

THERAPEUTIQUES CHIRURGICALES DES LESIONS PERI-APICALES

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

présentée

et soutenue publiquement par :

Guillaume CAMPARD

Le 31 mai 2007 devant le jury ci-dessous :

***Président* Professeur Olivier LABOUX**

***Assesseur* Docteur Léon-Philippe CLERGEAU**

***Assesseur* Docteur Sylvain LEBORGNE**

***Assesseur* Docteur Jean-Luc ARDOUIN**

Directeur de thèse : Professeur Olivier LABOUX

Sommaire

INTRODUCTION	5
1) RAPPELS	6
1-1) Anatomie.....	6
1-1-1) L'apex radulaire	6
1-1-2) La région péri-apicale ou espace de Black.....	6
1-2) Les lésions péri-apicales	8
1-2-1) Définition	8
1-2-2) Etiologie des parodontites apicales	8
1-2-3) Caractéristiques immunologiques des parodontites apicales	9
1-2-3-1) Les facteurs d'agression.....	9
1-2-3-2) Les agents de défense.....	9
1-2-4) Classification histopathologique des parodontites apicales	9
1-3) La microchirurgie endodontique	11
1-3-1) Définition	11
1-3-2) Objectifs de la chirurgie endodontique	12
1-3-3) Indications	12
1-3-4) Contre-indications	14
2) MOYENS MIS EN ŒUVRE POUR OPTIMISER LA MICROCHIRURGIE ENDODONTIQUE	16
2-1) Les dispositifs d'agrandissement optique.....	16
2-1-1) Les loupes chirurgicales	16
2-1-2) Le microscope opératoire	17
2-1-2-1) Objectif	17
2-1-2-2) Avantages/ inconvénients	19
2-1-3) L'endoscope	21
2-1-3-1) Description.....	21
2-1-3-2) Avantages/ inconvénients	21
2-2) Les techniques chirurgicales modernes	22
2-2-1) Anesthésie	22
2-2-1-1) Objectifs.....	22
2-2-1-2) Réalisation.....	23
2-2-2) Les lambeaux.....	23
2-2-2-1) Les impératifs à respecter	24
2-2-2-2) les différents types de lambeaux	24
2-2-2-2-1) Le lambeau en L	24
2-2-2-2-2) Les lambeau rectangulaire et trapézoïdal	25
2-2-2-2-3) Le lambeau submarginal.....	25
2-2-2-2-4) Le lambeau semi-lunaire	26
2-2-2-2-5) Le lambeau à la base de la papille (papilla based flap)	27
2-2-2-3) Conduite à tenir per-opératoire	28
2-2-3) L'ostéotomie.....	31

2-2-4) L'exérèse de la lésion	32
2-2-5) La résection apicale	33
2-2-5-1) Objectifs	33
2-2-5-2) Réalisation	33
2-2-6) L'hémostase chirurgicale	35
2-2-6-1) Classification des différents agents topiques hémostatiques	36
2-2-6-1-1) les agents mécaniques	36
2-2-6-1-2) les agents chimiques	37
2-2-6-1-2-1) Les vasoconstricteurs (compresses ou boulettes de coton imprégnées de solution vasoconstrictrice)	37
2-2-6-1-2-2) Le sulfate ferrique	38
2-2-6-1-2-3) Les agents biologiques	39
2-2-6-2) Synthèse	40
2-2-7) Préparation <i>a retro</i> du système canalaire	41
2-2-7-1) Objectifs	41
2-2-7-2) La préparation idéale	41
2-2-7-3) Les instruments de préparation canalaire <i>a retro</i>	42
2-2-7-3-1) Instruments ultrasoniques versus instruments rotatifs	42
2-2-7-3-2) Recommandations d'utilisation des instruments ultra-soniques	44
2-2-7-3-3) les lasers	45
2-2-8) L'obturation <i>a retro</i>	45
2-2-8-1) Principes généraux	45
2-2-8-2) Les matériaux d'obturation <i>a retro</i>	47
2-2-8-3) Quel matériau choisir ?	50
2-2-9) Fermeture du site opératoire	51
2-2-9-1) La régénération tissulaire guidée	51
2-2-9-1-1) Principes	51
2-2-9-1-2) Technique chirurgicale	52
2-2-9-1-3) Indications	53
2-2-9-2) Les matériaux de substitution osseux	53
2-2-9-3) Le repositionnement du lambeau et les sutures	54
2-2-9-3-1) Le matériel de suture	54
2-2-9-3-2) Technique de suture	55
2-2-10) Suivi post-opératoire	57

3) REALISATION D'UNE THERAPEUTIQUE CHIRURGICALE D'UNE LESION PERI-APICALE : CAS D'UNE INCISIVE LATERALE SUPERIEURE DROITE PORTANT UN KYSTE PERI-APICAL. 59

3-1) Le matériel..... 59

3-2) Prémédication du patient..... 62

3-3) Séquence pré-opératoire 62

 3-3-1) Repérage radiographique de l'apex radiculaire..... 62

 3-3-2) Préparation du praticien et du patient..... 62

3-4) Séquence opératoire 63

4) PRONOSTIC DES THERAPEUTIQUES MICROCHIRURGICALES ENDODONTIQUES..... 67

4-1) Le succès en microchirurgie endodontique et ses déterminants	67
4-1-1) Définition du succès	67
4-1-1-1) Paramètres cliniques	67
4-1-1-2) Paramètres radiologiques	67
4-1-1-3) Paramètres histologiques	68
4-1-1-4) Le facteur temps.....	69
4-1-1-5) Quels paramètres retenir ?	69
4-1-2) Les taux de succès en microchirurgie endodontique.....	70
4-1-3) Les déterminants du succès	71
4-1-3-1) Les dispositifs d'agrandissements visuels	71
4-1-3-2) Les instruments ultrasoniques.....	71
4-1-3-3) Le retraitement préalable par voie coronaire	73
4-1-3-4) Les matériaux d'obturation <i>a retro</i>	73
4-2) L 'échec et ses facteurs de risque	75
4-2-1) Les facteurs de risque	75
4-2-1-1) Les facteurs pré-opératoires	75
4-2-1-1-1) Taille et limites de la lésion	75
4-2-1-1-2) Localisation de la dent.....	76
4-2-1-1-3) Le statut parodontal de la dent en cause	76
4-2-1-1-4) La qualité de la restauration coronaire	77
4-2-1-1-5) L'obturation canalair.....	77
4-2-1-1-6) Autres facteurs	78
4-2-1-2) Les facteur per-opératoires	78
4-2-1-2-1) L'obturation <i>a retro</i>	78
4-2-1-2-2) Les complications per-opératoires.....	79
4-2-1-2-3) L'aptitude de l'opérateur	79
4-2-1-3) Les facteurs post-opératoires	79
4-2-2) Etiologies des échecs.....	80
4-2-3) Mieux comprendre l'échec	80
CONCLUSION	83

Introduction

Le traitement des lésions péri-apicales est un challenge quotidien en odontologie. En effet, ces lésions sont quasi-systématiquement d'origine infectieuse et la faible accessibilité de la région péri-apicale rend leur traitement délicat. L'échec d'une thérapeutique, matérialisé par la persistance de l'infection péri-apicale, aboutit à la perte de la dent en cause, voire des dents adjacentes en cas de lésion très volumineuse.

Le traitement (ou le retraitement) endodontique orthograde est la thérapeutique de première intention pour de telles lésions (9). Leur taux de succès sont élevés et vont de 53% à 98% (33). Cependant, en cas d'impossibilité ou d'échec du traitement orthograde, le traitement chirurgical des lésions péri-apicales est l'ultime alternative envisageable pour éviter l'avulsion dentaire ou l'amputation radiculaire.

La chirurgie endodontique a longtemps été considérée comme une thérapeutique complexe aux résultats aléatoires. Depuis une quinzaine d'années, de meilleures connaissances histologiques et histopathologiques des tissus dentaires et parodontaux, des progrès technologiques en matière d'aides optiques, d'instruments et de matériels chirurgicaux, et de matériaux d'obturation ont métamorphosé les concepts de l'endodontie chirurgicale. Le pronostic a également progressé et tend aujourd'hui à atteindre 100% de succès.

Cet écrit comporte quatre objectifs. Dans un premier temps, un bref rappel est réalisé sur les différents types de lésions péri-apicales et sur les objectifs, indications et contre-indications de la chirurgie endodontique. Ensuite, les différents matériels et techniques mis en œuvre pour optimiser chacune des étapes chirurgicales sont énoncés. Puis, une intervention chirurgicale type est détaillée. Enfin, le pronostic des thérapeutiques chirurgicales des lésions péri-apicales est discuté et les déterminants du succès et de l'échec sont passés en revue.

1) Rappels

1-1) Anatomie

1-1-1) L'apex radiculaire

L'apex radiculaire correspond à l'extrémité de la racine dentaire. Il est constitué d'une chambre pulpaire radiculaire remplie de tissu pulpaire, organisée sous forme d'un canal principal ramifié par de nombreux canaux accessoires (50). Les murs canaux sont constitués de dentine, dont la surface externe est recouverte de ciment.

D'un point de vue histologique, l'extrémité canalaire est constituée de 2 cônes, l'un dentinaire, l'autre cémentaire, opposés par leur sommet au niveau de la jonction cémento-dentinaire (ou constriction apicale). Le cône cémentaire délimite l'espace de Black et a pour base le foramen apical (37).

Le système canalaire apical a une anatomie très complexe, aussi parle-t-on de delta apical. Ce delta est en communication avec le parodonte apical au niveau de l'espace de Black, par le foramen principal (issue du canal principal) et les nombreux foramina accessoires (issus des canaux accessoires) (31,50).

1-1-2) La région péri-apicale ou espace de Black

L'espace de Black comprend différentes structures anatomiques et histologiques (40):

- 1) le ciment : Il s'agit d'un tissu conjonctif minéralisé (à 60%) avasculaire qui recouvre la dentine radiculaire. Il sert d'ancrage aux fibres de Sharpey provenant du ligament parodontal. Ce tissu est en perpétuel remodelage par des phénomènes d'apposition et de résorption cémentaire, effectués respectivement par les cémentoblastes et les cémentoclastes. Dans des conditions physiologiques normales, le ciment tend à s'épaissir avec le temps, au détriment du ligament parodontal. Cependant, des facteurs

physiques, chimiques, biologiques (comme l'inflammation) ou idiopathiques peuvent favoriser sa résorption.

2) le ligament parodontal apical (ou desmodonte) : Il s'agit d'un tissu conjonctif d'interface qui permet d'ancrer la dent dans son alvéole aux moyens de fibres de collagène, tendues entre l'os alvéolaire et le ciment (où elles deviennent fibres de Sharpey). De même, ce tissu, richement vascularisé et innervé, contient différents types de cellules qui participent à de nombreux événements biologiques régionaux :

- Les cémentoblastes et les cémentoclastes sont responsables du remodelage cémentaire.
- Les ostéoblastes et ostéoclastes sont responsables du remodelage osseux alvéolaires.
- Les fibroblastes sont impliqués, entre autres, dans la cicatrisation péri-apicale.
- Les cellules de la défense immunitaire (macrophages, mastocytes, lymphocytes...) participent aux réactions inflammatoires péri-apicales.
- Les cellules épithéliales (ou débris épithéliaux de Malassez) sont impliquées dans la formation de kystes dentigères péri-apicaux.

Toutes ces cellules jouent un rôle crucial dans la régénération apicale souhaitée dans les thérapeutiques des lésions péri-apicales.

3) l'os alvéolaire péri-apical : c'est un tissu osseux spongieux tapissé par un tissu osseux fasciculé appelé paroi de l'alvéole, lamina dura ou lame criblée. Comme pour le ciment, ce tissu est en perpétuel remodelage par l'action des ostéoblastes et ostéoclastes.

1-2) Les lésions péri-apicales

1-2-1) Définition

Les lésions péri-apicales sont le résultat d'une réaction inflammatoire d'origine endodontique, opposant les agents agresseurs intracanaux et les défenses de l'hôte péri-apicales (28,39). Ce « combat dynamique » selon Lasfargues et Machtou (39), aboutit à l'établissement de la parodontite apicale.

1-2-2) Etiologie des parodontites apicales

(47)

Tous les événements autorisant la contamination bactérienne du système canalaire, ou son maintien, sont le plus souvent à l'origine des parodontites apicales. Il est à noter que certains événements aseptiques tels que les accidents mécaniques (dépassement instrumental ou de matériaux d'obturation), chimiques (diffusion apicale d'hypochlorite de sodium) ou traumatiques (les produits de dégradation de la nécrobiose agressent les tissus péri-apicaux) sont des étiologies possibles, mais moins fréquentes.

Les portes d'entrée bactériennes sont, le plus souvent, situées au niveau de la couronne dentaire, permettant aux bactéries de la cavité orale de gagner l'endodonte. Ainsi, les étiologies les plus courantes sont la lésion carieuse, les traumatismes dentaires (fractures et fêlures impliquant la couronne dentaire), les thérapeutiques iatrogènes (telles que l'absence de champ opératoire lors des traitements endodontiques) et les échecs de traitements ou de retraitements endocanaux, liés à l'inefficacité des tentatives de désinfection du système canalaire ou à sa recontamination (perte d'étanchéité des restaurations coronaires, colonisation bactérienne rétrograde du matériau d'obturation canalaire).

Toutefois, Nair (47) précise que certains événements plus rares peuvent provoquer une parodontite apicale sur des dents dont la couronne est intacte.

Dans tous ces cas, la lésion apicale est précédée par la nécrose pulpaire. Les voies de contamination sont multiples. Les bactéries issues des poches parodontales, de la cavité orale diffusent vers l'endodonte, via les tubuli dentinaires. L'anachorèse, ou contamination bactérienne par la circulation sanguine, est un phénomène plus rare et régulièrement discuté.

