

No



FACULTÉ DE MÉDECINE DE BLIDA
DÉPARTEMENT DE MÉDECINE DENTAIRE

Mémoire de fin d'étude
Pour l'obtention du
DIPLÔME de DOCTEUR en MÉDECINE DENTAIRE

INTITULÉ

L'obturation du réseau canalaire : condensation latérale à l'aide de gutta-percha à froid VS condensation verticale à l'aide de gutta-percha thermoplastifiée

Présenté et soutenu publiquement le:
10 Juillet 2019

Par

Amina SAIHI

Fethia KADRI

Yamina CHARIFI

Ibtissem SAROUTI

Amina GENOUS

Soumia LAIFAOU

et

Promoteur : Pr Z. HADJI- OULD ROUIS

Jury composé de :

Président : Dr M. GRIBALLAH

Examineur : Dr S. BOUAKKAZ

Année 2018-2019

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Rappels et généralités sur le traitement endodontique	
1. Rappel sur l'endodontie.....	2
1.1. Historique.....	2
1.2. Complexité de l'anatomie du système endo-canalair.....	3
2. Généralités sur le traitement endodontique.....	6
3. Principes et objectifs d'un traitement endodontique.....	7
3.1. Principes et objectifs biologiques.....	7
3.2. Principes et objectifs mécaniques.....	8
4. Thérapeutiques endodontiques.....	10
4.1. Etapes préliminaires.....	10
4.2. Préparation du réseau canalaire.....	16
4.3. Assainissement du réseau canalaire.....	17
Chapitre II : L'obturation canalaire moyens et techniques	
1. Définition de l'obturation canalaire.....	19
2. Objectifs de l'obturation canalaire.....	19
3. Conditions requises pour l'obturation canalaire.....	20
4. Principes de l'obturation canalaire.....	22
5. Les moyens de l'obturation canalaire.....	23
5.1. Noyau central semi solide(les cônes d'obturation canalaire).....	23
5.1.1. Qualités requises d'un matériau d'obturation canalaire semi solide.....	23
5.1.2. Les différents types des cônes endo-canalaire.....	24
5.1.2.1 Cônes d'argent.....	24
5.1.2.2 Cônes résineux.....	25
5.1.2.3 Cônes enrobés.....	27
5.1.2.4 La gutta percha dentaire.....	29
5.1.2.4.1 Composition de la gutta percha dentaire.....	30
5.1.2.4.2 Propriétés de la gutta percha dentaire.....	30
5.1.2.4.3 Les formes de la gutta percha.....	32
5.1.2.4.4 Avantages de la gutta percha dentaire.....	34
5.1.2.4.5 Inconvénients de la gutta percha.....	34
5.2. Le ciment de scellement endodontique.....	35
5.2.1. Conditions requises pour un ciment de scellement endodontique.....	35
5.2.2. Les différentes familles de ciment de scellement endodontique.....	36
5.2.2.1. Les ciments à base d'oxyde de zinc-eugénol.....	36
5.2.2.2. Les ciments résineux.....	37
5.2.2.3. Les ciments à base d'hydroxyde de calcium.....	38

6. Les différentes techniques d'obturation canalaire.....	39
6.1. Techniques utilisant la gutta percha au froid.....	39
6.1.1. Technique monocône.....	39
6.1.2. Technique de compactage latérale à froid.....	40
6.2. Techniques utilisant la gutta percha à chaud.....	40
6.2.1. Technique de compactage de gutta percha chaude en vagues multiples ou technique de H. Schilder.....	40
6.2.2. Le compactage thermomécanique de gutta percha ou technique de Mac Spadden.....	42
6.2.3. Techniques dites combinées ou hybrides.....	43
6.2.3.1. Technique de Peli.....	43
6.2.3.2. Le compactage vertical modifié.....	44
6.2.3.3. Système Microseal®.....	44
6.2.4. Technique de compactage vertical en vague unique ou système B®.....	45
6.2.5. Système de compactage sur tuteur (Le thermafil®).....	45
6.2.5.1. Le système Herofill®.....	47
6.2.5.2. Le système Soft Core®.....	47
6.2.5.3. Le système Simplifill®.....	48

CHAPITRE III : Etude comparative et discussion

1. Etude comparative entre la technique du compactage latérale à froid et la technique du compactage vertical à chaud de la gutta percha.....	49
1.1. La condensation latérale à froid de la gutta percha.....	49
1.1.1. Principe.....	49
1.1.2. Matériels.....	49
1.1.3. Technique.....	50
1.1.4. Avantages.....	55
1.1.5. Inconvénients.....	56
1.2. Les techniques de condensation verticale à chaud :le système B®.....	56
1.2.1. Principe.....	56
1.2.2. Matériels.....	56
1.2.3. Technique.....	58
1.2.4. Avantages.....	61
1.2.5. Inconvénients.....	61
2. Condensation latérale à froid versus la condensation verticale à chaud d'après certaines étude expérimentales.....	62
2.1. Méthode d'évaluation de l'étanchéité radiculaire par les tests de pénétration radiculaire.....	62
2.1.1. Méthode d'évaluation par la pénétration de colorant.....	62
2.1.1.1. Etude de Inan U. et coll.....	63

2.1.1.2. Etude de Brosco V. et coll.....	64
2.1.2. Méthode d'évaluation par le test de pénétration bactérienne	64
2.1.3. Méthodes d'évaluation par utilisation de fluides sous pression.....	66
2.1.3.1. Etude à court terme de Kontakiotis E. et coll.....	66
2.1.3.2. Etude à moyen terme de Pommel L. Et Camps J.....	67
2.1.3.3. Etude à long terme de Gençoğlu N. et coll.....	68
2.2. Capacité de scellement tridimensionnelle par contrôle radiographique.....	69
3. Discussion générale.....	70
4. Recommandations	72
Conclusion	74
Références bibliographiques	
Annexes	



Introduction

Introduction

Soulager les patients de la douleur et prévenir la perte de leurs dents, tels sont les objectifs principaux et constants de notre métier.

L'endodontie, est une discipline fondamentale de l'odontologie, elle est à la base de l'exercice du médecin dentiste et constitue un pilier indispensable sur lequel de nombreuses autres disciplines reposent.

« S'il y'a une discipline qui vous permet de garder la tête sur les épaules et de rester modeste c'est bien l'endodontie » ^[1].

Shilder, en 1974 définit le traitement endodontique comme la préparation, la désinfection et l'obturation dans les trois dimensions du système canalaire ^[2].

«L'objectif de tout traitement, et notamment en endodontie, est de maintenir une dent dans

un contexte biologique proche de la physiologie, et de prévenir ainsi tout développement

d'une pathologie osseuse inflammatoire. D'autre part et d'après les travaux de Miller (1885)

et de Kakehashi (1963), l'infection bactérienne a été clairement établie comme étant à l'origine des pathologies endodontiques.». (S.SIMON)^[3].

L'endodontie a largement atteint sa maturité, à la fois en tant que science médicale et comme pratique clinique, mais elle continue d'évoluer. L'endodontie contemporaine et en train de réussir un mariage fécond entre la biologie et la technologie, lui conférant l'attrait de la modernité et lui garantissant un avenir certain ^[4].

Dans notre thème nous allons aborder les différentes approches utilisées pour obturer les canaux avec la gutta percha tout en soulignant que les différentes techniques dépendent de la taille des canaux préparés, de la forme finale de la préparation et de la nature des irrégularités rencontrées à l'intérieur des canaux. Le facteur prédominant reste encore la préférence du clinicien, étant entendu qu'aucune technique ne s'est révélée supérieure à l'autre quant aux résultats attendus du traitement à long terme ^[5].

C'est à travers l'étude des différentes techniques d'obturations actuelles, en les comparant et en mettant en avant leurs avantages comme leurs inconvénients que nous déterminerons quelles conduites et quelles techniques utiliser pour la réalisation d'un acte endodontique efficace et rapide ^[6].



Chapitre I
Rappels et généralités sur le
traitement endodontique

1. Rappel sur l'endodontie

Avant d'entamer notre revue de la littérature, il serait bon de faire quelques rappels sur l'histoire de l'endodontie et de l'endodonte.

1.1. Historique

Les premières traces d'obturation endodontique 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.

Les premiers matériaux d'obturation endo-canalaires 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 [7].

Pendant longtemps, le canal était rempli de pâte canalinaire uniquement. En 1867, Truman introduit la gutta-percha comme matériau d'obturation. Par la suite Bowman propose une technique monocône de gutta-percha sans ciment.

Dans les années 1890, Cramm utilise des cônes de cuivre avec un ciment [8].

C'est en 1928 que les premiers bourre-pâtes de H.Lentulo apparaissent, permettant une obturation canalinaire qui se base sur un remplissage de ciment sans cône de gutta-percha, sans aucune herméticité apicale et avec de nombreux dépassements [6].

Plus tard, Jasper développe les cônes d'argent aux vertus supposées antiseptiques, cette méthode d'obturation sera la technique de référence pendant de longues années, mais les cônes d'argent avaient l'inconvénient de générer des produits de corrosion toxique, conduisant à des obturations difficiles à reprendre si cela devenait nécessaire.

C'est en 1967 que Schilder propose une technique de remplissage tridimensionnel utilisant de la gutta réchauffée ramollie et un ciment. Elle est toujours considérée comme l'une des techniques les plus performantes de nos jours.

Dans les années 1970, les systèmes à tuteurs se développent.

En 1981, Mac Spadden met au point une technique de compactage thermomécanique.

Dans les années 1990 Buchanan modifie la technique de Schilder et élabore le System B[®].

Le XXI^{ème} siècle voit l'essor de nouveaux matériaux tels que le CPoint[®] (cône d'obturation à base de polymères), et les ciments à base de biocéramique ou de biodentine [8].

1.2. Complexité de l'anatomie du système endo-canalair

➤ Anatomie générale du réseau canalaire

La véritable connaissance de l'anatomie de la cavité pulpaire, repose sur la compréhension de ses contours dans l'espace : il s'agit en réalité d'un volume qui doit être appréhendé dans les trois dimensions de l'espace.

Pour chaque dent, la cavité pulpaire est divisée en une portion coronaire (la chambre pulpaire) et une portion radiculaire (le canal radiculaire) (**fig.1**). La cavité pulpaire est généralement une version miniature de la dent, en effet la forme de ses contours est homothétique à celle des contours de la couronne et des racines de la dent [9]:

- La chambre pulpaire occupe le centre de la couronne, alors que les canaux radiculaires principaux s'étendent le long de la racine jusqu'au foramen apical.
- L'anatomie du réseau canalaire est complexe, il ne s'agit pas d'un canal unique qui débute au niveau de l'orifice canalaire et qui se termine au niveau du foramen apical. Nous notons l'existence de différents types de canaux (canal latéral, secondaire, accessoire) qui sont des branches collatérales du canal principal faisant communiquer la pulpe avec le parodonte. Ils peuvent être situés à n'importe quel niveau, depuis la région inter-radiculaire jusqu'à l'apex, même s'ils se retrouvent le plus souvent au niveau apical.

Nous noterons les définitions de ces différents types de canaux que l'on peut retrouver :

- Le canal principal correspond au tronc principal du réseau canalaire radiculaire reliant le foramen apical à la chambre pulpaire.
- Un canal latéral est une ramification du canal principal située dans la région médiane ou coronaire, le reliant au ligament alvéolaire.
- Un canal secondaire est une ramification du canal principal communiquant avec le ligament alvéolo-dentaire dans la région apicale.
- Un canal accessoire est une ramification d'un canal secondaire communiquant avec le **Ligament Alvéolo-Dentaire (LAD)**.

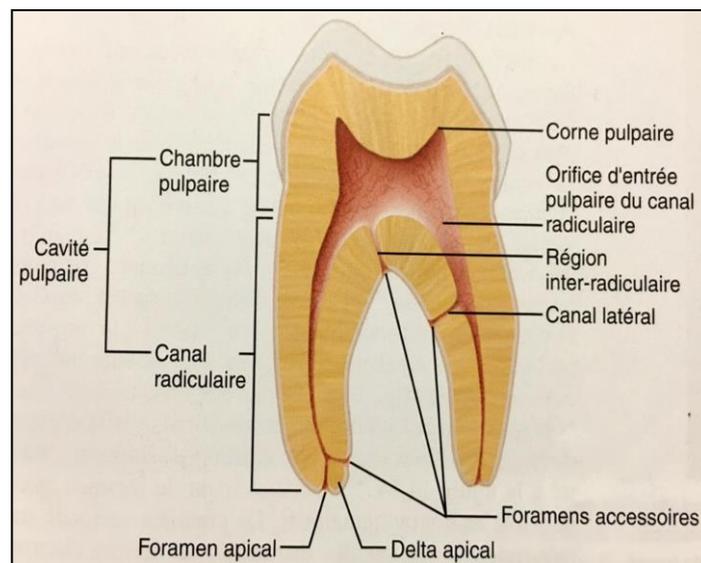


Figure n°1: Les principaux composants anatomiques de la cavité pulpaire [10].

En coupe transversale, la forme et la localisation des canaux dépendent de la forme de la racine. Bien que la forme radicaire soit variable, nous dénombrons sept configurations générales : rond, ovale, ovale allongé, quille, haricot, ruban et sablier. Notons que des formes différentes peuvent apparaître à tous les niveaux d'une même racine ^[9].

Ainsi, on catégorise les canaux radiculaires en quatre types fondamentaux (**fig.2**) ^[11] :

- Type I : un seul canal principal qui s'étend de la chambre pulpaire à l'apex.
- Type II : deux canaux principaux distincts qui s'étendent depuis la chambre pulpaire et qui se rejoignent en un seul canal avant l'apex.
- Type III : deux canaux principaux distincts, qui partent de la chambre pulpaire et qui débouchent à l'apex en deux foramens différents.
- Type IV : un seul canal principal, qui part de la chambre pulpaire et qui se divise en deux canaux principaux distincts, qui débouchent à l'apex selon deux foramens différents.

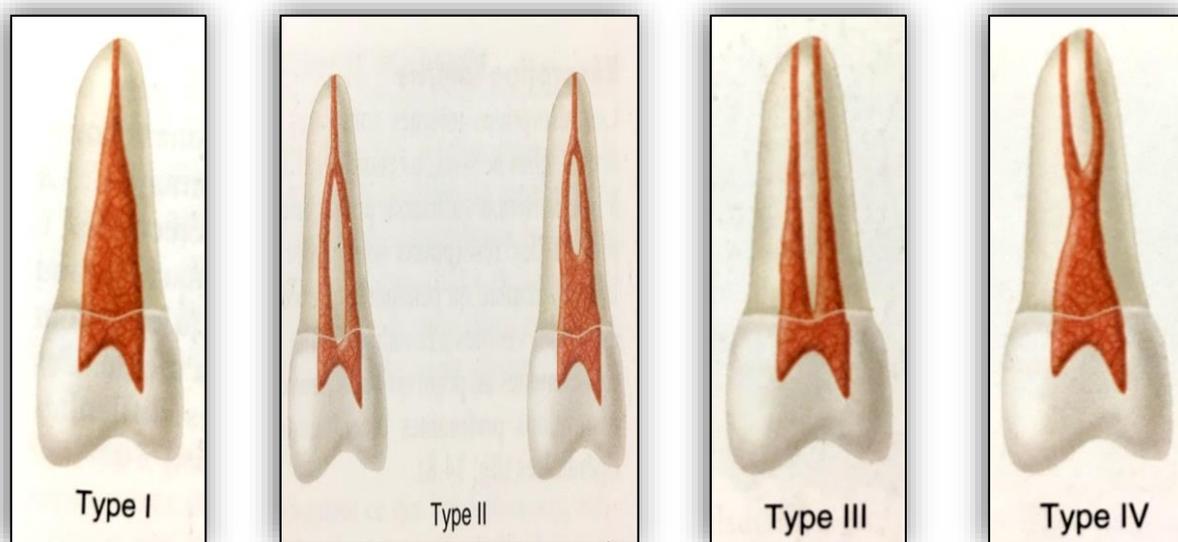


Figure n°2: Les différents types anatomiques fondamentaux de la cavité pulpaire radiculaire d'après Weine ^[9].

D'autres études ont permis d'identifier quatre variations supplémentaires, encore plus complexes et inhabituelles, pour un total de huit configurations spatiales de la cavité pulpaire (**fig.3**) ^{[12] [13]} :

- Type I : un seul canal principal s'étend de la chambre pulpaire à l'apex.
- Type II : deux canaux distincts, qui s'étendent depuis la chambre pulpaire et qui se rejoignent avant l'apex en un seul canal, pour déboucher au niveau d'un foramen unique.
- Type III : un seul canal quitte la chambre pulpaire, il se divise en deux canaux qui se rejoignent avant l'apex en un seul canal.
- Type IV : deux canaux principaux séparés s'étendent de la chambre pulpaire à l'apex.

- Type V : un seul canal principal qui part de la chambre pulpaire, puis se divise à proximité de l'apex en deux canaux pour donner deux foramens distincts.
- Type VI : deux canaux distincts, partent de la chambre pulpaire se rejoignent au milieu de la racine, et se divisent à nouveau à proximité de l'apex pour donner deux foramens distincts.
- Type VII : un seul canal principal, qui part de la chambre pulpaire et se divise en deux canaux, qui se rejoignent dans la racine pour finalement se diviser à nouveau à proximité de l'apex et émerger par deux foramens distincts.
- Type VIII : trois canaux distincts qui s'étendent de la chambre pulpaire à l'apex.

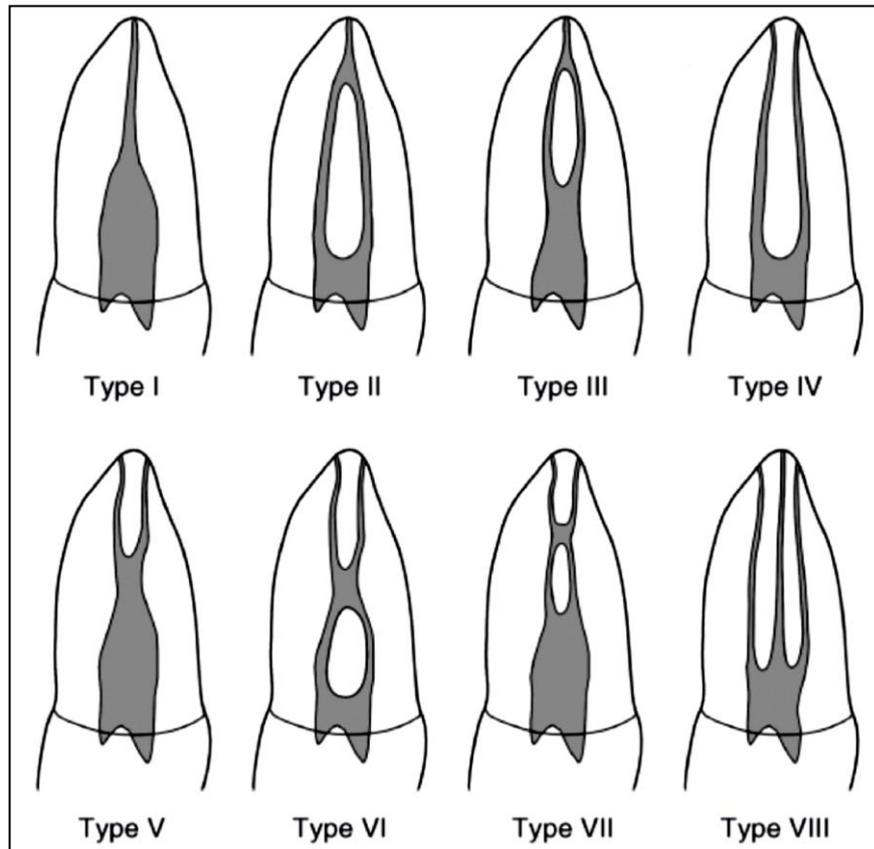
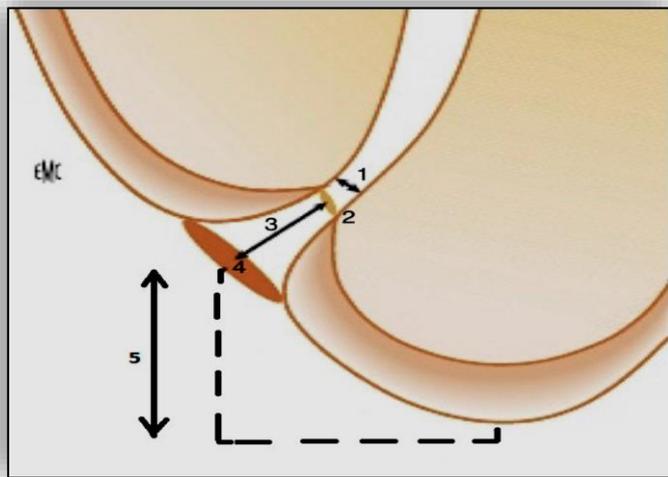


Figure n° 3 : Configuration du système canalaire d'après Vertucci [12].

➤ Anatomie apicale du système canalaire

Traditionnellement, il existe trois repères à considérer au niveau apical d'une dent (fig.4) :

- La **Jonction Cémento-Dentinaire (JCD)**.
- La constriction apicale.
- Le foramen apical
- En 1955 Kuttler réalisa une étude sous microscope optique de l'anatomie de la zone apicale des racines, afin d'améliorer les techniques endodontiques. Ainsi, il donna une représentation schématique idéale de la zone apicale : **c'est le concept apical de Kuttler [14]**.



- 1 : constriction apicale.
 2 : JCD.
 3 : distance séparant le foramen apical de la JCD.
 4 : foramen apical.
 5 : distance séparant le foramen apical du vertex.

Figure n°4 : Schéma de la région apicale d'après Kuttler [15].

Par ce schéma, il explique que le canal principal d'une racine se rétrécit en une zone de plus faible diamètre appelée constriction apicale. Cette constriction délimite dans la partie coronaire du canal un long cône dentinaire qui s'oppose par son sommet à un court cône cémentaire, qui s'ouvre vers le péri-apex par le foramen apical. Ces deux cônes s'opposent et s'unissent par leur sommet en une jonction : la Jonction Cémento-Dentinaire.

La JCD constitue un repère histologique entre le cément en surface et la dentine en profondeur, c'est la zone où le tissu pulpaire se transforme en tissu parodontal [16]:

- Théoriquement, elle constitue la limite apicale histologique appropriée pour les traitements canalaire, où les matériaux d'obturation ont un contact minime avec les tissus péri-apicaux.
- Physiologiquement, elle correspond à une zone de cicatrisation contenant des cellules indifférenciées, qui peuvent s'exprimer sous forme de fibroblastes, cémentoblastes et ostéoblastes.

2. Généralités sur le traitement endodontique

Le traitement endodontique est une procédure qui consiste à traiter les maladies de la pulpe et du péri-apex, ainsi à transformer une dent pathologique en une entité saine, asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade, s'appliquant de l'extrémité coronaire à l'extrémité apicale d'un réseau canalaire d'une dent ou d'une racine dentaire [17].

Le traitement endodontique permet de traiter une pulpopathie irréversible ou une nécrose pulpaire, et de réaliser une obturation hermétique, dense, homogène et tridimensionnelle, allant du foramen apical physiologique à l'extrémité coronaire.

Ce traitement doit permettre en outre l'élimination et la neutralisation de la totalité des substances organiques présentes, et d'éviter la colonisation bactérienne post-traitement, pouvant aboutir à des irritations des tissus péri-apicaux et/ou à des lésions apicales. Son but est également d'obtenir la guérison d'une pathologie péri-apicale ou péri-radulaire éventuellement pré-existante.

Un des objectifs essentiels de la thérapeutique endodontique, est de réaliser une obturation radiculaire étanche, tridimensionnelle, jusqu'à la jonction cémento-dentinaire (Schilder, 1974) [18].

3. Principes et objectifs d'un traitement endodontique

3.1. Principes et objectifs biologiques

➤ Le parage

Le parage c'est l'action de nettoyer une plaie, en supprimant les corps étrangers et les tissus nécrosés empêchant la cicatrisation. Il faudra alors accorder une attention particulière, à éliminer tous les irritants à l'intérieur de l'endodonte^[19].

Les irritants sont représentés par **(fig.5)** ^{[19] [20]}:

- **La phase organique** composée de pulpe vivante ou nécrosée et de prédentine, ainsi que les bactéries et les produits dérivés de leur métabolisme (toxines), enfermés dans la dentine et les tubuli dentinaires, les fluides salivaires et tout autre contaminant.
- **Une phase minérale** représentée par la boue dentinaire ou **smear lear** générée par l'instrumentation. En effet la **Microscopie Electronique à Balayage(MEB)**, ou une simple loupe binoculaire, révèlent la présence abondante de boue dentinaire tapissant les parois canalaire instrumentées.

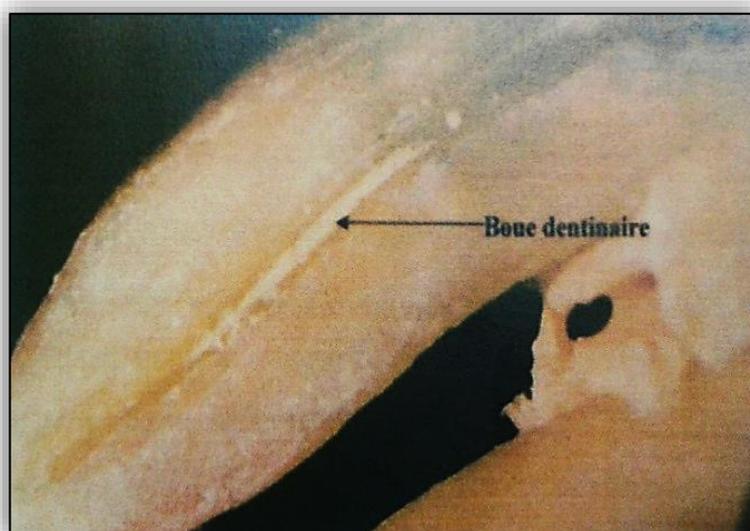


Figure n°5 : *Boue dentinaire générée par la préparation canalaire* ^[20].

L'élimination de ces éléments, est obtenue grâce à la séquence instrumentale associée à l'utilisation d'une solution d'irrigation (l'hypochlorite de sodium ou **ClONa**), et des chélatants (**Ethylène Diamine Tétracétique** ou **EDTA**).

Cette étape doit être réalisée dans le plus grand respect de l'anatomie canalaire ^[21].

➤ Le respect du péri-apex

L'intégrité du tiers apical est d'une grande importance en endodontie. Cela implique qu'il faut éviter toute irritation du péri-apex.

- L'utilisation des instruments doit être rigoureuse et soigneuse. Les instruments ne doivent pas travailler au-delà du foramen apical, et donc éviter toute irritation mécanique et le risque d'une **Lésion Inflammatoire Péri-apicale d'Origine Endodontique (LIPOE)**.

- Les solutions d'irrigation ou les chélatants peuvent engendrer une irritation péri-apicale chimique, par conséquent ils ne peuvent pas être injectés dans le canal, mais plutôt éjectés lentement et sans pression [22].

3.2. Principes et objectifs mécaniques

Les canaux présentent des particularités, ils doivent après le passage des séquences instrumentales, présenter certains critères communs : une préparation canalaire régulièrement conique, respectant la trajectoire canalaire initiale, et la position spatiale du foramen apical est actuellement admise comme étant la plus apte à fournir un débridement efficace du système endo-canalaire [23] [24].

Ces principes et objectifs codifiés par H.Shilder en 1974, demeurent immuables jusqu'à ce jour.

➤ La conicité

La préparation canalaire doit respecter la forme d'un cône, de section régulière de l'orifice d'entrée canalaire à l'apex radiculaire. Il s'agit d'un évasement régulier, qui va du foramen et qui augmente progressivement jusqu'à l'orifice coronaire du canal (**fig.6**).

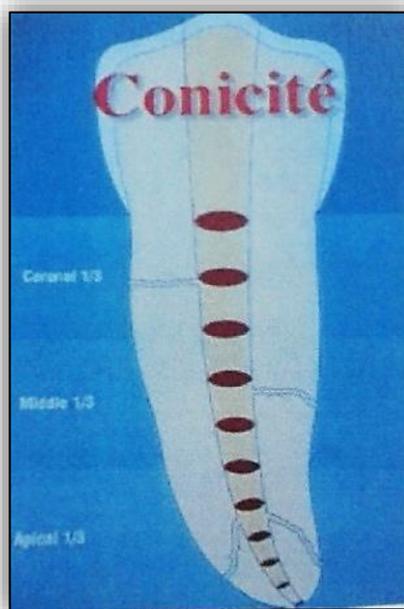


Figure n°6 : Mise en forme conique avec constriction apicale [25].

Cet évasement régulier de l'orifice coronaire favorise :

- Le débridement canalaire par un meilleur contact de la partie active des instruments endodontiques avec les parois, ainsi que l'action contrôlée de ces derniers dans la région apicale [26].
- Une obturation tridimensionnelle dense avec une meilleure pénétration des instruments de compactage, et la possibilité d'ajuster avec précision le maître cône dans les derniers millimètres apicaux.

➤ **Respect du trajet canalaire : le calque**

La racine étant conique, il est logique de mettre en forme le canal de façon conique. La forme du canal préparé doit se calquer sur son anatomie originelle, en respectant sa trajectoire (**fig.7**).

La préparation doit être une reproduction fidèle du canal mais en plus large par rapport à sa forme initiale. Il s'agit en effet d'aménager et d'élargir le canal existant en respectant son anatomie, et non pas de créer un nouveau canal.

Le canal préparé doit se superposer parfaitement sur le canal initial [27].

Pour P.Machtou, c'est l'anatomie qui guide et **aspire** les instruments pendant les manœuvres de nettoyage et de mise en forme, il ne s'agit pas de créer un nouveau canal [26].

