. Brochure commerciale.

http://www.diadenteurope.com/Producten/Gutta_Percha_Points/Brochures/GP_and_PP_Booklet.pdf

17. DIOP M.

L'obturation endocanalaire : bilan de cinq techniques expérimentées au département d'odontologie de Dakar.

Thèse : Doctorat en Chirurgie Dentaire, Dakar, 2008.

18. DRUKTEINIS S, PECIULIENE V, MANELIENE R et coll.

In vitro study of microbial leakage in roots filled with endorez sealer/endorez points and AH plus sealer/conventional gutta-percha points.

Stomatologija 2009;**11**(1):21-25.

19. DULTRA F, BARROSSO J, CARRASCO L et coll.

Evaluation of apical micro-leakage of teeth sealed with four different root canal sealers.

J Appl Oral Sci 2006;**14**(5):341-345.

20. ELDENIZ A et ORSTAVIK D.

A laboratory assessment of coronal bacterial leakage in root canals filled with new and conventional sealers.

Int Endod J 2009;**42**(4):303-312.

21. EMERY O.

Evaluation de l'étanchéité des obturations endocanalaire : revue de la littérature.

Rev Odontostomatol 2002;**31**(11):279-297.

22. ENDOMSDS (Laboratoire).

Epiphany primer – fiche technique de sécurité.
<http://www.endomsds.com/search.php?mfg=104>

23. ENDOMSDS (Laboratoire).

Epiphany root canal sealer – fiche technique de sécurité.
<http://www.endomsds.com/search.php?mfg=104>

24. EPLEY SR, FLEISCHMAN J, HARTWELL G et coll.

Completeness of root canal obturations: Epiphany techniques versus gutta-percha techniques.
J Endod 2006;**32**(6):541-544.

25. FARIA-JUNIOR NB, LOIOLA LE, GUERREIRO-TANOMARU JM et coll.

Effectiveness of three solvents and two associations of solvents on gutta-percha and resilon.
Braz Dent J 2011;**22**(1):41-44.

26. GARCIA Lda F, MARQUES AA, ROSELINO Lde M et coll.

Biocompatibility evaluation of Epiphany/Resilon root canal filling system in subcutaneous tissue of rats.
J Endod 2010;**36**(1):110-114.

27. GRANDE NM, PLOTINO G, LAVORGNA L et coll.

Influence of different root canal-filling materials on the mechanical properties of root canal dentin.
J Endod 2007;**33**(7):859-863.

28. HAMMAD M, QUALTROUGH A et SILIKAS N.

Effect of new obturating materials on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth.
J Endod 2007;**33**(6):732-736.

29. HAMMAD M, QUALTROUGH A et SILIKAS N.

Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials.
J Endod 2008;**34**(11):1370-1373.

30. HAMMAD M, QUALTROUGH A et SILIKAS N.

Evaluation of root canal obturation : a three-dimensional in vitro study.
J Endod 2009;**35**(4):541-544.

31. HANADA T, QUEVEDO CG, OKITSU M et coll.

Effects of new adhesive resin root canal filling materials on vertical root fractures.
Aust Endod J 2010;**36**(1):19-23.

32. HASCHKE E.

Adhesive endodontic cones and related methods.
United States Patent Application 20040202986, US Patent & Trademark Office, October 14, 2004
<http://www.google.com/patents?id=2H53AAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4&hl=fr#v=onepage&q&f=false>

33. HAUTE AUTORITE DE SANTE.

Guide de l'analyse de la littérature et gradation des recommandations.

Haute Autorité de Santé, 2000.

http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_434715/guide-danalyse-de-la-litterature-et-gradation-desrecommandations

34. HAUTE AUTORITE DE SANTE.

Rapport HAS, traitement endodontique, rapport d'évaluation technologique.

Haute autorité de santé, 2008.

http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-01/rapport_traitement_endodontique.pdf

35. HERBERT J, BRUDER M, BRAUNSTEINER J et coll.

Apical quality and adaptation of resilon, endorez, and guttaflow root canal fillings in combination with a noncompaction technique.

J Endod 2009;**35**(2):261-264.

36. IOHARA K, NAKASHIMA M, IMABAHASHI K et coll.

Complete pulp regeneration after pulpectomy by transplantation of CD105+ stem cells with stromal cell-derived factor-1.

Tissue Eng Part A 2011;**17**(15-16):1911-1920.

37. JORDANA F, CHOSSAT PH et COLAT-PARROS J.

La gutta-percha.

<http://umvf.univ-nantes.fr/odontologie/enseignement/chap20/site/html/cours.pdf>

38. KARAPINAR-KAZANDAG M, SUNAY H, TANALP J et coll.

Fracture resistance of roots using different canal filling systems.

Int Endod J 2009;**42**(8):705-710.

39. KARAPINAR-KAZANDAG M, TANALP J, BAYRAK OF et coll.

Microleakage of various root filling systems by glucose filtration analysis.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;**109**(6):96-102.