1-2-3) Caractéristiques immunologiques des parodontites apicales

(39,47)

1-2-3-1) Les facteurs d'agression

- Les fluides stagnants et les composants produits par la nécrose pulpaire.
- Les bactéries endodontiques, majoritairement anaérobies (dont *Fusobacterium*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Eubacterium* et *Peptostreptococcus*) et surtout leurs interactions.
- Les produits issus du métabolisme bactérien tels que les enzymes protéolytiques, les exotoxines, les lipopolysaccharides, les modulines.

1-2-3-2) Les agents de défense

- les cellules de la défense immunitaire non spécifique (polymorphonucléaires, macrophages) et spécifique (lymphocytes B et T) ainsi que les ostéoclastes et les cellules épithéliales de Mallassez.
- Les médiateurs et effecteurs cellulaires : prostaglandines et amines vasoactives (cytokines, métalloprotéases...).

1-2-4) Classification histopathologique des parodontites apicales

(39,47)

Cette classification distingue 3 grands types de lésions péri-apicales :

- 1) La parodontite apicale initiale (ou aiguë) : il s'agit d'une réaction inflammatoire péri-apicale aiguë, provoquée le plus souvent par les bactéries endocanalaire et leurs toxines. Les accidents mécaniques, chimiques ou traumatiques sont également des facteurs étiologiques

possibles. La réaction inflammatoire intéresse d'abord uniquement le ligament parodontal apical. Les signes cliniques sont la douleur à la percussion et la « surélévation » de la dent en cause. Il n'existe pas de signe radiologique. A ce stade, la lésion est réversible dès que l'agent irritant disparaît. A défaut, la réaction inflammatoire s'intensifie et oppose les bactéries et leurs produits de synthèse et/ou les irritants locaux aux polymorphonucléaires d'abord, puis aux macrophages et aux ostéoclastes recrutés sur le site, qui initient la résorption de l'os alvéolaire péri-apical (détectable radiologiquement). La parodontite apicale initiale peut guérir spontanément, évoluer vers la chronicité ou aboutir à la formation d'un abcès apical chronique (en cas d'étiologie infectieuse) collecté à l'apex ou drainé par une fistule. La parodontite apicale aiguë est qualifiée de « primaire » lorsqu'elle est initiée sur un apex sain et de « secondaire » lorsqu'elle complique une parodontite apicale chronique.

- 2) La parodontite apicale chronique (ou granulome apical) est une lésion apicale engendrée par la présence prolongée de bactéries et de leurs toxines et/ou d'irritants locaux, dans la portion apicale de l'endodonte. Elle fait suite à la parodontite apicale initiale. Les bactéries sont confinées dans l'endodonte. La réaction inflammatoire est faible, et la résorption osseuse ralentie. Les signes cliniques sont absents ou de faible intensité. Un élargissement ligamentaire est observable radiologiquement ; la radioclarité peut apparaître de dimension stable pendant une longue durée. Néanmoins, cet équilibre est précaire, la parodontite apicale peut s'exacerber sur un mode aiguë à tout moment. Histologiquement, il s'agit d'un tissu de granulation riche en macrophages, en plasmocytes et en lymphocytes T, encapsulé dans une coque de tissu conjonctif. Selon Nair (47), 45% des lésions sont épithélialisées.

3) Le kyste péri-apical : Il s'agit d'une lésion kystique inflammatoire dont la face interne est tapissée par un épithélium. Ce kyste est une évolution possible de la parodontite apicale chronique. On en distingue 2 types :

- kyste vrai : la cavité, bordée d'un épithélium, est close et ne communique pas avec l'apex dentaire.
- kyste en baie : l'enveloppe épithéliale qui tapisse la lésion est ouverte sur le système canalaire.

Cette différence anatomique est importante dans le pronostic du traitement orthograde des parodontites apicales kystiques (58). En effet, un kyste en baie est susceptible d'être traité par voie orthograde car la cavité communique avec l'endodonte. Par contre, le kyste vrai ne peut être traité que par une thérapeutique endodontique chirurgicale puisqu'il reste hermétique à toute tentative de désinfection endodontique orthograde, du fait de sa non-communication avec le système canalaire.

1-3) La microchirurgie endodontique

1-3-1) Définition

Le terme de microchirurgie endodontique est apparu dans les années 90, en opposition à la chirurgie endodontique dite « traditionnelle » (8,33). L'apparition de nouveaux matériels et matériaux a modifié les concepts chirurgicaux endodontiques (33). Auparavant, une vision imprécise du champ opératoire ainsi que des instruments opératoires inadaptés faisaient de la chirurgie endodontique une thérapeutique invasive au pronostic aléatoire (9). La mise au point de dispositifs de grossissement visuels (microscope opératoire, endoscopie), de nouveaux biomatériaux et la miniaturisation des instruments ont permis une meilleure vision du champs opératoire, des gestes chirurgicaux plus précis et moins traumatiques. En définitive, le pronostic et le confort du patient sont améliorés.

1-3-2) Objectifs de la chirurgie endodontique

Selon Von Arx (66), l'objectif de la chirurgie endodontique est d'obtenir une régénération tissulaire. Apaydin et Torabinejad (3) précisent que cette régénération consiste en un renouvellement du système d'attache apical (c'est la cicatrisation dento-alvéolaire) et en une réparation, par du tissu osseux, de la corticale osseuse ainsi que de l'os spongieux (c'est la cicatrisation alvéolaire). Quelle que soit l'étiologie des parodontites apicales, un retrait méticuleux et intégral des tissus péri-apicaux affectés, voire infectés, est impératif (8,9,17,33,65).

Lorsque les parodontites apicales sont la conséquence de la persistance d'une infection endocanaire, les objectifs en chirurgie endodontique sont proches de ceux de l'endodontie non chirurgicale (58). Il s'agit d'éliminer les micro-organismes présents au niveau du 1/3 apical radiculaire (4,52,67) puis de mettre en place un matériau d'obturation *a retro* hermétique à l'apex, pour prévenir la réinfection du système canalaire et des tissus péri-apicaux (4,17,56,64,65,67). Outre le retrait des tissus infectés péri-apicaux, l'élimination de l'infection passe par une préparation mécanique et chimique du système canalaire *a retro*. Riccuci et Coll. (52) précisent cependant que davantage doit parfois être fait pour achever l'élimination microbienne. Dans certains cas, une inspection méticuleuse et microscopique de l'apex radiculaire permet de mettre en évidence des calculs apicaux, adhérents à la surface externe de la racine. Selon ces mêmes auteurs, ces calculs sont de la plaque bactérienne minéralisée, servant de support de prolifération de la plaque bactérienne apicale. Ce biofilm apical est riche en bactéries pathogènes qu'il convient de retirer, pour prévenir l'échec.

1-3-3) Indications

L'indication de chirurgie endodontique est justifiée lorsque un dent présente une parodontite apicale qui ne peut être traitée par un traitement endodontique par voie orthograde (9,66). Chalfin et Coll. (9) précisent qu'il est toujours préférable, dans la mesure du possible, de privilégier une thérapeutique non

chirurgicale en première intention. Simon et Pertot (58) ajoutent que la chirurgie est le plus souvent un traitement complémentaire du traitement orthograde et non un traitement substitutif. Ainsi, selon les recommandations de l'European Society of Endodontologie (ESE) (15), une solution chirurgicale sera privilégiée dans les cas suivants :

- dent symptomatique et/ou ayant un canal obstrué par un obstacle décelable radiologiquement (calcifications intracanales, instrument fracturé)
- Dent symptomatique et/ou avec un dépassement de matériau ou un dépassement instrumental, décelable radiologiquement.
- Echec du traitement endodontique et retraitement orthograde impossible du fait de la complexité anatomique (isthmes inaccessibles aux instruments, apparition ou persistance de symptômes aigus, risque de fracture radiculaire, apex ouverts, fragments d'instruments, butées, calcifications).
- Perforation décelable radiologiquement avec ou sans symptômes, sans possibilité de traitement par voie orthograde.

Rubinstein et Torabinejad (54) et Chalfin et Coll. (9) ajoutent les évènements suivants :

- Nécessité de biopsie de la lésion (pour établir un diagnostic différentiel de lésion cancéreuse) (54).
- Fracture radiculaire horizontale dans le tiers apical (54).
- Parodontite apicale sur dent asymptomatique porteuse de prothèse fixée de bonne qualité (9). Les moyens mis en œuvre pour la dépose de la coiffe prothétique et de l'ancrage corono-radiculaire, nécessaires au retraitement orthograde, peuvent être plus préjudiciable qu'un acte de chirurgie endodontique. En effet, de l'onde de choc provoquée par un arrache-couronne peut entraîner une souffrance ligamentaire et un risque de fracture ou de micro-fracture radiculaire. Le démontage d'un ancrage

radiculaire fait courir un risque de perforation ou de fracture de la dent à retraire (58). Enfin, la dépose de l'élément prothétique peut compromettre l'étanchéité coronaire de l'endodonte.

1-3-4) Contre-indications

Selon l'ESE (15), les contre-indications à la chirurgie péri-apicale sont :

- Les obstacles anatomiques. Camus (7) précise qu'il s'agit avant tout de difficultés opératoires et non de réelles contre-indications. Au maxillaire, l'artère palatine est susceptible d'être sectionnée lors d'une chirurgie sur une racine palatine. Une communication bucco-sinusienne ou bucco-nasale peut être provoquée en cas de faible épaisseur osseuse entre l'apex radiculaire et le plancher du sinus ou des fosses nasales. A la mandibule, le paquet vasculo-nerveux dentaire inférieur peut être lésé ou rompu lors d'une chirurgie apicale des prémolaires et molaires inférieures, en cas de proximité immédiate entre les apex radiculaires et le canal dentaire inférieur ou le foramen mentonnier. Enfin, une forte épaisseur des parois osseuses alvéolaires, au niveau des secteurs molaires mandibulaires, rend les apex radiculaires inaccessibles aux instruments et à une vision acceptable du champ opératoire.
- Dent au support parodontal insuffisant. Le rapport couronne clinique/racine clinique est défavorable après l'amputation radiculaire.
- Dent non conservable (délabrement important, fractures radiculaires verticales), sans valeur fonctionnelle (absence d'antagoniste, ne pouvant servir de pilier prothétique).
- Absence de coopération du patient.
- Antécédents généraux qui contre-indiquent les actes chirurgicaux :

Les patients à risque infectieux. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé (AFSSAPS) (1) définit 2 types de risques : Risques A et B. Les patients à risque A sont à risque d'infection identifiée localement et/ou de surinfection générale. Il s'agit des patients transplantés ou greffés, des sujets

immunodéprimés (leucémie, neutropénie), des sujets atteints de pathologie chronique non contrôlée (comme le diabète et l'insuffisance rénale non équilibrés, l'éthylisme chronique), et des sujets dénutris. Il faut également ajouter les patients ayant subi une radiothérapie dont le champ d'irradiation a intéressé la cavité buccale. Toute intervention chirurgicale est susceptible de provoquer une ostéoradionécrose. Les patients à risque B sont des patients pour lesquels le risque infectieux est lié à une localisation bactérienne secondaire. Il s'agit de tous les patients à risque d'endocardite infectieuse (cardiopathies cyanogène ou non cyanogène, prothèses valvulaires, antécédents d'endocardites infectieuses, insuffisance ou sténose des valves aortique ou mitrale, cardiopathies obstructives...) et les patients porteurs de prothèses atriculaires de moins de 2 ans.

- Les patients à risque hémorragiques dont les patients hémophiles ou atteints de troubles de la crase sanguine (maladie de Willebrandt, déficit en facteur VIII).
- Les contre-indications à l'usage des vasoconstricteurs. Elles concernent les patients atteints d'un adénome surrénalien et les patients traités par antidépresseurs imipraminiques tricycliques ou par des inhibiteurs de la monoamine oxydase (IMAO).

On pourra enfin ajouter 2 dernières contre-indications :

- Les maladies parodontales non soignées et l'hygiène buccale insatisfaisante. Dans ces deux cas, la gestion des tissus mous est particulièrement difficile et le pronostic de cicatrisation largement diminué.
- Les dents porteuses de lésions endo-parodontales pour lesquelles une étanchéité apicale est nécessairement compromise.

En somme, les contre-indications parodontales en chirurgie endodontique sont identiques à celles de la chirurgie plastique parodontale.

2) Moyens mis en œuvre pour optimiser la microchirurgie endodontique

2-1) Les dispositifs d'agrandissement optique

L'utilisation de dispositifs d'agrandissement optique avec systèmes d'éclairage intégrés ou associés est indispensable dans chacune des étapes de la microchirurgie endodontique (22,61,62,66,68,69).

Selon Rubinstein et Torabinejad (54), les objectifs de ces dispositifs sont de garantir une vision optimale du site opératoire afin de préciser le diagnostic per-opératoire en voyant les détails anatomiques invisibles à l'œil nu (isthmes canalaires, cryptes osseuses, fractures radiculaire, matériaux d'obturation...). De même, ils autorisent une plus grande précision des gestes chirurgicaux ce qui augmente l'efficacité de l'acte et réduit la morbidité. Trois dispositifs sont disponibles actuellement : les loupes chirurgicales, le microscope opératoire et l'endoscope.

2-1-1) Les loupes chirurgicales

Elles autorisent un agrandissement de 2 à 6 fois la réalité. Elles peuvent être équipées d'une source lumineuse inter-oculaire ou frontale (23). Cependant, elles ont de nombreux inconvénients dont le poids, la nécessité d'une distance de travail fixe et la fatigue oculaire (6,23). De même, Kim et Kratchman (33) estiment qu'elles ne sont pas adaptées à la micro-chirurgie endodontique car leur pouvoir grossissant est insuffisant pour observer les détails anatomiques de la surface radiculaire. Il en résulte un diagnostic approximatif qui augmente le risque d'échec. D'autres dispositifs plus puissants sont à envisager.