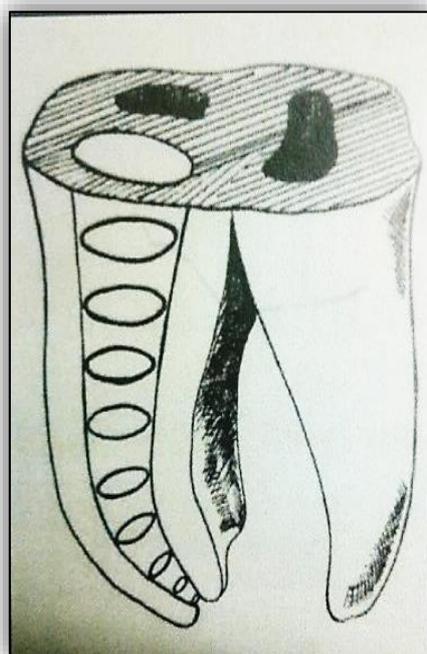


Figure n°7 : *Le canal nettoyé et mis en forme doit se calquer mais en plus large sur son anatomie originelle* [26].

➤ **Respect des structures apicales**

Le foramen apical doit être maintenu dans sa position spatiale d'origine sur sa surface radiculaire. Il ne doit donc pas être déplacé, déchiré ou perdu lors des manœuvres instrumentales pendant le nettoyage et la mise en forme (**fig.9**).

L'étroitesse du foramen est nécessaire pour la résistance de la racine aux pressions exercées pendant l'obturation, et permet de confiner dans le système canalaire, sans risque de dépassement, le matériau d'obturation compacté. Le respect de cette structure, favorise les mécanismes normaux de réparation et de cicatrisation.

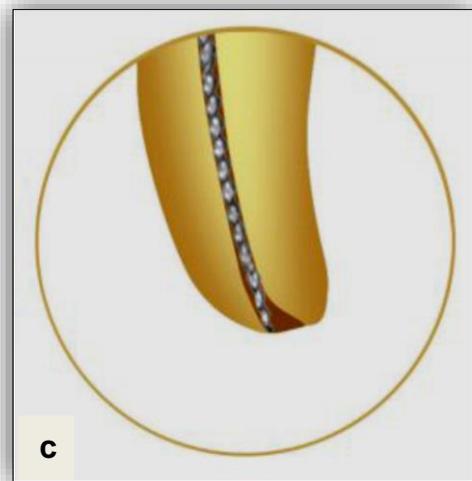
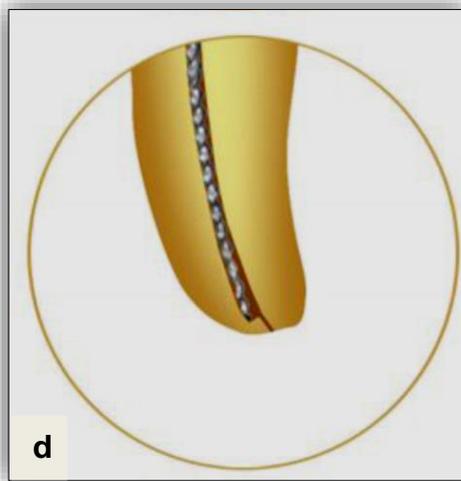
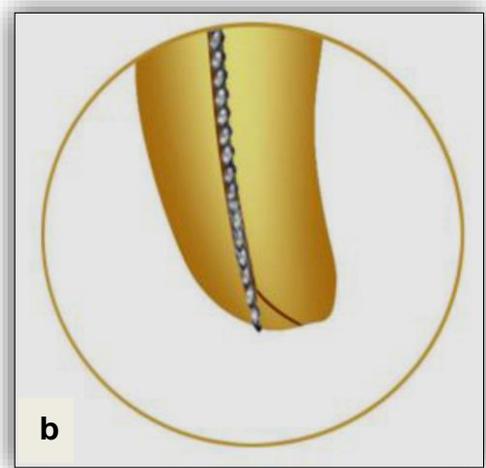
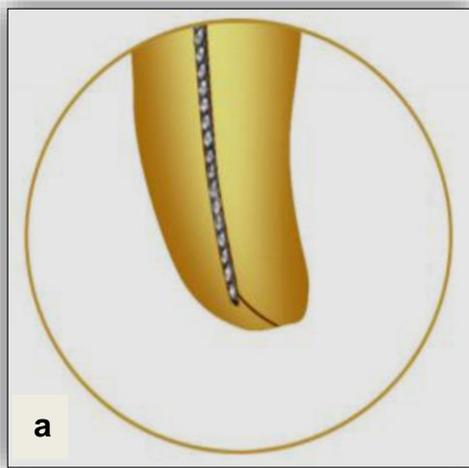


Figure n°8 : *Les instruments endodontiques forcés apicalement, ou travaillant en mouvement de va-et-vient vertical dans les courbures engendrent [22]:*

a)butée.

b) perforation.

c) déplacement interne

d) déchirure du foramen apical.

4. Thérapeutiques endodontiques

4.1. Etapes préliminaires

➤ La radiographie au cours du traitement endodontique

Le traitement endodontique requiert la prise d'au moins 3 clichés radiographiques , en préopératoire, per- et postopératoire (**fig.9**) ; L'analyse de la littérature et l'avis des experts aboutissent aux recommandations suivantes [28] :

- Le ou les clichés préopératoires qui permettent d'obtenir des données sur l'anatomie canalaire et sur l'intégrité du parodonte. Ce cliché à visée diagnostique constitue aussi un élément de référence à l'état antérieur de la dent.

- Le ou les clichés peropératoires permettent de contrôler les différentes phases du traitement :
 - Estimation et contrôle de la longueur de travail, lime en place.
 - Contrôle cône en place avant obturation par condensation de gutta-percha.
 - L'estimation de la longueur des canaux peut nécessiter la réalisation de plusieurs clichés rétroalvéolaires.

Le nombre de clichés peropératoires peut être réduit par l'utilisation de localisateurs électroniques d'apex.

- Le cliché postopératoire permet de contrôler la qualité de l'obturation et constitue une image de référence pour le suivi du patient.

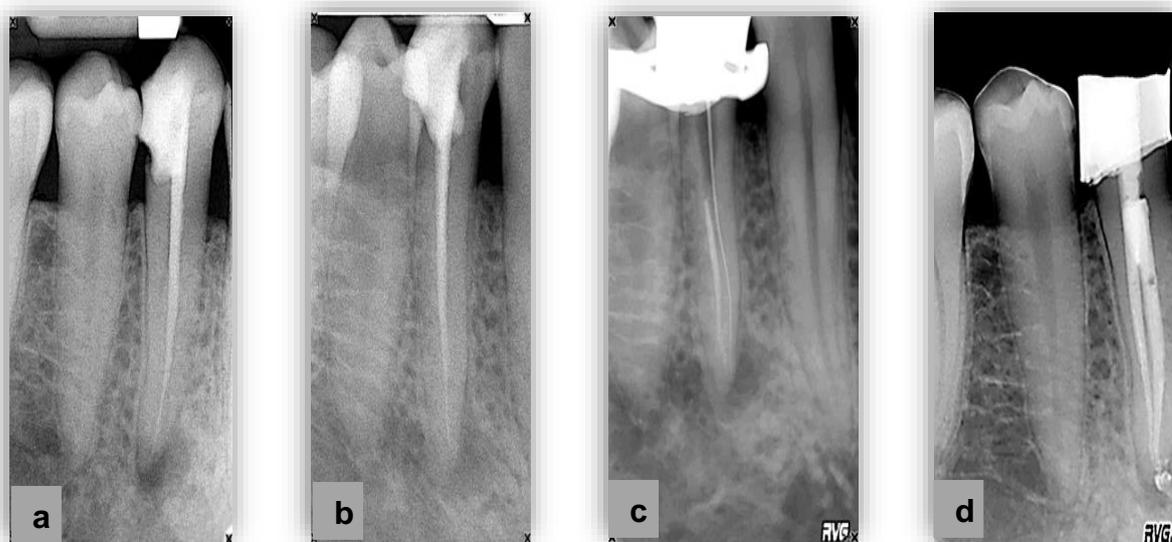


Figure n°9 : Canal non-traité et échec du traitement [29].

a et b- Radiographies pré-opératoires (centrée et excentrée) de la 44.

c- Mise en évidence de l'orifice du canal lingual.

d- Radiographie postopératoire.

➤ **Le champ opératoire**

Souvent considéré comme une contrainte, la digue ne présente que des avantages en endodontie et en dentisterie restauratrice.

Pour beaucoup de praticiens réfractaires à son utilisation, la mise en place de cotons salivaires et une bonne aspiration chirurgicale suffisent pour isoler convenablement le champ opératoire [30].

Néanmoins, l'isolement totale de la dent avec la digue n'a pas d'égal et permet surtout :

- D'utiliser les solutions désinfectantes en volume abondant sans risque d'ingestion pour le patient.
- Prévenir tout passage de salive de la cavité buccale vers la zone de travail.
- Prévenir l'inhalation ou l'ingestion des instruments endodontiques.
- Eviter la contamination du praticien et du patient.



- a. Cadre à digue (cadre de Young[®] métallique).
 b. Feuille de digue médium.
 c. Sélection de crampons non exhaustive
 d. Pince à perforer.
 e. Pince à clamp.
 f. Seringue avec un embout White Mac[®] (Ultradent) contenant de la crème adhésive utilisée pour améliorer la rétention des prothèses amovibles et permettant un calfatage de la digue.
 g. Fil inter-dentaire ciré.
 h. Wedjets[®].

Figure n°10 : Image montrant les compositions de la digue [31].

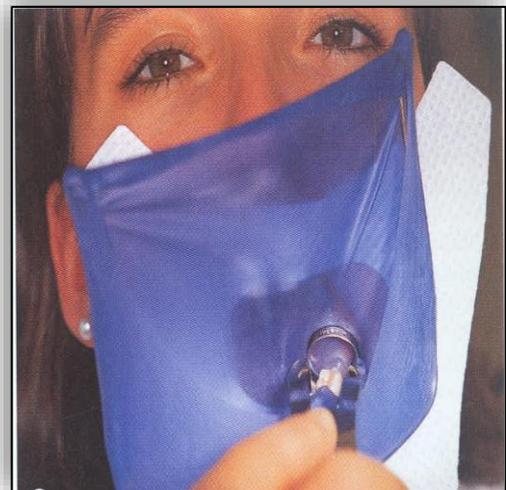
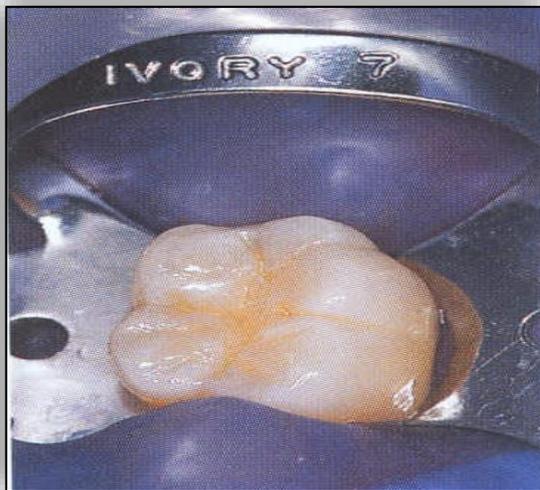


Figure n°11 : Images montrant la digue dans sa position finale [32].

➤ Réalisation de la cavité d'accès

La cavité d'accès est la première phase de la préparation canalaire, elle consiste à réaliser une voie d'accès intra coronaire, de forme, de dimension et de position bien déterminées qui doit permettre un passage directe à l'orifice des canaux, ainsi qu'une pénétration aisée et sans contrainte du système canalaire, en direction apicale.

- Objectifs

La cavité d'accès est une étape déterminante, car c'est la première étape du traitement endodontique et elle influence directement la qualité des procédures à suivre.

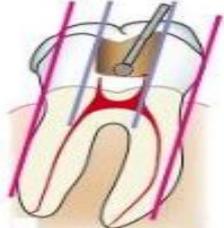
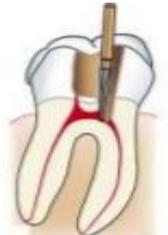
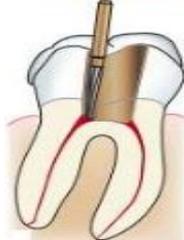
En effet, parmi les objectifs d'une cavité d'accès idéale nous citons [22] :

- Supprimer le plafond pulpaire par l'élimination complète des tissus dentaires et des matériaux d'obturation composant le plafond pulpaire.

- Visualiser les orifices canaux en préservant le plancher pulpaire.
- Permettre un accès direct des instruments au tiers apical avec les parois coronaires lors de la mise en forme et de l'obturation.
- Constituer un réservoir permanent pour les solutions d'irrigation.
- Permettre une bonne assise du pansement temporaire.

- **Etapes de réalisation**

Tableau n°1 : Etapes de réalisation de la cavité d'accès ^[33]

	Etapes	Schémas
1	Matérialisation du toit pulpaire sur la face d'accès : il est donc nécessaire de pouvoir matérialiser sur la face occlusale (ou palatine) la projection.	
2	Création d'une Cavité d'Accès (CA) occlusale (ou palatine) : La forme générale de cette cavité correspond a celle de la cavité idéale , elle doit englober les projections des cornes pulpaire sur la face occlusale.	
3	Approfondissement : La cavité occlusale est approfondie en « masse » avec la même fraise orienté en direction de la cavité pulpaire jusqu'à obtenir une effraction de la pulpe.	
4	Suppression du plafond pulpaire : a l'aide d'une fraise boule a long col utilisée à vitesse lente et sous spray (travaille en retrait) ou par une fraise Endo Z sans risque de perforation	
5	Finition de la cavité d'accès : mise de dépouille et la régularisation des parois , l'opérateur doit être capable de voir toutes les entrées canaux et les parois de la CA sont bien lissées	

➤ **La localisation des orifices canaux**

Elément-clé d'un traitement endodontique, la localisation des entrées canales doit être réalisée d'une façon minutieuse.

En effet tout canal non traité, car l'orifice d'entrée n'a pas été recherché, représente un réservoir potentiel de bactéries.

La recherche des entrées canales se fait à l'aide de sondes exploratrices, ou de sondes droites, ou encore à l'aide de broches fines (**fig.12-b**).

Il serait aussi utile d'incorporer à nos moyens matériels, des moyens visuels, en l'occurrence les lunettes à loupes binoculaires (**fig.12-b**) ou encore le microscope opératoire [29].

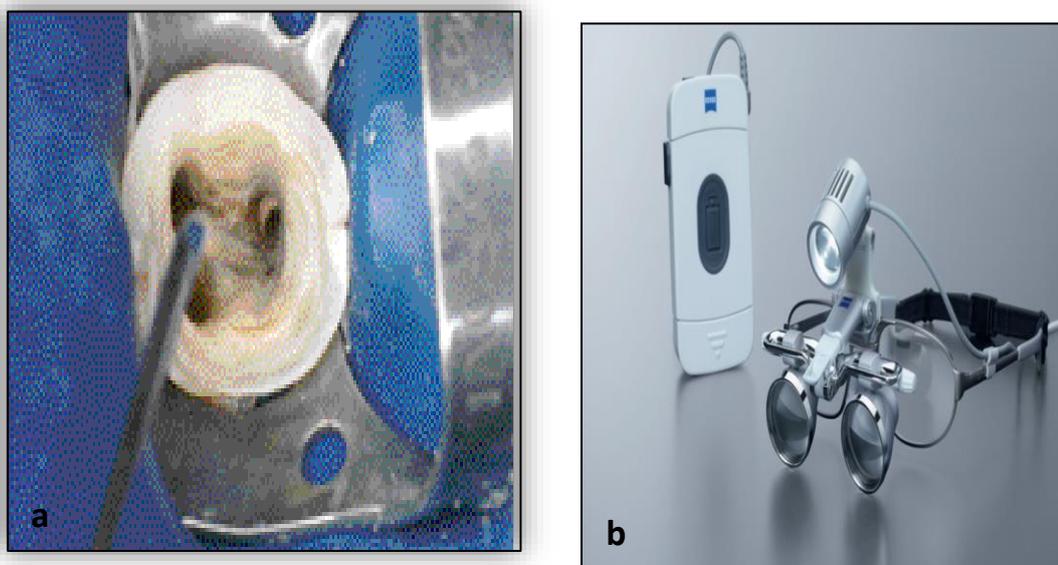


Figure n°12 : *a- Confirmation et marquage de l'orifice avec une sonde [29].
b-Lunettes à loupes binoculaires [34].*

➤ **Le cathétérisme**

Le cathétérisme est une exploration active du système canalair.

L'exploration initiale va permettre le repérage tactile de certaines anomalies canales "calcifications, dédoublement " et déterminer la trajectoire générale du canal. Après exploration, la pénétration initiale cherche à atteindre les limites apicales choisies pour déterminer la longueur de travail ou LT.

Le cathétérisme peut se faire avec une lime K vu sa grande flexibilité ou avec des instruments spécifiques dits de pénétration initiale (**fig.13**).

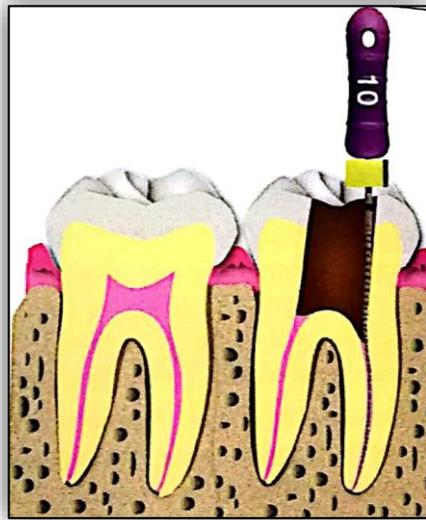


Figure n°13 : Lime k en place lors d'un cathétérisme [35].

➤ **Détermination de la longueur du travail**

Une fois la longueur de canal définie, le choix de la **Longueur de Travail (LT)** peut être fait.

Soit l'on considère la constriction apicale comme limite de préparation, et dans ce cas la longueur de travail correspond à la longueur du canal. Soit, pour des raisons scientifiques, il est décidé de travailler « court », dans ce cas la longueur de travail sera inférieure de 1 à 2 mm à celle définie précédemment.

Si le choix de la longueur de travail peut varier d'un praticien à l'autre, la longueur du canal définie comme la distance entre la constriction apicale et les repères coronaires est, quant à elle, fixe. Elle doit être définie dans un premier temps pour permettre de choisir de façon délibérée la LT qui sera utilisée dans les procédures à suivre.

Les localisateurs d'apex sont considérés aujourd'hui comme les moyens les plus fiables et reproductibles pour déterminer la LT (**fig.14-b**) [36].

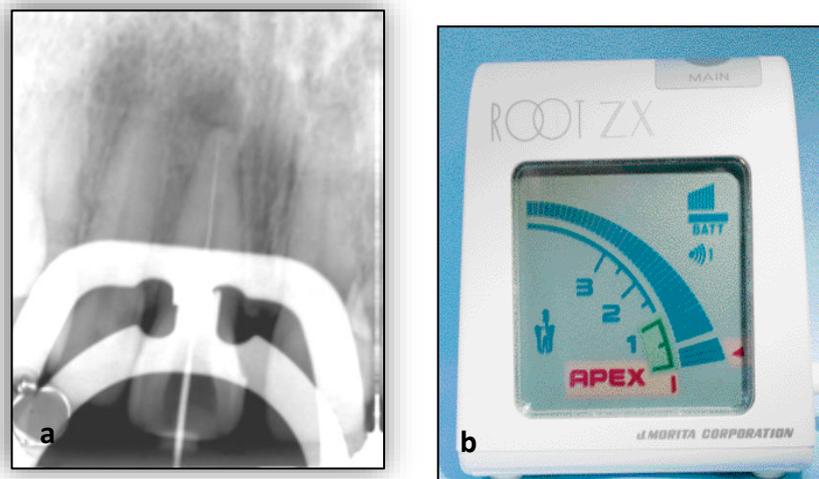


Figure n°14: a- Un Cliche per-opérateur montrant lime en place pour la détermination de la longueur de travail [29].

b- Un localisateur d'apex [37].

4.2. Préparation du réseau canalaire

Le nettoyage du système canalaire et sa mise en forme vont permettre de prévenir ou d'éliminer l'infection par l'éradication des bactéries, de leurs toxines et des supports susceptibles de servir de nutriments à la prolifération bactérienne.

Cette étape indispensable va assurer l'antisepsie du système endodontique par le biais des solutions d'irrigations, puis par la réalisation d'une obturation tridimensionnelle et étanche devant sceller toutes les portes de communication endo-parodontale. (Schilder, 1974) [22].

➤ Technique

Les techniques de mise en forme canalaire actuelles découlent de l'association de la rotation continue (**fig.16**) et des instruments manuels (**fig.15**). En effet une lime nickel-titane rotative ne doit jamais être insérée d'emblée dans un canal dont la perméabilité n'a pas été vérifiée avec une lime manuelle. Il est préférable de faire un travail manuel jusqu'aux limes de diamètre 15-20/100ème avant d'entreprendre la séquence rotative. La rotation continue pour ces préparations canalaires a apporté [6]:

- Moins de transport de la trajectoire originelle, évitant ainsi les butées et les déchirures du foramen apical .
- Une préparation canalaire plus rapide .
- L'absence de refoulement de débris dans le péri-apex .
- Des résultats fiables et reproductibles quelle que soit l'expérience de l'opérateur .

Néanmoins, la rotation continue, bien qu'éliminant la majeure partie des problèmes liée à la préparation canalaire traditionnelle présente un inconvénient de taille : **le risque de fracture instrumentale**, et ce quel que soit le système utilisé.

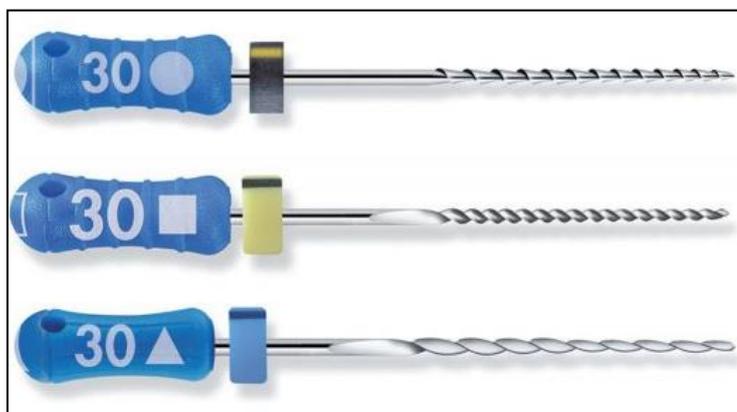


Figure 15: Instruments manuels répondant aux normes ISO [38].
De haut en bas, lime H (racleur), lime K et broche.



Figure 16: *Séquence instrumentale du système ProTaper®* [38]

4.3. Assainissement du réseau canalaire

L'objectif principal de la mise en forme du canal n'est pas d'obtenir une désinfection mécanique, même si une partie de la dentine infectée est éliminée à ce stade, mais bien d'obtenir une forme appropriée du canal principal dans lequel la circulation de la solution d'irrigation sera ainsi rendue possible. C'est cette solution qui va permettre de désinfecter le canal d'une part, et de dissoudre les débris organiques (débris pulpaire, précimentaire, bactéries, etc...) d'autre part.

La solution de choix à ce jour demeure l'hypochlorite de sodium (**fig.18-a**), à une concentration comprise entre 2.5 et 5 %. L'action de cette solution est liée à la présence d'acide hypochloreux. La réaction de chaque molécule avec un produit organique provoque sa transformation en molécule d'eau inactive. Pour être efficace, la solution doit donc comporter en permanence du principe actif. Seul le renouvellement fréquent au sein du canal permet d'assurer une action permanente de la solution.

L'utilisation d'une solution d'EDTA à 17 % (**fig.18-b**) est recommandée en rinçage final afin de dissoudre la partie minérale de la boue dentinaire, de libérer ainsi les produits organiques et autres bactéries et de les rendre accessibles à la solution de désinfection (**fig.17**).

Le rinçage à l'EDTA doit donc être systématiquement suivi d'un rinçage à l'hypochlorite de sodium afin que la séquence ait un sens [3]

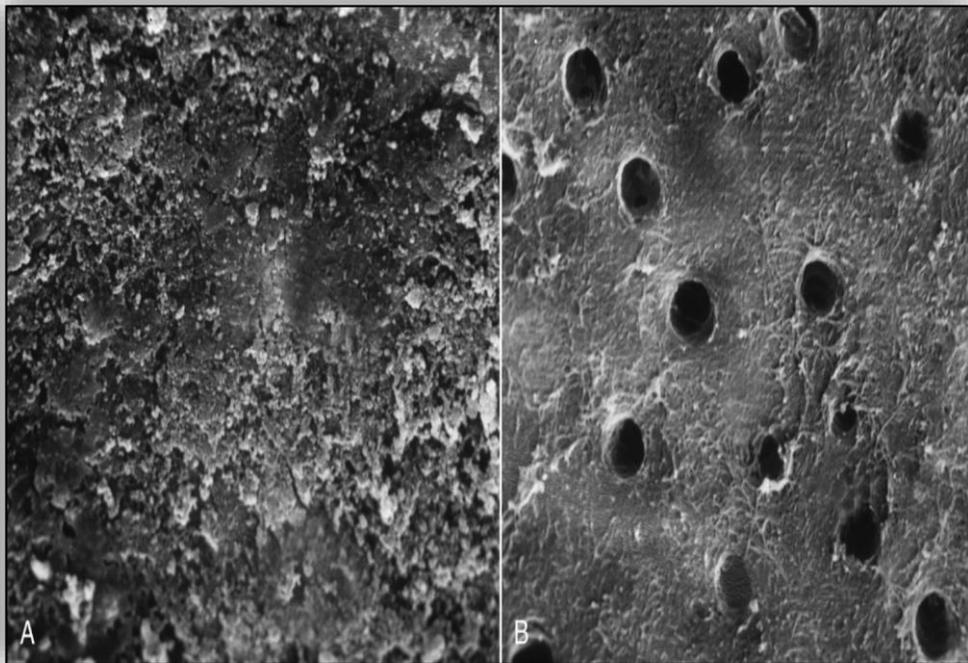


Figure n°17: *a- Présence de la boue dentinaire sur une paroi du canal.*
b- La boue dentinaire est éliminée avec de l'EDTA à 17 % [39].

la préparation mécanique avec le NaOCl n'a pas pu libérer la lumière des canalicules, par contre l'association avec l'EDTA a pu supprimer la boue dentinaire et donc libérer ces canalicules.

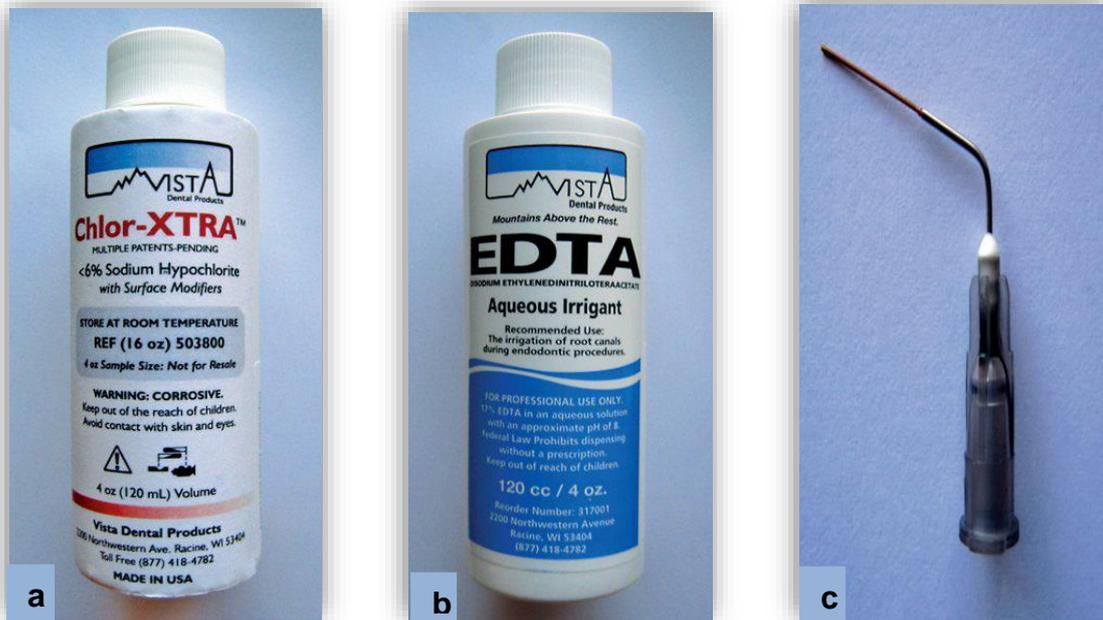
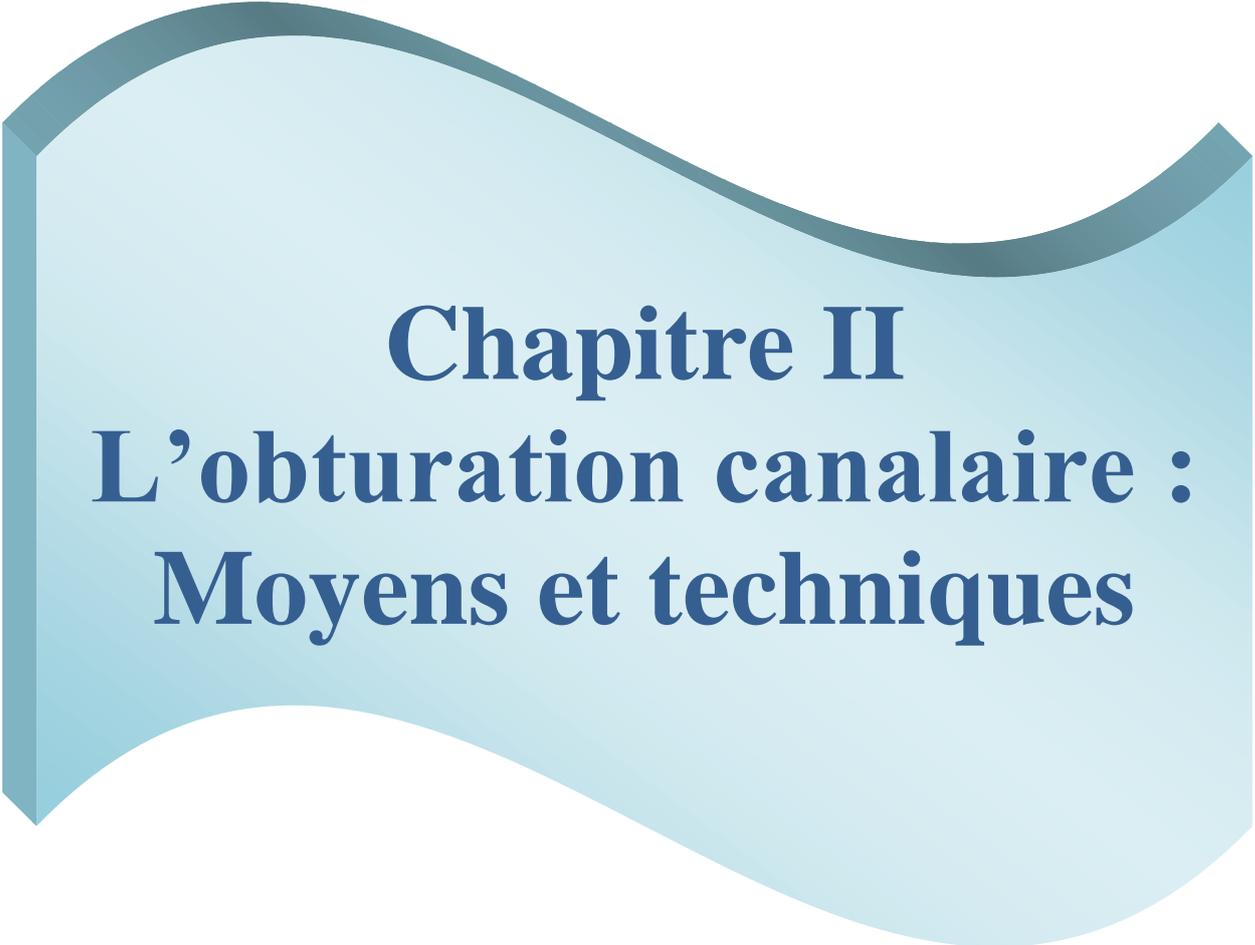


Figure n°18 : *a- Chlor-Xtra™ (Vista Dental Products) ; b- EDTA 17 % liquide (Vista Dental product)*
c- Aiguille à embout en plastique. [40]



Chapitre II
L'obturation canalaire :
Moyens et techniques

1. Définition de l'obturation canalaire

L'obturation du réseau canalaire est réalisée après une bonne préparation canalaire accompagnée d'un nettoyage efficace, dont l'ensemble conduit à une réussite clinique et aussi radiographique. Parmi les critères de réussite clinique et radiographique nous citons [6] :

➤ Critères de réussite clinique :

- Dent fonctionnelle sur l'arcade.
- Absence de tous signes infectieux (fistule, tuméfaction...).
- Absence de signe clinique (mobilité, sensibilité à la percussion/palpation...).
- Absence de signe subjectif d'inconfort.