40. KO C, CHEUNG G et CHAN A.

A review of a resin based root canal filling material.

Hong Kong Dent J 2008;**5**(1):38-44.

41. KUMAR SA, SHIVANA V, NAIAN MT et coll.

Comparative evaluation of the apical sealing ability and adaptation to dentine of three resin-based sealers: An in vitro study.

J Conserv Dent 2011;**14**(1):16-20.

42. LEONARDO R.

Obturation of the root canal – Listening to the needs of the tooth with science and simplicity.

Oral Health J 2009;(9):66-70.

43. LERTCHIRAKARN V, POONKAEW A et MESSER H.

Fracture resistance of roots filled with gutta-percha or RealSeal®.

Int Endod J 2011;**44**(11):1005-1010.

44. MAMOOTIL K et MESSER HH.

Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo.
Int Endod J 2007;**40**(11):873-881.

45. MARFISI K, MERCADE M, PLOTINO G et coll.

Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals.
Int Endod J 2010;**43**(11):1022-1028.

46. MEDIONI E.

Matériaux endodontiques.

Encycl Med Chir (Paris), Odontologie, 23-050-C-10, 1995, **4**.

47. METKARI S, KAMRA A et BANGA K.

Evaluation of quality of apical seal in Resilon/Epiphany SE, gutta-percha/AH Plus and gutta-percha / tubli-seal EWT - filled by dye leakage approach - An in vitro study.
Endodontology 2011;**23**(1):61-67.

48. MONTEIRO J, DE ATAIDE IDE N et CHALAKKAL P.

In vitro resistance to fracture of roots obturated with Resilon or gutta-percha.
J Endod 2011;**37**(6):828-831.

49. NAWAL R, PARANDE M, SEHGAL R et coll.

A comparative evaluation of 3 root canal filling systems.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011;**111**(3):387-393.

50. ORSTAVIK D.

Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing.

Endod Topics 2005;**12**(1): 25-38.

51. PAMEIJER C et ZMENER O.

Resin materials for root canal obturation.

Dent Clin North Am 2010;**54**(2):325-344.

52. PAQUE F et SIRTES G.

Apical sealing ability of Resilon/Epiphany versus gutta-percha/AH Plus: immediate and 16-months leakage.

Int Endod J 2007;**40**(9):722-729.

53. PATEL DV, SHERRIFF M, FORD TR et coll.

The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study.

Int Endod J 2007;**40**(1):67-71.

54. PAWINSKA M, KIERKLO A et MARCZUK-KOLADA G.

New technology in endodontics – the Resilon-Epiphany system for obturation of root canals.
Adv Med Sci 2006;**51**(Suppl 1):154-157.

55. PELI J et ORIEZ D.

Obturation canalaire : precision et rigueur pour éviter les échecs.

Inf Dent 2010;**92**(22):77-84.

- 56. PITOUT E, OBERHOLZER TG, BLIGNAUT E et coll.**
Coronal leakage of teeth root-filled with Gutta-Percha or Resilon root canal filling material.
J Endod 2006;**32**(9):879-881.
- 57. PRAKASH R, GOPIKRISHNA V et KANDASWAMY D.**
Gutta-percha – An untold story.
Endodontology 2005;**17**(2):32-36.
- 58. RAI K, HEDGE M et HEDGE P.**
Apical sealing ability of newer resin based pulp space sealers - An in vitro study.
Endodontology 2009;**21**(1):14-19.
- 59. RAINA R, LOUSHINE R, WELLER N et coll.**
Evaluation of the quality of the apical seal in Resilon/Epiphany and Gutta-Percha/AH Plus-filled root canals by using a fluid filtration approach.
J Endod 2007;**33**(8):944-947.
- 60. RATNER BD, HOFFMAN AS, SCHOEN FJ et coll.**
Biomaterials science : an introduction to materials in medicine.
San Diego : Academic Press, 1996.
- 61. ROTH F et LASFARGUES JJ.**
Retraitement endodontique des dents permanentes et matures : recommandations et références de l'ANDEM.
Réali Clini 1996;**7**(3):385-406.
- 62. SCARPARO RK, GRECCA FS et FACHIN EV.**
Analysis of tissue reactions to methacrylate resin-based, epoxy resin-based, and zinc oxide-eugenol endodontic sealers.
J Endod 2009;**35**(2):229-232.
- 63. SCHAFFER E, ZANDBIGLARI T et SCHAFFER J.**
Influence of resin-based adhesive root canal fillings on the resistance to fracture of endodontically treated roots: an in vitro preliminary study.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;**103**(2):274-279.
- 64. SEVIMAY S et KALAYCI A.**
Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers.
J Oral Rehabil 2005;**32**(2):105-110.
- 65. SHANAHAN DJ et DUNCAN HF.**
Root canal filling using Resilon : a review.
Br Dent J 2011;**211**(2):81-88.
- 66. SHIPPER G, ORSTAVIK D, TEIXEIRA F et coll.**
An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon).
J Endod 2004;**30**(5):342-347.