2-1-2) Le microscope opératoire

2-1-2-1) Objectif

Son utilité en endodontie et en micro-chirurgie endodontique est à ce jour incontestable. Il s'agit d'un binoculaire fonctionnant en optique galiléenne (la vision se fait en parallèle, sans converger) (23), autorisant un agrandissement de la réalité de 4 à 40 fois (62). Les dispositifs d'éclairage associés au microscope permettent d'éclairer le site chirurgical, même pour les plus forts agrandissements. En effet, plus le grossissement augmente, plus le site observé devient sombre. Pour le microscope opératoire, cette obscurité est compensée par une intensification de la lumière appliquée. La « lumière coaxiale » (c'est à dire aux rayons virtuellement parallèles à l'axe visuel), menée par fibre optique dans le champ visuel, permet d'éclairer directement un site chirurgical, sans effet d'ombre (69). Il en résulte une bonne qualité d'éclairage, même à fort grossissement, sans fatigue visuelle. Castellucci (8) précise que le grossissement idéal est celui « qui permet de voir et de résoudre le problème présent ». L'agrandissement doit donc être modifié en fonction des étapes chirurgicales. Le tableau 1 résume les différents cas de figure. Notons qu'il est inutile d'agrandir plus de trente fois la réalité car le moindre mouvement du praticien ou du patient (liée à sa respiration par exemple) rend l'image inexploitable (33,54).

Agrandissement	Étapes chirurgicales
Faible (x4 à x8)	Repérage du site chirurgical, ostéotomie, alignement de l'insert chirurgical préparation <i>a retro</i> , sutures.
Intermédiaire (x8 à x14)	La plupart des étapes chirurgicales dont l'hémostase, l'exérèse du tissu de granulation, la détection des apex, la résection apicale, les préparation et obturation <i>a retro</i> .
Fort (x14 à x26)	Inspection de la surface radiculaire après résection apicale et de l'obturation <i>a retro</i> , observation des détails anatomiques.

Tableau 1 : Grossissement en fonction des étapes chirurgicales.

2-1-2-2) Avantages/ inconvénients

Les avantages liés à l'agrandissement optique sont multiples lors de la chirurgie (6,8,33,54,62,69) :

- 1) Accès visuel : Il est optimal à chacune des étapes chirurgicales, grâce au réglage du grossissement (Tableau 1). Il permet à l'opérateur de distinguer visuellement les différents tissus lors de chacune des étapes chirurgicales et donc de limiter le nombre de clichés radiographiques (33). Le tissu osseux est parfaitement différencié de la racine dentaire, même en cas d'ankylose. De même, les détails microscopiques sont apparents et permettent de préciser le diagnostic per-opératoire : les fractures voire micro-fractures radiculaires, les issues apicales, les isthmes canauxiers deviennent visibles.
- 2) Efficacité thérapeutique. L'accès visuel amélioré permet de réaliser une chirurgie moins invasive ; l'ostéotomie d'accès à l'apex radiculaire ne nécessite pas d'être aussi étendue que dans la chirurgie endodontique traditionnelle. De même, travailler sous microscope autorise un contrôle précis des gestes chirurgicaux : l'opérateur s'assure de retirer l'intégralité du tissu de granulation, la résection apicale est mieux maîtrisée et la préparation *a retro* intéresse l'ensemble du système canalaire apical ; isthmes et issues canauxiers accessoires inclus. Enfin, la manipulation des tissus mous est minutieuse ; les sutures réalisées sous microscope garantissent un repositionnement du lambeau optimal, nécessaire à une cicatrisation de première intention.
- 3) Confort d'utilisation. le microscope opératoire est très confortable d'utilisation puisque ergonomique (62). Le praticien travaille assis, dos droit, et en vision indirecte grâce à l'utilisation de micro-miroirs (23). La fatigue visuelle est limitée grâce à l'illumination coaxiale (23).

4) Autres avantages : il est possible d'ajouter une caméra numérique au dispositif pour filmer l'intervention (54). Un deuxième binoculaire peut être mis en place pour permettre à l'assistante dentaire de mieux suivre le déroulement de l'acte et d'être donc plus efficace (23).

Cependant, quelques inconvénients sont à déplorer :

- le microscope opératoire est un dispositif encombrant.
- Il est très sensible au moindre mouvement à fort grossissement (62,68).
- Le travail en vision indirecte nécessite un temps d'adaptation et pose problème lorsqu'on travaille sous irrigation (l'eau trouble l'image transmise par le micro-miroir) (23).
- Le dispositif est coûteux.



Photo 1 : *Le microscope opératoire ZEISS. Iconographie Ardouin*

2-1-3) L'endoscope

2-1-3-1) Description

L'utilisation de l'endoscope en odontologie est récente. Ce nouveau dispositif, apparu après le microscope opératoire, tente d'optimiser l'accès visuel en microchirurgie endodontique (62,68).

Le système d'endoscopie (62,68) se compose d'une caméra vidéo endoscopique munie d'un câble à fibre optique pour acheminer la lumière, reliée à une unité multimédia. La caméra a une forme de pistolet, pour faciliter sa préhension par l'opérateur, et est équipée d'objectifs interchangeables. En règle générale, un objectif court est utilisé (6 cm de long pour 3mm de diamètre) et donne un angle d'image de 70°. Le cadrage et la focalisation sont ajustées en temps réel par l'opérateur. L'unité multimédia permet le paramétrage et l'enregistrement numérique de l'endoscope.

2-1-3-2) Avantages/ inconvénients

Selon Von Arx (68), l'endoscope présente tous les avantages du microscope opératoire en termes de visualisation du site chirurgical, de gain de précision et d'efficacité des thérapeutiques. Ce dispositif est viable et efficace, dans toutes les étapes de la microchirurgie endodontique. Von Arx (68) y ajoute des avantages par rapport au microscope opératoire tels que :

- le système souple, non rigide permet de faire varier les angles de vue.
- la vision directe (en opposition à la vision indirecte via un miroir pour le microscope), sans perte de la profondeur de champ.
- le système nécessite un temps d'adaptation réduit.
- l'endoscope est indépendant des mouvements du patient.
- Geibel (22) ajoute la meilleur accessibilité au dents postérieures du fait de la flexibilité.

Cependant, ce dispositif a quelques inconvénients (61,62,68) :

- L'inconfort et perte de temps liés aux nettoyages répétés de l'objectif du fait de la buée, du sang et des débris tissulaires.
- La nécessité d'adaptation de l'opérateur à la rotation optique du champ visuel.
- L'investissement important pour toutes les composantes du système et les périphériques numériques.

En 2006, Geibel (22) commente une nouvelle évolution de l'endoscope . Le « Visio Scope » est un micro-endoscope flexible de 0,34mm ou 1mm de diamètre externe, en acier inoxydable (pouvant donc être stérilisé dans un autoclave) et équipé d'un canal pouvant recueillir un laser ou servir de voie transmission de médicaments. Selon lui, cette nouvelle génération d'endoscope, plus confortable d'utilisation et plus performante, permet une vision optimale du site opératoire et place l'endoscope en tête du palmarès de tous les autres dispositifs d'agrandissement visuel.

2-2) Les techniques chirurgicales modernes

2-2-1) Anesthésie

2-2-1-1) Objectifs

L'objectif de l'anesthésie en chirurgie endodontique est double. D'une part, il s'agit d'obtenir une analgésie efficace et durable pendant et après l'acte chirurgical, aussi longtemps que possible (8,33). D'autre part, l'anesthésie correspond au premier temps de l'hémostase, le temps pré-chirurgical (34), indispensable en chirurgie endodontique. Ainsi, les solutions dépourvues de vasoconstricteurs sont contre-indiquées (33,34).

2-2-1-2) Réalisation

A ce jour, certains auteurs préconisent l'usage d'une solution anesthésique de lidocaïne à 2%, adrénalinée à 1 :50000 (8,33,63). Cependant, Sierra Rebolledo et Coll. (57) estiment que l'efficacité de l'articaïne à 4%, adrénalinée à 1 :100000 est supérieure à celle de la lidocaïne à 2%, adrénalinée à 1 :100000. A cette concentration l'adrénaline est l'amine adrénergique la plus favorable en chirurgie buccale (plus que la noradrénaline, lévonodéphrine, toujours utilisées) car elle procure un minimum d'effet systémique (34) pour un maximum d'effet hémostatique local (la dose maximale recommandée étant 0,2mg d'adrénaline, soit 5,5 cartouches, chez un patient à risque cardio-vasculaire)(33).

L'anesthésie locale réalisera l'analgésie et l'hémostase au maxillaire et dans le secteur incisivo-canin mandibulaire. Par contre, l'anesthésie loco-régionale sera indiquée pour les secteurs prémolo-molaires mandibulaires afin obtenir une analgésie convenable (34). Des rappels locaux permettront, quant à eux, de parfaire l'anesthésie locale et de favoriser l'hémostase du site chirurgical (33). Enfin, toutes les anesthésies seront réalisées avec un dispositif d'agrandissement optique afin de contrôler précisément le site d'injection (et éviter l'injection intravasculaire) (8) et à vitesse lente (1 à 2ml/min) pour optimiser l'analgésie et l'hémostase (34).

2-2-2) Les lambeaux

Plusieurs types de lambeaux peuvent être envisagés en micro-chirurgie endodontique. Récemment, de nouveaux dessins de lambeaux et de nouvelles techniques de sutures ont été mis au point pour améliorer le résultat esthétique et fonctionnel. La prise en compte d'impératifs anatomiques et physiologiques parodontaux, une meilleure connaissance des processus de cicatrisation parodontales et l'utilisation de nouveaux matériaux permet, à ce jour, d'envisager une cicatrisation esthétique et une absence de récessions (70,71,72).

2-2-2-1) Les impératifs à respecter

Le lambeau doit respecter les impératifs suivants (72):

- Les incisions doivent être décalées par rapport au site chirurgical
- il doit être muco-périosté (ou de pleine épaisseur) dans tout ou partie de sa hauteur puisqu'il permet d'accéder à la table osseuse vestibulaire se trouvant en regard de la lésion péri-apicale
- il doit respecter les structures anatomiques (tels que les vaisseaux sanguins et les nerfs)
- Son dessin doit être adapté aux caractéristiques parodontales du patient : la position de la dent dans l'alvéole, la qualité et la quantité d'os, la quantité et la qualité de gencive attachée, la localisation de la jonction muco-gingivale, la présence ou l'absence de poche parodontale, de récession tissulaire marginale, la qualité de vascularisation des tissus mous et la forme des papilles interdentaires sont pris en compte.

2-2-2-2) les différents types de lambeaux

2-2-2-2-1) Le lambeau en L

(4,72)

Ce lambeau est réalisé par une incision horizontale intrasulculaire dépassant le site opératoire, en mésial et en distal d'au moins une dent, suivi d'une contre-incision (mésiale le plus souvent) légèrement oblique (Photo 2). Cette contre-incision (ou incision de décharge) doit être réalisée au niveau du tiers mésial ou distal de la face vestibulaire de la dent en cause. Puis, le décollement doit dépasser la ligne de jonction muco-gingivale pour garantir un bon accès à la zone chirurgicale.

Ce lambeau a l'avantage d'être simple à réaliser et son dessin autorise une bonne vascularisation des tissus déplacés. De même, son repositionnement est simplifié puisqu'il ne possède qu'un seul angle. Enfin, le fait qu'il ne comporte qu'une seule incision de décharge est favorable sur le plan esthétique (le risque de cicatrice est diminué). Cependant, certains auteurs (72) estiment qu'il n'est pas idéal pour la chirurgie endodontique puisqu'il donne surtout accès à la zone cervicale. Il présente également un risque important de récession marginale lors de la cicatrisation.

2-2-2-2-2) Les lambeau rectangulaire et trapézoïdal

Leur réalisation est identique à celle du lambeau triangulaire avec une deuxième incision de décharge en plus (4,59). Pour le lambeau rectangulaire, les incisions de décharges sont verticales tandis qu'elles sont obliques et divergentes vers l'apex pour le lambeau trapézoïdal (Photo 3). Velvart et Peters (72) recommandent le lambeau trapézoïdal avec des incisions de décharge légèrement divergentes pour favoriser la vascularisation du lambeau sans pour autant trop perturber l'anatomie vasculaire parodontale (l'axe des vaisseaux sanguin est vertical).

Ces lambeaux, simples de réalisation également, offrent un bon accès à la zone chirurgicale (ce qui est appréciable en cas de résections apicales multiples) et se repositionnent facilement. Cependant, l'incision intrasulculaire pose toujours le problème de la récession marginale post-opératoire.

2-2-2-2-3) Le lambeau submarginal

Sa version la plus populaire est le lambeau d'Ochsenbein et Luebke (72). Il a longtemps été le lambeau de référence pour ce type de chirurgie. Il est réalisé par une incision horizontale festonnée au sein de la gencive attachée, reliée à 2 incisions de décharges mésiale et distale (Photo 4). Il est à noter que ce lambeau est contre-indiqué si la hauteur de gencive attachée est inférieure à 2mm.

L'avantage majeur de ce lambeau est qu'il limite le risque de récession gingivale, puisque la gencive marginale et la crête osseuse alvéolaire sont épargnées. Cependant, les tissus marginaux peuvent se nécroser (du fait de l'insuffisance de vascularisation) dans le cas d'un parodonte fin. Des cicatrices disgracieuses ou des récessions marginales faisant suite à des complications de cicatrisation, peuvent survenir également.

Pour palier à ces problèmes, Vreeland et Tidwell (73) ont modifié le design du lambeau en réalisant l'incision festonnée 1 à 2 mm en dessous de la gencive marginale et en décollant le lambeau en épaisseur partielle, jusqu'à 1 à 2 mm en dessous de la crête osseuse, puis en continuant en épaisseur totale. Enfin, ils affirment qu'il ne faut pas repositionner le lambeau à son emplacement initial, lors de la fermeture du site chirurgical. Selon Velvart et Peter (72), le risque de nécrose des tissus non recouverts après le repositionnement du lambeau est fort, du fait de l'insuffisance de vascularisation (uniquement fournie par le ligament parodontal). De même, nombre de cicatrices et de récessions tissulaires marginales peuvent survenir suite à ces interventions (72).