➤ Critères de réussite radiographique :

- Disparition ou non-apparition d'une raréfaction osseuse.
- Obturation dense, sans manque apparent, allant de l'apex physiologique de la racine (jonction cémento-dentinaire) à son extrémité coronaire.
- Absence de desmodontite (espace desmodontale inférieur à 1mm).

L'obturation canalaire représente l'acte terminal de l'intervention endodontique visant à isoler le système canalaire du milieu buccal et du parodonte profond [41].

Selon l'association de l'endodontie américaine (**American Association of Endodontists** ou **AAE**), l'obturation radiculaire devrait être définie comme :

- "L'obturation complète, tridimensionnelle de l'ensemble du système canalaire, aussi près que possible de la jonction cémento-dentinaire sans dépassement important ou sous obturation".
- De plus, "l'obturation du canal radiculaire devrait être effectuée à l'aide d'une quantité minimale de ciment de scellement ayant démontré une biocompatibilité" et le canal obturé devrait "présenter radiographiquement une apparence d'obturation dense s'étendant aussi près que possible de la jonction cémento-dentinaire".

Cette définition ne considère cependant pas un autre impératif de l'obturation canalaire, c'est-à-dire : **la nécessité d'obtenir une obturation tridimensionnelle maintenant l'intégrité des parois canales** [42].

D'après J.M. Laurichesse [19]:

" L'obturation doit isoler le système canalaire de son environnement parodontal, pour ne laisser au contact de ce dernier que le ciment, seul élément vivant susceptible de réparation dans la zone péri-apicale, après disparition de la pulpe"

2. Objectifs de l'obturation canalaire

L'obturation canalaire a pour but de sceller le plus hermétiquement possible toutes les portes de sortie du système canalaire vers le parodonte afin :

- De prévenir la réinfection par les bactéries et leurs toxines.
- D'emmurer les bactéries qui n'ont pas été détruites lors de la phase de la mise en forme et de nettoyage pour les couper de leur source de nutrition.
- De combler les espaces vides et créer un environnement biologique favorable à la cicatrisation.

Le succès à long terme du traitement endodontique (nettoyage et mise en forme ainsi obturation tridimensionnelle), est lié à la réalisation d'une obturation coronaire étanche qui vient compléter l'étanchéité de l'endodonte.

La qualité de l'obturation est directement liée à la qualité de la mise en forme. Aucune technique d'obturation n'est susceptible de combler les lacunes d'une mauvaise préparation canalaire [43].

En résumé les objectifs d'une obturation endodontique sont de deux ordres:

- Un objectif mécanique représenté par l'étanchéité du scellement canalaire.
- Un objectif biologique dont le but est de prévenir les problèmes infectieux, et assurer un équilibre des tissus péri apicaux.

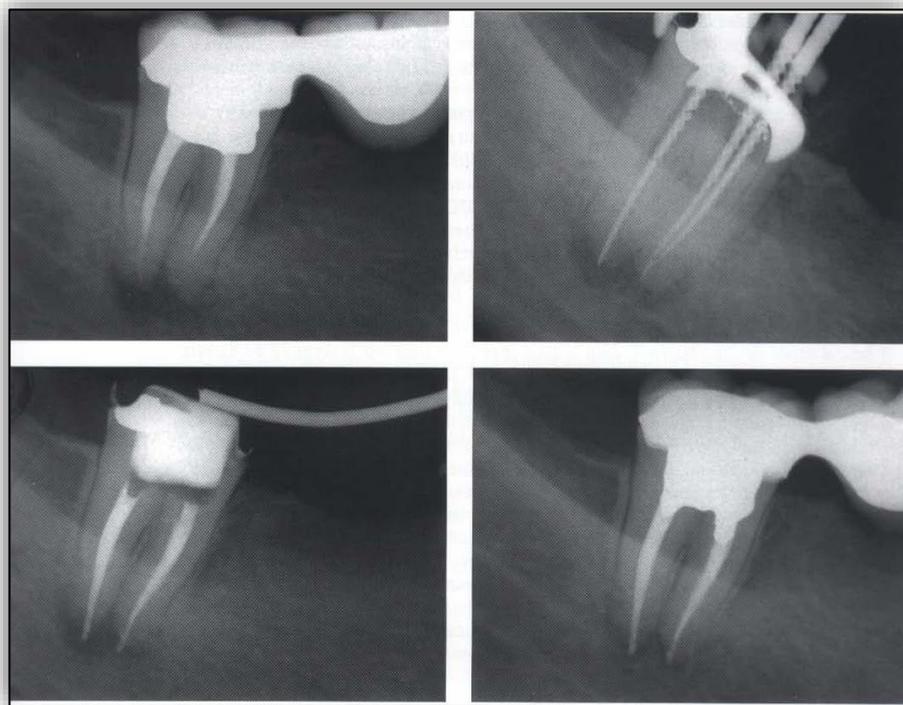


Figure n°19 : Clichés radiographiques (pré, per et post opératoire) montrant une sous obturation avec un échec du traitement endodontique nécessitant la reprise du traitement avec une obturation étanche [43].

3. Conditions requises pour l'obturation canalaire

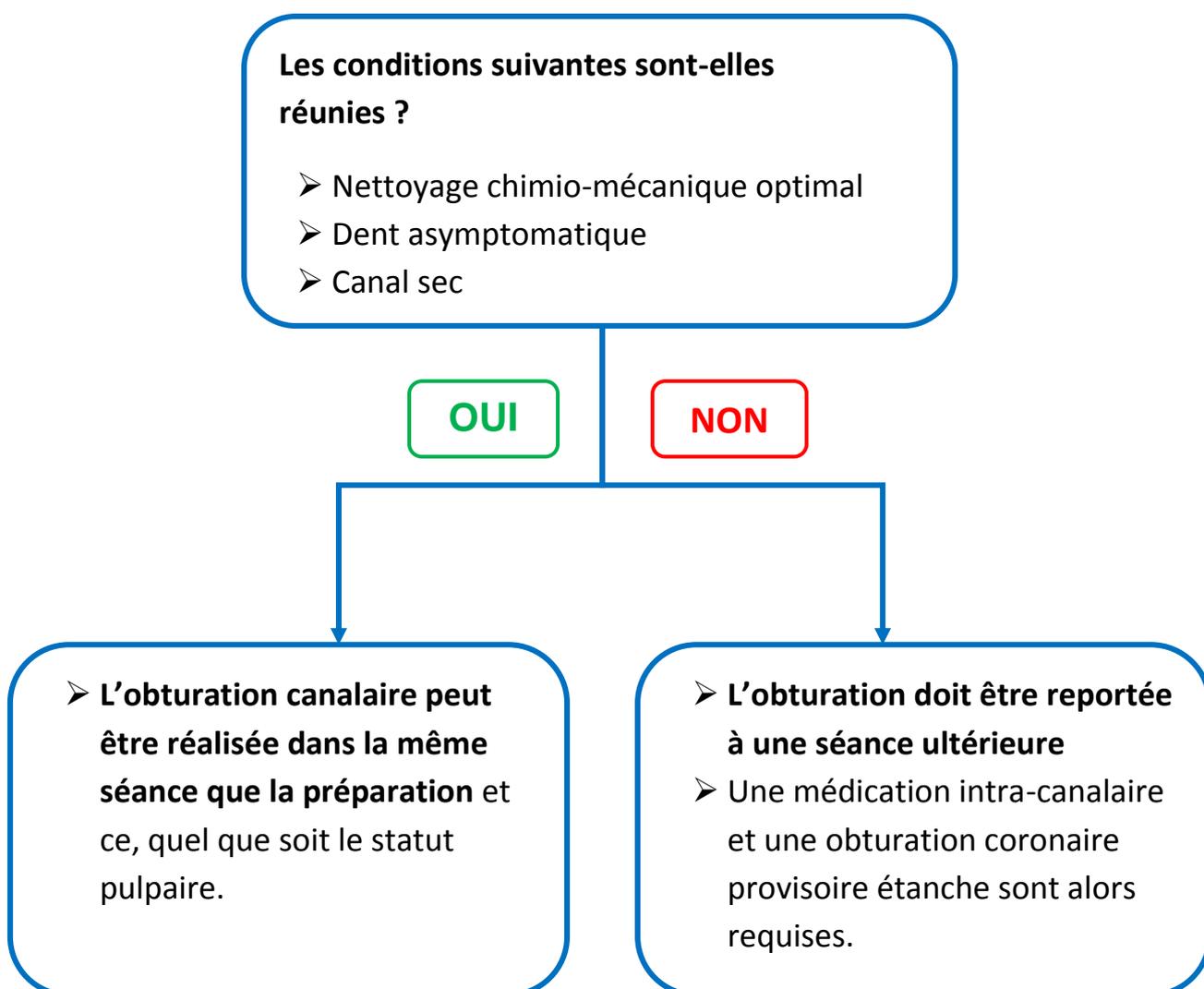
Quand des questions comme « Quand terminer le traitement ? » ou « Est-il temps d'obturer? » se posent, les paramètres suivants doivent être pris en compte :

- les signes.
- les symptômes.
- l'état pulpaire et péri-apical ainsi que la difficulté de l'intervention.
- La combinaison de ces facteurs module la nature des décisions prises quant au nombre de séances et au temps nécessaire à l'obturation [5] .

L'obturation canalaire peut être réalisée chaque fois que [44] [5] :

- Le canal a été correctement mis en forme.
- Le canal a été séché. En effet, si un canal présente un suintement apical et que le séchage parfait à la longueur de travail ne peut pas être obtenu, l'obturation devra être remise à une séance ultérieure.
- La dent est asymptomatique. Il est totalement contre-indiqué d'obturer une dent qui présente des symptômes de parodontite apicale, sous peine d'entraîner une exacerbation des signes cliniques.
- Le canal présente une culture négative.
- La zone en regard de la dent causale, doit être dépourvue d'œdème et insensible à la palpation, une fistule existante en début de traitement doit être refermée après les médications inter-séances.
- Le canal ne doit pas dégager d'odeur, témoin de la persistance d'une nécrose.
- La restauration intermédiaire doit être restée intacte pendant l'inter séance

Tableau n°2: Conditions requises pour une obturation canalaire [45]



4. Principes de l'obturation endo-canaulaire

En 2008, la Haute Autorité de Santé (HAS) a établi plusieurs principes de l'obturation endo-canaulaire cités ci-dessous afin de promouvoir la qualité des soins endodontiques et réduire ainsi les échecs thérapeutiques et leurs conséquences [46]:

- Les matériaux d'obturation utilisés doivent associer biocompatibilité, stabilité dimensionnelle et chimique, insolubilité dans les fluides tissulaires, radio-opacité et facilité de retrait (en cas de reprise de traitement)
- La technique d'obturation doit associer un matériau neutre semi-solide compactable (gutta-percha) avec un ciment de scellement canalaire (biocompatible) permettant l'adhérence du matériau sur les parois dentinaires.
- L'obturation est réalisée après que la préparation est terminée, l'infection contrôlée, le canal asséché et en l'absence de symptômes.
- Avant d'obturer, il est recommandé de prendre une radiographie cône de gutta percha en place afin d'objectiver la position de l'extrémité du cône par rapport à l'apex.
- La qualité de l'obturation doit être contrôlée par un cliché postopératoire : le canal doit apparaître totalement obturé, le profil de l'obturation doit reproduire le profil initial du canal ; aucun vide ne doit être décelable entre l'obturation et les parois du canal et aucun espace canalaire ne doit être visible au-delà de l'extrémité de l'obturation.

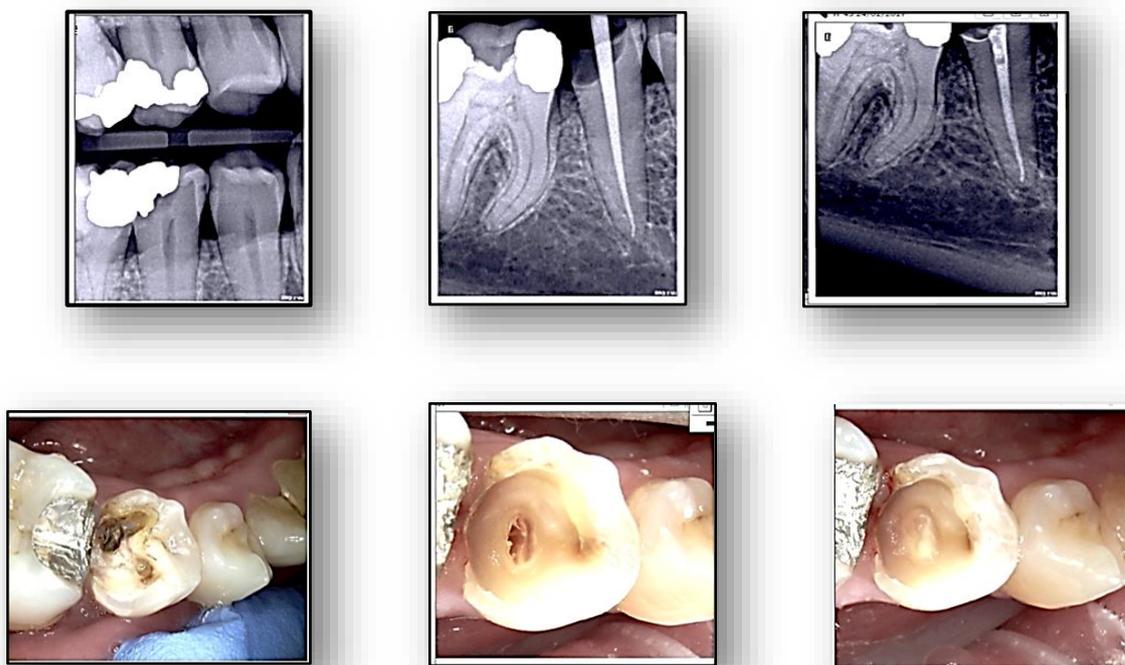


Figure n°20 : Traitement endodontique de la 45 avec des clichés de contrôle radiographique par RVG montrant l'étanchéité de l'obturation [47].



Figure n°21: Traitement endodontique de la 46 et la 47 avec des clichés pré et post opératoires [47].

5. Les moyens de l'obturation canalaire

L'obturation doit idéalement remplir l'ensemble du volume canalaire y compris les zones non instrumentées, que ce soit des zones cryptiques des canaux latéraux et accessoires voire éventuellement une partie des tubuli.

La réalisation de ces objectifs n'est possible qu'en utilisant des techniques qui mettent en œuvre deux matériaux différents [48] :

- **Un noyau central semi solide (corps d'obturation semi solide)** : qui va assurer la stabilité et la mise en place de l'obturation, ce corps d'obturation étant presque toujours à base de gutta percha.
- **Un ciment de scellement fluide** : qui va lui assurer l'herméticité de l'obturation, en mouillant les parois canalaire et en réalisant le joint entre la dent et le corps de l'obturation.

5.1. Noyau central semi solide (les cônes d'obturation canalaire)

5.1.1. Qualités requises d'un matériau d'obturation canalaire semi solide

Le ou les matériaux utilisés vont avoir à remplir des objectifs éloignés voire contradictoires tel que s'étaler parfaitement sur la face dentinaire, et rentrer dans les anfractuosités donc pouvoir mouiller la dentine et être fluides. Mais ils doivent être également stables en volume, même lors de leurs manipulation et réaction de prise, et enfin être inertes chimiquement [41].

Pour ce faire les matériaux utilisés devront répondre à un certain nombre d'exigence tel que nous résumons sur le tableau suivant :

Tableau n°3 : Les propriétés souhaitables des matériaux d'obturation [5]

Selon Grossman le matériau d'obturation idéal doit :

- être aisément inséré dans le canal
- sceller le canal latéralement et à l'apex
- ne pas se rétracter après l'insertion
- être imperméable à l'humidité
- être bactéricide ou au moins empêcher la croissance bactérienne
- être radio opaque
- ne pas colorer la structure dentaire
- ne pas irriter les tissus péri-apicaux ou ne pas agresser la structure dentaire
- être stérile ou être aisément stérilisé
- être aisément extrait du canal radiculaire

Actuellement aucun matériau ou aucune combinaison de matériaux ne satisfait tous ces critères.

5.1.2. Les différents types des cônes endo-canalaires

Les cônes représentent le plus gros pourcentage, en volume, de l'obturation canalaire. Il existe 4 types de cônes [8]:

5.1.2.1. Cônes d'argent

Introduits en 1930, ils ont été développés dans le but de remplacer la gutta dans certaines situations cliniques. Ils sont utilisés dans les canaux fins et /ou incurvés où l'obturation à la gutta percha présentait quelque difficulté.

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**.

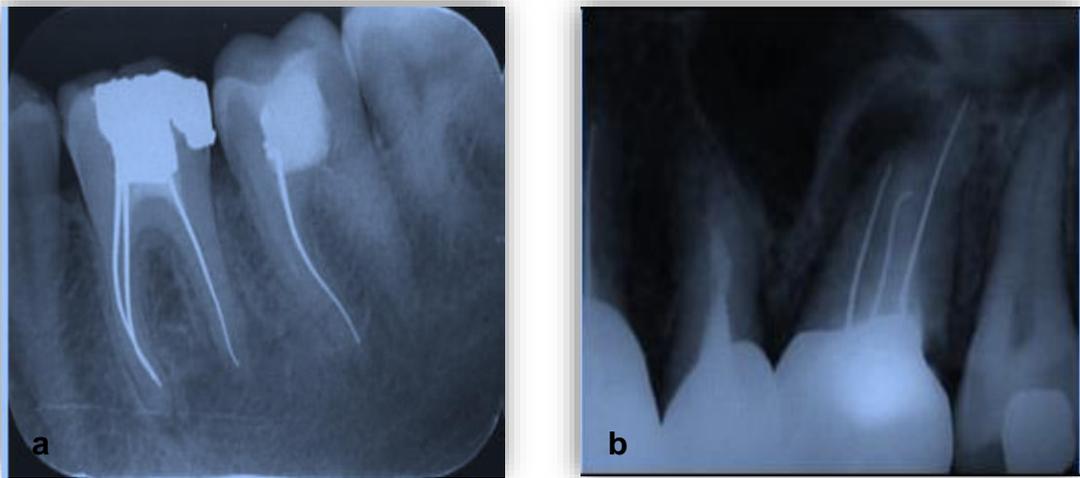


Figure n°22: a- Radiographie rétro-alvéolaire montrant des canaux obturés aux cônes d'argent.

b- Radiographie rétro-alvéolaire montrant la 16 obturée aux cônes d'argent et présentant une infection péri-apicale [49].

5.1.2.2. 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/Epiphany®**, 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.

➤ **Système Resilon/Epiphany®**

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® par la société Pentron. 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. Un autre fabricant a par la suite commercialisé un matériau similaire sous le nom de **RealSeal®** (SybronEndo) [50].

Les résultats n'étant pas concluants ce système est actuellement abandonné.



Figure n° 23: Système Resilon/Epiphany® [5].



Figure n° 24: Système RealSeal® [51].

➤ **Système Endorez®**

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® [50].



Figure n° 25 : Le système EndoRez [52].

- **Les points forts de ce type des cônes sont** [53]:
 - Qualités de scellement
 - Permettent le renforcement mécanique des structures dentaires par le biais du collage.
- **Les points négatifs de ce type des cônes sont** [53] :
 - Etudes contradictoires concernant les valeurs d'adhésion
 - Peu de recul clinique, pas d'études cliniques validant la supériorité de cette technique (Comparaison Resilon / Gutta au MEB)
 - Avec le Résilon il est recommandé de ne pas utiliser NaOCl pour le rinçage Final car cela inhibe le durcissement du scellant à base de résine.
 - Les cônes en résine seuls ne permettent ni une condensation de l'obturation ni une bonne adaptation morphologique apicale.

5.1.2.3. Cônes enrobés [50]

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 : système **Endorez**®.

Puis Brasseler, s'est intéressé à un concept un peu similaire avec des cônes de gutta-percha enrobé de verre ionomère comme le système **Activ GP**® [54].

➤ **Activ GP**®

Il s'agit d'un cône de gutta enrobé d'un revêtement à base de verre ionomère. Des particules de verre ionomère sont également retrouvées au sein de la gutta. Il est utilisé en technique monocône, en association avec un ciment à base de verre ionomère.

Ses avantages sont : sa biocompatibilité, sa capacité d'adhésion aux parois canalaire (mais adhésion faible connue entre la gutta percha et les verres ionomères), la capacité de relargage de fluor, et son activité antimicrobienne.

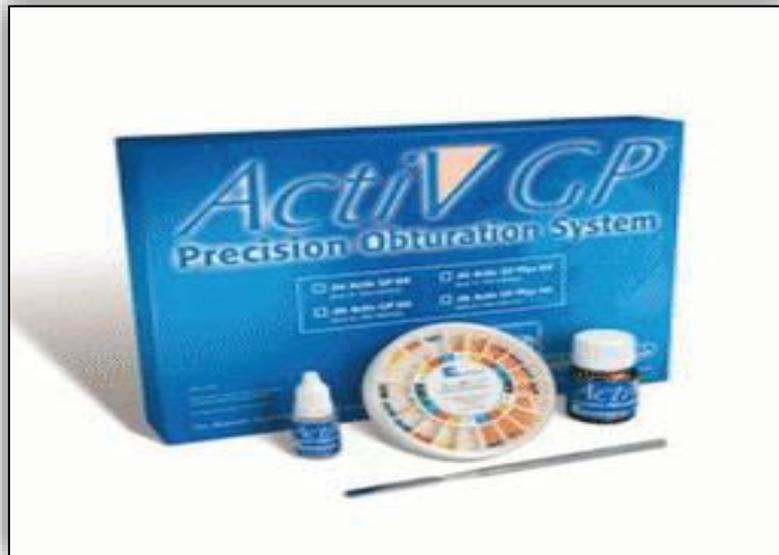


Figure n° 26 : *Kit d'obturation Activ GP[®]* [54].

➤ **Le CPoint[®]**

Alternative récente à la gutta percha, le système CPoint[®] (Endo Technologies, LLC) se compose de cônes auto-adhésifs qui réalisent une expansion dimensionnelle au contact de l'humidité présente dans le ciment de scellement et dans la dentine.

Le CPoint[®] s'utilise uniquement en technique monocône.

D'après le fabricant, l'expansion de prise peut aller jusqu'à plus 20% de volume obturé supplémentaire [8].

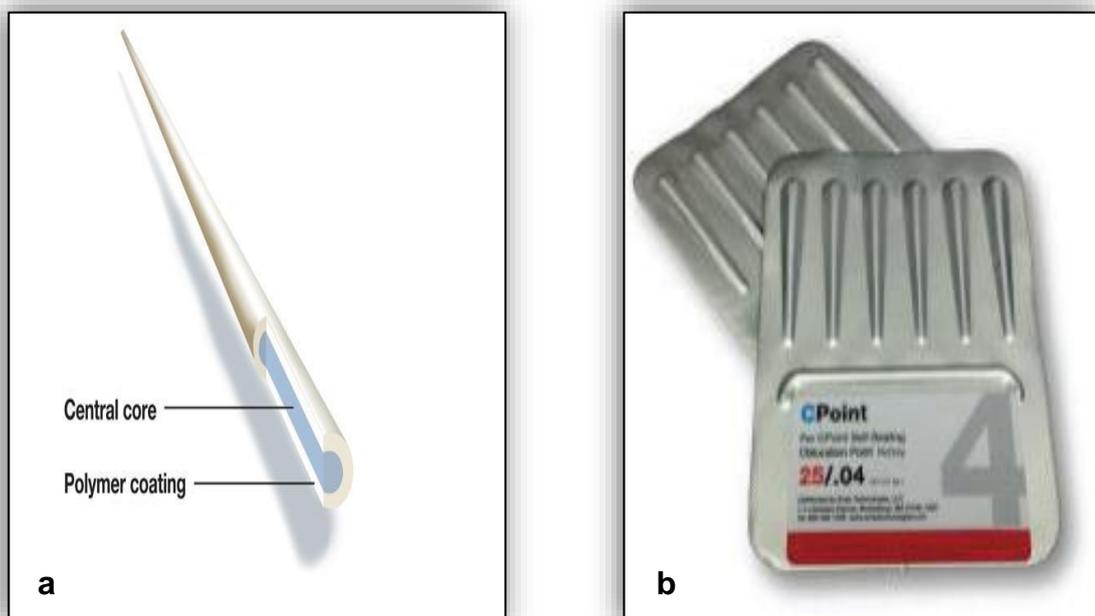


Figure n°27 : *a- Structure du CPoint[®]*
b- Conditionnement du CPoint[®] unitaire et stérile [8].

➤ Le système Fibrefill®

En 2001, P. Wallingford a présenté un système d'obturation appelé Fibrefill®, qui est constitué d'un tenon fibré composé en verre et en résine, sur son extrémité terminale se trouve une partie de gutta percha. La longueur de gutta percha disponible est de 5mm ou 8mm, les diamètres de tenon disponibles sont 30- 40- 50- 60- 80.

Le système est composé aussi d'un adhésif auto-mordançant et d'un ciment de scellement à base de Ca OH2 photo polymérisable.



Figure n° 28 : Système Fibrefill.® [51]

Cependant les auteurs n'émettent pas encore leur avis et il n'y a plus suffisamment de reculs pour juger ce type des cônes.

5.1.2.4. La gutta percha dentaire

La gutta-percha est un polymère naturel d'isoprène extrait de la résine et des feuilles des arbres de la famille Palaquium qui poussent principalement dans le sud-est asiatique.

La gutta-percha naturelle est très semblable au caoutchouc naturel : tous deux sont des polymères complexes d'isoprène, caractérisés par de longues chaînes carbonées, mais la gutta-percha présente une configuration "1-4 trans" alors que le caoutchouc naturel présente une configuration isomérique "1-4 cis".

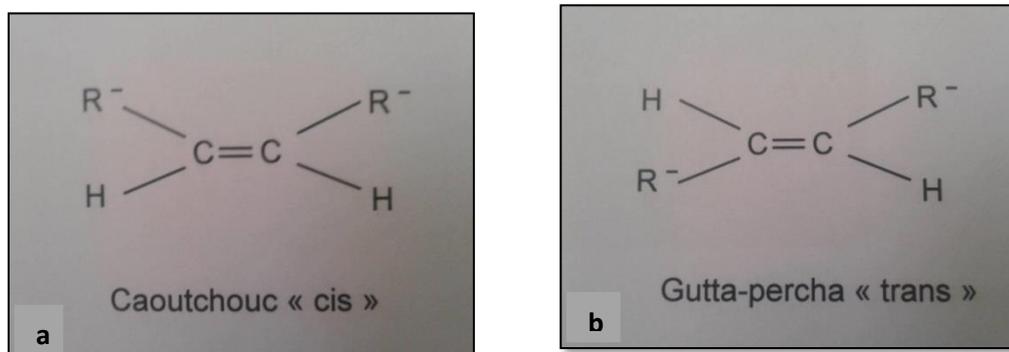


Figure n°29 : a- Caoutchouc « cis » b- Gutta-percha « trans » [55].