- 67. SHOKOUHINEJAD N, SABETI M, GORJESTANI H et coll.**
Penetration of Epiphany, Epiphany self-etch, and AH Plus into dentinal tubules: a scanning electron microscopy study.
J Endod 2011;**37**(9):1316-1319.
- 68. SOMMA F, CAMMAROTA G, PLOTINO G et coll.**
The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials.
J Endod 2008;**34**(4):466-469.
- 69. SOUSA CJ, MONTES CR, PASCON EA et coll.**
Comparison of the intraosseous biocompatibility of AH Plus, EndoREZ, and Epiphany root canal sealers.
J Endod 2006;**32**(7):656-662.
- 70. SOUZA MA, CECCHIN D, FARINA AP et coll.**
In vitro evaluation of filling of lateral root canals with different filling materials by using digital radiography.
Rev Odontol Cienc 2012;**27**(1):64-68.
- 71. SUSINI G, ABOUT I, TRAN-HUNG L et coll.**
Cytotoxicity of Epiphany and Resilon with a root model.
Int Endod J 2006;**39**(12):940-944.
- 72. SUZUKI P, SOUZA V, HOLLAND R et coll.**
Tissue reaction of the EndoREZ in root canal fillings short of or beyond an apical foramenlike communication.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;**109**(5):94-99.
- 73. SYBRONENDO (Laboratoire)**
Real Seal – brochure commerciale.
http://www.sybronendo.com/cms-filesystem-action?file=/sybronendo-pdf/RealSeal_Sell_Sheet.pdf
- 74. SYBRONENDO (Laboratoire)**
Real Seal Points – fiche technique de sécurité.
http://www.sybronendo.com/sybron_msd/sybronendo/us/english/RealSealPoints.pdf
- 75. TAY F, LOUSHINE R, MONTICELLI F et coll.**
Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based Sealer in obturating root canals.
J Endod 2005;**31**(9):659-664.
- 76. TAY F et PASHLEY D.**
Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal
J Endod 2007;**33**(4):391-398
- 77. TEIXEIRA F et TROPE M.**
Advances in endodontic obturation.
<http://www.touchbriefings.com/pdf/2262/trope.pdf>

78. THIBODEAU B et TROPE M.

Pulp revascularization of a necrotic infected immature permanent tooth: case report and review of the literature.

Pediatr Dent 2009;**31**(2):145-148.

79. ULTRADENT (Laboratoire)

Endorez base – fiche technique de sécurité.

http://www.ultradent.com/fr/MSDS/endorez_base%20-%20French.pdf

80. ULTRADENT (Laboratoire)

Endorez catalyseur – fiche technique de sécurité.

http://www.ultradent.com/fr/MSDS/endorez_catalyst%20-%20French.pdf

81. ULTRADENT (Laboratoire)

Endorez : obturation kit.

<https://www.ultradent.com/hr/Product%20Instruction%20Documents/EndoRez%20Obturation%2011595.3%20INST.pdf>

82. ULTRADENT (Laboratoire)

Endorez points – fiche technique de sécurité.

<http://www.ultradent.com/fr/MSDS/MSDS%20115-001.1%20%20Gutta%20Percha%20Points.pdf>

83. WILLIAMSON A, MARKER K, DRAKE D et coll.

Resin-based versus gutta-percha-based root canal obturation : influence on bacterial leakage in an in vitro model system.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009;**108**(2):292-296.

84. ZAREI M, SHAHRAMI F et VATANPOUR M.

Comparison between gutta-percha and Resilon retreatment.

J Oral Sci 2009;**51**(2):181-185.

85. ZMENER O et PAMEIJER C.

Resin-coated gutta percha cones coupled with a resin-based sealer: a new alternative for filling root canals.

Endod Pract 2007;**10**(2):21-26.

86. ZMENER O, PAMEIJER C, KOKUBU GA et coll.

Subcutaneous connective tissue reaction to methacrylate resin-based and zinc oxide and eugenol sealers.

J Endod 2010;**36**(9):1574-1579.

87. ZMENER O, PAMEIJER C, SERRANO S et coll.

Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study.

J Endod 2008;**34**(1):76-79.