2-2-2-2-4) Le lambeau semi-lunaire

(4,33,59)

Ce lambeau ne respecte pas les impératifs anatomiques et physiologiques parodontaux. Le fait que l'incision horizontale traverse le site chirurgical (Photo 5) et que la cicatrisation ne puisse pas se faire en milieu sain est un élément rédhibitoire. Il est ainsi déconseillé en chirurgie endodontique.

2-2-2-2-5) Le lambeau à la base de la papille (papilla based flap)
(70,72)

Ce lambeau a été mis au point pour prévenir les risque de récession et de nécrose tissulaire et pour préserver l'anatomie papillaire. Il est réalisé par 2 incisions verticales de décharge reliées par une incision intrasulculaire et une incision à la base de la papille (Photo 6).

L'incision à la base de la papille : Sa réalisation nécessite une lame de bistouri courte (2,5mm de long au maximum) à bout arrondi. Une première incision en épaisseur partielle (1,5mm de profondeur), légèrement incurvée (convexe vers l'apex), traverse la papille de part en part au niveau de son 1/3 apical. La lame réalise alors un angle à 90° avec la surface gingivale pour éviter de réaliser un biseau. Puis, la lame est inclinée apicalement de sorte qu'elle devienne presque parallèle à l'axe de la dent et à la surface gingivale ; l'incision est prolongée en direction du sommet de la crête osseuse. Puis, le lambeau est disséqué en épaisseur totale.

L'avantage de ce lambeau est qu'il préserve au mieux les tissus parodontaux non clivés et inclus dans le lambeau. En effet, l'incision initiale à 90° évite la formation d'un biseau sur le premier 1,5mm d'épaisseur du lambeau. En cas de biseau, la berge du lambeau est constituée d'épithélium non soutenu et de tissu conjonctif insuffisamment perfusé. Il en résulte un risque augmenté de nécrose tissulaire, donc d'apparition de cicatrice et de récession gingivale. Selon le même raisonnement, les incisions de décharges sectionneront la gencive marginale avec un angle à 90° de leur surface et seront préférentiellement paramédianes plus que mid-axiales, afin de prévenir la nécrose la partie cervicale de la gencive marginale non réséquée. La difficulté liée à la réalisation de ce lambeau réside dans la maîtrise de l'épaisseur de la dissection lorsqu'elle s'effectue en épaisseur partielle. Un lambeau trop fin se nécrosera tandis qu'un

lambeau trop épais compromettra les tissus non clivés et la papille. L'auteur recommande ainsi une épaisseur tissulaire de 1,5 à 2mm.

2-2-2-3) Conduite à tenir per-opératoire

Quel que soit le type de lambeau choisi, quelques impératifs doivent être respectés pour prévenir les complications post-opératoires (comme les paresthésies, l'œdème) et obtenir une bonne cicatrisation (33,72) :

- Il faut utiliser un dispositif d'agrandissement visuel lors de la réalisation des incisions pour mieux contrôler leur tracé (6,8,9). Les lames de bistouris utilisées doivent donc être miniaturisées (Photo 7).
- Les incisions de décharges seront préférentiellement biseautées afin de faciliter le repositionnement ultérieur du lambeau et favoriser une cicatrisation de première intention. De même, leur emplacement doit être adapté aux impératifs parodontaux. Par exemple, si le site chirurgical concerne la deuxième prémolaire mandibulaire, l'incision de décharge sera préférentiellement effectuée au niveau de la première prémolaire afin d'éviter de léser le nerf mentonnier qui fait irruption au niveau du foramen mentonnier.
- Le décollement du lambeau doit être précautionneux et s'effectue avec un décolleur de Lucas, par des petits mouvements de reptation. Il faut le disséquer prudemment au niveau de la lésion péri-apicale, surtout en cas de lésion volumineuse. En effet, la coque fibreuse de la lésion peut adhérer à l'intrados du lambeau et une manipulation peu précautionneuse peut mener à sa perforation, préjudiciable au pronostic.
- Le lambeau doit être maintenu à distance du site chirurgical, avec un écarteur de rétraction de taille et de forme adaptées à la forme du lambeau (33). Il peut être convexe ou concave, selon l'anatomie de la table externe du procès alvéolaire. Il doit avoir des mors plus large (15mm) et plus fine (0,5mm d'épaisseur) que les écarteurs traditionnels (comme Dautrey et

Faraboeuf). Ils doivent être dentés pour bien s'ancrer dans la corticale externe du procès alvéolaire et éviter les dérapages.

- Le lambeau doit être recouvert d'une compresse imbibée de sérum physiologique pendant l'intervention afin d'éviter son dessèchement (72). La technique de la rainure (ou groove technique) permet de renforcer la stabilisation de l'écarteur, donc du lambeau, lors des interventions dans le secteur prémolo-molaire mandibulaire (33,72). En effet, tout dérapage est lourd de conséquences, compte tenu de la proximité du foramen mentonnier. Sa réalisation est simple : après avoir récliné le lambeau et localisé le foramen mentonnier, l'écarteur est mis en place pour le protéger. Puis, une rainure horizontale de la largeur des mors de l'écarteur, située au delà de la localisation apicale, est réalisée à l'aide d'une fraise boule numéro 4 montée sur turbine et sous spray réfrigérant.

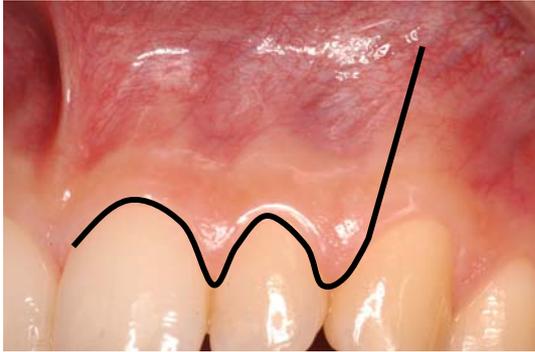


Photo 2 : *Tracé de l'incision du lambeau en L.*

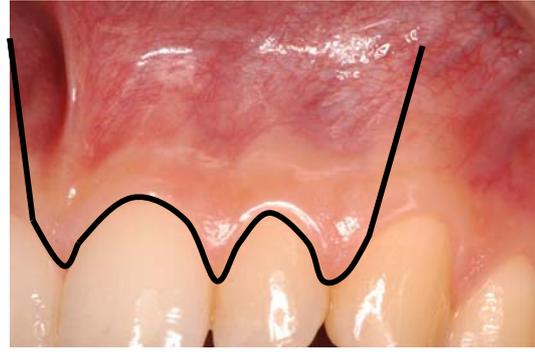


Photo 3 : *Tracé de l'incision du lambeau trapézoïdal.*



Photo 4 : *Tracé de l'incision du lambeau sub-marginal.*



Photo 5 : *Tracé de l'incision du lambeau semi-lunaire.*



Photo 6 : *Tracé de l'incision du lambeau à la base de la papille.*



Photo 7 : *Différence de taille entre une lame micro-chirurgicale (en haut) et 2 lames standards Iconographie Verner.*

2-2-3) L'ostéotomie

Il s'agit de retirer la quantité d'os vestibulaire nécessaire pour accéder à la lésion péri-apicale et à l'apex radulaire (Photo 8). Elle est réalisée à l'aide d'une fraise boule chirurgicale en carbure de tungstène, montée sur contre-angle ou sur pièce à main basse vitesse et sous irrigation abondante de sérum physiologique (4,8,59). Cette étape est simple et l'ostéotomie restreinte lorsque la lésion a provoqué une déhiscence osseuse. Par contre, lorsque la corticale est intacte, la détermination du point de forage est plus délicate à déterminer cliniquement. L'interprétation d'une radiographie rétroalvéolaire préopératoire voire peropératoire avec un repère radio-opaque est alors de mise (4).

Le volume de l'ostéotomie semble être un facteur important dans le pronostic du succès en chirurgie endodontique (8,33). L'ostéotomie doit donc être réalisée *a minima* mais doit néanmoins permettre un accès instrumental convenable de sorte que la lésion puisse être retirée intégralement. Selon Kim et Kratchman (33), l'ostéotomie doit avoir un diamètre minimal de 3 ou 4 mm de sorte que les micro-instruments (curettes, inserts ultra-sonores) puissent évoluer dans la cavité.



Photo 8 : Ostéotomie. L'apex radulaire est visible. Iconographie Verner.

2-2-4) L'exérèse de la lésion

Cette étape chirurgicale a 2 objectifs majeurs. D'une part, il s'agit de réaliser le premier temps du traitement étiologique des parodontites apicales ; c'est à dire retirer le kyste ou l'ensemble du tissu de granulation, le plus souvent infecté, de la région péri-apicale (4,33,38). D'autre part, le retrait de tissus enflammés est une étape importante pour l'hémostase per-opératoire du site chirurgical.

L'exérèse (4,38) est réalisée à la curette chirurgicale alvéolaire de Lucas ou de Miller si la lésion est friable. En cas de lésion kystique, il est préférable de la retirer en 1 seul temps, sans percer sa paroi, afin de prévenir les récives. L'énucléation nécessite le clivage de la lésion, en insérant un décolleur de Molt entre la paroi osseuse et la paroi kystique puis l'extirpation de la loge à l'aide d'une pince porte-aiguille ou d'une pince à hémostase de type Leriche.

Distinguer les différentes structures anatomiques, comme distinguer l'os de la racine n'est pas toujours aisé. Le microscope opératoire constitue alors un atout majeur pour déceler les différences cliniques (33). L'os est blanc, tendre et saigne au contact de la sonde tandis que le ciment a une couleur plus jaunâtre, plus sombre et est plus dure au sondage.

L'ensemble du tissu de granulation ne peut généralement pas être retiré lors de cette étape (4) car des niches tissulaires restent inaccessibles, du fait de l'obstacle que constitue l'apex radiculaire. Le retrait pourra donc être complété après le temps de résection apicale. Par ailleurs, le respect de l'intégrité de certaines structures anatomiques fragiles, telles le nerf alvéolaire inférieur ou le paquet vasculo-nerveux issu du foramen mentonnier, contre-indique le retrait intégral de la lésion dans la mesure où ils risquent d'être lésés (8).

Idéalement, une étude anatomopathologique de la lésion doit être réalisé afin d'écartier tout risque de lésion cancéreuse maligne (4).

2-2-5) La résection apicale

2-2-5-1) Objectifs

Ce temps opératoire constitue le deuxième temps du traitement étiologique des parodontites apicales, après l'exérèse de la lésion péri-apicale. Cette opération vise à éliminer l'apex de la racine en cause, afin d'éliminer toutes les bactéries et les irritants locaux, inaccessibles au traitement endodontique orthograde ou rétrograde (56). En effet, la présence du delta apical et des isthmes canaux rend impossible la préparation et la désinfection puis l'obturation étanche et tridimensionnelle de toutes les issues canales (16,33,52,56). Dès lors, des niches bactériennes organisées dans l'extrémité apicale au sein de canalicules ou de lacunes cémentaires radiculaires survivent à toutes les tentatives de désinfections chimiques (par l'hydroxyde de calcium, l'hypochlorite de sodium) et mécaniques (52).

La hauteur de racine à amputer reste un sujet controversé. Gilheany et coll. (24) estiment que 2mm sont un minimum. Selon Kim et Kratchman (33) une apicectomie de 3mm permet de réduire de 98% le nombre de ramifications apicales et de 93% le nombre de canaux latéraux. 3mm est la longueur couramment recommandée et pratiquée (13,17,25,56,63,64) puisqu'elle permet généralement de conserver une longueur radiculaire résiduelle suffisante, estimée entre 7 et 9mm (33), pour la stabilité et la résistance mécanique. Ainsi, le rapport couronne clinique/ racine clinique doit rester favorable. Des paramètres, tels que la présence d'une reconstitution corono-radiculaire, le contexte fonctionnel de la dent et l'occlusion doivent être pris en compte.

2-2-5-2) Réalisation

La résection apicale est réalisée à l'aide d'une fraise adaptée (fraises fissures en carbure de tungstène) montée sur contre angle à grande vitesse ou sur pièce à main et sous spray réfrigérant (8). Traditionnellement, un angle de résection de 45° à 60° était réalisé par rapport à l'axe radiculaire pour optimiser l'accès

visuel et instrumental à la région apicale et péri-apicale. Compte tenu de la miniaturisation instrumentale et de l'optimisation visuelle apportée par les dispositifs modernes d'agrandissements visuels, un tel angle n'est pas nécessaire en microchirurgie endodontique puisque il n'a aucune justification biologique (33). Plus l'angle de résection augmente, plus le nombre de tubuli dentinaires sectionnés augmente donc plus le risque d'échec liés au manque d'étanchéité de l'endodonte augmente (33,66). Par ailleurs, un angle augmenté entraîne une ostéotomie plus large donc une cicatrisation osseuse plus longue et un risque augmenté de communication endo-parodontale, facteur défavorable dans le pronostic de la chirurgie péri-apicale (19,30).

Certains lasers peuvent également réaliser la résection apicale (Er:YAG, Nd:YAG, laser Ga-Al-As). Ils restent cependant encore peu utilisés. La dernière génération du laser Er:YAG, le laser Er:YAG VSP (variable square pulse) semble être prometteuse (27,32). Cependant, les études réalisées *in vitro* ne démontrent pas de supériorité d'action et peu d'études cliniques vérifient ces résultats *in vivo* (18,27). D'autres investigations doivent être réalisées.