La gutta-percha pure est blanche, dure et friable et non exploitable en endodontie, tant qu'elle n'est pas mélangée à d'autres composés [42].

5.1.2.4.1. Composition de la gutta percha dentaire

La composition moyenne de la gutta-percha à usage endodontique est la suivante^[42] :

Tableau n°4 : Les différents composants de la gutta percha et leur pourcentage

Composant	Pourcentage (%)
polymère pur de gutta-percha	18,9-21,8 %
oxyde de zinc	59,1-78,3 %
sulfate de baryum	2,5-17,3 %
Cires	1-4,1 %
colorants et antioxydants	3 %.

Pour pouvoir être mélangé à d'autres substances, le polymère naturel est soumis à plusieurs cycles thermiques.

A la fin du processus, la gutta-percha possède ses propriétés définitives caractérisées d'un point de vue chimique par une disposition complexe et désordonnée des chaînes de polymères.

Cette configuration stéréo isomérique, identifiée par Bunn comme la phase de la gutta-percha, est le composant principal des cônes de gutta-percha ^[42].

5.1.2.4.2. Propriétés de la gutta percha endodontique

➤ Propriétés physico chimiques

Ces cônes, sous la forme β , sont sous une forme rigide aux températures inférieures à environ 40-50c°, et passent en forme α souple à des températures supérieures.

Au-dessus de 80c° les cônes de gutta percha prennent une forme amorphe non cristalline, parfois appelée Gamma.

Au cours de refroidissement, et selon les conditions de refroidissement, la gutta percha peut recristalliser soit sous forme alpha soit sous forme Beta.

La plasticité des cônes de gutta percha est donc très bien adaptée à l'insertion endo-canalair.

Elle est en effet suffisamment rigide pour être insérée mais elle est également déformable est donc condensable à froid mais encore mieux à chaud ^[41].

La condensation des cônes de gutta percha se fait par écrasement sans perte de volume, il n'y a donc pas d'effet élastique mis en jeu, l'élasticité de la gutta percha étant très faible. Leur plasticité dépend de la quantité d'oxyde de zinc et des différentes cires ajoutées par le fabricant.

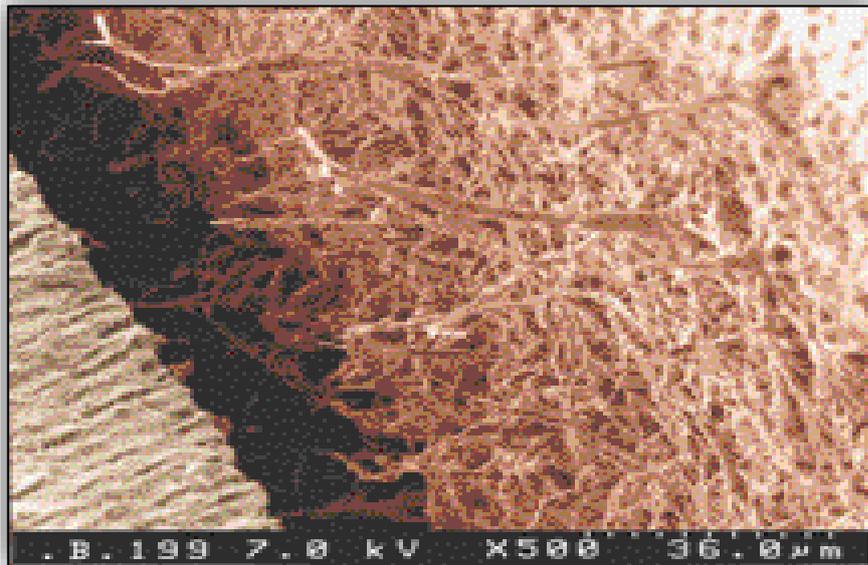


Figure n°30: Image au MEB de l'interface dentine-gutta-percha d'une obturation réalisée à la gutta-percha basse viscosité sans ciment de scellement et sans compaction pendant le refroidissement. Les irrégularités de la gutta-percha correspondent au moulage des tubules dentinaires. Un espace vide significatif apparaît entre la dentine et la gutta après rétraction de la gutta (MEB x 500) [42]

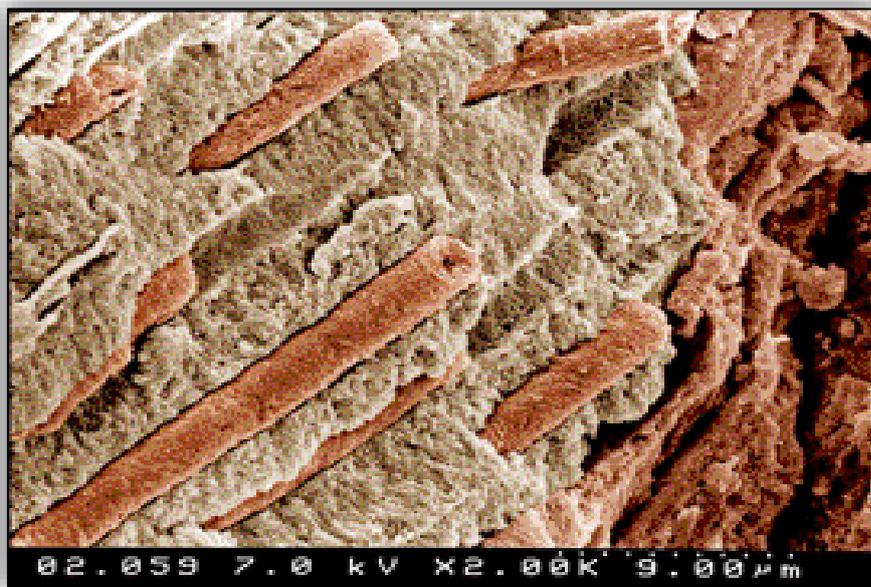


Figure n°31 : Pénétration de la gutta percha Thermafil, utilisée sans ciment de scellement, à l'intérieur des tubules dentinaires (MEB X 2000) [42]

Ces cônes de gutta percha peuvent s'oxyder à l'air et devenir cassants, ils seront de préférence conservés au frais.

La gutta percha dentaire peut également être présentée sous forme Alpha et nécessite alors l'utilisation de seringues ou de supports pour la manipuler.

Les autres caractéristiques physiques importantes à retenir sont sa dilatation thermique importante qui impose, là encore, de maintenir une pression verticale pendant le temps de refroidissement ; mais également sa faible conductibilité thermique qui a des conséquences cliniques :

- D'abord pour la condensation verticale à chaud une absence de modification de phase dans la zone strictement apicale (ce qui est un avantage d'un point de vue volumique).
- D'autre part cela permet d'avoir un rythme de réchauffement.

Pour les techniques utilisant de la gutta percha préchauffée il y a nécessité absolue de respecter les temps de chauffe indiqués par les fabricants.

➤ **Propriétés biologiques**

- D'un point de vue aseptie, la gutta percha dentaire n'est pas stérilisable à chaud ni dans les vapeurs de formol, il faut donc simplement la désinfecter à l'alcool, Chlorhexidine (2%) ou à l'hypochlorite de sodium (2.5 à 5.25%) avant son insertion canalaire.
- Il s'agit d'un matériau impropre à la colonisation bactérienne, vraisemblablement du fait de la présence d'oxyde de zinc [41].
- Ses propriétés biologiques sont satisfaisantes pour le péri-apex du fait de sa stabilité dans les fluides biologiques : elle est insoluble, imperméable, non irritante et non résorbable [56] .
- Il semblerait qu'un seul cas d'allergie à la gutta percha dentaire ait pu être rapporté.

➤ **Propriétés mécaniques**

- L'adaptation morphologique de la gutta percha à la zone apicale est aisée.
- Sa désobturation est également facile : soit mécaniquement, soit à l'aide de solvants tel l'eucalyptol, l'essence d'orange, le chloroforme ou l'essence de térébenthine[41] .

5.1.2.4.3. Les formes de la gutta percha

La gutta percha se présente classiquement sous forme de cônes de diamètre et de conicité réglés par le fabricant [19].

Les cônes de gutta percha se présentent sous deux formes de base :

- Les formes normalisées
 - Les formes non normalisées(ou conventionnelles).
- **Les cônes normalisés** : ses calibres sont en conformité avec les normes de l'International Organization standardization (ISO) ou de l'American Dental Association/American Dental Standards Institute (ADA/ANSI).
- **Les cônes non normalisés** : ne répondent pas à cette conformité normative.

Les cônes normalisés sont conçus pour que leur forme géométrique et leur calibre correspondent à ceux des instruments endodontiques utilisés pour la préparation des canaux radiculaires.

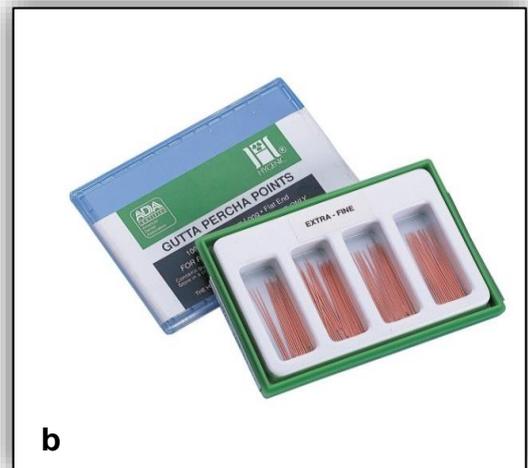


Figure n°32 : a- Cônes standardisés [8]

b- Cônes non standardisés [57]

Les maitres-cônes de gutta percha de conicité variable sont plutôt sélectionnés en fonction de la méthode de préparation du canal ou encore pour être ajustés au calibre de l'extrémité et à la forme de la lime apicale maitresse [5].

On peut trouver la gutta-percha sous diverses présentations [8] :

- Cônes standardisés ou non standardisés.
- Bâtonnets ou cartouches de pistolet à gutta (système Obtura® ou System B®).
- Capsules avec aiguilles (système Ultrafil®).
- Seringues (système Microflow®).
- Montée sur un instrument manuel, enrobant des pointes acryliques (Thermafil®) ou sur un mandrin rotatif (JS Quick-fill®)

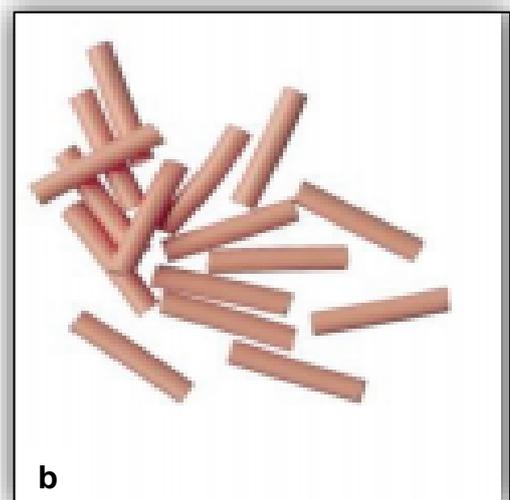


Figure n°33: a-Obturateur pour système Thermafil® [5]

b- Cartouches pour pistolet à gutta [8]

5.1.2.4.4. Avantages de la gutta percha dentaire

L'utilisation de la gutta percha en tant que matériau d'obturation des canaux date d'il y a plus de 160 ans. Compte tenu de son utilisation et de sa popularité, elle est devenue la norme de comparaison avec les autres matériaux d'obturation.

La gutta percha présente de nombreux avantages [5].

- Premièrement, grâce à sa plasticité, elle peut être compactée et s'adapter aux irrégularités anatomiques des canaux radiculaires préparés en particulier quand elle est thermoplastifiée.
- Deuxièmement, il est relativement facile de la manipuler et de la traiter, y compris pour des obturations de techniques compliquées.
- Troisièmement, la gutta percha est facile à extraire des canaux, que ce soit partiellement pour préparer un logement de tenon, ou totalement pour retraiter le canal.
- Quatrièmement, la gutta percha est relativement biocompatible quand elle est en contact avec le tissu conjonctif, sachant qu'elle est inerte dans le temps. Un cône contaminé peut être efficacement stérilisé par immersion dans de l'hypochlorite de sodium (concentration 1% ou plus) pendant 1 minute.

5.1.2.4.5. Inconvénients de la gutta percha

Les études montrent que quelle que soit la technique d'obturation la gutta percha insérée sans ciment de scellement n'offre pas une étanchéité adéquate. Parmi les inconvénients de la gutta percha, il faut retenir son manque d'adhésion chimique avec les autres matériaux et, plus important, avec la dentine.

Quand la gutta percha est soumise à la chaleur ou quand elle est mélangée à des solvants (par exemple chloroforme ou l'eucalyptol) elle se contracte significativement dès qu'elle se refroidit ou après évaporation du solvant, en laissant un espace vide entre la masse de la gutta percha et les parois dentinaires.

Un ciment de scellement endodontique est alors utilisé pour combler les espaces entre la masse de gutta percha et les parois de la cavité pulpaire. Cependant il a été rapporté des incertitudes sur la capacité des ciments de scellement de remplir tous ces espaces et d'enrober parfaitement les parois de la cavité pulpaire [5]

En concluant que seule la gutta percha est apte à répondre à la majorité des propriétés requises d'un matériau d'obturation idéal citées préalablement. Pour cela, il est admis, aujourd'hui, que le matériau de choix pour réaliser cette obturation tridimensionnelle est **la gutta-percha compactée** [41], afin de permettre son adaptation aux parois canalaires mais le seul inconvénient est qu'elle n'offre pas une adhésion aux parois canalaires et donc l'herméticité sera assurée par un mince film de ciment de scellement endodontique.

5.2. Le ciment de scellement endodontique

Le ciment de scellement ne doit être présent qu'en faible quantité pour pallier l'absence d'adhérence de la gutta percha à la dentine, combler les éventuels manques au sein de la masse de gutta percha, et enfin participer à l'obturation du réseau canalaire (canaux accessoires, latéraux, isthmes). Les ciments ont des compositions de base variables : eugénates, résines avec certains additifs plus ou moins utiles. Aujourd'hui, les ciments contenant des antiseptiques caustiques (formol) et des anti-inflammatoires stéroïdiens (corticoïdes) sont à proscrire [58]

5.2.1 Conditions requises pour un ciment de scellement endodontique

Un ciment de scellement idéal devrait remplir plusieurs conditions résumées dans le tableau suivant [42] :

Tableau n°5 : conditions que devrait remplir un ciment de scellement endodontique idéal

- Consistance adéquate et adhésion aux parois dentinaires.
- Temps de travail adéquat.
- Capacité à produire un scellement hermétique.
- Manipulation facile.
- Radio-opacité.
- Expansion lors de la prise.
- Action antiseptique.
- Biocompatibilité.
- Insolubilité dans les fluides tissulaires.
- Solubilité dans des solvants pour les retraitements.
- Pas de coloration des tissus dentaires.
- Pas d'action antigénique.
- Pas d'action mutagénique.

En résumé, le ciment de scellement, utilisé sous la forme d'un mince film, sert à:

- assurer un joint entre la gutta-percha et les parois canalaire .
- combler les vides au sein de la masse de gutta-percha .
- participer à l'obturation du réseau canalaire (canaux latéraux, isthmes, canaux accessoires...).

5.2.2. Les différentes familles de ciment de scellement endodontique

Il existe actuellement cinq familles de pâtes/ciments de scellement à base:

- D'oxyde de zinc-eugénol .
- De résine
- D'hydroxyde de calcium .
- De verre ionomère .
- De silicone.

Nous ne décrivons que les 3 premiers ciments, qui sont les plus couramment utilisés.

5.2.2.1. Les ciments à base d'oxyde de zinc-eugéol

Ces ciments se présentent sous forme d'une poudre (oxyde de zinc) + un liquide (eugéol), auxquels peuvent être surajoutés d'autres composants (selon le fabricant) tels que des anti-inflammatoires, ou encore de la résine pour améliorer l'adhésion à la dentine.

➤ **Avantages** [59]

- Ces ciments possèdent un pouvoir antibactérien, sédatif et anti-inflammatoire grâce à l'eugéol.
- Ils sont dimensionnellement stables dans le temps.
- L'oxyde de zinc est naturellement radio-opaque.
- Plusieurs travaux dont ceux de BH.Sen et Coll, montrent qu'ils pénètrent dans les tubuli dentinaires et permettent un film fin [60]

➤ **Inconvénients** [61]

C'est leur présentation sous la forme de poudre + liquide. La libération d'eugéol pourrait être toxique pour le péri-apex.

Cependant pour certains auteurs, l'eugéol serait toxique à haute concentration, mais sédatif et anti-inflammatoire à faible concentration, et l'étude menée par I. Abdou Hashieh et Coll, a démontré que le taux d'eugéol libéré au niveau du péri-apex est très faible et décroît avec le temps.



Figure n°34: La forme magistrale des ciments à base d'oxyde de zinc-eugéol [62]

5.2.2.2. Les ciments résineux ^[59]

Ces ciments résineux sont divisés en 3 groupes :

- Les résines époxy
- Les résines polyvinyles
- Et les résines di-méthacrylate uréthane (UDMA)

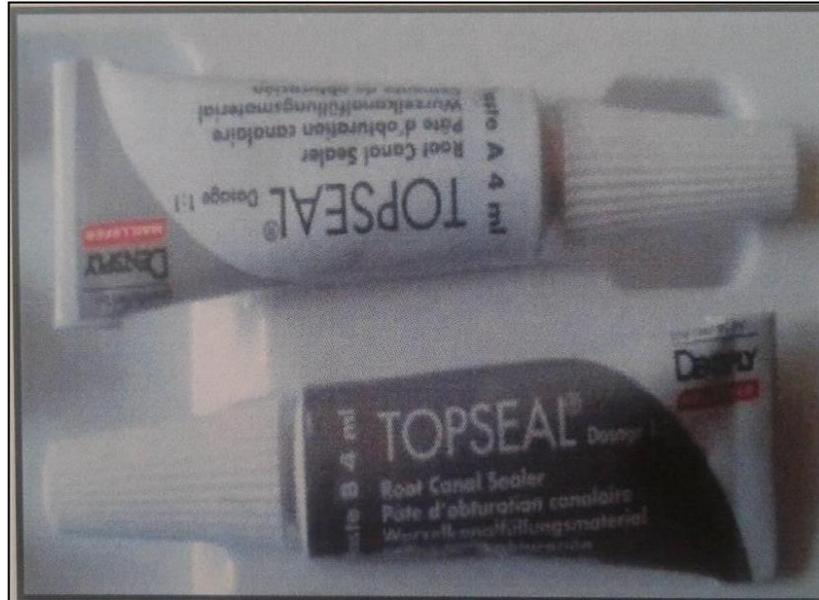


Figure n°35 :TOPSEAL® ciment de scellement résineux ^[63]

➤ **Avantages ^[60]**

- La plupart de ces ciments se présentent sous la forme pâte-pâte.
- Possèdent de bonnes propriétés mécaniques.
- Une forte capacité d'adhésion à la dentine et à la gutta, assurant une bonne étanchéité.
- Les résines époxy et polyvinyle pénètrent dans les tubuli dentinaires.
- Ils sont moins solubles aux fluides organiques.
- Ils présentent une bonne biocompatibilité ^[64].

➤ **Inconvénients**

Le problème majeur des ciments résineux et leur dissolution en cas de retraitement. Cependant et contrairement aux idées reçues, les résines époxy et polyvinyle peuvent être éliminés par différents solvants, tels que la chloroforme (le plus efficace mais interdit d'usage dans plusieurs pays, à cause de son aspect cancérigène) et l'halothane. Le problème ne se pose que pour les ciments UDMA, car leurs solvants ne sont décrits dans aucune littérature médicale .

5.2.2.3. Les ciments à base d'hydroxyde de calcium

Ces matériaux canalaires sont des ciments résineux époxy contenant de l'hydroxyde de calcium.

Ils sont intéressants du fait de la libération d'oxyde de calcium qui faciliterait la cicatrisation apicale, ils présentent de bonnes caractéristiques physico-chimiques mais leur solubilité et leur dégradation sont importantes et font craindre pour l'étanchéité de l'obturation [65].

➤ Avantages [59]

- Ils se présentent dans les tubes sous la forme pâte-pâte.
- Ils sont antiseptiques.
- Ils présentent une faible cytotoxicité.
- Une excellente stabilité dimensionnelle ; ils permettent la formation d'un film très fin et pénètrent dans les tubuli dentinaires.

➤ Inconvénients

Ces ciments ont l'inconvénient de se dissoudre dans les tissus avec le temps



Figure n°36: Ciment à base d'hydroxyde de calcium [66]

Le choix d'un ciment de scellement canalair se fera en fonction de ses propriétés : il sera choisi pour un maximum de qualités et un minimum d'inconvénients.

6. Les différentes techniques d'obturation canalaire

L'endodontie a beaucoup évolué ces dernières décennies. De nombreuses techniques d'obturation canales nous sont proposées.

Nous allons décrire ces différentes techniques.

6.1. Techniques utilisant la gutta percha à froid

6.1.1. La technique mono-cône

➤ Principe :

C'est une technique mise au point par **Marmasse** en 1974 ^[44] .

C'est une obturation qui consiste à insérer une pâte canalaire à l'aide d'un instrument rotatif (boure-pâte de Lentulo) suivie de l'insertion d'un cône de gutta percha avec ou sans des cônes accessoires, agissant comme des coins ^[67]

➤ Technique :

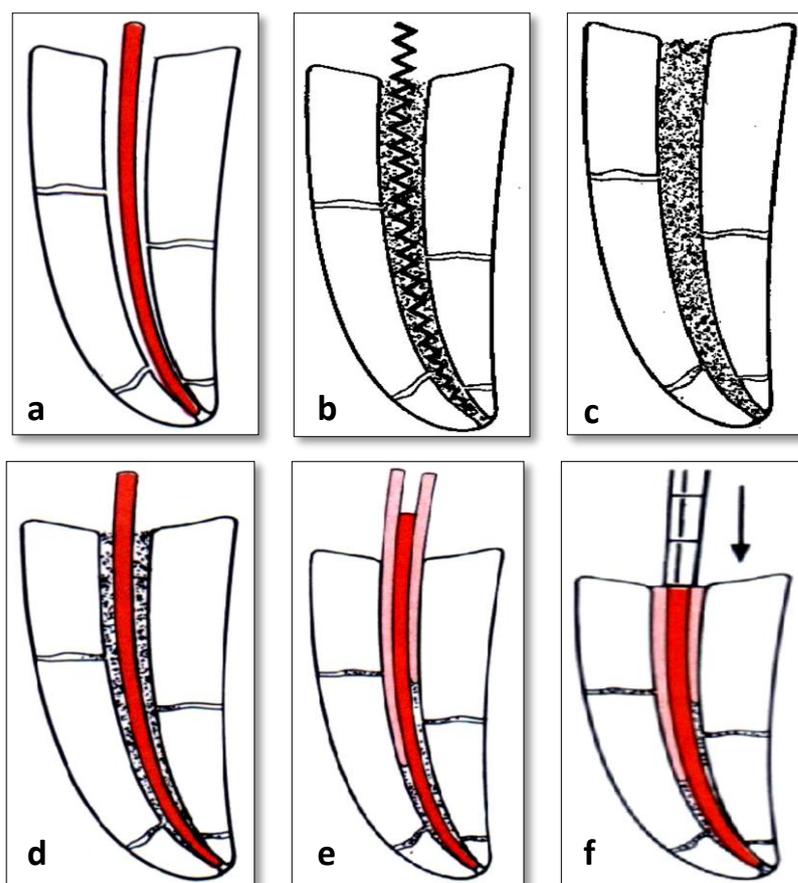


Figure n°37 : Schéma montrant les étapes de la technique monocône ^[19]

- a- Ajustage du maître cône.
- b- Remplissage du canal avec le bourre-pâte
- c- Canal complètement obturé par du ciment.
- d- Mise en place du maître cône standardisé
- e- Mise en place des cônes accessoires.
- f- Après section des cônes avec un instrument chauffé au rouge, la gutta est tassée en direction apicale avec un fouloir.

➤ **Avantages :**

- Elle est simple, rapide [8]
- permet le respect de l'anatomie canalaire initiale, et utilisable avec tous les types de préparation canalaire [67]
- Elle demande aussi un peu de matériel avec un faible coût [19]

➤ **Inconvénients :**

- C'est ignorer qu'il existe maintenant des méthodes beaucoup plus fiables, aux résultats prévisibles, efficaces et tout aussi rapides [68]
- Ne permet pas une obturation tridimensionnelle [68]
- Outre l'absence de densité et de scellement (vu les volumes importants de pâte) qui en résulte, elle est caractérisée par une rétraction de prise importante et les résorptions qui s'ensuivent entraînent un réel manque d'étanchéité [68].
- En plus, elle présente l'inconvénient d'être incontrôlable avec un risque de dépassement [67].
- Risque de fracture de bourre pâte [68]

6.1.2. La technique de condensation latérale à froid

Cette technique d'obturation consiste à remplir le canal principal avec des cônes de gutta percha de faible conicité, scellés les uns aux autres et aux parois radiculaires par un ciment de scellement.

Après insertion dans le canal, chaque cône est condensé avec un fouloir conique le « **spreader** » contre les parois radiculaires. L'espace créé par cette condensation permet d'insérer un nouveau cône qui à son tour est condensé latéralement et ainsi de suite jusqu'au remplissage complet du canal radiculaire [69].

Cette technique sera détaillée dans l'étude comparative entre la condensation latérale à froid et la condensation verticale à chaud.

6.2. Les techniques utilisant la gutta percha à chaud

6.2.1. La technique de compactage de gutta percha chaude en vagues multiples ou technique de Schilder

➤ **Principe :**

La technique de compaction verticale de gutta percha à chaud a initialement été décrite par H.Schilder en 1967. Elle consiste à alterner des phases de réchauffement de la gutta percha avec un réchauffeur (heat carrier) et de compaction verticale avec des fouloirs (pluggers) à main de tailles décroissantes.

C'est l'alternance réchauffement/compaction qui favorise le flux de la gutta et du ciment de scellement, et qui permet ainsi d'obturer la totalité du réseau canalaire de façon tridimensionnelle [69].

➤ **Technique** [70]:

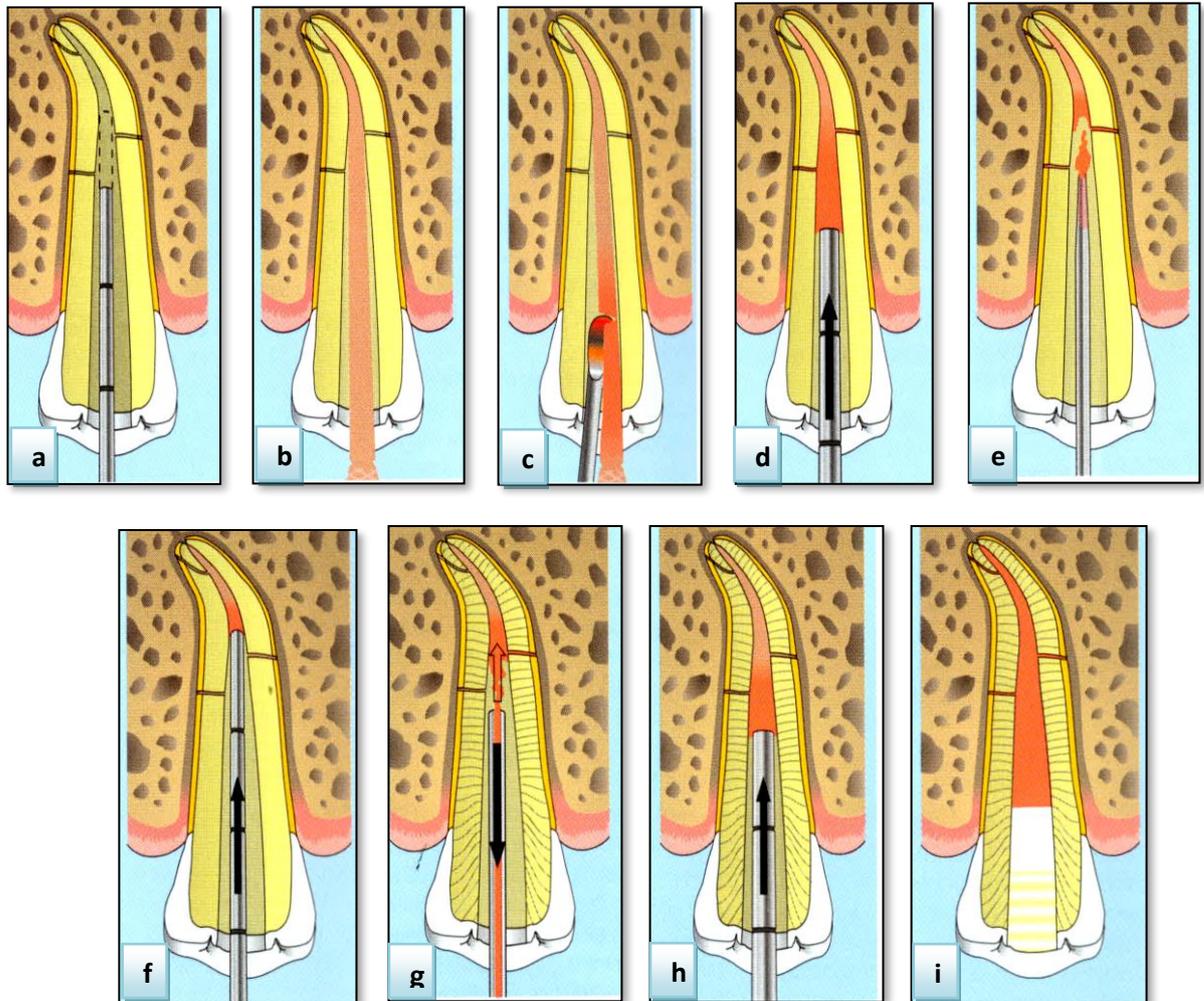


Figure n°38 : Schéma montrant les étapes de la technique de Schilder.