Annexes

Référence 1 ^{er} auteur Année	Objectif de l'étude	Type d'étude	Echantillons	Groupes randomisés	Tests de comparaison	Analyse des données	Biais	Commentaires	Niveau de preuve
[35] Herbert J. 2009	Evaluer et comparer la qualité de l'obturation du R/E, Ez et Guttaflow, par radiographie puis microscope de sections de racine	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	30 mono-radiculées (3 groupes de 10)	oui	Mann-Whitney	- En aveugle - 2 opérateurs	- analyse sur 2 sections 2D et non 3D - échantillons faibles	- protection de l'obturation lors de la section - utilisation cônes EndoRez - condensation latérale à froid	B1
[30] Hammad M. 2009	Mesurer et étudier le pourcentage de vide de canaux obturés avec GP, Ez, R et Guttaflow, au micro-CT	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	48 mono-radiculées (4 groupes de 12)	oui	Bonferroni	- en aveugle	- groupe Guttaflow obturé en monocône - le pourcentage de vide ne peut prédire l'étanchéité de l'obturation. - échantillons faibles	- condensation latérale à froid. - utilisation cônes EndoRez - GP s'étend en présence d'eugénol - rétraction des résines à la prise augmente les vides - micro-CT est non invasif pour les études in-vitro +++	B1
[19] Dutra F. 2006	Comparer la capacité d'étanchéité d'Ez, R, AH plus et Endofill	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	40 canines max en 4 groupes de 10	oui	Dunn	- en ouvert - 1 opérateur	- pas de cône EndoREZ - risque de biais à la diaphanisation - échantillons faibles	- utilisation de la diaphanisation - 7 jours d'infiltration - étanchéité influencée par la boue dentinaire - condensation latérale à froid	B1
[20] Eldeniz A. 2009	Evaluer l'étanchéité par un test de pénétration bactérienne de plusieurs ciments de scellement	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	144 mono-radiculées (8gpes de 15 et 2 gpes contrôles de 12)	oui	Log-Rank	- non précisé	- pas de photopolymérisation du Resilon - moment de turbidité fct° de l'examineur. - échantillons faibles	- retirer la boue dentinaire pour une meilleure adhésion. - l'utilisation de CIONa en fin de rinçage final inhibe la polymérisation des résines - biodégradation du Resilon par enzymes salivaires	B1
[39] Karapinar M. 2010	Comparer l'étanchéité entre Ez, R et d'autres ciments par un test de filtration du glucose	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	120 incisives avec des groupes de 20 dents	oui	Dunn	- non précisé	- comparaison de condensation latérale et monocône - certains monocônes ont été complétés avec cônes accessoires	- auto-mordancage faible de l'EndoRez : appliquer deux fois	B1

[47] Metkari S.A. 2011	Comparer l'étanchéité apicale du R/E, GP/AH+, GP/ZOE par une méthode de pénétration de colorant	- Etude comparative in vitro	64 incisives de 16mm avec 3 groupes de 30, le reste en gpe contrôle	non	T de student	- en ouvert - 2 opérateurs	- biais à la section des apex pour analyse au stéréomicroscope	- condensation latérale - bcp d'études ont montré que le Resilon est très biocompatible	B2
[58] Rai K. 2009	Evaluer et comparer l'étanchéité apicale du R/E, GP/EndoRez et GP/Guttaflow par la méthode de pénétration de colorant	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	75 prémolaires avec 1 seul canal, 5 gpe de 15 dont 2 contrôles	oui	Tukey	- non précisé	- prémolaire comme modèle (anatomie aléatoire ++) - biais à la section pour analyse. - groupes faibles	- monocône - inhibition de la polymérisation par l'oxygène	C2
[18] Drukteinis S. 2009	Mesurer et comparer l'étanchéité de l'EndoRez (cône et ciment) et GP/AH+, par pénétration coronaire de salive	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	60 mono-radiculées. 2 gpes de 25 et 2 de 5 contrôles	oui	Mann-Whitney	- non précisé	- vision de la turbidité fct° de l'examineur	- condensation latérale - la restauration coronaire est l'élément le plus important dans le succès du TEI. - la salive comme traceur permet de se rapprocher de la réalité	B1
[83] Williamson A. 2009	Evaluer et comparer l'étanchéité du Resilon et Gutta/AH plus en condensation latérale et verticale, par une méthode de filtration de fluides.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	70 incisives. 4 gpes de 15 et 2 contrôles de 5	oui	Log-Rank	- non précisé	- 1 fuite dans le groupe contrôle -	- obturation complète impossible donc concept monobloc non réalisable - rinçage finale ac eau stérile pour supprimer le ClONa.	B2
[49] Nawal R. 2011	Evaluer l'étanchéité du Resilon, AHplus et Guttaflow par un test de pénétration bactérienne par voie coronaire + MEB	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	40 incisives, 5 groupes (10 de 3 et 5 pour les 2 contrôles)	oui	Mann-Whitney	- en aveugle - plusieurs opérateurs	- MEB sur un seul échantillon des groupes - vision de la turbidité fct° de l'examineur - test statistique non adapté	- utiliser une bactérie comme traceur est plus proche de la réalité que d'utiliser un colorant.	B1
[9] Bouillaguet S. 2008	Evaluer à court et long terme l'étanchéité du ZOE, AHplus, Resilon et Guttaflow, par la méthode d'écoulement de fluide. + Observation au MEB.	- Etude comparative in vitro	40 racines P de 1 ^{ère} M max. (6 groupes de 8 dents : gpe + et - avec les mêmes)	non	Tukey + T de student	- non précisé	- gpe contrôle – avec les dents du + - protocole Resilon non respecté (Ø photo-polym° finale) - groupe faible - MEB que sur 1 échantillon de chaque groupe.	- technique provenant d'une étude sur étanchéité après ttt rétrograde : ici il aurait été mieux de faire par voie coronaire puisque les bactéries arrivent par cette porte (cf intro) - monocône alors qu'intro dit « condensation seule technique valide pour AH plus ».	C2