Une fois la résection apicale réalisée, il est indispensable d'inspecter la surface radiculaire réséquée à l'aide du microscope opératoire degré un agrandissement de 25 fois (8,33). Cette inspection a pour but d'observer la forme de section transversale des canaux (ronde, ovale, en S, en fer à cheval...), de déceler les résidus de matériaux d'obturation, les débris pulpaire, la présence de fracture verticale, d'isthmes canalaire et de vérifier la section complète du ou des apex radiculaires. La mise en place de bleu de méthylène sur la surface radiculaire permet de bien distinguer les différentes structures anatomiques, ce colorant imprégnant sélectivement les « tissus mou », soit le ligament parodontal et les tissus pulpaire (8,22,33,66).

2-2-6) L'hémostase chirurgicale

Le contrôle de l'hémostase chirurgicale (ou peropératoire) est un facteur-clé de réussite en chirurgie endodontique (33,34). Le but escompté (34,66) est d'obtenir une hémostase intégrale, nécessaire à une bonne visualisation du site pour la préparation *a retro* suivie de la mise en place du matériau d'obturation dans de bonnes conditions, et nécessaire à l'efficacité de l'intervention en limitant la perte de sang per-opératoire. A ce stade de l'intervention, l'hémostase pré-chirurgicale, réalisée par l'injection d'une solution anesthésique adrénalinée, fait déjà de l'effet. De même, tout le tissu de granulation, hautement hémorragique, est parfaitement éliminé. Des agents topiques (tableaux 2-3-4-5) sont utilisés pour compléter l'effet des vasoconstricteurs et parfaire l'hémostase.

2-2-6-1) Classification des différents agents topiques hémostatiques

2-2-6-1-1) les agents mécaniques

Nom commercial	Composition	Mode d'action	Utilisation	Remarques
Bone Wax® (Ethicon, Somerville, NJ)	- Cire d'abeille purifiée. - Isopropyl-palmitate : agent de conditionnement.	Obturation mécanique de toutes les issues vasculaires.	1) Remplissage intégral de la cavité. 2) Retrait d'une partie de la cire de sorte que les parois soient toujours recouvertes pendant l'opération. 3) Retrait de toute la cire au moment de la fermeture du site chirurgical.	- Simplicité d'utilisation. - Réaction inflammatoire à corps étrangers post-opératoire si laissée dans la cavité osseuse.
α -hémihydrate de sulfate de calcium CAPSET®, (Lifecore Biomedical)	Sulfate de calcium.	Obturation mécanique de toutes les issues vasculaires.	1) Mélange de la poudre et du liquide jusqu'à l'obtention d'une pâte. 2) Introduction de la pâte dans la cavité osseuse. 3) Possible compression avec une boulette de coton humide.	- Produit économique - Sa biocompatibilité autorise son maintien définitif dans la cavité osseuse (résorption complète en 2 à 4 semaines).
Surgicel ® (Johnson&Johnson, NJ)	Oxycellulose	- Formation d'un gel au contact du sang. - Le gel sert de coagulum artificiel, obturant les issues vasculaires.	1) Mise en place dans la cavité osseuse. 2) Maintien in situ le temps de la chirurgie. 3) Retrait et rinçage du site par une solution alcaline.	- La compression du matériau favorise l'hémostase. - Bien que le produit soit résorbable, il doit être intégralement retiré après l'acte chirurgical sous peine de douleur post-opératoire et de complication de cicatrisation.

Tableau 2: Les agents topiques mécaniques de l'hémostase (33,34).

2-2-6-1-2) les agents chimiques

2-2-6-1-2-1) Les vasoconstricteurs (compresses ou boulettes de coton imprégnées de solution vasoconstrictrice)

Nom commercial	Composition	Mode d'action	Utilisation	Remarques
Racellets® (Pascal Co, Bellevue WA)	Boulettes numéro 2 et 3 contiennent respectivement 0,55mg et 1,15mg d'hydrochlorite d'adrénaline racémique (HAR).	La haute teneur en adrénaline provoque une vasoconstriction immédiate (par sa fixation sur les récepteurs vasculaires α).	<p>1) Une boulette imbibée est placée dans la cavité osseuse, contre les parois osseuses.</p> <p>2) La cavité est remplie de boulettes sèches de coton stérile compactées à l'aide du manche d'une miroir, pendant 2 à 3 minutes.</p> <p>3) Les boulettes sèches sont retirées une à une, seule la boulette imbibée persiste dans la cavité.</p> <p>4) La boulette imprégnée est retirée en fin d'intervention.</p>	<p>- Pas d'effet systémique puisque la vasoconstriction immédiate prévient la diffusion du produit.</p> <p>- Radri® possède un effet astringent supplémentaire grâce au phénolsulfate de zinc</p> <p>- L'opération est intégralement renouvelée en cas d'échec.</p>
Epidri® (Pascal Co, Bellevue WA)	1,9mg d'HAR.			
Radri® (Pascal Co, Bellevue WA)	0,45mg d'HAR 1,85mg de phénolsulfate de zinc			

Tableau 3 : Les agents topiques chimiques de l'hémostase : les vasoconstricteurs (33,34).

2-2-6-1-2-2) Le sulfate ferrique

Nom commercial	Composition	Mode d'action	Utilisation	Remarques
Statis® (Cut-Trol, Mobile, AL)	Solutions très acides (PH=0,21) à base de sulfate de fer.	- Les ions Fe ²⁺ et SO ₄ ²⁻ provoquent l'agglutination des protéines du sang. - Ce coagulum occlut les orifices capillaires.	1) Application de la solution au niveau de la zone hémorragique. 2) Formation d'un coagulum marron-vert au contact du sang. 3) Rinçage avec une solution alcaline avant fermeture du site.	- Hémostase rapide et efficace. - Produit pas cher. - Cytotoxicité si contact prolongé avec l'os (au delà du temps chirurgical).
Viscostat ® (Ultradent Products, Inc., UT)				
Astringedent® (Ultradent Products, Inc., UT)				

Tableau 4 : Les agents topiques chimiques de l'hémostase : le sulfate ferrique (33,34).

2-2-6-1-2-3) Les agents biologiques

Nom commercial	Composition	Mode d'action	Utilisation	Remarques
Tropical Thrombin® (Thrombostat, Thrombogen)	- Thrombine. - Protéine obtenue par transformation de prothrombine bovine.	La thrombine catalyse la transformation du fibrinogène en fibrine, donc catalyse la coagulation.	Non détaillée pour la chirurgie endodontique	- Pas d'étude disponible pour évaluer son efficacité en chirurgie endodontique. - Produit dispendieux
Gelfoam® (Upjohn Co, Kalamazoo, MI)	- Dérivé de peau animal (composition précise indéterminée).	Ce produit accélère la coagulation en provoquant la désintégration plaquettaire donc la libération de thromboplastine, nécessaire à la formation de thrombine.	- L'éponge dur est mise en place dans la cavité osseuse hémorragique. - Elle se gorge de sang, et forme une masse gélatineuse. - Le saignement reprend à la dépose de l'éponge.	- Matériau biocompatible et résorbable, pouvant être laissé in situ en post-opératoire. - Action hémostatique strictement biochimique, l'éponge ne peut être compressée.
Collatape® (Colla-tec Inc, Plainsboro, NJ)	Collagène bovin transformé (feuilles).	-La collagène est agrégant plaquettaire.	-Mise en place de feuilles ou éponges dans la cavité.	Matériaux biocompatibles et résorbables.
Actifoam® (Medchem Prod. Inc., MA)	Collagène bovin transformé (éponges).	-Accélération de la formation du caillot sanguin.	-L'hémostase s'accomplit en 2 à 5 minutes.	

Tableau 5: Les agents topiques biologiques de l'hémostase (33,34).

2-2-6-2) Synthèse

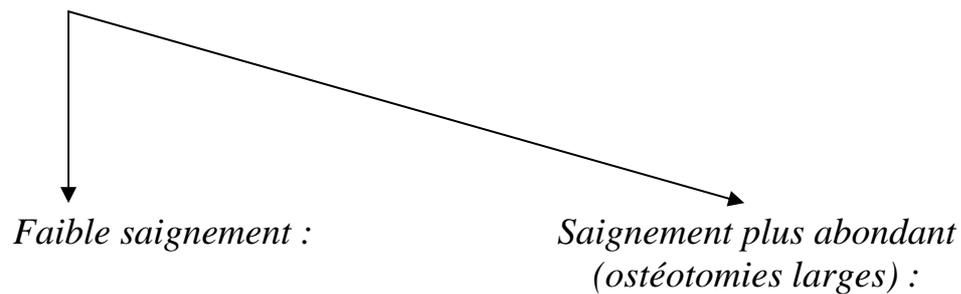
Les différents temps de l'hémostase peuvent être résumés comme ceci (33,34) :

Temps pré-chirurgical

- Anesthésie locale : 1 à 2 cartouches d'articaine à 4%, adrénalinée à 1/100000^{ème}.
- Attendre 1 à 2 minutes.

Temps chirurgical

- Exérèse complète du tissu de granulation.
- Hémostase chimique : protocole des vasoconstricteurs.
- Réévaluation.



- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Poursuivre l'hémostase en tamponnant les points hémorragiques avec un coton imbibé d'une solution de sulfate de fer.- Rincer abondamment avec une solution alcaline. | <ul style="list-style-type: none">- Protocole du sulfate de calcium.- Retirer la pâte présente autour de la racine.- Laisser le reste in situ. |
|---|--|

Temps post chirurgical

- Toilettage des tissus avec une compresse humide avant et après les sutures.

2-2-7) Préparation *a retro* du système canalaire

2-7-7-1) Objectifs

Selon Von Arx (65) l'objectif de la préparation rétrograde est de créer une cavité permettant de réaliser une obturation apicale rétrograde étanche. Tous les autres objectifs de la préparation canalaire endodontique (37) restent de mise à savoir l'élimination des débris dentinaires, cémentaires et pulpaire, voire du matériau d'obturation canalaire en présence ainsi que l'élimination des bactéries endodontiques et de leurs toxines. La mise en forme respecte le profil anatomique canalaire et aboutit à la formation d'une cavité autorisant une obturation intégrale, tridimensionnelle et étanche du système canalaire apical.

2-2-7-2) La préparation idéale

La préparation *a retro* du système canalaire est effectuée sur une racine dont la portion apicale a été amputée de 2 à 3 mm. Dès lors, cette préparation s'en trouve simplifiée puisque le delta apical et ses nombreuses issues canalaires ont disparu. Elle ne concerne donc plus que le ou les canal(-aux) principal(-aux) dont la complexité anatomique complique parfois le passage instrumental (cas des isthmes par exemple). Les canaux accessoires, dont le nombre est limité en-deçà des 2 à 3 mm apicaux de la racine (33) ne peuvent être préparés du fait de leur taille microscopique et de leur inaccessibilité.

La préparation idéale est actuellement décrite comme la préparation d'une cavité de classe I de 3mm de profondeur avec des murs parallèles les uns aux autres, respectant le profil canalaire (8,33,54,65) (Photo 8). Néanmoins, des difficultés opératoires imposent à l'opérateur de transiger sur certains principes fondamentaux. La présence de tenons longs ou de canaux apparemment oblitérés invalide la réalisation d'une préparation idéale (65). Dans le cas du tenon, la préparation de mini-cavités autour de l'extrémité du tenon peut être envisagée. Lorsque le canal est impénétrable, outre l'extension de la résection

apicale, un « puis de repère » (65) peut être créé à l'aide d'une fraise boule de faible diamètre. Il servira d'ancrage pour un micro-embout ultrasonique qui achèvera la préparation *a retro*.

2-2-7-3) Les instruments de préparation canalair *a retro*

2-2-7-3-1) Instruments ultrasoniques versus instruments rotatifs

L'utilisation d'une fraise montée sur contre-angle ne permet pas la réalisation d'une cavité idéale (8,33,65). L'émergence de nouveaux instruments micro-chirurgicaux a permis de compenser les insuffisances des systèmes rotatifs et de potentialiser la qualité de préparation. Ces instruments sont ultra-soniques, c'est à dire qu'ils sont actionnés par des oscillations piézo-électriques de fréquences variables (environ 7000 Hertz pour les instruments soniques, 20000 à 30000 Hertz pour les instruments ultrasoniques). Ils sont miniaturisés donc nécessitent d'être utilisés avec un dispositif de grossissement visuel ; on parle alors d'instruments micro-ultrasoniques (29). Il en existe de différents types : en acier inoxydable ou en alliage de titane, diamantés ou non, de 15 à 27 mm de long, rectilignes ou coudés... (Photo 9).

Les avantages procurés par les micro-instruments ultrasoniques pour la préparation *a retro*, par rapport à l'usage d'une fraise montée sur contre-angle sont résumés dans le tableau 6.

Impératifs de la préparation <i>a retro</i>	Les micro-instruments ultrasoniques	Les instruments rotatifs : les fraises montées sur contre angle
Accès visuel et instrumental à la région péri-apicale	Favorable grâce à la microscopie instrumentale permettant l'usage de dispositifs d'agrandissement visuel.	Difficile voire impossible en cas d'ostéotomie étroite.
Qualité de la préparation canalaire <i>a retro</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Optimisée par les micro-instruments : l'énergie des oscillations effectue un nettoyage mécanique des murs canaux, améliore l'évacuation des débris. - Préparation effective jusque dans les isthmes. - Réalisation de cavités rétentes grâce à des embouts en « T ». 	La préparation canalaire n'est pas intégrale puisque certains endroits sont inaccessibles à la fraise : la désinfection est incomplète.
Respect du profil canalaire	Le système piezo-électrique et les instruments fins et flexibles (si alliage de titane) autorisent un respect strict du profil canalaire	Un dispositif de préparation rotatif ne respecte pas le profil naturel des axes canaux (non respect des isthmes, courbures...)
Contrôle instrumental	Amélioré grâce au dispositif d'agrandissement visuel	Le risque de perforation est important lorsque l'axe canalaire n'est pas rectiligne.