- a- Sélection des trois fouloirs à condensation verticale.
- b- Mesure du maître-cône non normalisé.
- c- Coupe par la chaleur de la gutta-percha coronaire.
- d- Condensation verticale initiale (vague descendante).
- e- Réchauffage du cône de gutta-percha.
- f- Condensation de la gutta-percha avec un petit fouloir dans les régions les plus profondes du canal.
- g- Après avoir fini la vague descendante, le tiers coronaire est obturé avec le pistolet à gutta-percha.
- h- La gutta-percha est ensuite condensée par condensation verticale.
- i- Obturation canalair finale.

➤ **Avantages :**

- Elle est tridimensionnelle.
- Elle est contrôlable.
- Elle offre la possibilité de réaliser un ancrage immédiat en cas de nécessité [68] .

➤ **inconvénients :**

- C'est la technique la plus longue, la plus difficile à maîtriser [71] .
- nécessitant une préparation très importante des canaux [71] .
- demande un matériel annexe [68]

6.2.2. Le compactage thermomécanique de gutta percha (Mac Spadden)

➤ **Principe :**

Le principe est de réchauffer et de ramollir la gutta par friction contre les parois canalaires.

Pour ce faire, un instrument spécial, appelé thermocompacteur, est utilisé en rotation sur contre-angle bleu, entre 5 000 et 8 000 tr/min (Gutta Condensors[®], Dentsply Maillefer[®]). Cet instrument ressemble à une lime H, mais les épaulements des lames sont dirigés vers la pointe ce qui implique que l'instrument présente une trajectoire hélicoïdale inversée : lorsqu'il est en rotation horaire, il remonte coronairement tout en propulsant la gutta en direction apicale.

Le compacteur sélectionné pour l'obturation sera celui qui pénètre à la longueur de travail sans aucun blocage [68].

➤ **Technique [8]:**

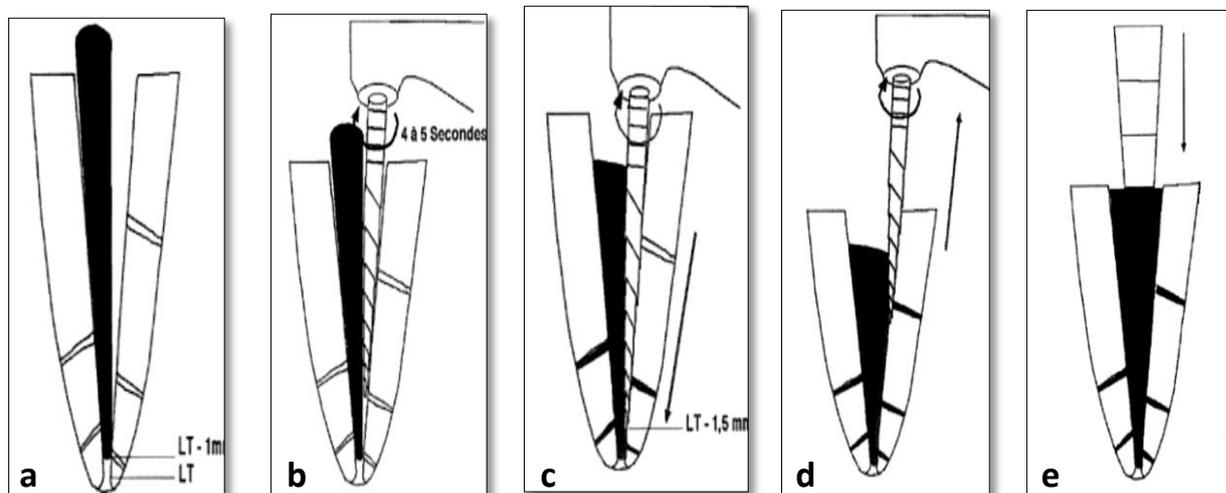


Figure n° 39 : Schéma montrant les étapes de la technique de thermocompactage [53]

- Mise en place d'un maître cône enduit de ciment à LT-1mm
- Insertion du compacteur à l'arrêt le long du maître cône et mise en rotation dans le sens horaire.
- Descente du compacteur jusqu'à LT-1.5mm et laissé en place pendant 5 à 10sec
- Retrait du compacteur en rotation
- Compactage vertical manuel avec un fouloir

➤ **Avantages :**

- C'est une technique rapide et économique (demande peu de matériel) [71]
- L'obturation obtenue est très compacte et de bonne qualité [71]
- Elle permet de réaliser un ancrage immédiat en cas de nécessité [68]

➤ **Inconvénients [68]:**

- Nécessite un apprentissage de la technique.
- Présente le risque de fracture instrumentale si temps de travail allongé ou blocage contre une paroi ou bien canaux courbes.
- Risque de dépassement de matériau si mauvais ajustage du maître cône
- Risque d'échauffement tissulaire.

6.2.3. Techniques dites combinées ou hybrides

➤ **Principe :**

Les trois techniques de bases : compactage latérale à froid, compactage verticale à chaud et compactage thermomécanique peuvent être utilement combinées. Les combiner, c'est mettre en avant leurs avantages respectifs tout en minimisant leurs inconvénients [70]

Les techniques combinées présentent un double intérêt [53] :

- le premier est pédagogique car cela permet l'apprentissage du compactage thermomécanique en travaillant uniquement dans les 2 /3 coronaire, portion la plus rectiligne et la plus large de la préparation donc à distance du 1/3 apical, zone où il y a de risque de dépassement ou de fracture instrumentale.
- Le second est clinique, car cette méthode associe rapidité et sécurité dans les cas délicats à obturer, comme les canaux à foramen élargis sur dents immatures, et les canaux courbes dont l'obturation par compactage thermomécanique est délicate.

Pendant cette technique nécessite un certain entraînement.

Il en existe plusieurs variantes dont les plus usuelles sont la technique de **Peli** et celle du **compactage vertical modifié**, auxquelles on peut ajouter la technique du **Microseal** [73] [74] [75] [76]

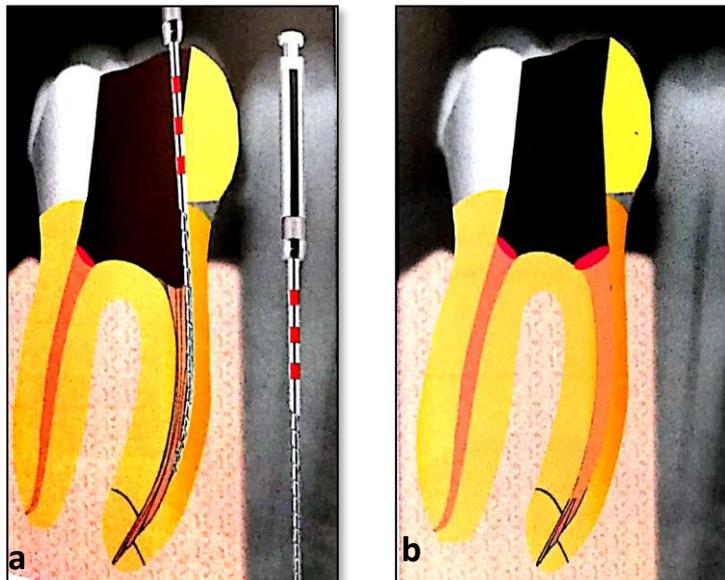
6.2.3.1. Technique de Peli :

C'est une technique qui a été mise au point par Peli en 1992.

C'est la combinaison de la technique de condensation latérale à froid et la technique de Mac sspaden.

La première phase consiste à condenser latéralement le maître cône puis à rajouter et condenser latéralement 2 ou 3 cônes accessoires seulement afin d'assurer l'obturation du tiers apical.

Après cette « sécurisation » du tiers apical, un thermocompacteur de gros diamètre est utilisé pour obturer le canal en se servant de la portion coronaire des cônes.



a- Dans cette technique, le tiers apical est obturé en condensation latérale, et le reste du canal l'est par compactage thermomécanique par la technique de Mac Spadden.

b- Le canal est obturé et la dent peut dorénavant être reconstituée.

Figure n°40 : Schéma montrant les étapes de la technique de Peli [69]

Cette méthode permet d'obtenir une obturation plus dense dans les deux tiers coronaires que celle obtenue avec la condensation latérale pure, tout en évitant les dépassements inhérents au thermocompactage, qui est délicat à contrôler lorsqu'elle est utilisée seule pour la totalité du canal [68]

6.2.3.2. le compactage vertical modifié

Elle est décrite par **Schilder** en 1971. C'est une technique d'obturation associant le compactage latéral à froid de gutta percha, et le compactage vertical à chaud de **Schilder** dans sa vague ascendante [77]

6.2.3.3. Système Microseal®

En 1996, **Mac Spadden** a mis au point une nouvelle version de l'obturation canalaire : le système Microseal®.

Cette technique est une évolution de la méthode de compactage thermomécanique. Elle combine le compactage latéral par l'utilisation des fouloirs latéraux (spreader), et le thermocompactage par les compacteurs en nickel titane (NiTi), permettant de mieux passer les courbures canalaire [78]



Figure n°41 : Système Microseal® [6]

Les techniques combinées présentent des avantages et des inconvénients nous citons :

➤ **Avantages** [6] :

- Technique fiable et reproductible.
- Contrôle et maîtrise de l'obturation du tiers apical.
- Les deux tiers coronaires sont obturés rapidement et sans risque en condensation thermomécanique.
- Technique plus simple à appréhender que le thermocompactage simple.
- Permet de limiter les dépassements de matériaux et les risques de fractures instrumentales.
- Permet l'obturation des courbures canalaires modérées grâce au compactage latéral.
- Coût relativement faible.

➤ **Inconvénients** [6]:

- Les courbures canalaires sévères, les canaux accessoires et culs-de-sac se situant dans le tiers apical ne sont pas toujours obturés convenablement, empêchant une bonne obturation tridimensionnelle.
- Durée d'obturation plus longue que certaines autres techniques actuelles.

6.2.4. La technique de compactage vertical en vague unique ou Système B®

La technique d'obturation par le système B®, développée par le Dr S.Buchanan en 1987, peut être considérée comme une simplification du compactage vertical original de gutta percha chaude du Dr Schilder, sans altération de la qualité du résultat finale[79].

Cette technique sera détaillée dans l'étude comparative entre la condensation latérale à froid et la condensation verticale à chaud.

6.2.5. Système de compactage sur tuteur (Le thermafil®)

➤ **Principe :**

Initialement décrite par Ben Johnson en 1978 et commercialisée sous le nom de **Thermafil®**, la technique consiste en un obturateur composé d'un tuteur en plastique radio-opaque et flexible enduit de gutta-percha en phase alpha. Cet obturateur est préchauffé dans un four spécial qui assure un contrôle du temps et de la température et, une fois thermoplastifié, il est inséré à la longueur de travail [68].



Figure n°42: Éléments du système Thermafil® [68]

➤ **Technique [69]:**

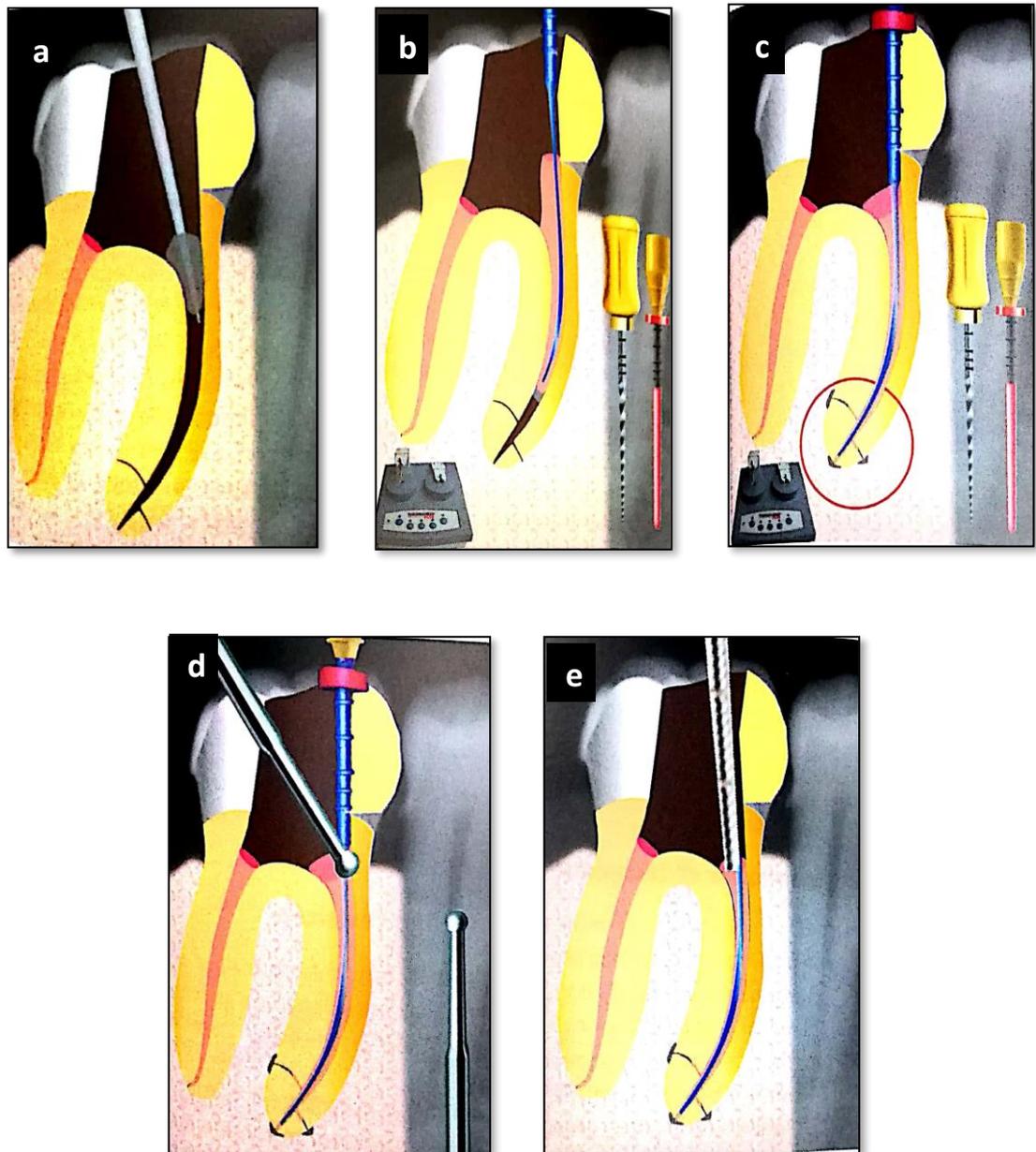


Figure n°43 : Les étapes de la technique thermafil®

- a- Adaptation apical d'un tuteur de Thermafil®.
- b- Thermafil® I réchauffé est descendu lentement dans le canal sans précipitation.
- c- insertion ce fait jusqu'à atteindre la longueur de travail préalablement matérialisée par un stop en silicone sur le tuteur lui- même.
- d- le tuteur est sectionné à l'entré canalaire avec une fraise adapté (Themacut® ,Dentsply Millefer®).
- e- Un bouchon coronaire est obtenu avec un de Machtou.

➤ **Avantages :**

- L'atout incontestable de cette technique est sa rapidité, ainsi que sa facilité de mise en œuvre [58].
- Elle est tridimensionnelle [68]

➤ **inconvenients :**

- la présence du tuteur en plastique complique parfois un peu les retraitements endodontiques [58]
- le coût du matériel est très élevé [68]

Il en existe d'autres variantes pour cette technique, telles que : **Le système Herofill®**, **Le système Soft Core®** et **Le système Simplifill®**.

6.2.5.1. Le système Herofill® [6]

Le système Herofill® est comparable au Thermafil®. Le tuteur plastique présente une conicité de 2% et est monté sur un manche réglable en longueur. Les jauges de vérification (Hérofill Verifier® 2%) sont en plastique. Le protocole reste semblable à celui du Thermafil®.



Figure n°44 : Système Herofill® [78]

6.2.5.2. Le système Soft Core® [6]

Le système Soft-Core® est une autre technique également comparable au Thermafil®. Les tuteurs enrobés de gutta-percha correspondent aux proportions ISO (organisation internationale de normalisation) des dernières limes de préparations canalaires. Le protocole reste semblable à celui de Thermafil®.



Figure n°45 : Système Soft Core® [79]

6.2.5.3. Le système Simplifill® [6]

SimpliFill® est le seul système à tuteur où le tuteur n'est pas laissé dans le canal. Les tuteurs sont effectivement des obstacles au retraitement ou à la reconstitution coronoradiculaire malgré les gouttières élaborées dans ces derniers.

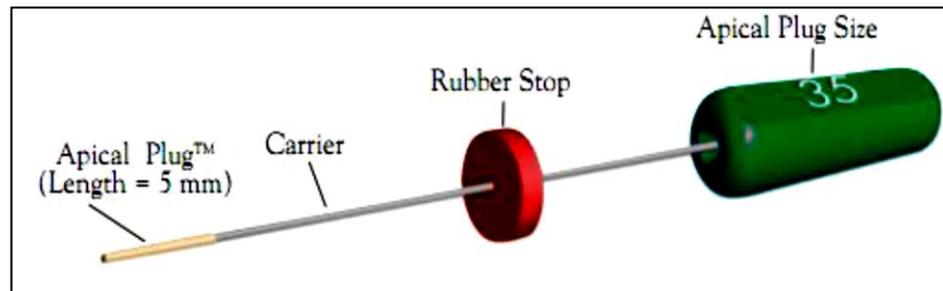


Figure n°46 : Système Simplifill® (*Light Speed® : LSX and Simplifill® Technique Guide*) [6]

Chapitre III

Etude comparative et discussion

1. Etude comparative entre les techniques de condensation latérale à froid et les techniques de condensation verticale à chaud de la gutta percha

1.1. La condensation latérale à froid de la gutta percha

1.1.1. Principe

Les techniques de compactage, à froid de la gutta-percha, exploitent sa malléabilité pour la mouler et l'adapter en trois dimensions sur les parois de la cavité canalaire préalablement préparées.

1.1.2. Matériels

➤ Gutta-percha

La gutta utilisée pour la condensation latérale est moins malléable (car plus riche en gutta percha) que celle utilisée pour la compaction verticale à chaud. Le maître cône doit être normalisé (**fig.47-a**) et les cônes accessoires (**fig.47-b**) sont disponibles en différentes tailles [69].

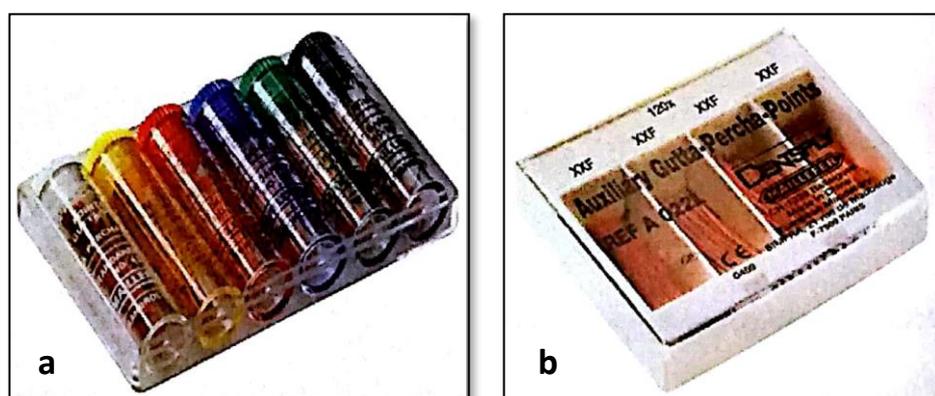


Figure n°47 : a- cônes de gutta percha standardisés

b- cônes de gutta percha accessoires pour condensation latérale à froid [69]

➤ Fouloirs

Les fouloirs sont coniques et pointus, ils existent en différentes tailles (normalisés ou non) (**fig.48-a**) et sont proposés en version manuelle (avec un manche) ou digitale (finger spreader) (**fig.48-b**) [69].

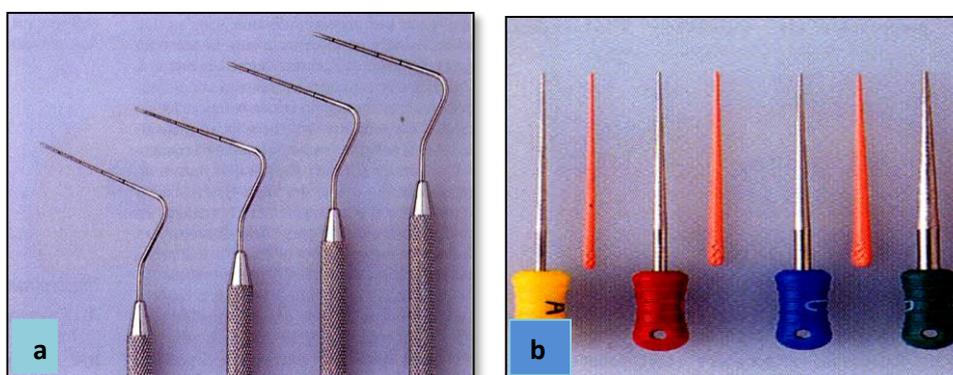


Figure n°48 : a- fouloirs manuels à condensation latérale de taille croissant

b- finger spreader utilisés pour la condensation latérale [82]

➤ **Ciment**

Cette technique n'impose pas l'utilisation d'un ciment de scellement particulier et peut être mise en œuvre avec un ciment à base d'oxyde de zinc-eugénol, ou à base de résine époxy, ou encore MM-seal® (Micro Méga). En aucun cas les résines bakélite ne doivent être utilisées [69].

1.1.3. Technique [5]

➤ **Choix des fouloirs**

Choisir et essayer des fouloirs pendant le nettoyage et la mise en forme du canal. Préférer les fouloirs pointus ou à bout maintenus par les doigts plutôt que les mêmes fouloirs montés sur un long manche parce que les premiers renforcent la sensation tactile pendant le travail, un meilleur joint à l'apex et un meilleur contrôle de l'instrument pendant les manœuvres d'obturation. **(fig.49)**

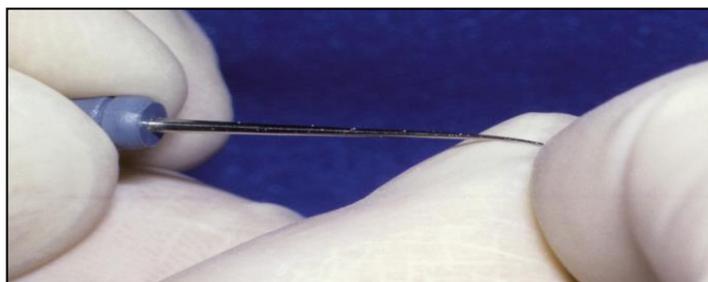


Figure n°49 : Les fouloirs tenus avec les doigts peuvent être précourbés pour améliorer la négociation de l'obturation des canaux courbes. [5]

L'utilisation de ces instruments tenus avec les doigts réduit l'incidence des fractures verticales pendant les manœuvres d'obturation. Les fouloirs en acier inoxydable tenus par les doigts sont plus flexibles que les fouloirs montés sur un manche **(fig.50)** [5].

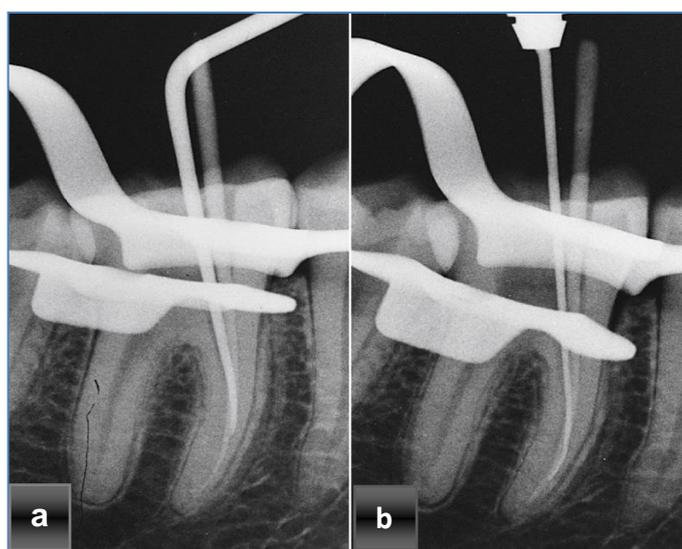


Figure n°50 : Comparaison des fouloirs montés sur un manche et des fouloirs tenus par les doigts.
a- La rigidité et la conicité du fouloir monté sur un manche empêchent de négocier la courbure.
b- Le fouloir tenu par les doigts est plus petit et plus flexible, ce qui favorise une pénétration plus profonde et offre un joint apical supérieur. [5]

➤ Ajustage du maître cône ou cône principal

Selon DA. Allison, l'ajustage du maître cône ou cône principale constitue l'une des clés du succès de l'obturation canalair [83].

Le choix du cône doit avoir une conicité et un diamètre en rapport avec le volume du canal préparé et à la technique d'obturation envisagée. En effet, l'ajustage du maître cône doit être réalisé en présence de l'irrigant, donc avant séchage du canal, pour simuler l'effet lubrifiant que produira le ciment canalair au moment de l'obturation.

En plus, lors de cette étape deux critères sont essentiellement contrôlés et qui sont : Le critère tactile et le critère radiographique [41] .

- *Le critère tactile* : c'est lors de la désinsertion du cône, il doit y avoir une sensation de résistance au retrait (tug back) et de friction apicale sur les 2 derniers millimètres de la préparation.
- *Le critère radiographique* : c'est lors de la prise d'un cliché radiographique avec le cône de gutta precha en place, ce dernier doit atteindre la **Longueur de Travail** de la préparation.

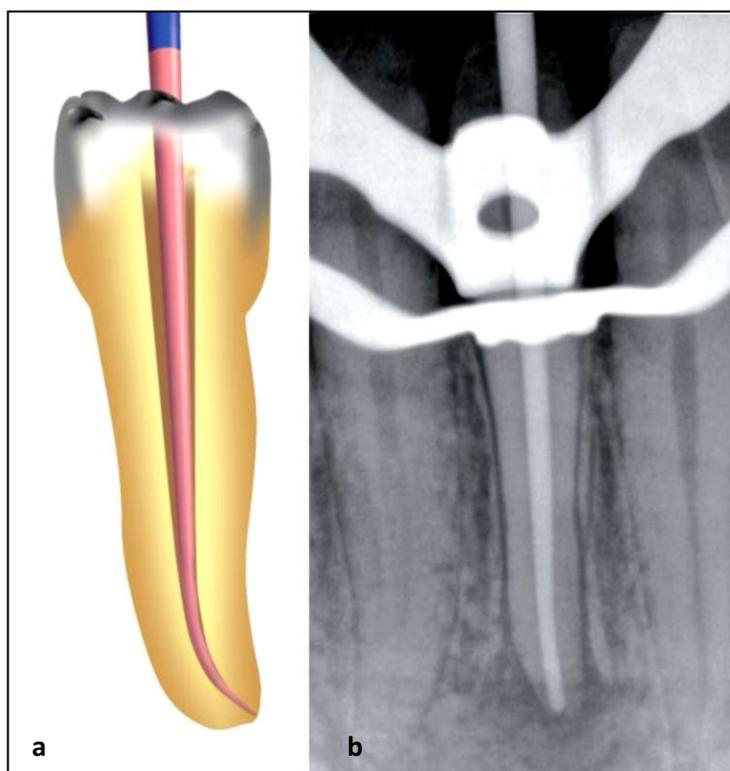


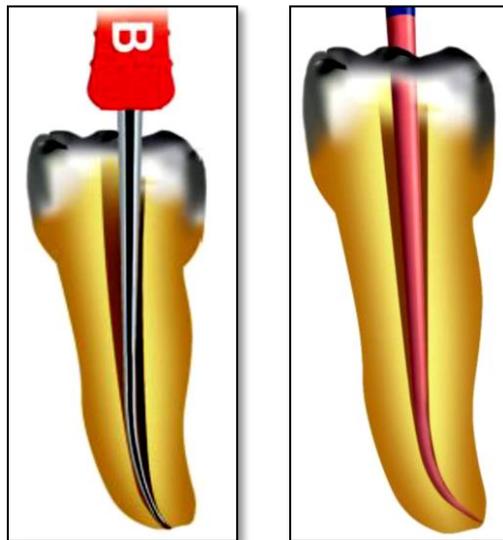
Figure n°51 : a- Ajustage du maître cône à la longueur de travail.

b- Une radiographie de contrôle pendant l'ajustage du cône est conseillée [68]

➤ Etapes de l'obturation

Etape 1 : Choix du premier fouloir - Choix et ajustage du maître cône

- Un fouloir de diamètre correspondant au diamètre apical du canal préparé sera choisi, de sorte qu'il atteigne la longueur de travail (LT).
- Le maître-cône doit être trempé dans de l'hypochlorite de sodium et son essai doit respecter les critères de l'ajustage du cône cités préalablement.



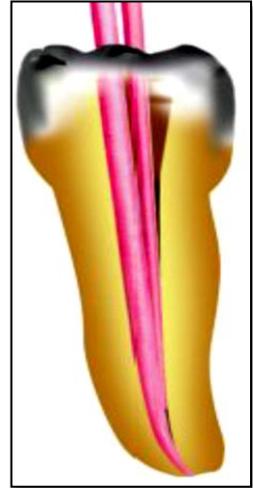
Etape 2 : Scellement et compactage du maître cône

- Le scellement du cône se fait avec du ciment après séchage du canal
 - Le ciment est mis manuellement, sur les parois canalaires soit à l'aide d'une pointe de papier, soit à l'aide d'une lime utilisée en rotation anti horaire,
 - Le cône, enduit de ciment, est introduit dans le canal jusqu'à la LT,
 - Le compacteur préalablement choisi est introduit le long du cône de gutta
 - Par poussée apicale, on plaque le cône latéralement pour l'adapter aux parois canalaires
 - Le fouloir latéral sera ressorti en un mouvement de rotation, en quart de tour alterné.
 - Ce fouloir ira jusqu'à 2mm de LT.
- La gutta-percha ainsi compactée laissera un espace disponible pour l'ajout d'autres cônes accessoires.