[59] Rainá R. 2007	Comparer l'étanchéité du R et de la GP par la filtration de fluide et fonction de la longueur de l'obturation.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	32 mono-radiculées (2gpes de 10, le reste en contrôle + et -)	oui	Tukey	- non précisé	- inhomogénéité dans les mono-radiculées - gpes contrôles non analysés. - risque artefact à chaque section	- l'application de mordantage et primaire ne peut être homogène dans le canal ; le ciment est chassé des murs lors de l'insertion du cône	C2
[52] Paqué F. 2007	Mesurer et comparer l'étanchéité du R et de la GP par filtration de fluide immédiatement et à 16 mois.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	100 PM avec 1 canal. 4 mm d'obturation conservée pour les tests. (4 groupes de 20, le reste en contrôle)	oui	Mann-Whitney + Log Rank + Bonferroni	- non précisé	- pas de photo-polymérisation du Resilon - désobturation pour garder 4mm d'obturation	- conservation des dents avec une partie coronaire et médiane du canal vide. - polymère se dégrade dans le tps donc l'étanchéité des résine diminue avec le temps.	B1
[87] Zmener O. 2008	Evaluer et comparer étanchéité entre GP, R et E par pénétration de colorant, selon différent séchage du canal avant obturation.	- Etude comparative in vitro	76 mono-radiculées standardisée à 17mm. (12 gpes de 5, un + de 4 et un - de 12)	non	Duncan	- non précisé	- pas de photo-polymérisation du R et E. - risque artefacts lors de la section - groupes très faibles	- influence importante du séchage du canal sur l'étanchéité surtout pour les résines. - des études ont prouvé que monocône = condensation latérale	C2
[41] Kumar A. 2011	Comparer étanchéité de 3 ciments (AH+, Epi, EndoR) + GP, par test de pénétration de colorants et analyse au MEB	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	66 incisives sup. 3 gpes de 20 (15 pour colorant et 5 pour MEB), le reste en contrôle.	oui	T de Student	- non précisé	- pas de photo-polymérisation d'Epi et EndoR. - Epi avec GP et non Resilon. - risque de biais à la section	- Importance du facteur C : si élevé → rétract° polym° élevé → contrainte aux murs élevé → déchirement → création d'espaces libre entre paroi et adhésif.	B1
[70] Souza M. 2012	Evaluer la capacité de scellement des canaux accessoires, pour 7 matériaux d'obturation, par radiographie numérique	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	70 incisives max. (7 gpes de 10)	oui	Tukey	- en aveugle	- pas de cônes EndoRez. - Canaux accessoires artificiels.	- La fluidité d'un matériau est une propriété importante car elle représente sa capacité à pénétrer les irrégularités du système canalaire.	B1
[13] Chadha R. 2012	Evaluer la pénétration des tubulis de 3 ciments (EndoRez, Epiphany, AHplus) au MEB	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	32 1 ^{ères} PM (3 gpes de 10 et 2 contrôles)	oui	Bonferroni	- non précisé	- utilisation de PM.	- relation inverse entre étanchéité et pénétration du ciment - pénétration du ciment est fonction de la viscosité.	B1

[64] Sevimay S. 2005	Evaluer l'étanchéité apicale (par pénétration de colorant) et l'adaptation à la dentine de 2 ciments de scellement (AHplus et EndoRez),	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	55 dents antérieures maxillaires (40 pour étanchéité, 10 pour adaptation)	oui	Student (pour étanchéité)	- en ouvert	- utilisation d'incisives et de canines - retraitement de certaines dents	- la boue dentinaire est moins facilement enlevée dans la partie apicale.	C2
[53] Patel D. 2007	Evaluer et comparer la capacité de pénétration des tubulis du RealSeal et Tubliseal, par microscope confocal.	- Etude comparative in vitro	20 PM à 1 canal. (40 moitié divisée en 2 groupes)	non	Log-Rank	- non précisé	- Répartition par taille des échantillons	- l'utilisation du microscope confocal permet de limiter les artefacts liés à la préparation des échantillons	B2
[44] Mamootil K. 2007	Evaluer et comparer la profondeur de pénétration des tubulis de 3 ciments (AH26, ZOE et EndoRez)	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	50 PM à 1 canal (3 gpes de 15 et 5 dents en contrôle)	oui	Mann-Whitney	- non précisé	- préparation des échantillons = risque d'artefacts - test statistique non adapté	- le rinçage final à l'éthanol augmente la pénétration du ZOE dans les tubulis.	C2
[24] Epley S. 2006	Evaluer et comparer la présence de vides sur des sections de racines obturées au R/E ou GP/ZOE en condensation latérale ou verticale.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	80 racines distales ou palatines de 1 ^{ère} M max. (4 gpes de 20)	oui	Analyse de variance à 2 facteurs	- non précisé	- utilisation de racines distales et palatines - pas de photopolymère d'Epiphany	- des études ont prouvé que la condensation latérale à froid produit des vides	B1
[67] Shokouhinejad N. 2011	Evaluer et comparer la pénétration tubulaire de 3 ciments (AHplus, Epiphany et Epiphany SE), au MEB	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	36 PM mono-radiculées (3 groupes de 24 moitiés)	oui	Tukey	- non précisé	- suppression de la boue dentinaire uniquement à EDTA - risque d'artefact en sectionnant les dents obturées	- Toute préparation pour le MEB peut engendrer des artefacts	B1
[8] Bortolini 2010	Evaluer la pénétration intra-tubulaire et la perméabilité de 3 ciments (EndoRez, AHplus et Endo CPM).	- Etude comparative in vitro	34 canines (3 groupes de 10, 4 dents en gpe contrôle)	non	Analyse de variance à 2 facteurs	- en aveugle - 6 opérateurs	- artefacts important lors de la section. - groupes très faibles	- pas de suppression de la boue dentinaire ni de rinçage final.	B2