Tableau 6 : *Avantages procurés par les micro-instruments ultrasoniques pour la préparation a retro, par rapport à l'usage d'une fraise montée sur contre-angle (8,33,29,65).*



Photo 8 : *Préparation a retro avec un instrument ultra-sonique. Iconographie Verner.*



Photo 9 : *insert ultra-sonique diamanté pour préparation a retro. Iconographie Verner.*

Cependant, certaines études tentent à prouver que les instruments ultrasoniques provoquent des microfractures au niveau de la portion radiculaire instrumentalisée, préjudiciable à l'étanchéité apicale (32). De même, le risque de fracture instrumentale est non négligeable, particulièrement dans les canaux minéralisés et lorsque l'instrument en action entre en contact avec du métal (29,65). Iqbal et Kratchman (29) précisent que la fracture des instruments est souvent liée à un mauvais réglage de la fréquence des oscillations d'où la nécessité de suivre scrupuleusement les recommandations d'utilisation des fabricants. Ainsi, plus l'instrument est court et épais, plus la fréquence d'oscillation pourra être élevée et inversement.

2-2-7-3-2) Recommandations d'utilisation des instruments ultrasoniques

Von Arx (65) propose le protocole opératoire et les recommandations suivants, avec des micro-instruments ultrasoniques :

- 1) Commencer la préparation avec des instruments de faible diamètre (0,7 à 1 mm). Dès que la profondeur de préparation voulue est atteinte, le diamètre de la préparation peut être élargi avec des pointes plus larges.
- 2) Utiliser les pointes de plus faible diamètre pour la préparation des isthmes.
- 3) Le maniement adéquate des instruments requiert des mouvements de va-et-vient dans l'axe canalaire, sans pression latérale, sous irrigation permanente pour refroidir la partie travaillante de l'embout.
- 4) Contrôler la préparation à intervalles réguliers.
- 5) Utiliser les instruments en « T » avec prudence en cas d'anatomie canalaire complexe (canaux ovoïdes, réniformes), sous peine de perforation radiculaire.

- 6) Terminer la préparation en appliquant de l'EDTA pendant 2 minutes dans la cavité préalablement asséchée (avec des pointes de papier ou le spray d'air) afin d'éliminer la smear layer. La cavité est ensuite rincée au sérum physiologique puis séchée à nouveau.

Von Arx (65) indique que la smear layer entrave l'étanchéité de l'obturation *a retro*. Ainsi, les bactéries résiduelles du système canalaire et leurs toxines ont une voie de passage privilégiée au travers de la smear layer pour réinfecter la région périapicale.

2-2-7-3-3) les lasers

Les lasers sont encore peu utilisés pour la préparation *a retro*, comme pour la résection apicale. Certains auteurs (14,32) estiment cependant que le laser Er :YAG VSP fournit expérimentalement de meilleurs résultats que les instruments ultrasoniques, en terme d'étanchéité apicale, quel que soit le matériau d'obturation *a retro*. Selon ces mêmes auteurs, le laser permet un meilleur traitement de la smear layer et prépare des murs canaux aux surfaces irrégulières. Il en résulte une meilleure adhérence des matériaux d'obturation aux murs canaux donc un gain d'étanchéité. Cependant, certains inconvénients persistent (dont la taille de la pièce à main et le diamètre de la fibre optique, le temps de préparation supérieur aux autres dispositifs) et ces résultats nécessitent d'être vérifiés *in vivo*. De même, d'autres auteurs réfutent l'efficacité de ce laser à ce stade chirurgical (33).

2-2-8) L'obturation *a retro*

2-2-8-1) Principes généraux

Selon Fournier et Bouter (17), l'objectif principal est « d'effectuer un scellement étanche de la section apicale [radiculaire] préalablement aménagée ». Pour Von Arx (65), la « fermeture hermétique du système canalaire par voie rétrograde » a pour but de « prévenir le risque de réinfection du péri-apex par des bactéries et les toxines de celles-ci, provenant du reste du système canalaire des racines ».

Apayadin et coll. (2) ajoutent que le matériau d'obturation doit permettre une cicatrisation alvéolaire et dento-alvéolaire, matérialisées par l'apposition cémentaire sur la surface radiculaire, la régénération du système d'attache parodontal apical et la régénération du tissu osseux périphérique.

Deux critères sont donc fondamentaux pour l'obturation *a retro* : l'étanchéité apicale ainsi que la biointégration du matériau d'obturation dans la région apicale. La qualité de la préparation *a retro*, la qualité du matériau d'obturation ainsi que la rigueur de sa mise en place sont déterminant pour le succès.

2-2-8-2) Les matériaux d'obturation *a retro*

<p style="text-align: center;">Matériaux</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Composition</p>	<p style="text-align: center;">Utilisation</p>	<p style="text-align: center;">Avantages</p>	<p style="text-align: center;">Inconvénients</p>
<p style="text-align: center;">Amalgame d'Argent</p> <p style="text-align: center;">(type High Copper Single Composition)</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Argent (50%) - Cuivre (20%) - Etain (30%) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Percussion puis trituration. 2) Chargement du porte-amalgame. 3) Mise en place + foulage. 4) Retrait des excès. 5) Brunissage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recul clinique (>100ans). - Absence de solubilité. - Matériau bactériostatique. - Stabilité du joint amalgame/dent. - Prix. 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion. - Sensibilité à l'humidité provoquant percolation et expansion de prise. - Manipulation micro-chirurgicale difficile. - Toxicité mercurielle.
<p>IRM® (Dentsply-Maillefer)</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Poudre = Oxyde de Zinc(80%) + polyméthacrylate(20%) -Liquide = Eugénol (99%) + Acide acétique (1%) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mélange de 6 doses de poudre pour une dose de liquide. 2) Chargement du porte-amalgame ou mise en place sur l'extrémité d'un excavateur. 3) Condensation (au fouloir). 4) Brunissage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulation micro-chirurgicale aisée. - Faible sensibilité à l'humidité. - Adhésivité aux parois dentinaires. - Etanchéité à long terme. - Stabilité dimensionnelle. -Prix. 	<ul style="list-style-type: none"> - Solubilité. - Cytotoxicité liée au relargage d'eugénol libéré. - Faible radio-opacité.

<p>Super EBA® (H.J.Bosworth)</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Poudre = Oxyde de Zinc (60%) + Alumine 34%) + Résines naturelles (6%) - Liquide = Eugénol (62,5%) + Acide ortho-éthoxybenzoïque (37,5%) 	<p>Identique à l'IRM®</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identiques à l'IRM® avec en plus : - Moindre solubilité - Temps de prise réduit. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible radio-opacité.
<p>MTA® ou Minéral Trioxyde Agregate (Dentsply-Maillefer)</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> -Ciment de Portland (75%) -Oxyde de bismuth (20%) -Gypse (5%) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mélange de 3 doses de poudre pour 1 dose d'eau stérile (gel colloïdal). 2) Mise en place dans une cavité <u>sèche</u>. 3) Retrait des excès. 4) Brunissage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Biocompatibilité et bioinertie, voire bioactivité. - Etanchéité. - Faible sensibilité à l'humidité. - Effet bactériostatique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulation difficile. - Coût. - Temps de prise long (4 heures).
<p>DyractAP® (L.D,Caulk/Dentsply, Milford, DE)</p> <hr/> <p>Compomère :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Résines polymérisables -Résine TCB, -Verre de silice -Fluorine strontium, -Fluorure de strontium -Photoinitiateurs -Stabilisateurs 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Placer l'adhésif dans la cavité légèrement humide. 2) Photopolymériser 10s. 3) Placer le compomère. 4) Photopolymériser 60s. 5) Polir la surface avec une fraise à finir. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adhésivité. - Biocompatibilité - Action antibactérienne par relargage de fluor. - Etanchéité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilité à l'humidité lors du durcissement. - Nécessité de champ opératoire parfaitement sec. - Complexité du protocole. - Faible recul clinique. - Peu adapté.

<p style="text-align: center;">Matériaux</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Composition</p>	Utilisation	Avantages	Inconvénients
<p>Retroplast® (Retroplast Training, Ronne, Danemark)</p> <hr/> <p>-Pâte A = composite (44,2%) + Bifluorure d'ytterbium (48,1%) + Aérosil (6,6%) + Oxyde de fer (1,1%)</p> <p>- Pâte B = Composite (44,6%) + Bifluorure d'ytterbium (48,7%) + Aérosil (6,7%)</p>	<p>1) Préparation d'un méplat légèrement concave à la fraise boule diamantée.</p> <p>2) Rinçage (sérum physiologique) + séchage</p> <p>3) Mordançage à l'EDTA (20 secondes).</p> <p>4) Rinçage au sérum physiologique + séchage.</p> <p>5) Application du primer.</p> <p>6) Séchage 20 secondes plus tard.</p>	<p>- Adhésivité.</p> <p>- Biocompatibilité.</p> <p>- Etanchéité.</p> <p>- Confort d'utilisation du composite (propriétés thixotropes).</p> <p>- Possibilité d'adjonction de matériau.</p>	<p>- Nécessité de champ opératoire parfaitement sec.</p> <p>- Complexité du protocole.</p> <p>- Faible recul clinique.</p>
<p>Gluma® (Heraeus Kulzer, Hanau, Allemagne).</p> <hr/> <p>Primer associé au protocole, comportant entre autres, du glutaraldéhyde et de l'hydroxy-éthyl-méthacrylate</p>	<p>7) Malaxage des 2 pâtes puis application par petites touches successives.</p> <p>8) Polymérisation (3 minutes).</p> <p>9) Essuyage de la surface à l'alcool à 70°.</p> <p>10) Rinçage au sérum physiologique.</p>	<p>- Obturation possible en l'absence de cavité rétrograde (tenon long, canal obstrué).</p>	

Tableau 7 : Les matériaux d'obturation a retro (2,5,10,12,17,26,51,56,67).

2-2-8-3) Quel matériau choisir ?

L'amalgame a longtemps été le matériau de référence. Néanmoins, des études expérimentales sur des animaux (5,35) montrent que l'infiltrat inflammatoire obtenu lors de la cicatrisation post-chirurgicale à court ou long terme rend impossible la régénération desmodontale et alvéolaire. De même, ses résultats en terme d'étanchéité sont inférieurs à tous les autres matériaux plus modernes (5,10,17,56,67). En conséquences, l'usage de l'amalgame n'est plus recommandé à ce jour.

Les eugénates modifiés (IRM® et s-EBA®) sont utilisés en chirurgie endodontique depuis presque 30ans (17). Ils sont simples d'utilisation, leur tolérance biologique est bonne et leur prix est attractif (Tableau 7). De plus, ils procurent une bonne étanchéité de scellement (5,10,17,26). Ce sont donc de très bons matériaux d'obturation *a retro*. Cependant, les études histologiques sur animaux permettent de penser que la régénération tissulaire ne peut avoir lieu avec ces matériaux, tout comme pour l'amalgame (5). Baek et Coll. (5) ont voulu observer les réaction tissulaires péri-apicales sur des dents de chiens obturés *a retro* avec différents types de matériaux. Ils précisent qu'un infiltrat inflammatoire, moindre qu'avec l'amalgame, circonscrit par une coque fibreuse est systématiquement présent avec les eugénates (le s-EBA® semble être le meilleur).

Le MTA® est un matériau récent mais de nombreuses études affirment sa supériorité sur tous les autres matériaux (2,5,17,64). Il procure une excellente étanchéité apicale (17,56,64). Il s'agit d'un des rares matériaux sur lequel des dépôts cémentaires ont été observés (5,33)(Tableau 7). Apayadin et Coll. (2) lui prêtent même des propriétés ostéoconductrices, par sa capacité à stimuler l'activité des cellules du remodelage osseux. Le MTA® est probablement le meilleur produit d'obturation *a retro* mais son prix, sa manipulation difficile et le manque relatif de recul clinique constituent des handicaps à son utilisation (65).

Les ciments verre ionomère, compomères et composites sont beaucoup moins utilisés que les 3 matériaux précédents. La nécessité d'un champ opératoire parfaitement sec et leur étanchéité insuffisante ont désavantagé ces matériaux (12,65) De nouvelles compositions ainsi que des progrès technologiques en terme d'instrumentation, d'hémostase et d'accès visuel rendent ces matériaux prometteurs (26,51,67)(Tableau 7). Par exemple, Von Arx (67) affirme que le composite Retroplast® est comparable au MTA® en terme de biocompatibilité (une régénération apicale survient également avec ce composite) et peut être utilisé en l'absence de préparation canalaire *a retro*, du fait de l'adhésivité.

2-2-9) Fermeture du site opératoire

Avant de refermer le site opératoire, il convient d'inspecter la cavité osseuse à l'aide du microscope opératoire sous fort grossissement (8) puis de la nettoyer, en retirant les dispositifs d'hémostase ne pouvant être laissés *in situ* (comme la cire à os), les débris tissulaires et de matériaux d'obturation (65). Une radiographie per-opératoire pourra alors être prise pour vérifier la qualité de l'obturation *a retro*. Puis, il convient de parer les parois de la cavité osseuse (à la curette chirurgicale par exemple) pour créer un saignement qui sera à l'origine de la formation du caillot sanguin. Des dispositifs complémentaires peuvent alors être mis en place pour favoriser la cicatrisation dento-alvéolaire, avant de repositionner le lambeau.

2-2-9-1) La régénération tissulaire guidée

2-2-9-1-1) Principes

La régénération tissulaire guidée est une technique couramment utilisée en chirurgie parodontale. Son application à la chirurgie endodontique est envisagée pour favoriser la régénération du système d'attache parodontal apical. En effet, l'apposition d'une membrane à la surface de la lésion osseuse permet de (20,21,43):

- 1) Prévenir la prolifération rapide et la migration apicale de cellules épithélio-conjonctive, effective lorsque la face interne du lambeau est au contact direct avec la racine
- 2) Maintenir le volume de la lésion
- 3) Stabiliser le caillot sanguin
- 4) Favoriser la régénération du système d'attache en permettant la colonisation du caillot par les cellules ligamentaires, capables de se différencier en cémentoblastes, ostéoblastes et fibroblastes.