Etapes 3 : Mise en place et compactage du premier cône accessoire

- Le premier cône accessoire, de diamètre apical et de conicité correspondants au fouloir utilisé pour le compactage du maître-cône, enduit de ciment, est placé dans l'espace laissé libre.
- Il sera compacté comme le maître-cône.



Etape 4 : Mise en place et compactage des autres cônes accessoires

- L'opération d'adjonction des cônes accessoires et de compactage est renouvelée jusqu'au remplissage complet du canal.



Chaque insertion du fouloir dans son extension la plus apicale, compacte le cône de gutta percha en direction des parois opposées. Une fois la compaction achevée, le canal est alors obturé avec plusieurs cônes, tous soudés à froid avec le ciment de scellement [5].

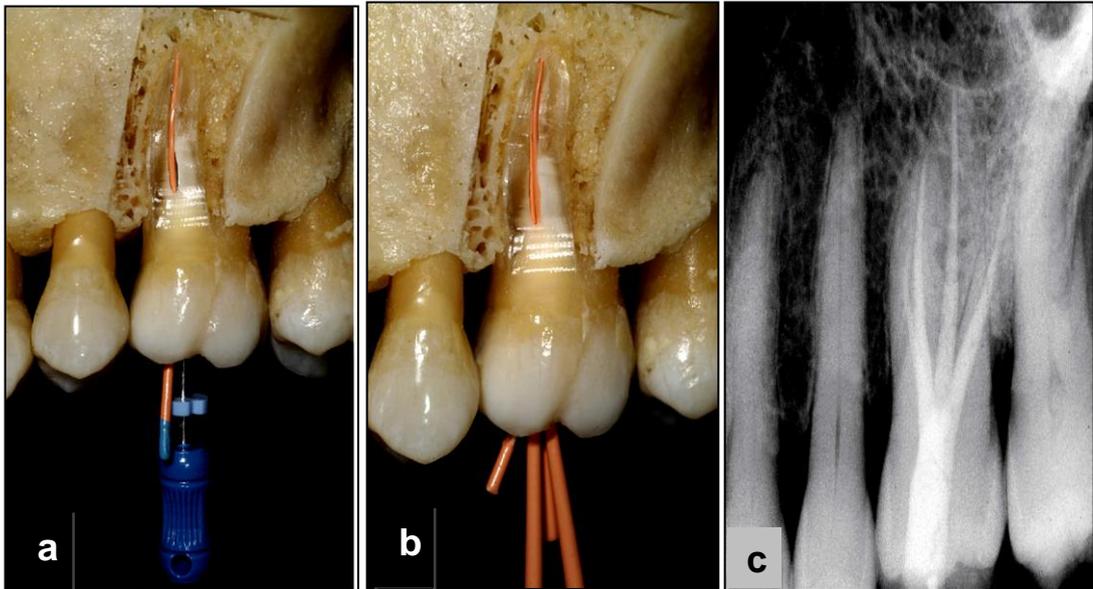


Figure n°52 : images Montrant l'aspect d'une obturation utilisant la technique de compaction latérale sur une dent naturelle d'un cadavre [6]

Etape 5 : Compactage vertical final

- Une radiographie permet de visualiser l'obturation et de décider alors, de la section des cônes avec le heat carier chauffé au rouge.
- La dernière phase de l'obturation sera le compactage vertical avec le compacteur vertical de gros diamètre.
- Une radiographie postopératoire contrôle l'aspect final de l'obturation endodontique.

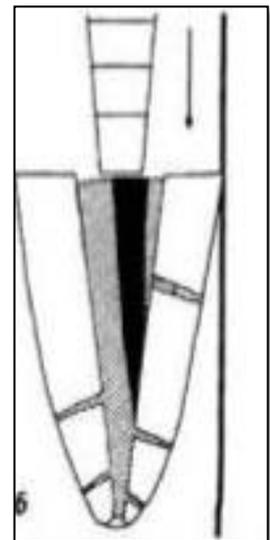


Tableau n°6: Les étapes du compactage latéral à froid [75] [68].

Schématiquement : sur une coupe transversale, ci-dessus, les étapes précises de la compaction latérale :

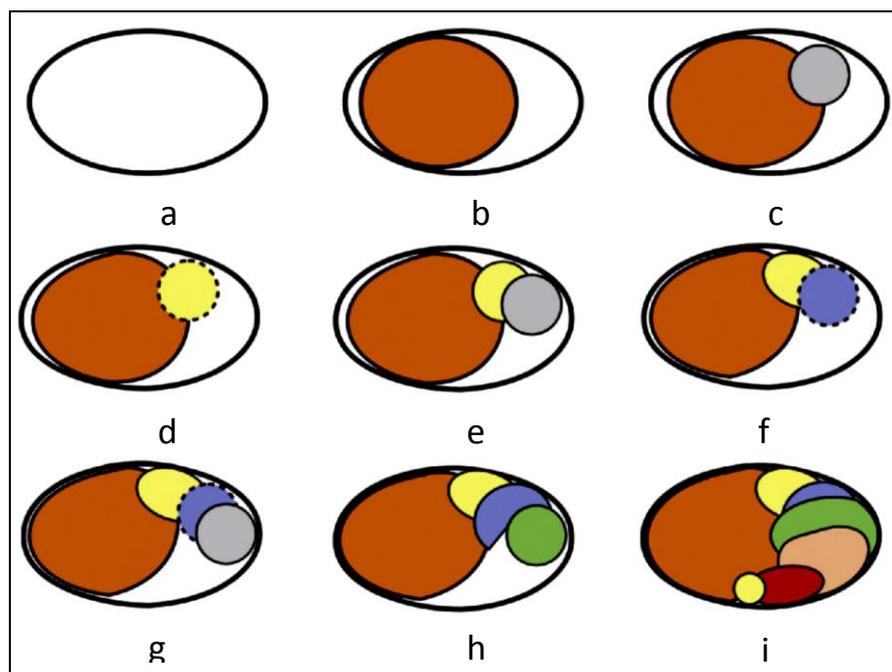


Figure n°53 : Description schématique dans un plan transversale des étapes de la compaction latérale [5].

a- Canal préparé.

b- Maître cône inséré.

c- Fouloir à pression digital inséré et activé.

d- Insertion du premier cône latéral dans l'espace laissé vacant par le fouloir (contour en pointillé.)

e- e-f-g-h- poursuite de la condensation latérale.

f- Achèvement de l'obturation.

1.1.4. Avantages

- La compaction latérale est relativement simple et l'équipement est relativement peu compliqué ;
- De plus, la qualité du joint et de l'obturation est aussi bonne qu'avec les autres techniques en situations habituelles.
- L'avantage principal de la compaction latérale par rapport à la plupart des autres techniques, est le contrôle de la longueur de travail. En effet, en créant un arrêt apical définitif et en utilisant les fouloirs à condensation latérale avec minutie, l'extrémité de l'obturation peut espérer être précisément à la longueur de travail, sans l'appréhension d'un éventuel dépassement d'obturation [5].

D'autres avantages comprennent un faible risque de retraitement, une bonne adaptation aux parois de la cavité pulpaire radiculaire, une bonne stabilité dimensionnelle, et la facilité offerte pour la préparation du logement d'un tenon.

1.1.5. Inconvénients

Le premier inconvénient est l'hétérogénéité de la masse de l'obturation résultante. Le maître cône et les cônes latéraux sont compactés les uns contre les autres et leur interface est partiellement comblée par le ciment de scellement. Il n'existe pas d'autre inconvénient important de la compaction latérale, si ce n'est les limites créées par les fortes courbures du canal, l'apex ouvert ou les résorptions internes. En plus elle demande beaucoup de temps pour sa réalisation [5].

1.2. Les techniques de condensation verticale à chaud

« Le système B® »

La technique de H.Schilder est considérée comme la technique de référence en terme de qualité d'obturation du réseau canalaire, néanmoins son apprentissage, ainsi que sa mise en œuvre clinique, sont longs (puisque c'est une thérapeutique chronophage). Pour cela actuellement, deux techniques d'obturation utilisant la gutta percha à chaud sont de plus en plus populaires : le Système B® (SybronEndo) et le Thermafil® (Dentsply-Maillefer) [43].

Ces deux techniques présentent de nombreux avantages par rapport aux autres techniques d'obturation :

- une excellente étanchéité apicale
 - une meilleure obturation de l'ensemble de système canalaire (canaux latéraux, canaux secondaires ; deltas ; isthmes...).
 - une rapidité et une simplicité de mise en œuvre.
 - une courbe d'apprentissage relativement courte.

Dans ce chapitre nous allons détailler le système B® (SybronEndo).

1.2.1. Principe

Dans cette technique, le heat carrier et les différents pluggers sont remplacés par un seul instrument, jouant le rôle de fouloir et de réchauffeur. Ce fouloir/réchauffeur est utilisé pour compacter verticalement, et en un seul mouvement de descente un cône de gutta-percha qui a été préalablement calibré à l'apex [79].

1.2.2. Matériels

➤ Gutta percha

La qualité de la gutta-percha est primordiale. Des cônes sont conçus pour ce type d'obturation tel que la gutta Protaper® (**fig.54**), la gutta analytic Autofit (**fig.55**) où les cônes medium doivent être utilisés tant pour la composition du matériau que pour leur forme (conicité adaptée au canal préparé) [69].

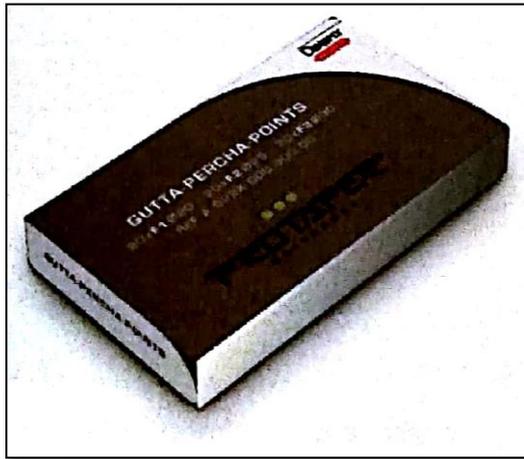


figure n°54 : cônes de gutta Pro Taper® [69]



figure n°55 : cônes de gutta-percha Autofit [69]

➤ **Ciment de scellement :**

Le Pulp canal Sealer™ (Kerr) (fig.56) est le ciment de choix pour cette technique d'obturation. La poudre et le liquide sont mélangés de façon à obtenir une consistance légèrement plus dure que celle préconisée par le fabricant. La consistance idéale doit permettre au ciment de filer sur 1 ou 2 cm lorsque la spatule est éloignée de la plaque de mélange [69].



Figure n°56 : Ciment de scellement Pulp canal Sealer™ (Kerr) [69]

➤ Le système B®

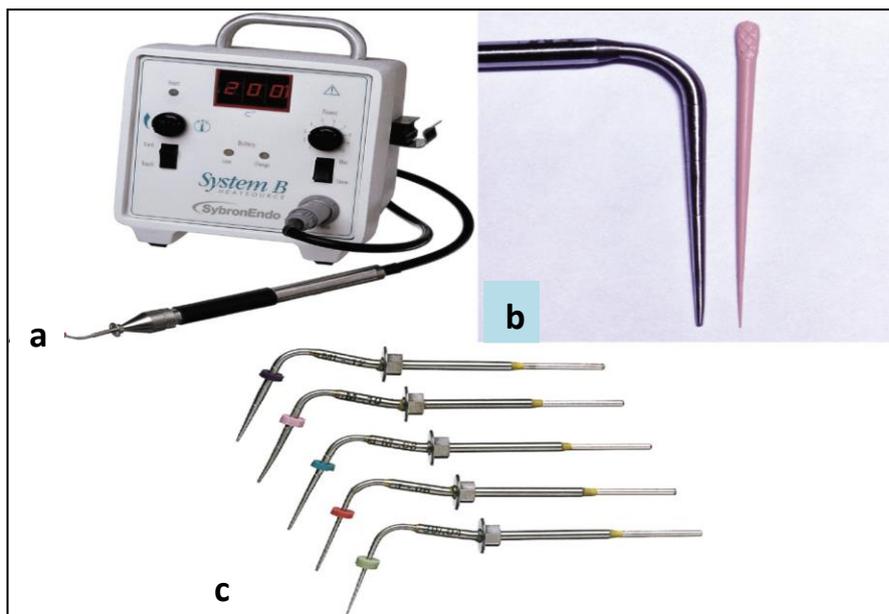


Figure n°57 : Un équipement de chauffage de gutta percha spécialisé [5] .

- a- *Le courant électrique chauffe rapidement le fouloir qui ramollit un cône de gutta percha préajusté dans le canal.*
- b- *Un fouloir conçu pour la « technique d'obturation en vague continue » est choisi pour correspondre à la taille de la lime rotative qui a servi à préparer le canal. Les fouloirs peuvent aussi être adaptés approximativement à des pointes de gutta percha non normalisées pour tenter d'obturer la portion apicale du canal avec un cône unique.*
- c- *Les fouloirs sont disponibles en une variété de tailles et de conicités.*

1.2.3. Technique

Cette technique comporte deux phases : une phase descendante suivie d'une phase de remontée [6].

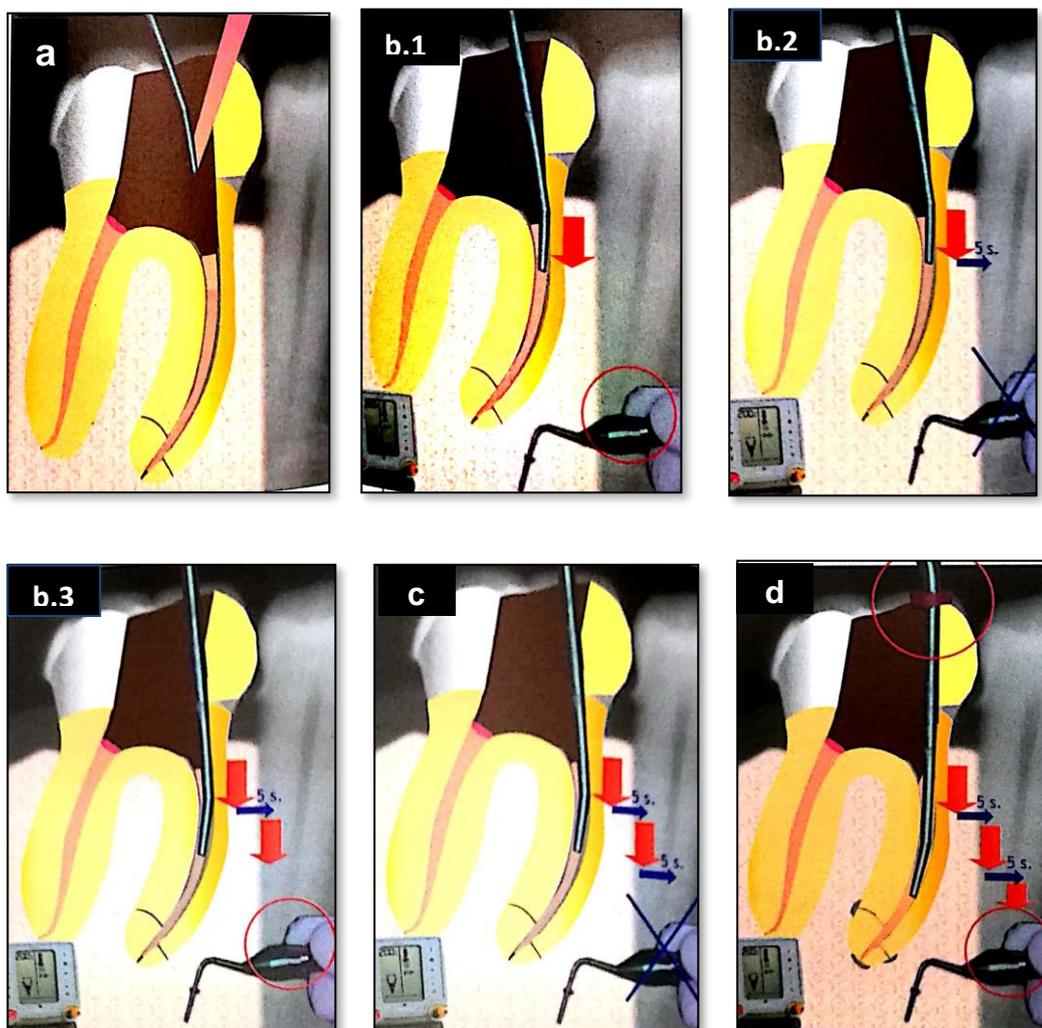
➤ Phase descendante

- Le maître-cône est choisi pour atteindre et bloquer à LT-1mm et doit répondre positivement au triple contrôle visuel, tactile et radiographique.
- Le fouloir correspondant au maître-cône choisi doit pouvoir descendre à 5-7 mm de la longueur de travail, son extrémité venant légèrement buter contre les parois canalaires.
Ces fouloirs possèdent l'avantage, de par le métal qui les compose, de pouvoir être déformés si nécessaire pour passer plus aisément les courbures canalaires.
- Après séchage canalaire, les parois sont légèrement enduites de ciment canalaire. Le maître cône est ensuite enduit à son extrémité et placé dans le canal à LT-1mm.
- Le System B® est utilisé à 200°C. Grâce à cette chaleur on vient sectionner le cône à l'entrée du canal et on compacte la gutta-percha à l'entrée de ce dernier avec ce même fouloir refroidi.

- Le fouloir chauffé (contacteur enfoncé) est descendu dans le canal jusqu'à 2-3 mm de sa limite d'utilisation. La chaleur est ensuite arrêtée (le contacteur relâché, le fouloir se refroidit en 2-3 secondes) et le fouloir est maintenu tout en exerçant une pression permettant de l'amener à sa limite de profondeur. Cette pression est maintenue dix secondes pour compenser la contraction de la gutta-percha lors de son refroidissement. Une impulsion de chaleur est ensuite réalisée pendant une seconde permettant le détachement du fouloir de la gutta-percha et son retrait rapide.

➤ **Phase de remontée**

- On utilise simplement un cône de gutta-percha correspondant au fouloir utilisé pour remplir l'espace laissé libre par ce dernier. Le fouloir chauffé à 100°C est enfoncé jusqu'à la moitié de la longueur du second cône. On pourra si nécessaire mettre un troisième cône.
- Cette phase de remontée peut aussi être réalisée avec un thermocompactage ou une injection de gutta-percha chaude (Obtura II[®]/ Ultrafil 3D[®]).
- Un contrôle radiographique est de rigueur afin de s'assurer de la qualité du traitement endodontique réalisé.



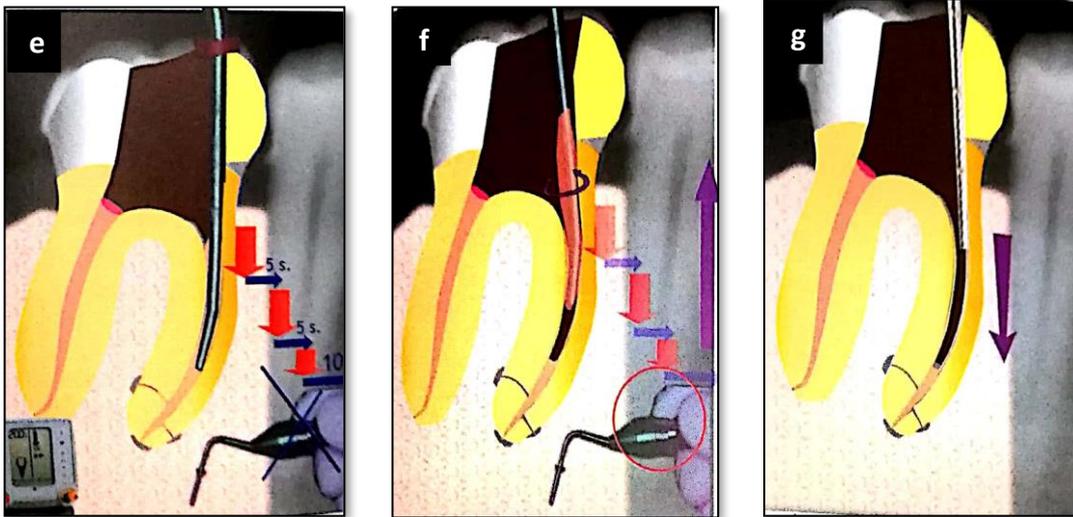


Figure n°58 : les étapes de la condensation verticale avec le système B® [69]

- a- Le cône de gutta est mis en place puis sectionné à l'entrée du canal.
- b- La descente se fait en trois temps :
 - b.1- Réchauffage et compaction de la gutta-percha sur 4 ou 5 mm.
 - b.2- Palier de refroidissement. La pression est maintenue pendant 5 secondes.
 - b.3- Réchauffage et descente de 5 mm.
- c- Refroidissement et maintien de la pression pendant 5 secondes.
- d- Dernière descente du fouloir réchauffé.
- e- Maintien de la pression pendant 10 secondes.
- f- Ultime réchauffage du fouloir afin de le désolidariser de la gutta-percha. L'instrument est retiré du canal en effectuant des mouvements de quart de tour alternés.
- g- La gutta-percha laissée sur les parois pendant les manœuvres précédentes est tassée dans le fond du canal avec un fouloir de Machtou n°1.

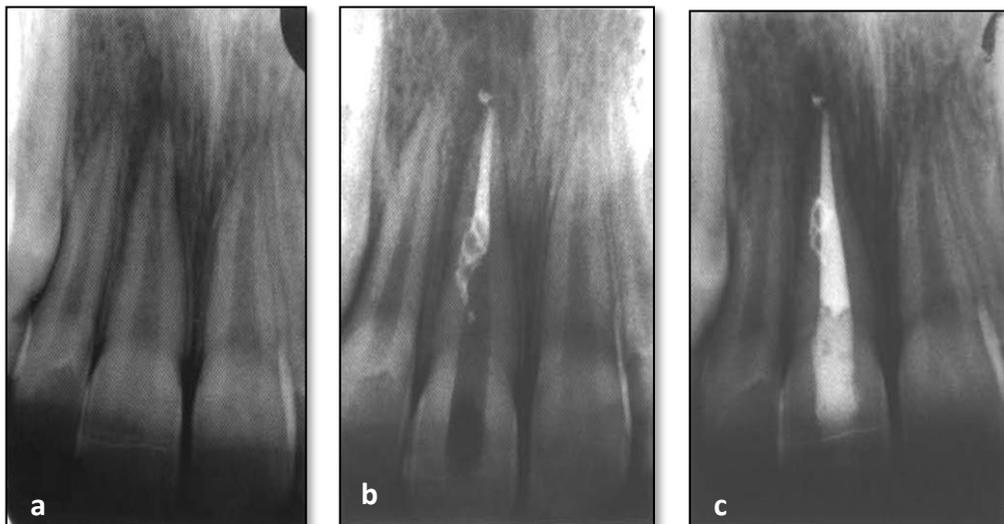


Figure n°59 : clichés radiographiques pre et per operatories [43].

- a- Radiographie preopératoire d'une incisive centrale maxillaire nécrosée, suite à un traumatisme.
- b- La phase descendante aboutit à la création d'un bouchon apical. Noter que les boucles ont été obturées lors de la descente, grâce à la conicité de la mise en forme et aux pressions hydroliques générées par le fouloir.
- c- La phase remontée consiste à obturer la partie coronaire du canal.



Figure n°60 : a- Dent extraite diaphanéisée, après obturation selon la technique System B® : noter la complexité de l'endodonte.
 b- Molaire mandibulaire avec anatomie canalaire complexe démontrant la capacité de la technique System B® à assurer des obturations tridimensionnelles [79]

1.2.4. Avantages

- Technique fiable et reproductible.
- Obturation tridimensionnelle sur toute la longueur de travail grâce à l'apport de chaleur jusqu'au tiers apical.
- Parfaite adéquation entre la conicité des fouloirs et du canal quand la préparation a été réalisée avec des instruments Nickel-Titane en rotation continue, optimisant ainsi les forces de compactage.
- Permet de négocier les courbes modérées à sévères et les variations anatomiques grâce au réchauffement de la gutta-percha à 200°C, permettant ainsi une bonne adaptation aux parois canalaire.
- Pas de fracture instrumentale.
- Faible risque d'extrusion si le canal est convenablement préparé [6] .

1.2.5. Inconvénients

- Nécessite une courbe d'apprentissage longue, travail à 4 mains idéalement, risque de fracture radiculaire car les forces de compression sont importantes, risque de dépassement du matériau au-delà de l'apex si mauvais ajustage du maître cône.
- Coût non négligeable [6]

A noter que la technique System B® se fait en une seule vague de chaleur comme le préconise le fabricant, contrairement à la technique de Schilder. Des études portées à cet effet ont permis de mettre en évidence l'obtention de meilleurs résultats (moins de vide et plus de gutta-percha) lors de l'utilisation du System B® en vague de chaleur multiple.

2. Condensation latérale à froid versus condensation verticale à chaud d'après certaines études expérimentales

Un certain nombre d'expériences ont été menées par plusieurs équipes de recherche, afin de déterminer quelle méthode d'obturation canalairé :

“celle qui utilise de la gutta-percha à froid et en condensation latérale versus celle qui préconise une condensation verticale de la gutta-percha thermoplastifiée”

était susceptible d'apporter la meilleure étanchéité au niveau du réseau canalairé, en vue d'un résultat le plus pérenne que possible dans le temps.

L'analyse des résultats de toutes ces études expérimentales, vont nous permettre de nous prononcer sur la **supériorité** ou l'**équivalence** d'une méthode par rapport à l'autre.

Les études expérimentales rapportées par la littérature, ont portées sur plusieurs méthodes d'évaluation de l'étanchéité des obturations canalaires, par comparaison de deux méthodes : celle qui utilise la condensation latérale de la gutta percha avec celle qui utilise le Système B[®].

2.1. Méthode d'évaluation de l'étanchéité radiculaire par les tests de pénétration radiculaire

2.1.1. Méthode d'évaluation par la pénétration de colorants

Ce test a été très utilisé dans les études car facile à mettre en place [84] [85].

➤ Principe

Le colorant (à l'image d'agents pathogènes) va pénétrer dans les interstices non obturés et marquer les zones de percolation.

➤ Technique

Toute la dent, sauf la zone apicale est protégée par un vernis.

L'extrémité apicale des racines est immergée dans une solution contenant le colorant pendant une certaine durée. Le colorant va monter par capillarité ou diffusion, pénétrer et marquer les zones où l'étanchéité n'est pas réalisée entre les parois canalaires et le matériau. Les dents sont sectionnées (coupes longitudinales ou transversales) et les zones colorées sont ensuite visualisées par différentes techniques suivant les caractéristiques du colorant choisi (inspection visuelle, spectrophotométrie).

➤ Choix du colorant

Deux colorants ont été les plus utilisés : le bleu de méthylène et l'encre de Chine en raison de leur faible poids moléculaire donc de leur meilleure pénétration au sein du système canalairé.

La taille des particules du colorant, son pH, et sa réactivité chimique affectent son degré de pénétration.

Cette technique n'est plus recommandée car jugée trop peu fiable^[85].

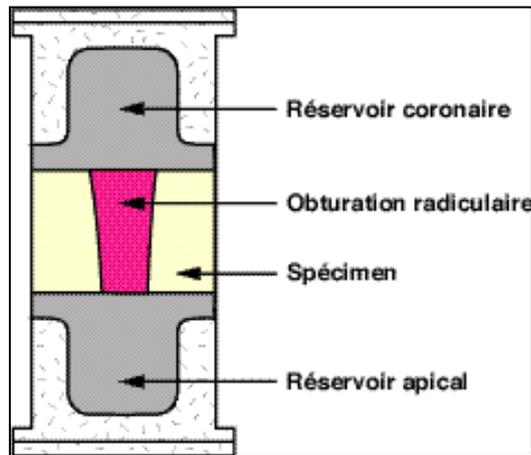


Figure n°61 : Modèle d'étude de la percolation [86].

2.1.1.1. Etude de Inan U. et coll.

➤ Matériel et Méthode

Quarante-six dents monoradiculées antérieures maxillaires ont été utilisées pour cette étude. Leurs couronnes ont été sectionnées jusqu'à la jonction cémentoamélaire. Après les procédures de préparations canalaires standards, les racines ont été divisées en deux groupes de vingt (les six restants servant pour les contrôles positifs et négatifs) après quoi leur obturation par condensation latérale, et par System B® a été effectuée. Après obturation, les dents sont placées dans un milieu présentant une humidité à 100% pendant vingt-quatre heures afin de laisser prendre le ciment canalaire.

Les racines sont ensuite préparées en appliquant deux couches de vernis exceptés sur les deux derniers millimètres apicaux. Elles sont ensuite mises en place dans de l'encre de Chine pendant sept jours. Après rinçage et élimination des excès de colorant, les mesures de la pénétration du colorant sont réalisées [6].



Figure n°62 : Coupe longitudinale d'une dent marquée au bleu de méthylène [87]

➤ Analyses et discussions

Les résultats obtenus pour les techniques System B®, et condensation latérale sont respectivement $1,86 \pm 0,87\text{mm}$ et $2,38 \pm 0,72\text{mm}$. Le System B® obtient un résultat satisfaisant mais **la différence obtenue avec la condensation latérale n'est pas significative.**

2.1.1.2. Etude de Brosco V. et coll.

➤ Matériel et Méthode

Quarante-six incisives mandibulaires monoradiculées de tailles similaires et aux canaux droits ont été utilisées pour réaliser cette étude.