[4] Azar M. 2010	Comparer la solubilité de la GP et du R dans le chloroforme en fonction du tps d'application et de l'épaisseur de matériau.	- Etude comparative in vitro	54 échantillons (tps d'application 1, 3 ou 5 min)	non	Analyse de variance à 2 facteurs	- non précisé	- biais lors de la filtration et du séchage des échantillons	- 3 méthodes pour désobturer : thermique, chimique et mécanique. - faible pt de fusion et haut PM du Resilon confère sa meilleure solubilité dans chloroforme.	B2
[84] Zarei M. 2009	Comparer la qualité de la désobturation au Race de racines obturées avec la GP et le R + calcule du tps de RTE.	- Etude comparative in vitro	30 mono-radiculées (2 gpes de 15)	oui	Mann-Whitney et Friedman	- en ouvert - 1 opérateur	- désobturation au Gates de la partie coronaire. - test statistique non adapté - groupes faibles	- autre aide pour désobturer : US. - les critères cliniques utilisés pour apprécier la désobturation paraissent non-conforme étant donné qu'il reste du matériau sur les murs dentinaires.	C2
[15] De Oliveira D. 2006	Comparer l'efficacité du RTE par 2 systèmes différents sur la GP et le R. + calcule du tps de RTE	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	80 mono-radiculées (4 gpes de 20)	oui	Mann-Whitney et Fisher	- en ouvert - 1 opérateur	- pas d'analyse en aveugle.	- chloroforme est carcinogène	B1
[25] Faria N. 2011	Evaluer et comparer l'efficacité de 3 solvants et 2 associations de solvants sur 3 types de GP (conventionnelle, thermoplastique et EndoRez) et sur le R.	- Etude comparative in vitro	20 échantillons (disques fabriquée de 10mm de diamètre et 1 mm d'épaisseur.	non	Tuckey	- non précisé	- risque de biais lors de la confection des disques (chauffage du matériau) - tableau de résultats peu transparent	- chloroforme est carcinogène. - autre aide pour désobturer : laser - pas de test ISO pour évaluer la solubilité d'un matériau d'obturation endo.	C2
[11] Brodrumlu E. 2008	Evaluer et comparer l'efficacité du RTE par 3 systèmes différents sur la GP + le R. + calcul du tps de RTE	- Etude comparative in vitro	180 dents (90 incisives max droite et 90 racines M courbe de molaire md)	non	Mann-Whitney et Kruskal-Wallis	- en ouvert - 1 opérateur	- critères de fin de désobturation faibles - pas photo-polymérisation du R	- R/E plus facilement désobturable que GP/AHplus grâce à la liaison chimique entre le R et son ciment. - le solvant compense ce que ne peut pas faire le Gates.	B2
[29] Hammad M. 2008	Comparer la quantité de matériau restant lors du RTE de racines obturées avec différents matériaux et désobturées manuellement ou mécaniquement.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	80 mono-radiculées (4gpes de 20 divisé en 2 sous gpe de 10)	oui	Analyse de variance à 2 facteurs	- non précisé	- microCT supprime biais lié à la section et résolution importante - temps de stockage après obturation faible.	- EndoRez et R/E plus présentent moins de matériau résiduel grâce à la jonction ciment/cône.	B1