2-2-9-1-2) Technique chirurgicale

La membrane (résorbable ou non résorbable) doit fermer la lésion osseuse de manière semi-perméable ou passive (42,43), c'est à dire qu'elle doit empêcher la migration des cellules épithélio-conjonctives sans entraver la circulation des fluides biologiques, dans un environnement dépourvu d'inflammation et d'infection. Quelques principes fondamentaux sont donc à respecter (43):

- 1) La membrane, calibrée à la forme du défaut osseux, est apposée au contact d'os sain, en périphérie de la lésion
- 2) L'opérateur veille à sa bonne coaptation sur l'os pour prévenir la migration des cellules épithélio-conjonctives
- 3) La mise en place est réalisée dans un milieu dépourvu de salive
- 4) La membrane est maintenue en place pendant 3 à 4 mois pour obtenir un maximum de régénération osseuse (si elle est non résorbable)

2-2-9-1-3) Indications

Mastromihalis et Coll. (43) préconisent l'usage de la régénération tissulaire guidée dans les cas suivants :

- 1) La lésion a provoqué la destruction de l'os cortical vestibulaire et lingual.
- 2) Grandes lésions périapicales (diamètre > 10mm).
- 3) Lésions endo-parodontales (atteintes de la furcation, perte d'os interproximal).
- 4) La lésion péri-apicale est en communication avec la crête alvéolaire.
- 5) Défauts osseux engendrés par des perforations radiculaires.

2-2-9-2) Les matériaux de substitution osseux

Ce sont des matériaux biocompatibles qui permettent de favoriser la cicatrisation osseuse physiquement et chimiquement. Ils sont pour la plupart ostéoconducteurs car leur structure poreuse sert de matrice pour l'apposition de nouveau tissu osseux (21,43). De même, ils préviennent l'effondrement de la membrane de régénération tissulaire et favorisent donc la stabilisation du caillot sanguin (21). Ils sont partiellement ou totalement résorbables. Les composés chimiques libérés stimulent ou participent directement à la néoformation de tissu osseux.

Il en existe un vaste choix dont les dérivés osseux d'origine naturelle animale (comme Bio-Oss®) ou végétale, les biomatériaux de substitution osseux de synthèse (comme le phosphate de calcium biphasé) ou encore des composés chimiques minéraux comme le sulfate de calcium (CaSO_4) (3).

Peu d'études sont actuellement disponibles sur l'efficacité de ces matériaux en chirurgie endodontique. Leur utilisation semble facultative dans le cas de lésion de faible taille (diamètre < 10mm) et préférable dans le cas contraire (21,43,65).

2-2-9-3) Le repositionnement du lambeau et les sutures

Ce temps opératoire est décisif pour le résultat esthétique post-opératoire. Le lambeau doit être repositionné strictement dans sa position initiale pour obtenir une cicatrisation rapide de première intention et s'affranchir de récessions tissulaires marginales (70,71,72). Les sutures ont un rôle majeur dans le maintien en position du lambeau et dans la prévention des complications locales inflammatoires et infectieuses.

2-2-9-3-1) Le matériel de suture

Une grande variété de fils est à disposition de l'opérateur. D'une façon générale, les fils monofilaments sont plus favorables que les multifilaments puisqu'ils limitent la colonisation bactérienne. De même, le diamètre du fil ne peut dépasser le 5/0 (6/0, 7/0 voire 8/0 est idéal) pour que les sutures soient le plus possible atraumatiques (6,33). Compte tenu de la finesse de tels fils, les sutures sont préférentiellement réalisées avec l'aide d'un microscope opératoire (6).

Les fils de soie ne sont plus recommandés car ils favorisent l'accumulation de plaque et la prolifération bactérienne donc l'inflammation (33,72). Les fils résorbables sont envisageables tels que les fils en polyglactine (Vicryl®), poliglecaprone, polidioxanone, notamment et exclusivement pour les sutures des tissus des plans sous-jacents (72). Les fils non-résorbables monofilaments 6/0 ou 7/0 en polyamide, tels le PTFE (poly-tétra-fluoréthylène expansé) ou le polypropylène semblent être la référence (6,33,65,70,71,72). Le fil de nylon est toujours utilisé, bien qu'inconfortable pour le patient (qui se plaint de démangeaisons).

Les aiguilles doivent être fines et préférentiellement courbes. Les aiguilles de 3/8^{ème} de cercle et de 16 à 19 mm de long sont fréquemment utilisées (6-72).

2-2-9-3-2) Technique de suture

Les sutures permettent de repositionner bord à bord les berges du lambeau et des tissus non réclinés. Ces sutures doivent être aussi étanches que possible (6-65), mais doivent imposer un minimum de tension au lambeau pour ne pas perturber sa vascularisation (70,71,72).

Plusieurs types de sutures sont réalisables : des sutures séparées (Photos 10,11,13), d'ancrage, continues suspendues ou matelassiers...(Photo 12). Velvart et Peters (72) recommandent des sutures d'ancrage et matelassées pour les lambeaux de grande étendue, comme le lambeau rectangulaire et des sutures séparées pour les lambeaux plus modestes, comme le lambeau à la base de la papille. Dans le cas des points séparés, il convient de trouver un compromis sur leur nombre afin de stabiliser le lambeau tout en limitant au maximum l'accumulation de plaque.

Von Arx (65) préconise la démarche suivante : réaliser dans un premier temps les sutures périphériques au niveau des angles, puis des incisions de décharges. Poursuivre avec les sutures interdentaires (verticales en U) pour maintenir les papilles si nécessaire.

Lorsque le repositionnement tissulaire est effectué convenablement, les sutures peuvent être déposées au plus tôt 48 heures et au plus tard 96 heures après l'intervention (8,33,71,72). En effet, dans de telles conditions, la cicatrisation de première intention survient en 24 à 48 heures (8). Le maintien des fils n'est donc plus justifié et risque de favoriser l'inflammation au détriment de la cicatrisation.

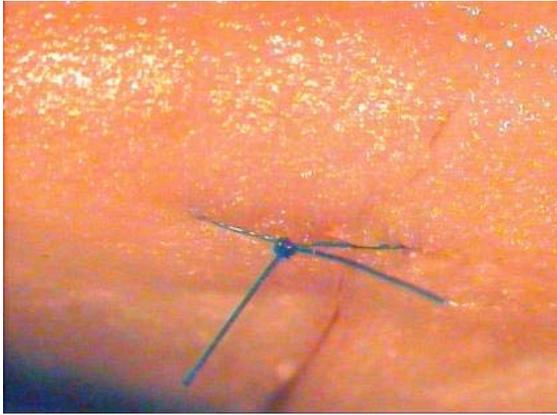


Photo 10 : *Point plat. Iconographie Verner.*



Photo 11: *Point en X. Iconographie Verner.*

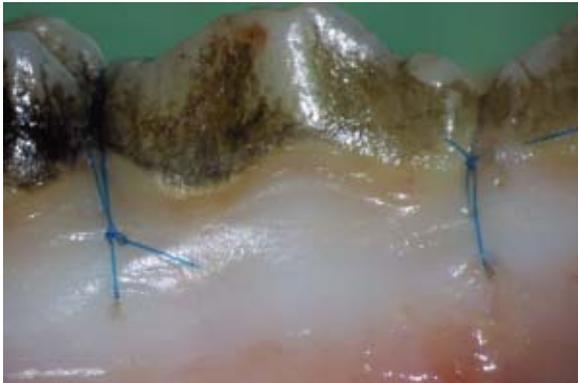


Photo 12 : *Sutures matelassiers verticaux sur gencives de porc. Iconographie Verner.*



Photo 13 : *Point en O sur gencives de porc. Iconographie Verner.*

2-2-10) Suivi post-opératoire

Les recommandations sont écrites :

- Application de glace (en contact indirect avec la peau) immédiatement après l'intervention puis durant les 6 à 8 heures suivants pour prévenir l'œdème et limiter la douleur post-opératoire.
- Informations sur les suites éventuelles (œdème, saignements...).
- Recommandations sur l'alimentation (éviction des aliments chauds et épicés), l'hygiène, l'arrêt ou la réduction du tabac.

Une prescription post-opératoire est effectuée afin de limiter la douleur, l'œdème et de prévenir toute complication infectieuse :

- Antibiotiques : la couverture systématique n'est pas obligatoire. Elle est recommandée dans les situations suivantes (65) : risque infectieux, lésion péri-apicale aiguë, mise en place de matériau de comblements osseux et/ou de membranes, lésions endo-parodontales. La pénicilline A (Amoxicilline) constitue l'antibiotique de choix, à raison de 2 à 3g/jour pendant 6 à 10 jours selon les cas.
- Antalgiques : Des antalgiques de niveau I comme le paracétamol sont suffisants la plupart du temps. La posologie standard est 1g, 1 heure avant l'intervention puis 3g par jour pendant 3 jours. En cas d'intervention longue ou complexe, des associations d'antalgiques de niveau I et II sont envisageables, comme le dextropropoxyphène et le paracétamol (Diantalvic[®]), 3 à 6 gélules par jour pendant 3 jours.
- Anti-inflammatoires stéroïdiens : ils ne sont indiqués qu'en cas de risques majeurs post-opératoires liés à l'œdème (le site chirurgical est à proximité du nerf alvéolaire inférieur, du trou mentonnier). La prednisolone (Solupred[®]) est prescrite à raison de 1mg/kg/prise unique

le matin pendant 3 jours et est systématiquement accompagnée d'une antibiothérapie de couverture du risque infectieux.

- Bains de bouche à base de chlorhexidine (0,12%) et brosse à dents chirurgicale.

Le premier rendez-vous de contrôle est effectué à 48 ou 72h pour déposer les fils de sutures. Puis, un examen clinique et radiographique de contrôle est réalisé par la suite à 10 jours, 3 mois, 6 mois, et 12 mois pour les cas simples. S'il y a des complications (65), une visite supplémentaire à 3 semaines ainsi qu'un contrôle tous les 12 mois, après la première année et jusqu'à cicatrisation, sont recommandés.

Certains auteurs (49) recommandent une irradiation de faible énergie (« Low Energy Level Therapy ») d'une minute (longueur d'onde = 680nm, puissance = 75mW) à 1, 3 et 7 jours après l'intervention pour limiter la réaction inflammatoire, favoriser la prolifération des cellules épithéliales et diminuer la douleur post-opératoire. Cependant, trop peu d'études permettent d'affirmer l'efficacité d'une telle thérapie (49).

3) Réalisation d'une thérapeutique chirurgicale d'une lésion péri-apicale : cas d'une incisive latérale supérieure droite portant un kyste péri-apical.

3-1) Le matériel

La trousse chirurgicale (Photo 14) en micro-chirurgie endodontique est composée des instruments chirurgicaux conventionnels dont la seringue, le porte-lame de bistouri, la canule d'aspiration chirurgicale, l'écarteur, la lame malléable, des ciseaux à gencive, les pinces porte-aiguilles, pinces à champs et pinces porte-lambeau, le décolleur (préférentiellement de Molt), la curette de Lucas, une pince à hémostase de Leriche, le miroir et les précelles. On y ajoute le moteur chirurgical avec une pièce à main chirurgicale, les fraises en carbure de tungstène boule (Photo 16) et fissure et le dispositif d'irrigation au sérum physiologique.

Les instruments micro-chirurgicaux viennent compléter cette trousse. Ces instruments miniaturisés sont conçus pour travailler sous dispositifs d'agrandissement visuels. Il existe entre autres des micro-ciseaux, micro-miroirs (Photo 18), micro-bistouris (Photo 19), micro-pincettes porte-aiguilles à mors diamantés, micro-fouloirs et micro-brunissoirs. Hu Friedy a mis au point une gamme d'instruments micro-chirurgicaux en titane de couleur bleue ou en acier inoxydable satiné qui ne reflètent pas la lumière projetée par le microscope opératoire et augmente le confort et la précision de leur utilisation (Photo 17).

Il faut également ajouter les cartouches d'articaine à 4% et adrénalinées à 1/100000^{ème}, une aiguille d'anesthésie para-apicale, le dispositif d'hémostase locale (boulettes de Racellets® numéro 3), et le fil de suture fil non-résorbable monofilament 7/0 en PTFE. Enfin, le matériel d'endodontie est composé de l'unit ultra-sonique avec la pièce à main ultra-sonique et les inserts diamantés

(Photo 16) ; le MTA® avec le porte-MTA®, l'eau stérile, la plaque à spatuler, la spatule métallique et les pointes de papier stériles.



Photo 14 : *La trousse chirurgicale. Iconographie Ardouin.*

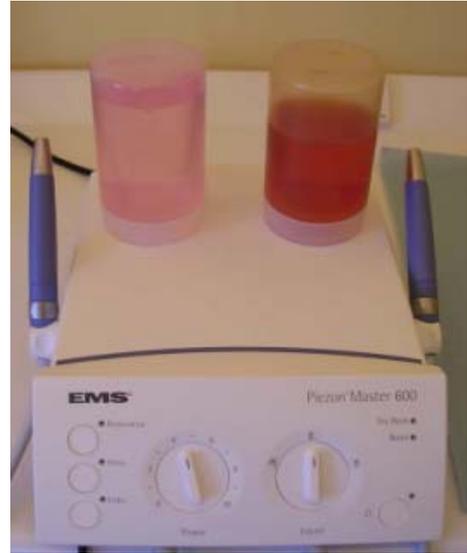


Photo 15 : *L'unit ultra-sonique EMS. Iconographie Ardouin.*



Photo 16: *La pièce à main chirurgicale et des fraises boules en carbure de tungstène. Iconographie Ardouin.*



Photo 17: *Instruments microchirurgicaux. De haut en bas : les micro-ciseaux, le porte-lame microchirurgical et les précelles micro-chirurgicales. Iconographie Ardouin.*



Photo 18: *Un micro-miroir. Iconographie Ardouin.*



Photo 19: *une microlame montée sur un porte-lame de bistouri micro-chirurgical. Iconographie Ardouin.*

3-2) Prémédication du patient

Une prescription d'antalgique est réalisée avant l'intervention pour une meilleure efficacité de l'analgésie post-opératoire. Le patient prend 1g de paracétamol une heure avant l'intervention.