Après nettoyage et préparation standardisée de leur système canalaire, les dents sont réparties de façon aléatoire en deux groupes de vingt avant d'être obturées par condensation latérale et System B®. Les six dents restantes ne sont pas obturées et seront utilisées pour les contrôles positifs et négatifs. Quelle que soit la technique d'obturation, toutes les dents ont été compactées verticalement en coronaire avant de voir leur cavité d'accès obturée et les racines recouvertes d'une couche de vernis.

Après leur préparation, les dents sont immergées dans une solution aqueuse à 2% de bleu de méthylène, pH 7, à 37°C pendant soixante-douze heures. Les dents sont ensuite retirées, débarrassées du colorant et de leur vernis avant d'être sectionnées longitudinalement pour réaliser la mesure de pénétration du colorant [6].

➤ Résultats

Groupes	Fuite Moyenne (mm)	Ecart-type
Condensation latérale	2.81	1.82
System B®	0.82	0.73

Tableau n°7 : Mesure des fuites endodontiques par pénétration de colorant entre les techniques étudiées.

Le System B® obtient les meilleurs résultats. Cette technique obtient une meilleure étanchéité canalaire et ce, de façon significative par rapport à la technique de condensation latérale.

➤ Analyses et discussion

On peut toutefois dire, au regard des études exposées, que les techniques d'obturation utilisant de la gutta-percha **thermoplastifiée obtiennent des résultats en moyenne meilleurs en ce qui concerne la pénétration linéaire de colorant que la technique par condensation latérale.**

2.1.2. Méthode d'évaluation par le test de pénétration bactérienne

Statistiquement, la taille de l'échantillon devrait être déterminée à priori pour assurer au test un pouvoir suffisant. Il est possible d'influer sur cette taille d'échantillon par standardisation de la technique (pH de la solution colorante, marqueur de faible poids moléculaire, dents de même longueur, avec un seul canal...) [86].

L'utilisation de blocs de résine peut sembler intéressante en permettant de minimiser les effets de l'instrumentation, et d'obtenir un nombre suffisant d'échantillons.

Mais les différences de nature et de texture de surface limitent leur emploi en rendant difficile la transposition des résultats à la dent naturelle.

Il s'agit de l'étude de **Yücel A.C. et Çiftçi A.**

➤ **Matériel et Méthode**

Quarante parties coronaires de dents monoradiculées ont été sectionnées pour ne laisser que 16 mm de hauteur canalaire.

Après leur préparation, les canaux sont obturés avec deux techniques différentes, condensation latérale et System B®. Après obturation, les dents sont placées dans un milieu présentant une humidité à 100% et une température ambiante pendant sept jours afin de laisser prendre le ciment canalaire.

Les dents ainsi obtenues sont ensuite préparées pour l'étude et sont mises en place dans des tubes qui, après préparation, recevront une inoculation d'*Enterococcus faecalis*. Les tubes incuberont ensuite dans un milieu à 37°C pendant soixante jours et une nouvelle inoculation sera faite tous les cinq jours. La pénétration bactérienne est ensuite mesurée [6].

➤ **Résultats**

		Jours																
Groupes	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	30	60
Condensation latérale	20	-	-	-	-	-	-	1	2	2	4	6	8	12	12	16	16	19
System B®	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	5	9	9	18

Tableau n°8 : Mesure des fuites endodontiques entre les techniques étudiées en fonction du temps[6]

D'après les résultats obtenus, on voit que le System B® offre une meilleure étanchéité canalaire dans les jours suivant l'obturation, Mais après deux mois, aucune différence de pénétration bactérienne n'est observée par rapport à la condensation latérale à froid.

Une autre étude, de Jacobson et coll, sur les pénétrations bactériennes en coronaire montre également que les canaux obturés avec le System B® présentent une pénétration bactérienne plus faible (45%) que ceux obturés par condensation latérale (75%).

De la même façon, Siquiera et coll, ont trouvé que les techniques de condensation latérale, System B® présentaient les mêmes pourcentages de pénétration bactérienne après trente et soixante jours.

➤ **Analyses et discussions**

D'après l'ensemble des études énoncées, les résultats s'accordent à dire que le System B® montre les meilleurs résultats en terme d'étanchéité canalaire par pénétration de bactéries.

A court terme, le System B® présente une meilleure étanchéité canalaire que la technique de simple condensation latérale.

Toutefois, il est à noter qu'avec le temps, ces défauts d'étanchéité augmentent jusqu'à un certain palier, et qu'une fois atteint, **aucune différence significative n'est retrouvée entre ces deux techniques.**

2.1.3. Méthodes d'évaluation par utilisation de fluides sous pression

On mesure le mouvement de fluides dans le canal. D'un côté, de l'eau est appliquée à faible pression contre la partie coronaire de la dent. De l'autre côté, un capillaire présentant une bulle d'air est placé à l'apex de la dent. La pression d'eau appliquée contre la dent va faire migrer les fluides dans les vides canalaire, ressortir de la dent et pousser la bulle d'air. La bulle de départ sera déplacée le long d'une réglette [88] .

Cette technique a l'avantage d'être reproductible et de ne pas détériorer l'échantillon.

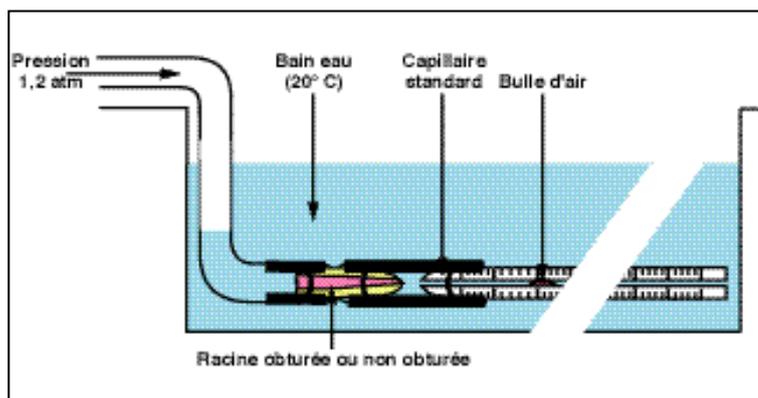


Figure n°63 : Mesure des fluides sous pression pour la mise en évidence de la perte d'étanchéité chez des dents obturées [88] .

2.1.3.1. Etude à court terme de Kontakiotis E. et coll.

➤ Matériel et Méthode

Vingt parties coronaires d'incisives maxillaires ont été sectionnées pour ne laisser que 10 mm de hauteur canalaire. Après leur préparation, les canaux sont obturés avec deux techniques différentes, condensation latérale, et System B®.

Les dents sont ensuite placées dans un milieu présentant une humidité à 100% et une température de 37°C pendant quarante-huit heures pour laisser le ciment canalaire prendre. Après mise en place du système de mesure des fluides sous pression et préparation des dents dans ce dernier, les mesures (par déplacement de la bulle d'air) sont réalisées dans une atmosphère à 0,6 pendant trois heures [6].

➤ Résultats

Groupes	Absence de fuites	Faible fuites	Fuites importante
Condensation latérale	7(35%)	7(35%)	6(30%)
System B®	6(30%)	8(40%)	6(30%)

Tableau n°9 : Mesure des fuites endodontiques par filtration liquidienne entre les techniques étudiées. [6]

➤ **Analyses et discussions**

Cette étude montre que les techniques par condensation latérale et par System B[®] ont une **efficacité équivalente** en terme de scellement après quarante-huit heures de test par filtration liquidienne.

D'autres techniques d'évaluation du scellement canalaire, et donc de l'étanchéité canalaire, se font par mesure de filtration liquidienne. Cette méthode a été montrée comme étant plus sensible pour la détection de vide endodontique et également plus reproductible que la technique par pénétration de colorant.

2.1.3.2. Etude à moyen terme de Pommel L. et Camps J.

➤ **Matériel et Méthode**

Vingt incisives maxillaires monoradiculées ont été utilisées pour cette étude. Après extraction, les couronnes ont été sectionnées jusqu'à la jonction cémento-amélaire. Après leur préparation canalaire, les dents ont été divisées de façon aléatoire en deux groupes de dix avant d'être obturées par condensation latérale et par System B[®].

Après obturation, les dents sont placées dans un milieu présentant une humidité à 100% et une température de 34°C pendant vingt-quatre heures pour laisser le ciment canalaire prendre. Après mise en place du système de mesure des fluides sous pression et préparation des dents dans ce dernier, les mesures (par déplacement de la bulle d'air assisté par ordinateur) sont réalisées une première fois pendant vingt-quatre heures. Les dents sont maintenues dans un milieu stérile et humide à 37°C pendant toute la durée des mesures afin de maintenir une hydratation correcte.

Après conservation dans un milieu similaire, une seconde mesure est effectuée un mois après dans des conditions identiques [6].

➤ **Résultats**

Technique	Groupe	Fuite à 24h	Fuite à 1 mois	Comparaison dans le temps
Condensation latérale	1	5.9 ± 2.1	11.7 ± 4.7	P = 0.0001
System B [®]	2	4.2 ± 1.8	6.4 ± 3.0	P = 0.0001

Tableau n°10 : Mesure des fuites endodontiques par filtration liquidienne entre les techniques étudiées en fonction du temps [6].

➤ **Analyses et discussions**

Les résultats obtenus **après vingt-quatre heures** montrent **une absence d'une différence significative entre les deux techniques.**

Les résultats à un mois montrent une augmentation des défauts d'étanchéité et ce quelle que soit la technique d'obturation utilisée.

On notera cependant, que la technique d'obturation par **condensation latérale montre des défauts d'étanchéité canalaire plus importants à un mois par rapport au System B[®]** qui présente une meilleure étanchéité

2.1.3.3. Etude à long terme de Gençoğlu N. et coll.

➤ Matériel et Méthode

vingt dents ont été utilisées pour cette étude. Après élimination de la couronne, elles ont été préparées et obturées avec deux techniques différentes, condensation latérale et System B®. Après obturation, les dents sont placées dans un milieu présentant une humidité à 100% et une température de 37°C pendant deux ans.

Deux années plus tard, les dents sont sorties de leur milieu et laissées à l'air pendant une heure, pour qu'elles prennent la température ambiante. Les dents sont ensuite sectionnées pour ne garder que les dix derniers millimètres apicaux avant d'être préparées aux mesures par filtration liquidienne assistées par ordinateur [6].

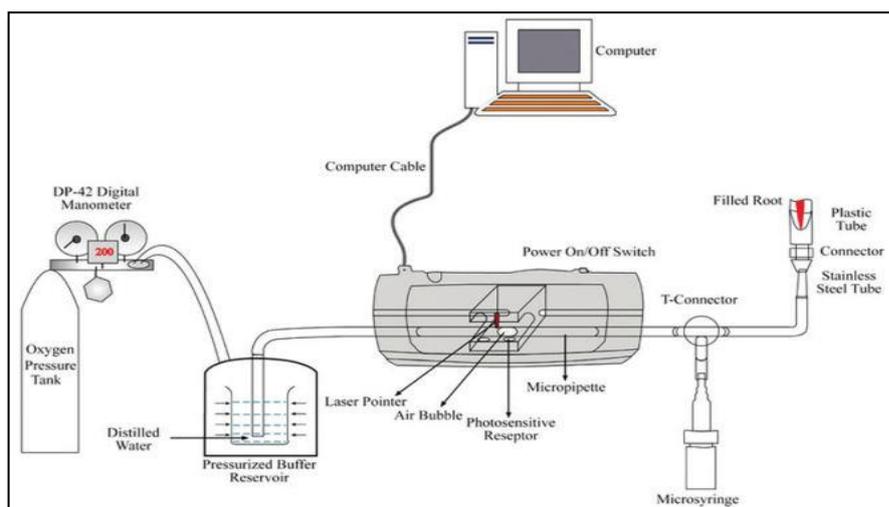


Figure n°64 : Technique de mesure par filtration liquidienne [6].

➤ Résultats

Groupes	Moyenne	Ecart Type
condensation latérale	0.44	0.1
System B®	0.28	0.07

Tableau n°11 : Mesure des fuites endodontiques par filtration liquidienne entre les différentes techniques étudiées [6].

D'après les résultats obtenus, la technique de condensation latérale montre le plus fort taux de fuite endodontique avec une différence significative par rapport au System B®.

Ces résultats sont en accord avec de nombreuses autres études, comme celle de Pommel and Camps (2001), qui a montré qu'après un mois la technique de condensation latérale présente des défauts d'étanchéité significativement plus importants que le System B®.

➤ Analyses et discussions

D'après les résultats obtenus, la meilleure technique d'obturation canalaire en terme d'étanchéité sera la technique par vague de chaleur (System B®), par rapport à la condensation latérale.

2.2. Capacité de scellement tridimensionnelle par contrôle radiographique

Le système canalaire possède une anatomie très complexe, caractérisée par la présence de canaux accessoires et latéraux, d'isthmes et de delta apicaux. De nombreuses études ont mis en évidence la présence de canaux secondaires, Rubach et Mitchell (1965) ont ainsi montré que 45% des canaux possédaient de telles ramifications majoritairement présentes dans le tiers apical. La présence de ces embranchements canaux constitue donc une source supplémentaire d'échec endodontique, en effet, les éventuels bactéries et tissus nécrotiques présents dans ces derniers seront extrêmement difficiles à atteindre.

Une obturation la plus tridimensionnelle possible devient donc une nécessité permettant d'assurer la pérennité du traitement. Voyons la capacité des deux techniques d'obturation (System B® et condensation latérale) à obtenir un tel résultat [6].

Il s'agit de l'étude de Goldberg F. et coll.

➤ Matériel et Méthode

Cent vingt dents monoradiculées ont été utilisées pour cette étude, et trois canaux latéraux en coronaire, en médian et en apical de chaque racine ont été créés à l'aide de forêt. Après préparation standardisée de ces dernières, les dents ont été divisées en deux groupes aléatoirement, avant d'être obturées par condensation latérale et par System B®.

Immédiatement après obturation, des radiographies post-opératoires ont été réalisées en incidence bucco-linguale afin d'analyser les résultats [6].

➤ Résultats

Groupe	N	Obturés		Non obturés	
condensation latérale	60	36	60.00%	24	40.00%
System B®	60	50	83.33%	10	16.67%

Tableau n° 12 : Comparaison des capacités de scellement tridimensionnel des différentes techniques étudiées [6].

Les résultats montrent que la technique permettant d'obtenir le plus grand taux de remplissage canalaire est la technique System B®.

La technique de condensation latérale montre une quantité moins importante de canaux latéraux obturés.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Brothman (1981), ayant démontré qu'une compaction verticale (System B®) permettait de remplir jusqu'à **deux fois** plus de canaux latéraux que par simple condensation latérale,

De même, Dulac et coll. (1999) ont montré que **la technique System B® permettait de remplir les canaux latéraux à tous les niveaux contrairement à des techniques par condensation latérale ou verticale simple.**

3. Discussion générale

D'après les études et les expériences des auteurs concernant la comparaison entre les techniques d'obturation endocanalaire avec condensation latérale à froid de la gutta-percha, et celles avec la condensation à chaud avec le système B[®]. Nous avons noté que :

- La condensation latérale présente une diminution d'homogénéité de l'obturation, résultant un nombre important de vides au sein de l'obturation et d'une adaptation moins importante aux parois et aux irrégularités canales, contrairement à la
- technique d'obturation avec le système B[®], qui permettrait d'obtenir une masse plus homogène et une meilleure adaptation de la gutta-percha réchauffée. Pour cela, dans cette dernière, une plus grande quantité de gutta-percha est également retrouvée dans les canaux, tandis que l'obturation de ces canaux n'est assurée en technique de compactage latérale que par le ciment de scellement.
- La condensation latérale présente un pourcentage de gutta-percha condensé plus important au niveau apical qu'au niveau coronaire, ce qui augmente le risque de percolation coronaire, et donc elle montre des défauts d'étanchéité canalaire plus importants à court terme par rapport au système B[®], qui présente une meilleure étanchéité, alors qu'à long terme, les auteurs ont trouvé qu'il y avait aucune différence significative entre les deux techniques.
- Idéalement, pour les auteurs, plus la couche de ciment de scellement est fine, et plus sera meilleure la qualité de l'obturation. Pour cet effet, la condensation latérale présente une couche de ciment considérable par rapport au système B[®].
- La condensation latérale demande beaucoup de temps lors de sa réalisation, alors que la technique avec le système B[®] est simple et rapide.
- la technique avec le système B[®] demande un équipement relativement cher, et donc un coût plus élevé ce qui présente une gêne pour le patient.

Nous avons, alors résumé notre étude comparative entre la technique de condensation latérale à froid et la technique de condensation verticale à chaud avec le système B[®], dans le tableau suivant :

	C.latérale à froid	System B
Qualité radio	Bonne	Bonne
Pourcentage de vides	Elevé	Faible
Percolation apicale	Faible	Faible
Percolation coronaire	Elevée	Faible
Extrusion du ciment	Rare	Rare
PGFA	Faible	Important
Epaisseur du ciment	Importante	Moyenne
Obturation des canaux latéraux	Faible	Importante
Apprentissage	Difficile	Difficile
Technique	Difficile	Facile
Duré de l'obturation	Longue	Rapide
Risque de fracture instrumentale	Absence	Absence
Coût	Faible	Elevé
homogénéité	Non homogène	Homogène

Tableau n°13 : comparaison entre la technique de condensation latérale à froid et la technique avec System B[®]

Concernant le PGFA Silver et coll. ont signalé que la technique System-B avait donné une obturation radiculaire avec un pourcentage de gutta-percha supérieure à 90 % à tous les niveaux du canal [89] [90].

4. Recommandations

Lors d'un traitement endodontique, il est primordial de respecter les différentes étapes de la triade endodontique, afin d'aboutir à un résultat qui soit le plus pérenne que possible dans le temps.

Notre travail ayant porté sur une étude rétrospective comparative, entre deux techniques d'obturation canalaire :

« L'obturation du réseau canalaire à l'aide de gutta-percha froide en condensation latérale VS condensation verticale à l'aide de gutta-percha thermoplastifiée »

Et pour que les chances de réussite de notre obturation du réseau canalaire soient maximales, nous nous adressons à tout praticien, et notamment aux débutants de veiller aux recommandations suivantes :

- La première de nos recommandations, fait partie des préliminaires de la thérapeutique endodontique, en effet et afin de mettre toutes les chances de son côté pour réussir son traitement, le praticien devra dès l'abord accorder beaucoup d'attention à la réalisation de la cavité d'accès.
Si cette étape est correctement exécutée, la préparation canalaire en est considérablement facilitée. Inversement une préparation coronaire inadaptée peut compromettre toutes les phases ultérieures de la thérapeutique, et par conséquent **une obturation canalaire étanche**
- Le praticien devra savoir en outre que la connaissance de l'anatomie canalaire est d'une grande importance et que cette connaissance devra être suppléée par des prises de clichés radiographiques en pré, per et post opératoires, car les renseignements apportés par les radiogrammes sont d'une importance capitale et que cette phase ne doit en aucun cas être négligée
- Lors de la préparation canalaire il est recommandé de maintenir le foramen apical le plus étroit possible, en fonction de son diamètre initial. Il n'est pas nécessaire, et même biologiquement inutile d'élargir inconsidérablement la région apicale, car seule une conicité apicale adéquate avec un diamètre foraminal conservé le plus étroit possible (en entonnoir) **est apte à nous permettre une obturation facile et efficace, sans risque de dépassement du matériau.**
- D'autre part, et afin d'éviter toute récurrence en provenance de la partie coronaire, car certaines études expérimentales ont démontré des percolations au niveau de la zone coronaire (thèse Hadji), il est recommandé de réaliser le plus tôt possible, la restauration de la dent qui vient d'être soumise à une thérapeutique endodontique.
Il s'agit en fait, non seulement de la restaurer dans les meilleurs délais, mais de la fermer aussi hermétiquement que possible, afin d'éviter toute infiltration bactérienne, entre le matériau d'obturation et les parois dentinaires à partir des fluides buccaux, évitant ainsi un retraitement à long terme.

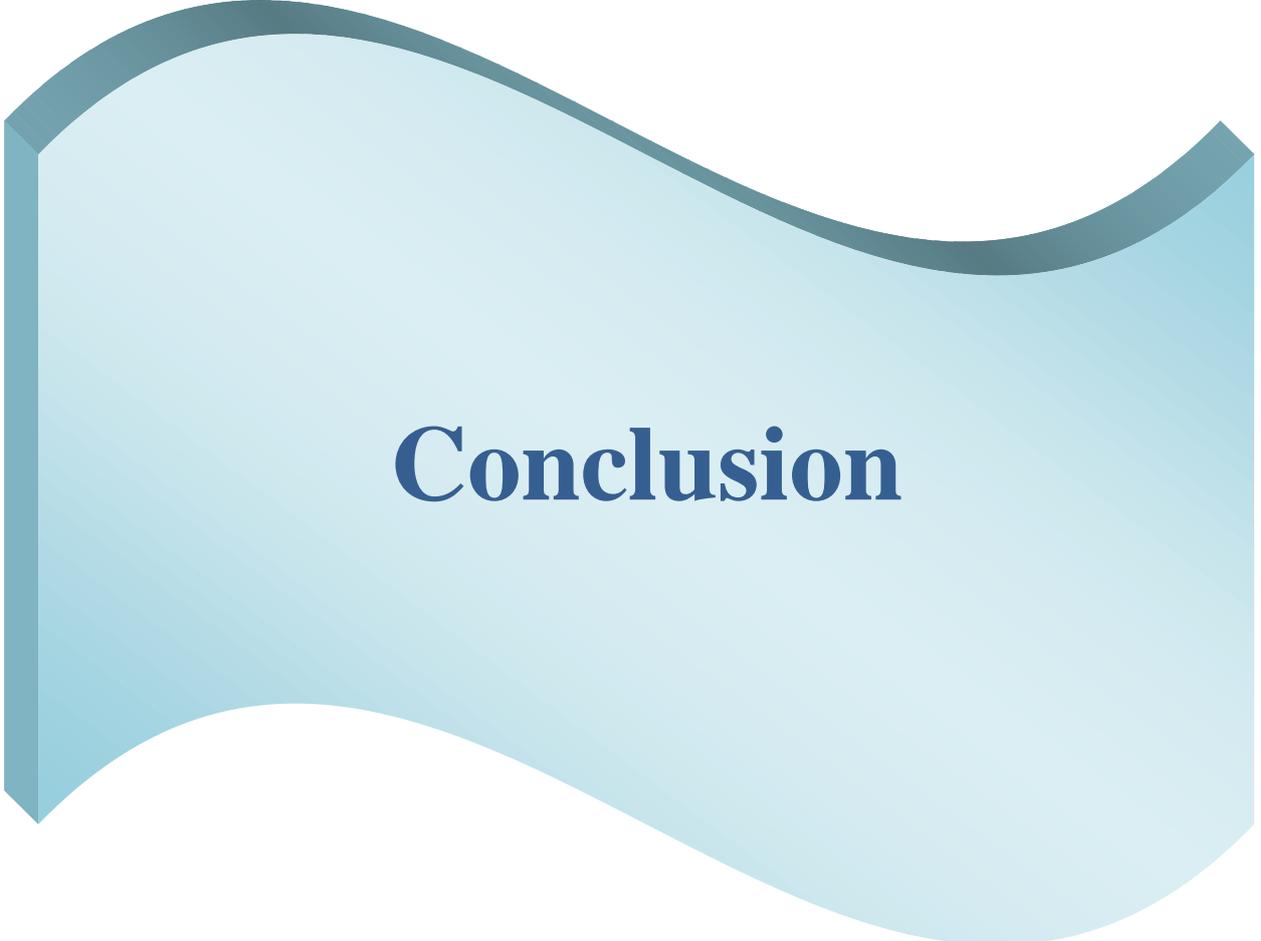
Et enfin pour en revenir au pilier principal de notre étude, et quelle que soit la technique utilisée, l'obturation canalairé doit répondre, à elle seule, à plusieurs recommandations qui lui sont spécifiques [91] :

- Le remplissage de l'intégrité du réseau canalairé :
le matériau d'obturation canalairé doit procurer une obturation tridimensionnelle permettant d'obturer à la fois le canal principal et les canaux latéraux et accessoires.
- L'obturation du réseau canalairé doit répondre aux principes d'homogénéité et de radio-opacité du traitement.
- L'obturation endodontique requiert l'adjonction d'une quantité minimale de ciment endodontique biocompatible à la gutta-percha :
le ciment ne doit être utilisé qu'en quantité très limitée, car il ne sert que de joint entre la gutta percha et les parois canalaires.

D'autre part l'obturation canalairé ne joue pas uniquement le rôle passif de l'étanchéité. En effet le nettoyage n'étant jamais parfait, l'obturation doit permettre " d'emmurer " d'éventuels irritants non éliminés lors de la phase instrumentale.

- L'obturation doit donc isoler, le plus parfaitement possible, l'endodonte des structures parodontales environnantes, afin qu'elles puissent conserver, ou retrouver un état d'équilibre, indispensable à tout processus de cicatrisation.
- sceller toutes les portes de communication entre endodonte et parodonte
- s'étendre aux zones demeurées inaccessibles aux passages des instruments lors de la mise en forme canalairé.
- Le praticien devra respecter les critères décisifs qui nous permettent de passer à une obturation canalairé, en effet il devra s'assurer que :
 - la dent est asymptotique à la percussion
 - la zone en regard de l'apex de la dent concernée est dépourvue d'œdème et est insensible à la palpation.
 - aucun suintement n'est décelé dans le canal.
 - La fistule du début de traitement s'est refermée après les médications d'inter-séance.
 - le canal ne dégage plus d'odeur.
 - la restauration intermédiaire est restée intacte pendant l'inter-séance

Dans notre étude nous avons constaté que les techniques d'obturation par compactage de gutta chaude répondent aux impératifs d'une obturation étanche, car elles aboutissent à une obturation tridimensionnelle du système endodontique.



Conclusion

Conclusion

Le succès du traitement endodontique dépend de la technique d'obturation canalaire utilisée, et de la capacité de l'opérateur, à sceller de manière tridimensionnelle tout le canal radiculaire principal, ses collatéraux secondaires et les canaux accessoires.

L'obtention d'un scellement étanche et tridimensionnel, parachève les étapes de nettoyage et de mise en forme canalaire. Une perte d'étanchéité, apicale ou coronaire, affecte le taux de succès de la thérapeutique endodontique.

Plusieurs études ont cherché à déterminer les comportements face à la perte d'étanchéité des différentes techniques d'obturation.

Dans ce travail, nous avons comparé deux techniques d'obturation du réseau canalaire : « **la condensation latérale à froid de la gutta percha et la condensation verticale à chaud de la gutta percha** »

et ce, sur le plan radiologique et microscopique, et nous avons conclu qu'une technique parfaite n'existait pas, chacune a ses avantages et ses inconvénients.

D'un autre côté **le compactage vertical à chaud** est une technique performante fondée sur les propriétés thermoplastiques de la gutta percha.

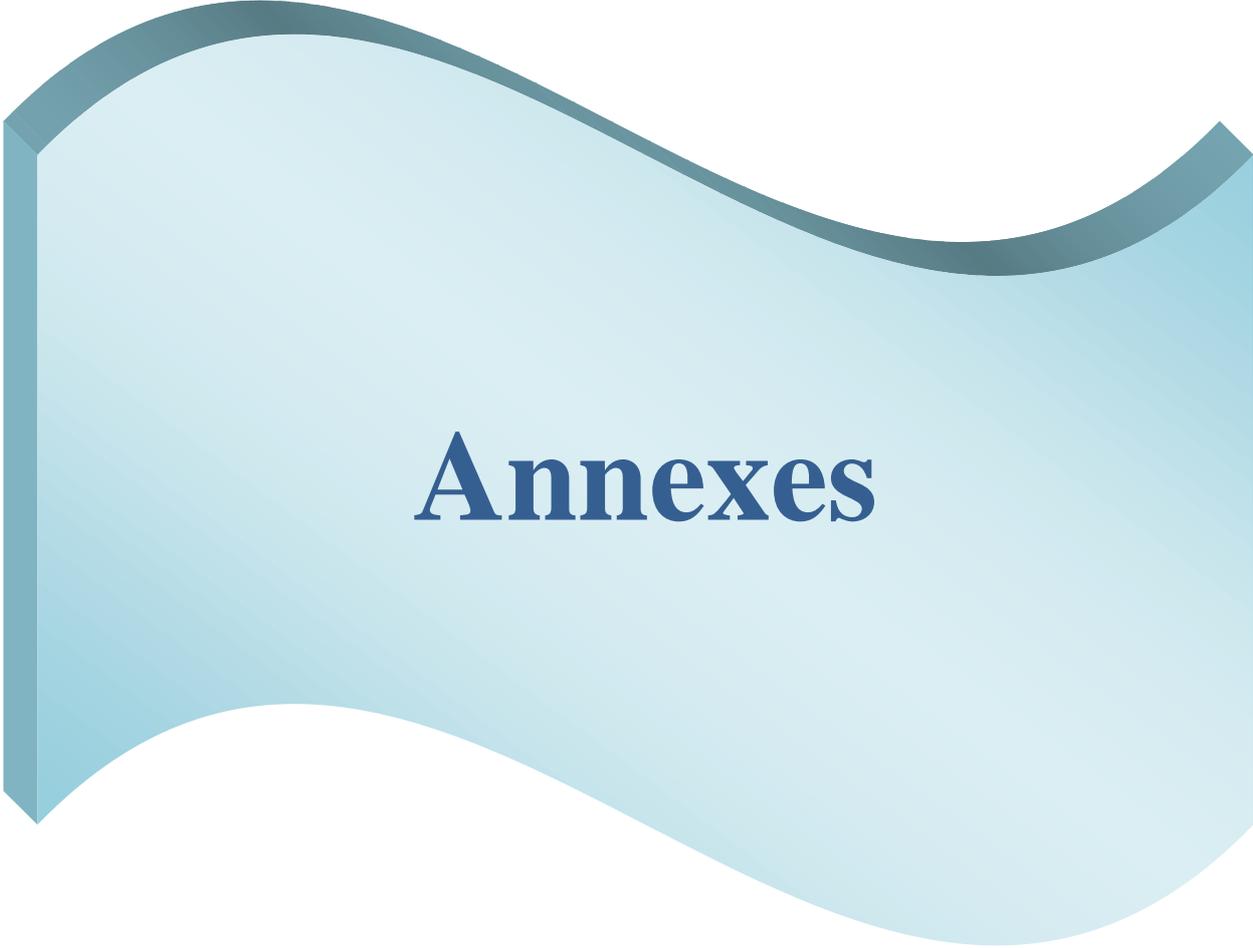
Les études faites sur ce sujet, montrent que les techniques de gutta-percha **thermoplastifiée** obtiennent des résultats largement meilleurs.