[68] Somma F. 2008	Comparer l'efficacité de 2 systèmes de retraitement mécanique (Mtow et ProTaper) et 1 manuel sur 3 matériaux d'obturation (GP, R et Ez) + calcul du tps de RTE.	- Etude comparative in vitro	90 PM à un seul canal (9 groupes de 10)	non	Analyse par régression linéaire	- en aveugle - 1 opérateur	- Préparation au Mtow des racines désobturées au ProTaper ; - analyse stat faible. - solvant seulement en manuel. - groupes faibles	- analyse au MO et au MEB.	C2
[45] Marfisi K. 2010	Comparer l'efficacité de 3 systèmes (Mtow, ProTaper et Twisted) sur des racines obturées au Resilon ou à la Gutta-percha.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	90 mono-radiculées (30I, 30C et 30PM), 6 groupes de 15	oui	Fisher et Kruskal-Wallis	- en aveugle - 3 opérateurs	- choix des dents non homogènes - préparation pour le MO peut faire partir le matériau restant.	- Cône beam permet une analyse sans préparation mais pas aussi détaillée que le micro CT. - Une étude stockant les dents 8 semaines a montré que le RTE de la GP était plus complet que pour le R.	B1
[28] Hammad M. 2007	Evaluer et comparer la résistance à la fracture de racines obturées à la Gutta, au Resilon, à l'EndoRez ou au Guttaflow	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	67 mono-radiculées (5 gpes)	oui	Bonferroni	- non précisé	- longueur des dents non homogènes - pas photo-polymérisation	- le LAD est simulé par une couche de caoutchouc enrobant la dent (si pas cela, valeur de résistance anormalement élevée)	B1
[63] Schäfer E. 2007	Comparer la résistance à la fracture de racines obturées à la Gutta ou au Resilon	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	84 C md (3 gpes : 36 préparées en rot°, 36 manuelles, 12 intactes ; 3 sous gpes : 12 G, 12 R et 12 non obturées)	oui	Analyse de variance à 2 facteurs et Scheffé	- non précisé - 1 opérateur	- pas de standardisation de la longueur des racines.	- le ttt endo diminue la résistance à la fracture. - axe d'application de la pression de 15° / axe dent car forces en bouche ne sont pas dans l'axe de la dent.	B1
[27] Grande N. 2007	Comparer les propriétés physiques, et notamment la flexion, de racines obturées au Resilon, à la Gutta ou à l'EndoRez	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	50 incisives latérales (5 gpes de 10)	oui	Bonferroni	- non précisé	- que du ciment dans le groupe EndoRez, pas de cône. - préparation des cylindres avec de nombreuses coupes : biais ++ - groupes faibles	- un matériau renforce la racine s'il est adhérent à la dentine et si son module d'élasticité est proche de celle-ci.	C2

[31] Hanada T. 2010	Comparer la résistance à la fracture de racines obturées à la Gutta, au Resilon ou au RC sealer.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	56 inc. max. (28 à 40/100, 28 à 80/100, avec sous gpe selon obtur ^o)	oui	Tukey	- non précisé	- pas de caoutchouc pour simuler LAD.	- les résultats du Resilon s'expliquent par l'adhésion avec le ciment qui transmet alors les forces à la dentine.	B1
[43] Lertchirakarn V. 2011	Evaluer et comparer la résistance à la fracture verticale de racines obturées au Resilon ou à la Gutta.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	40 inc. max (4 gpe de 10)	oui	Tukey	- non précisé	- pas de standardisation des dents	- morphologie influence les fractures - ce modèle étudie uniquement les fractures d'origine endodontique. - le ciment contribue peu au renforcement de la dent	C2
[48] Monteiro J. 2011	Evaluer et comparer la résistance à la fracture verticale de racines obturées à la Gutta ou au Resilon	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	80 1 ^{ère} et 2 ^{ème} PM mono-radiculées (4 gpe de 20 dont 2 contrôles)	oui	Fisher	- non précisé	- 9 mm de partie immergée - pas de simulation du LAD	- standardisation des racines sans coupe juste en sélectionnant les spécimens par taille.	B1
[5] Baba S. 2010	Evaluer et comparer la résistance à la fracture de racines obturées à la Gutta et au Resilon.	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	60 PM md (3 gpe de 20 dont 1 non obturé)	oui	Analyse de variance à 2 facteurs	- non précisé	- 8 mm émergent - pas de simulation du LAD	- Resilon renforce la dent grâce au monobloc et à la pénétration des tubulis. - obturation à la GP fragilise / à une dent non obturée à cause des forces lors de la condensation.	B1
[38] Karapinar M. 2009	Evaluer et comparer la résistance à la fracture du Resilon, de la Gutta et de l'Active GP.	- Etude comparative in vitro	100 (Inc. centrale, lat. et PM md) (4 gpe de 20 et 2 de 10 contrôles)	non	Kruskal-Wallis et Test Z	- non précisé	- 3 types de dents (IC, IL et PM) - pas de simulation de LAD - partie immergée de 9 mm.	- une préparation de section bien arrondie distribue positivement les forces lors de l'obturation.	C2
[86] Zmener O. 2010	Evaluer la biocompatibilité des ciments EndoRez, RealSeal et Pulp Canal Sealer implanté en sous cutanée chez le rat.	- Etude comparative in vivo	24 rats avec 1 échantillon de chaque ciment (Ez, RealSeal, ZOE) et 1 tube silicone plein	non	Kruskal-Wallis et Dunn	- en aveugle - 2 opérateurs	- pas de photo-polymérisation - préparation des échantillons pour le MO	- le monomère non polymérisé explique la réaction à court terme - l'eugénol libre entraîne la réaction à long terme.	B2