Plus la quantité de gutta-percha est importante et celle en ciment de scellement canalaire plus faible, plus le taux de réussite endodontique sera performant. Il faut en effet déposer un film de ciment de scellement plus fin et le plus uniforme possible, pour permettre une bonne adhésion de la gutta-percha aux parois canalaire, sans toutefois entraîner une perte d'étanchéité.

Le taux de remplissage canalaire n'est pas à lui seul un critère de réussite endodontique, il contribue à améliorer les résistances face aux percolations en réduisant les vides endodontiques.

Aucune technique ne permet d'empêcher la survenue d'une percolation. Et à plus ou moins long terme, toutes ces techniques d'obturation canalaire tendent à avoir une percolation similaire. Malgré une absence de différence statistiquement significative sur l'ensemble des études, le compactage à chaud de gutta-percha, semble être la technique conduisant à une obturation radiculaire de meilleure qualité, ainsi, un fort taux de remplissage endodontique.

Notre conclusion est que quel que soit la technique d'obturation utilisée, le praticien reste le seul juge du choix thérapeutique en fonction du patient, de la situation clinique et de ses propres compétences.



Annexes

Table des figures

N° de la figure	titre	N° de page
Fig.01	Les principaux composants anatomiques de la cavité pulpaire.	3
Fig.02	Les différents types anatomiques fondamentaux de la cavité pulpaire radiculaire d'après Weine.	4
Fig.03	Configuration du système canalaire d'après Vertucci.	5
Fig.04	Schéma de la région apicale d'après Kuttler.	6
Fig.05	Boue dentinaire générée par la préparation canalaire (profile).	7
Fig.06	Mise en forme conique avec constriction apicale.	8
Fig.07	Le canal nettoyé et mis en forme doit se calquer mais en plus large sur son anatomie originelle.	9
Fig.08	Les instruments endodontiques forcés apicalement, ou travaillant en mouvement de va-et-vient vertical dans les courbures .	10
Fig.09	Canal non-traité et échec du traitement.	11
Fig.10	Image montrant les compositions de la digue.	12
Fig.11	Image montrant la digue dans sa position finale	12
Fig.12-a	Confirmation et marquage de l'orifice avec la sonde.	14
Fig.12-b	Lunettes à loupes binoculaires.	14
Fig.13	Lime k en place lors d'un cathétérisme.	15
Fig.14-a	Un Cliché per-opératoire montrant lime en place pour la détermination de la longueur de travail.	15
Fig.14-b	Un localisateur d'apex.	15
Fig.15	Instruments manuels répondant aux normes ISO.	16
Fig.16	Séquence instrumentale du système ProTaper®.	17

Fig.17.a	Présence de la boue dentinaire sur une paroi du canal.	18
Fig.17-b	La boue dentinaire est éliminée avec de l'EDTA à 17 %.	18
Fig.18-a	Chlor-Xtra™ (Vista Dental Products) .	18
Fig.18-b	EDTA 17 % liquide (Vista Dental Products)	18
Fig.18-c	Aiguille à embout en plastique.	18
Fig.19	Clichés radiographiques (pré, per et post opératoire) montrant une sous obturation avec un échec du traitement endodontique nécessitant la reprise du traitement avec une obturation étanche.	20
Fig.20	Traitement endodontique de la 45 avec des clichés de contrôle radiographique par RVG montrant l'étanchéité de l'obturation.	22
Fig.21	Traitement endodontique de la 46 et la 47 avec des clichés pré et post opératoires.	23
Fig.22-a	Radiographie rétro-alvéolaire montrant des canaux obturés aux cônes d'argent.	25
Fig.22-b	Radiographie rétro-alvéolaire montrant la 16 obturée aux cônes d'argent et présente une infection péri-apicale.	25
Fig.23	Système Resilon/Epiphany®.	26
Fig.24	Système RealSeal®.	26
Fig.25	Le système EndoRez®.	27
Fig.26	Kit d'obturation Activ GP®.	28
Fig.27-a	Structure du CPoint®.	28
Fig.27-b	Conditionnement du CPoint® unitaire et stérile.	28
Fig.28	Système Fibrefill®.	29
Fig.29-a	Caoutchouc « cis » .	29
Fig.29-b	Gutta-percha « trans ».	29
Fig.30	Image au MEB de l'interface dentine-gutta-percha d'une obturation réalisée à la gutta-percha basse viscosité sans ciment de scellement et sans compaction pendant le refroidissement.	31
Fig.31	Pénétration de la gutta percha Thermafil, utilisée sans ciment de scellement, à l'intérieur des tubules dentinaires (MEB X 2000).	31
Fig.32-a	Cônes standardisés.	33
Fig.32-b	Cônes non standardisés.	33
Fig.33-a	Obturateur pour système Thermafil®.	33

Fig.33-b	Cartouches pour pistolet à gutta.	33
Fig.34	La forme magistrale des ciments à base d'oxyde de zinc-eugénoL.	36
Fig.35	TOPSEAL® ciment de scellement résineux.	37
Fig.36	Ciment à base d'hydroxyde de calcium.	38
Fig.37	Schéma montrant les étapes de la technique monocône.	39
Fig.38	Schéma montrant les étapes de la technique de Schilder.	41
Fig.39	Schéma montrant les étapes de la technique de thermocompactage.	42
Fig.40	Schéma montrant les étapes de la technique de Peli.	44
Fig.41	Système Microseal®.	44
Fig.42	Éléments du système Thermafil®.	45
Fig.43	Les étapes de la technique thermafil®.	46
Fig.44	Système Herofill®.	47
Fig.45	Système Soft Core®.	47
Fig.46	Système SimpliFill® (Light Speed® : LSX and Simplifill® Technique Guide).	48
Fig.47-a	Cônes de gutta percha standardisés.	49
Fig.47-b	Cônes de gutta percha accessoires pour condensation latérale à froid	49
Fig.48-a	Fouloirs manuels à condensation latérale de taille croissante.	49
Fig.48-b	Finger spreader utilisés pour la condensation latérale.	49
Fig.49	Les fouloirs tenus avec les doigts peuvent être précourbés pour améliorer la négociation de l'obturation des canaux courbes.	50
Fig.50	Comparaison des fouloirs montés sur un manche et des fouloirs tenus par les doigts.	50
Fig.51-a	Ajustage du maître cône à la longueur de travail.	51
Fig.51-b	Une radiographie de contrôle pendant l'ajustage du cône.	51
Fig.52	Images Montrant l'aspect d'une obturation utilisant la technique de compaction latérale sur une dent naturelle d'un cadavre.	54
Fig.53	Description schématique dans un plan transversale des étapes de la compaction latérale.	55
Fig.54	Cônes de gutta Pro Taper®.	57

Fig.55	Cônes de gutta- percha Autofit .	57
Fig.56	Ciment de scellement Pulp canal Sealer™ (Kerr).	57
Fig.57	Un équipement de chauffage de gutta percha spécialisé	58
Fig.58	Les étapes de la condensation verticale avec le système B®.	60
Fig.59	Cliches radiographiques pré et per operatories.	60
Fig.60-a	Dent extraite diaphanéisée, après obturation selon la technique System B® : noter la complexité de l'endodonte.	61
Fig.60-b	Molaire mandibulaire avec anatomie canalaire complexe démontrant la capacité de la technique System B® à assurer des obturations tridimensionnelles.	61
Fig.61	Modèle d'étude de la percolation (tiré de Kersten & Moorer 1987).	63
Fig.62	Coupe longitudinale d'une dent marquée au bleu de méthylène	63
Fig.63	Mesure des fluides sous pression pour la mise en évidence de la perte d'étanchéité chez des dents obturées (tiré de Wu et coll. 1993) .	66
Fig.64	Technique de mesure par filtration liquidienne (Gençoğlu et coll.,2007).	68

Table des tableaux

N° du tableau	titre	N° de page
Tableau N° 1	Etapas de réalisation de la cavité d'accès.	13
Tableau N° 2	Conditions requises pour une obturation canalair.	21
Tableau N° 3	Les propriétés souhaitables des matériaux d'obturation.	24
Tableau N° 4	Les différents composants de la gutta percha et leur pourcentage.	30
Tableau N° 5	Conditions que devrait remplir un ciment de scellement endodontique idéal	35
Tableau N° 6	Les étapes du compactage latéral à froid.	54
Tableau N° 7	Mesure des fuites endodontiques par pénétration de colorant entre les techniques étudiées (Brosco et coll., 2003).	64
Tableau N° 8	Mesure des fuites endodontiques entre les techniques étudiées en fonction du temps (Yücel et Çiftçi 2006).	65
Tableau N° 9	Mesure des fuites endodontiques par filtration liquidienne entre les techniques étudiées (Kontakiotis et coll., 2007).	67
Tableau N° 10	Mesure des fuites endodontiques par filtration liquidienne entre les techniques étudiées en fonction du temps (Pommel et Camps, 2001).	68
Tableau N° 11	Mesure des fuites endodontiques par filtration liquidienne entre les différentes techniques étudiées (Gençoğlu et coll., 2007).	69
Tableau N° 12	Comparaison des capacités de scellement tridimensionnel des différentes techniques étudiées (Goldberg et coll., 2001).	70
Tableau N° 13	Comparaison entre la technique de condensation latérale à froid et la technique avec System B®.	71

Table des abréviations

LAD	L igament A lvéolo- D entaire
JCD	J onction C émento- D entinaire
MEB	M icroscopie E lectronique à B alayage
ClONa	Hypochlorite de sodium
EDTA	E thylène D iamine T étra A cétique
LIPOE	L ésion I nflammatoire P eri apicale d' O rigine E ndodontique
CA	C avité d' A ccés
LT	L ongueur de T ravail
HAS	H aute A utorité de S anté
RVG	R adio V isio G raphie
ISO	I nternational O rganisation S tandarisation
ADA	A merican D ental A ssociation
ANSI	A merican D ental N ational S tandards I nstitut
PGFA	P ourcentage de R emplissage endodontique en G utta P ercha

Références bibliographiques

1. **MACHTOU P.** Deux décennies d'endodontie.
Real Clin. 2010 ; 21(1) : 41-51.
2. **SCHILDER H.** filling root canal in three dimensions.
Journal of endodontics; vol 32,(4) , 2006.
3. **SIMON S.** Le traitement endodontique.
L'essentiel Clinic. ; vol. (31), 2010.
4. **LASFARGUES JJ.** Préface de concepts cliniques en endodontie.
L'essentiel de Réalités Cliniques ; Editions SNPMD, ISBN :2-903482-22-5 ;
2005 ;
5. **Kulild JC., Karabucak B.** L'obturation canalaire .
Endodontie principes et pratique .
Elsevier masson, ISBN: 978-2-294-74645-1, 2016 : 434- 457
6. **VINCENT M.** Obturation canalaire en endodontie: techniques actuelles.
Thèse pour le diplôme d'état en Chirurgie dentaire ; Université de Lorraine ;
Université Henri Poincaré; 2011.
7. **ØRSTAVIK D .** Materials used for root canal obturation: technical, biological and
clinical testing.
Endodontic topics. 2005;12(1), pp:25-38.
8. **SUSO E.** Évaluation de l'étanchéité de deux techniques d'obturation canalaire en
microscopie confocale.
Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat) . HAL Id : dumas-
01360233 ; 2016.
9. **WALTON R.E., HERBRANSON E.J., LEVY G.** Anatomie interne ; Endodontie
principes et pratique .
Elsevier masson, ISBN: 978-2-294-74645; 2016. pp : 243- 257
10. **COHEN . S., HARGREAVES . K. KEISER . K .** Pathways of the pulp
Ed 9, St Louis, Mosby, 2006.
11. **WEINE . FS .** Endodontic Therapy
6 ème edition. St. Louis, Mo: Mosby; 2003.
12. **VERTUCCI F., SEELIG A., GILLIS R.** Root canal morphology of the human
maxillary second premolar.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1974 ; 38(3) ; pp:456–64.
13. **SILVA EJNL., CASTRO R.W.Q., NEJAIM Y.** Evaluation of root canal
configuration of maxillary and mandibular anterior teeth using cone beam
computed tomography : An in-vivo study.
Quintessence Int Berl Ger 1985. 2016 ;47(1) ; pp :19–24.

14. **KUTTLER Y.** Microscopic investigation of rootapexes.
J Am Dent Assoc; 1955 .
15. **PERARD M., Le GOFF A., HINGANT B.** Choix de La Limite Apicale et de La Longueur de Travail.
EMC. ; Odontologie (23-050-A-03) ; 2010.
16. **Collège National des Enseignants en Odontologie Conservatrice.**
Dictionnaire francophone des termes d'odontologie conservatrice : endodontie & odontologie restauratrice.
2ème édition. Espace ID; 2010.
17. **OIKNINE M., BENIZRI J.** Origine Des Fractures Et De l'usure Des Limes Ni.Ti En Endodontie.
Rev Odont Stomat ; 2007, 36 ; pp :109-123
18. **Schilder H.** Cleaning and shaping the root canal.
Dent Clin North Am. 1974 ; 18(2) : 269-296
19. **MEDIONI E., VENE G.** Obturation canalaire.
Ed.Tech.Encyclo.Med.Chir. ; Stomatoll-Odontol ;1995
20. **METREF Z.** Développement de méthodes expérimentales d'évaluation des systèmes Nickel-Titane en rotation continue.
Thèse de doctorat en sciences médicales (DESM)-Oran ; 2008
21. **NEKOOFAR M.H., GHANDI MM., HAYES S.J.** The fundamental operating principles of electronic root canal length measuring devices.
Int endod J.; 39 ; pp :595-609 ; 2006
22. **PERTOT WJ., SIMON S.** Nettoyage et mise en forme de système canalaire.
Reussir le traitement endodontique .
Ed.Quintessence International,paris 2003 ; pp :67-102.
23. **MANDEL E.** la conicité des parois canalaires en endodontie .
une necessite therapeutique.
Chir Dent Fr ;1990 ; 526 ; pp:41-48.
24. **MACHTOU P., MARTIN D.** Utilisation raisonnée des Profiles.
Clinic 1997 ; 18 (5) ; pp : 253-259.
25. **SCIAMBLO MJ.** La préparation de la cavité endodontique.
traduction : **PIERRE J., MACHTOU P** ;
Real Clin.1993 ; 4(1) ; pp : 9-34
26. **MACHTOU P.** Guide clinique d'endodontie.
Paris : Editions Cdp,1993.
27. **SIMON S.** Economie tissulaire et traitement endodontique. Concepts Cliniques en endodontie.
L'essentiel de Réalités Cliniques ; Editions SNPMD, ISBN :2-903482-22-5 ;
2005 ; pp :47-57

28. **LEE-ROBIN S.H., DAVID D.J., PAGES F.** Traitement endodontique. Rapport d'évaluation technologique .
Haute Autorité de Santé HAS . 2008
29. **BRONNEC F.** La localisation des orifices canaux.
Réalités cliniques ; Vol. 17 (4), 2006, pp : 357-370
30. **SIMON S.** Champ opératoire. L'endodontie de A à Z traitement et retraitement,
Ed CdP ; ISBN 978-2-84361-408-8 ; 2018 ; pp : 59-71.
31. **CARON G.** Champ opératoire, préparation pré-endodontique et cavité d'accès.
Endodontie principes et pratique.
Elsevier masson, ISBN : 978-2-294-74645-1, 2016. pp : 161- 186
32. **BEER R., BAUMANN M.A., KIELBASSA A.M.** Planification du traitement et préparation ; Atlas de poche Endodontie.
Ed ISBN 978-2-2571-1215-6 ; 2008 Flammarion .
33. <https://fr.slideshare.net/oussamadahili/traitement-endodontique-cavit-daccs-endodontique>
34. **CORTASSE B.** Un point sur les aides optiques.
le 30 mai 2015 ; www.lefildentaire.com
35. **SIMON S.** Cavité d'accès. L'endodontie de A à Z traitement et retraitement.
Ed CdP ; ISBN 978-2-84361-408-8 ; 2018, pp : 89-118.
36. **SIMON S.** Objectifs du traitement endodontique. L'endodontie de A à Z traitement et retraitement.
Ed CdP ; ISBN 978-2-84361-408-8 ; 2018, pp : 73-88.
37. **DAHAN S.** Détermination de la longueur de travail. Rubrique du CPEA animée par **MACHTOU . P** et **MARTIN . D .**
L'information dentaire n° 42 - 6 décembre 2006 ; pp : 2687-2695.
38. **PERTOT W.J., POMMEL L.** Mise en forme et nettoyage du système canalaire.
Endodontie.
Ed Cdp; ISBN 978-2-84361-177-3. Wolters Kluwer, France , 2012; pp : 187-217.
39. **Ove A. P., NOBLETT W.C.** Nettoyage et mise en forme. Endodontie principes et pratique.
Elsevier masson, ISBN: 978-2-294-74645-1, 2016. pp :288-316
40. **MACHTOU P.** Irrigation et désinfection en endodontie. Endodontie.
Ed Cdp; ; ISBN 978-2-84361-177-3. Wolters Kluwer, France ; 2012; pp 219-241
41. **CLAISSE A., BARRIL-COCHET I .** Obturation canalaire
Cahier d'ADF. www.adf.asso.fr.
42. **CANTATORE G.** Obturation et préservation radiculaire.
Réalités cliniques, Vol.15(1); 2004 ; pp :33-35.

- 43. PERTOT W.J., SIMON S.** Obturation du système canalaire. Reussir"le traitement endodontique".
Quintessence International ; pp 103-126
- 44. FATOU L.** L'obturation Du Systeme Canalaire Bilan Des Cinq Techniques Expérimentées Au Département d'odontologie De Dakar.
Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat) : Université CHEIKH ANTA DIOP de DAKAR; 1977
- 45. Haute Autorite de Sante : HAS.**Traitement endodontique, bon usage des techniques medicales-2008.
Site internet : [www. Has-sante.fr](http://www.has-sante.fr)
- 46. Endodontology ESo.** Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology.
International Endodontic Journal. 2006; 39(12) ; pp : 921-30.
- 47. [www.traitement endodontique et l'étanchéité de l'obturation canalaire.com](http://www.traitement-endodontique-et-l-etanchéité-de-l-obturation-canalaire.com)**
- 48. GATEWOOD RS.** Endodontic materials.
Dent Clin North Am ; 51(3). 2007. pp : 695-712
- 49. <https://www.gentleendodontics.com.au/clinical-cases-endodontic-re-treatment-of-silver-points/>**
- 50. HUMEAU X.** Comparaison de 3 matériaux d'obturation endocanalaire (Gutta-percha, Resilon et EndoRez).
Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat) : université de Nantes ; 2012.
- 51. MOHAMMED BELARBI M. BOUAZZI S., MOULKRALOUA N.** Etude comparative ex-vivo entre deux techniques d'obturation canalaire : thermocompactage par Revo-Consensor® Vs compactage vertical à chaud
Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat) : Université de Tlemcen ; 2018
- 52. [https://www.systeme endorez.com/](https://www.systeme-endorez.com/)**
- 53. DUPONT A.M.** L'obturation canalaire
Les cahiers de l'ADF - N ° 2 - 2 e trimestre 1998.
- 54. FRANSEN J.N., He J., GLICKMAN G.N.** Comparative assessment of ActiV GP/glass ionomer sealer, Resilon/Epiphany, and gutta-percha/AH plus obturation: a bacterial leakage study.
Journal of endodontics. 2008; 34 (6) ; pp : 725-7.
- 55. GOODMAN A., SCHILDER H., ALDRICH W.** The thermomechanical properties of gutta percha , part II : the history and molecular chemistry of gutta percha .
Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1974 , 37 (6); pp : 954-961

- 56. GEURTSSEN W., LEYHAUSEN G.** Biological aspects of root canal filling materials—histocompatibility, cytotoxicity, and mutagenicity.
Clin Oral Investing ; 1 (1), 1997 ; pp : 5-11
- 57.** www.vdw_dental.com/en/products/obturation/gutta-percha/non-standardised-gutta-percha-cones.html
- 58. PELI JF., ORIEZ D.** Obturation canalaire précision et rigueur pour éviter les échecs. Spécial endodontie ;
L'information dentaire n° 22 ; 2010
- 59. BALGHERIE E., GEORGELIN-GURGEL M., VALLAEYS K.** Le point sur les ciments de scellement canalaire.
Clinic, 2008 ; 29 ; pp : 169-79.
- 60. SEN BH., PISKIN B., BARAN N.** The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage.
Int Endod J. 1996 ; 29; pp : 23-28
- 61. ABOU HASHIEH I., POMMEL I., CAMPS J.,** concentration of eugenol apically released from zinc oxide-eugenol-based sealers.
J Endod 1999 ; (25) ; pp : 713-715
- 62. CAMUT G.** Les ciments endodontiques le point en 2016
Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat) : Université de Nantes ; 2016.
- 63. HADJI Z.** Etude comparative in vitro, entre deux méthodes de préparation endocanalaire par rotation continue au NiTi et leur influence sur l'étanchéité de l'obturation du système canalaire par gutta thermoplastifiée.
Thèse de doctorat d'Etat, Saâd Dahlab Blida1, 2013.
- 64. LEONARDO M.R., ALMEIDA W.A., UTRILLA L.S.** Tissue response to an epoxy resin-based root canal sealer.
Endod Dent Traumatol. 1999 ; 15; pp : 28-32
- 65. POMMEL L., ABOUT I., PASHELEY D.** Apical leakage of four endodontic sealers
. J Endod . 2003 .Mar ; 29 (3) : 208-10.
- 66.** <https://dental-addict.be/fr/89-ciments-canalaire>
- 67. MAROUANE R.** Contribution à l'étude des fautes iatrogènes lors de l'obturation canalaire. « Etude prospective sur 50 cas ».
Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat):Dakar.2005. N (018).
- 68. POMMEL L., PERTOT W.J.** Obturation de l'endodonte; Endodontie .
Ed Cdp ; ISBN 978-2-84361-177-3. Wolters Kluwer, France ; 2012; pp : 243 - 281
- 69. SIMON S.** Obturation canalaire. L'endodontie de A à Z traitement et retraitement.
Ed CdP ; ISBN 978-2-84361-408-8 ; 2018 ; pp : 175-206.

- 70. BEER R., BAUMANN M.A., Andrej M., KIELBASSA A.M.** Principe de la condensation vertical ; Atlas de poche d'endodontie .
Ed ISBN 978-2-2571-1215-6 ; 2008 Flammarion .
- 71. PERTOT W.J., SIMON S.** Réussir Le Traitement Endodontique.
Quintessence Int. 2004 : pp : 108-127.
- 72. TAGGER M.** Use of thermomechanical compaction as an adjunct to lateral condensation.
Quintess Int 1984 ; 1 ; pp : 27-30
- 73. GAYE F., MBAYE M.** Tendances évolutives de l'endodontie : Quelles simplification pour notre pratique.
COSA-CMF 1999 ; 6 (3) ; pp : 59-79
- 74. MARCIANO J., MICHAILESCO J., NARDOUX M.** Le scellement apical réalité ou fiction ?
Rev. Fr. Endod. 1986 ; 5 (3) ; pp : 33-47
- 75. PANIGHI M., CAMPS J., FREMAULT C.D.** Matériaux et techniques d'obturation endodontique.
Cah. Assoc. Dent. France 2003 ; pp : 1-72.
- 76. SEYE M.** Techniques combinées d'obturation canalaire par compactage de Gutta percha: Expérience clinique à propos de 60 cas.
Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat) : Dakar 2004.
- 77. SCHILDER H.** Obturation des canaux radiculaires en trois dimensions.
J. Dent. Québec, 1980 ; 17 : 33-40.
- 78. MAC SPADDEN J.** Une nouvelle approche pour la préparation et l'obturation canalaire : les instruments en Nickel-Titane.
Rev. Fr. Endod. 1993
- 79. CANTATORE G.** Obturation canalaire et préservation radiculaire ; Concepts cliniques en endodontie
L'essentiel de Réalités Cliniques ; Editions SNPMD, ISBN :2-903482-22-5 ;
2005 ; pp : 77-96.
- 80. <http://www.ecodentaire.fr>**
- 81. <http://www.dentalproductshopper.com>**
- 82. BEER R., BAUMANN M.A., KIEBASSA A.M.** Matériaux . Atlas de poche Endodontie ;
Ed ISBN 978-2-2571-1215-6 ; 2008 Flammarion.
- 83. ALLISON D.A., MICHELICH R.J., WALTON R.E..** The influence of the master cone adaptation on the quality of the apical seal.
J.Endod. (2),1981; pp : 61-65
- 84. MIRANDA SOUZA E., GERALDES PAPAN F.** Reliability of assessing drye penetration along root canal fillings using methylene blue.
Aust Endod J. 2009; 35. p : 158-163

- 85. VERISSIMO D.M., DO VALE M.S.** Methodologies for assesement of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review.
Journal of Oral Science, 2006. Vol.48, (3) ; p : 93-98.
- 86. EMERY O .** Evaluation de l'étanchéité des obturations endocanalaies : revue de la littérature.
Rev Odont Stomat 2002 ; 31 : 279-297.
- 87. SINGH SV., NIKHIL V., YADAV S.** Effect of cavity varnish and intermediate restorative material on coronal microleakage in endodontically treated tooth.
Indian J Dent Res. ; 2011; 22 ; pp : 103-6.
- 88. WU M.K., DE GEE A.J., WESSELINK P.R.** Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings.
Int Endodont J. ; 1993; 26 ; pp : 203-208.
- 89. The continous wave of obturation technique:** 'centered' condensation of warm gutta percha in 12 seconds.
Dent Today. 1996 ; 15 (1) ; pp : 602-647.
- 90. SILVER G.K., Love R.M., PURTON D.G.** Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch 'n Heat modified and System B.
Int Endod J. 1999 ; 32 (4) ; pp : 95-287.
- 91. PORTAL P.** Etude comparative de deux techniques d'obturation canalaire par thermocompactage : Gutta Condensor et Revo Condensor
Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire (Diplôme d'Etat) : HAL Id: dumas-01097240 ; Université de Bordeaux 2014.

Intitulé du Mémoire :

«L'obturation du réseau canalaire : condensation latérale à l'aide de gutta-percha à froid VS condensation verticale à l'aide de gutta-percha thermoplastifiée »

➤ **Résumé**

- **Objectif** : L'objectif de ce travail est d'évaluer deux techniques d'obturation canalaire : « condensation latérale à froid et condensation verticale de la gutta percha thermoplastifiées avec le système B® » en terme d'étanchéité apicale ainsi que la qualité radiologique des obturations canalaires.
- **Méthodologie** : Il s'agit d'une étude rétrospective qui consiste à comparer le degré d'étanchéité apicale procuré par les deux techniques, en utilisant les différents tests de percolation apicale et de capacité de scellement tridimensionnelle.
- **Résultat** : Il n'y a pas eu de différence significative à long terme entre les deux techniques d'obturation concernant l'étanchéité apicale. Cependant, l'obturation avec le système B® a donné des meilleurs résultats (d'après les auteurs) que la condensation latérale à froid en ce qui concerne l'étanchéité au niveau coronaire.
- **Conclusion** : Malgré une absence de différence statistiquement significative sur l'ensemble des études, le compactage à chaud de gutta-percha semble être la technique conduisant à une obturation radiculaire de meilleure qualité.

➤ **Abstract**

- **Objective** : The aim of this work is to evaluate two techniques of root filling "Cold lateral condensation and vertical condensation with the B® system" in terms of apical sealing as well as the radiological quality of canal fillings.
- **Methodology**: This is a retrospective study that compares the degree of apical sealing provided by the two techniques using the different apical percolation tests and three-dimensional sealing ability.
- **Results**: there was no significant difference in the long term between the two sealing techniques for apical sealing. However, it has been found that the B® system gives better results than the lateral condensation concerning the sealing at the coronary level.
- **Conclusion** : Although there is no statistically significant difference across all studies, hot compaction of gutta-percha appears to be the technique leading to better quality root filling.

➤ **نبذة مختصرة**

- **الهدف** : هو مقارنة علمية لتقييم تقنيتين من التقنيات المستعملة في حشو جذور الأسنان (تقنية التكتيف البارد الجانبي و تقنية التكتيف الحراري العمودي بالنظام B®) من ناحية الختم الذروي و الجودة الاشعاعية لحشو القناة.
- **المنهجية** : هذه دراسة بأثر رجعي تقارن درجة الختم القمي التي توفرها التقنيتين سالفتي الذكر من خلال اختبارات الترشيح القمي المختلفة و قدرة الحشو ثلاثي الأبعاد.
- **النتيجة** : لم يكن هناك فرق كبير في المدى الطويل بين التقنيتين من ناحية الختم القمي . و مع ذلك ، فقد وجد أن الإغلاق بالنظام B® يعطي نتائج أفضل مقارنة بالتكتيف الجانبي فيما يتعلق بالإغلاق على مستوى الختم التاجي.
- **الاستنتاج** : رغم غياب اختلاف كبير بين التقنيتين في مختلف التجارب ، إلا أن التكتيف الحراري العمودي تعد لتقنية التي تؤدي إلى حشو جذور الأسنان بأفضل نوعية.

Promotrice : Pr Z. Hadji-Ould Rouis

Jury

Président : Dr M. GRIBALLAH

Examinatrice : Dr S. BOUAKKAZ

Université Saâd Dahlab-Blida 1

Faculté de Médecine