[62] Scaparo R. 2009	Evaluer la biocompatibilité de l'EndoRez, AHplus et ZOE implanté en sous cutané chez le rat.	- Etude comparative in vivo	16 rats avec 1 échantillon de chaque ciment (Ez, AH+, ZOE) et 1 tube polyéthylène plein	non	Kruskal-Wallis et Mann-Whitney	- en aveugle - 1 opérateur	- préparation des échantillons pour le MO. - période d'évaluation faible	- score inflammatoire non présenté. - aucun ciment n'offre une biocompatibilité satisfaisante pour un tel rôle.	B2
[69] Sousa C. 2006	Evaluer les propriétés biologiques des ciments EndoRez, AH plus et Epiphany.	- Etude comparative in vivo	30 cochons d'inde avec 2 échantillons implantés	non	Non	- en aveugle - 2 opérateurs	- période d'étude faible.	- l'EndoRez n'est pas acceptable comme ciment.	B2
[26] Garcia L. 2010	Evaluer la biocompatibilité du système Resilon/ Epiphany implanté en sous cutané chez le rat	- Etude comparative in vivo	15 rats avec 1 échantillon de chaque groupe (R/E, GP/ZOE et vide)	non	Bonferroni pour la comparaison des capsules fibreuses	- non précisé	- période d'étude faible - groupe contrôle = dentine.	- l'Epiphany libère du Ca favorable à la diminution de l'inflammation.	B2
[2] Al-Hiyasar A. 2010	Evaluer la cytotoxicité de 4 ciments (Metaseal, EndoRez, Epiphany et AH plus) sur des fibroblastes.	- Etude comparative in vitro	96 échantillons	non	Tukey	- non précisé	- période courte	- Epiphany hautement cytotoxique à cause de monomères résiduels et la libération de charge par dégradation. - UDMA de l'EndoRez est cytotoxique	B2
[71] Susini G. 2006	Evaluer la cytotoxicité du système Resilon/Epiphany sur des fibroblastes par un modèle dentaire	- Etude comparative in vitro, en groupes parallèles	30 mono-radiculées obturées soit au R/E, GP/RS ou GP/ZOE	oui	Duncan	- non précisé	- cytotoxicité évaluée en 2 temps - période courte - peu d'échantillons par groupe.	- Epiphany est responsable de la cytotoxicité à court terme, pas le Resilon	C2
[10] Brackett M. 2008	Evaluer la cytotoxicité de 9 matériaux d'obturation endodontique à court et long terme.	- Etude comparative in vitro	24 échantillons	non	Tukey	- non précisé	- seulement 4 échantillons par matériau testé.	- Cytotoxicité = activité anti-bactérienne. - Monomère libre non responsable de la cytotoxicité. Serait dû à la dégradation.	C2

HUMEAU (Xavier) Comparaison de 3 matériaux d'obturation endocanalaire : Gutta-percha, Resilon et EndoRez. Analyse de la littérature. 86f ; tabl. ; ill. ; 87 réf. ; 30 cm. (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2012)

RESUME :

Le traitement endodontique consiste en un débridement chimio-mécanique suivi d'une obturation du système canalaire. Le matériau d'obturation emprisonne les bactéries résiduelles et agit comme une barrière qui empêche la réinfection du système endodontique. D'après de nombreuses études, la Gutta-percha, un matériau d'obturation utilisé depuis très longtemps, offre une étanchéité limitée. Ceci a conduit au développement de nouveaux matériaux à base de résine.

Le présent travail compare, par une analyse de la littérature, 3 matériaux d'obturation : la Gutta-percha, le Resilon et l'EndoRez. Les paramètres analysés sont : l'étanchéité, la capacité de scellement tridimensionnel, le retraitement, la résistance à la fracture et la biocompatibilité. Dans la limite de la bibliographie, il ressort que le Resilon semble le plus avantageux. L'EndoRez paraît se comporter correctement, mais le nombre d'études le concernant reste très faible à ce jour. La Gutta-percha reste un matériau très intéressant avec un recul clinique important.

En conclusion, les 3 matériaux étudiés sont capables d'obturer convenablement l'endodonte mais aucun ne peut prétendre être le matériau idéal.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie-Endodontie

MOTS CLEFS MeSH :

- Endodontie / Endodontics
- Matériau d'obturation endocanalaire / Root canal filling material
- Gutta-percha / Gutta-percha
- Résine synthétique / Resins synthetic

JURY :

Président : Monsieur le Professeur A. JEAN

Directeur : Madame le Docteur V. ARMENGOL

Assesseur : Madame le Docteur B. CASTELO-ENKEL

Assesseur : Madame le Docteur C. DUPAS