Une prescription sédatrice peut être envisagée en fonction de l'appréhension du patient, en tenant compte de l'état de santé général du patient. L'Hydroxysine (Atarax®) peut être prescrite à hauteur de 1mg/kg une heure avant l'intervention.

3-3) Séquence pré-opératoire

3-3-1) Repérage radiographique de l'apex radiculaire

La détermination du point d'impact peut se faire soit :

- D'emblée : la corticale est déjà perforée par la lésion (lésion volumineuse).
- Par estimation préopératoire avec un cliché retro-alvéolaire orthogonal. Cette démarche est indispensable lorsque l'opérateur estime que la corticale vestibulaire n'est pas affectée par la lésion péri-apicale
- Per-opératoire : un cliché supplémentaire est réalisé avec un élément radio-opaque sur la surface osseuse.

3-3-2) Préparation du praticien et du patient

Le praticien est coiffé d'un calot et porte des lunettes et un masque. Ensuite, il se lave les mains chirurgicalement avec de la bétadine® et revêt une surblouse et des gants stériles. Puis, l'aide opératoire, portant un masque et un calot, ouvre les sachets instrumentaux stériles, en veillant à ne pas rompre la chaîne

d'aseptie, de sorte que le praticien les dispose sur un champ stérile. L'aspiration chirurgicale est mise en marche.

L'aide opératoire invite le patient à gagner la salle chirurgicale. Il est installé sur le fauteuil et fait un bain de bouche à base de chlorexidine. Le praticien réalise un badigeon à la bétadine péribuccal puis intrabuccal, au niveau du site de l'intervention. Enfin, un champ opératoire stérile perforé est disposé sur le patient.

3-4) Séquence opératoire

Après avoir installé le patient, l'aide opératoire se lave les mains chirurgicalement et met des gants stériles. Elle sera au côté du praticien pendant toute la durée de l'acte et sera en charge de l'aspiration chirurgicale.

L'anesthésie est réalisée. Une cartouche est injectée en para-apical, en regard des apex de 11, 12, 13 et 14. Des rappels anesthésiques sont réalisés avec une deuxième cartouche au niveau papillaire (en vestibulaire et en palatin) au niveau de 11, 12, 13 et 14 (papille mésiale), jusqu'à ce que les papilles blanchissent. Il faut attendre 1 à 2 minutes avant d'inciser pour que l'anesthésie soit efficace.

Puis, un lambeau en L est réalisé comme suit : une incision franche intra-sulculaire (au contact de la crête osseuse) est effectuée de la papille mésiale de la 11 jusqu'au tiers mésial de la face vestibulaire de la 14. Puis, une incision de décharge distale est effectuée obliquement vers le bas et l'avant, en direction apico-coronaire, depuis la muqueuse alvéolaire jusqu'au tiers mésial de la face vestibulaire de la 14, de sorte qu'elle rejoigne l'incision intra-sulculaire. Le lambeau est récliné en pleine épaisseur avec un décolleur de Lucas depuis l'angle distal, vers le bas et l'avant. Il faut veiller à ne pas déchirer le périoste sous peine de complications post-opératoires (matérialisées par des douleurs, un œdème ou un hématome). De même, il faut que le lambeau soit récliné au delà la ligne de jonction muco-gingivale en regard de la 12 pour obtenir un bon accès

à la zone apicale. Puis, le lambeau est maintenu à l'écart du site chirurgical avec un écarteur. Une compresse imbibée de sérum physiologique est interposée entre l'écarteur et le lambeau pour prévenir son dessèchement.

L'ostéotomie est réalisée à l'aide de la fraise boule chirurgicale montée sur pièce à main, à basse vitesse, et sous abondante irrigation de sérum physiologique. Le site d'impaction est directement repéré ou déterminé grâce à l'observation radiologique pré-opératoire. Une ostéotomie *a minima* est réalisée afin d'obtenir une voie d'accès au site de la lésion de 3 à 4 mm de diamètre.

A partir de ce stade, le praticien ne travaille qu'avec le microscope opératoire, avec un micro-miroir dans une main. Il ne doit plus détourner les yeux du binoculaire, d'où la nécessité de l'aide opératoire.

La lésion est minutieusement retirée, sous un grossissement visuel de 8 à 14 fois la réalité. Une curette de Lucas permet de cliver la paroi kystique de la paroi osseuse. Puis, la lésion est extirpée à l'aide d'une pince porte-aiguille ou d'une pince à hémostase de Leriche.

La résection apicale est réalisée avec la fraise cylindrique en carbure de tungstène montée sur turbine, contre-angle ou pièce à main, sous abondante irrigation de sérum physiologique réfrigéré. Le degré de grossissement visuel est inchangé. L'amputation concerne les 3 mm apicaux radiculaires et est réalisée orthogonalement à l'axe radiculaire. Puis, l'hémostase locale est réalisée en mettant en place un boulette de Racellets® numéro 3 dans la cavité osseuse. Des boulettes de coton stérile sont ajoutées pour remplir la cavité et le tout est comprimé à l'aide d'un manche de miroir pendant 2 minutes. Les boulettes sèches sont retirées ; l'hémostase parfaite permet d'inspecter minutieusement la crypte osseuse, de compléter le retrait de la lésion si besoin et de rincer toute la cavité, avec du sérum physiologique.

Puis, la préparation *a retro* est réalisée avec les inserts ultrasoniques sous abondante irrigation, sur 3mm de profondeur. Toutes les issues canalaires observées sont préparées en respectant leur anatomie.

Ensuite le praticien rince abondamment le site chirurgical et sèche les issues canalaires préparées avec des pointes de papier stérile. Pendant ce temps, l'aide opératoire prépare le MTA® (mélange de 3 doses de poudre pour 1 dose d'eau stérile jusqu'à l'obtention d'un gel colloïdal) et le charge sur le porte-MTA®. Le matériau est mis en place dans la cavité *a retro*, sous un fort grossissement optique (de 14 à 30 fois la réalité). Après 3 minutes de prise, les retraits sont évacués avec la micro-spatule et la surface est brunie avec le micro-brunissoir. Une radiographie rétroalvéolaire de contrôle est réalisée pour s'assurer de l'étanchéité du scellement apical et de l'absence de débordement de MTA®. La cavité osseuse est une dernière fois inspectée, toujours sous fort grossissement optique, pour s'assurer qu'elle est parfaitement propre. La boulette de Racellets® est retirée. Les parois osseuses sont curetées avec la curette de Lucas afin de stimuler le saignement pour que la cavité se remplisse de sang. Enfin, le lambeau est repositionné en position initiale. Les sutures par points simples sont effectuées avec le fil non-résorbable monofilament 7/0 en PTFE, sous grossissement optique faible (de 4 à 8 fois la réalité). La première suture intéresse l'angle du lambeau afin de le stabiliser. Puis, d'autres sutures sont réalisées au niveau des incisions de décharges puis au niveau des papilles interdentaires. Le site opératoire est ensuite comprimé pendant 2 minutes à l'aide d'une compresse, pour éviter la formation d'un caillot s'interposant entre le lambeau et les tissus sous-jacents.

Enfin, le patient est débarrassé du champ opératoire puis une poche de glace est immédiatement apposée à la surface de la lèvre supérieure droite pour prévenir l'œdème. Le praticien explique les consignes post-opératoires au patient pendant que l'aide opératoire range le plateau chirurgical.

Le patient est revu à 48 heures pour la dépose des fils et l'inspection post-opératoire du site chirurgical. Puis le patient revient en visite de contrôle à 7 jours, 1 mois, 3 mois, 6 mois et un an pour vérifier le bon déroulement de la cicatrisation tissulaire apicale.

4) Pronostic des thérapeutiques microchirurgicales endodontiques

4-1) Le succès en microchirurgie endodontique et ses déterminants

4-1-1) Définition du succès

Il n'existe aucune définition consensuelle et universelle. Des paramètres cliniques, radiologiques et histologiques peuvent être pris en compte. Le facteur temps est également important.

4-1-1-1) Paramètres cliniques

Le succès d'un point de vue clinique est consensuel. Il implique nécessairement la disparition des signes et symptômes dentaires et parodontaux, présents avant l'intervention (douleurs, mobilités dentaires non physiologique, fistules, tuméfactions entre autres), quel que soit le délai d'observation (les suites immédiates liées à l'acte chirurgical mis à part) (33,41,53,61,63).

4-1-1-2) Paramètres radiologiques

Ils sont difficiles à évaluer objectivement puisque opérateur-dépendants. De même, quels critères retenir pour statuer sur la cicatrisation apicale? Rud et Andreasen (55) et Molven (46) proposent la classification suivante :

1) Cicatrisation complète.

- Espace parodontal de largeur normale, continuité de la lamina dura au niveau de l'apex.
- Petit élargissement ligamentaire apical, inférieur au double de la largeur de l'espace ligamentaire d'une racine saine.
- Petit défaut de la lamina dura (au maximum 1mm²) en regard du matériau d'obturation.

- Réparation osseuse complète ; l'os bordant la région apicale n'a pas la même densité que l'os situé plus en périphérie et épargné par la lésion.
- Réparation osseuse complète ; aucun espace parodontal apical n'est observé.

2) Cicatrisation incomplète (tissu cicatriciel) : La radioclarité a diminué de taille ou est stationnaire et est caractérisée par un des éléments suivants :

- Identification de tissu osseux dans la radioclarité, les limites de la radioclarité sont irrégulières et sont matérialisées par un liseré périphérique radio-opaque, la radioclarité n'est pas centrée sur l'apex
- Tissu cicatriciel isolé dans l'os avec les particularités énoncées ci – dessus.

3) Cicatrisation incertaine : La radioclarité a diminué de taille avec une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- La radioclarité fait le double de la largeur de l'espace ligamentaire
- est bordée par un liseré radio-opaque
- a une forme arrondie ou semi-circulaire
- est centrée sur l'apex et ressemble à une extension en entonnoir de l'espace ligamentaire
- comprend des structures ressemblant à de l'os.

4) Echec : La radioclarité est inchangée ou s'est élargie.

4-1-1-3) Paramètres histologiques

Ils ne peuvent être vérifiés que par analyse microscopique, ce qui rend la tâche complexe, *in vivo*, chez l'homme! Pourtant, ces paramètres sont décisifs si on prend en compte les objectifs de régénération tissulaire énoncés par Von Arx (66) et Apaydin et Torabinejad (3). Seules les études réalisées sur animaux sacrifiés peuvent renseigner sur ces vérifications. Une interprétation

radiographique peut cependant laisser présager de la nature des tissus péri-apicaux.

4-1-1-4) Le facteur temps

Le délai utilisé pour statuer sur le succès est généralement de 1 an (19,41,53,61,63). délai semble prédictif. Rubinstein et Kim (53) observent dans leur étude que les cas considérés comme succès à 1an le restent 5 à 7 ans plus tard. Maddalone et Gagliani (41) affirment que 100% des succès observés à 1 an dans leur étude l'étaient toujours à 3 ans.

Tsisis et coll. (63) précisent qu'il est toujours favorable de pouvoir s'assurer du succès sur un délai aussi long que possible.

4-1-1-5) Quels paramètres retenir ?

Les paramètres cliniques ne posent pas de problème ; l'absence de symptomatologie est une condition nécessaire du succès.

Les paramètres radiographiques sont plus discutés. De nombreuses études rassemblent les cicatrises complètes et incomplètes à 1 an dans la catégorie des succès (41,61,63). Molven et coll. (45) démontrent dans leur étude que les cas considérés comme cicatrises incomplètes (avec un tissu cicatriciel observé à la radiographie) à 1an restent inchangés 8 à 12 ans plus tard et méritent, à ce titre, l'appellation de succès. Pour les cicatrises incertaines, un délai de 2 ans supplémentaires est accordé pour statuer sur leur état (41,61). Si l'image radiologique est inchangée, le cas est considéré comme un échec.

Il est donc difficile voire impossible de strictement déterminer les critères du succès, tant les paramètres radiologiques peuvent être exploités différemment. Les résultats des études doivent donc être interprétés avec prudence et il faut toujours regarder les paramètres du succès (19). Seul le cas d'un succès clinique et d'une cicatrises complète radiologique, selon les critères de Molven (46) et

Rud et Andreasen (55) peut être raisonnablement considéré comme un succès. Friedman (19) propose donc d'éviter de parler de succès ou d'échec, afin de limiter l'ambiguïté liée à ces termes. Il préfère parler de résultats en « cours de guérison » lorsque la lésion a diminué de taille et « guérie » lorsqu'elle a totalement disparue.

4-1-2) Les taux de succès en microchirurgie endodontique

Etude	Suivi (en années)	Nombre de cas	Succès	Technique chirurgicale et matériaux d'obturation <i>a retro</i>
Rubinstein et Kim (53)	5 à 7	59	91,5%	Technique microchirurgicale avec s-EBA®.
Chong et Coll. (10)	2	86	De 87% à 92%	Technique microchirurgicale avec IRM® (87%) et MTA® (92%).
Wang et Coll. (74)	8	94	74%	Amalgame, composite, s-EBA®, IRM®, MTA®.
Tsisis et Coll. (63)	1 environ	88	De 44,2% à 91,1%	technique traditionnelle (44,2%) et technique microchirurgicale (91,1%) avec s-EBA®.
Taschieri et Coll. (61)	1	71	92,5%	Technique microchirurgicale avec s-EBA®.
Maddalone et Gagliani (41)	3	120	92,4%	Technique microchirurgicale avec s-EBA®.
Von Arx (67)	1	86	93%	Technique microchirurgicale avec Rétroplast®.

Tableau 8: Récapitulatif de différents taux de succès des thérapeutiques chirurgicales des lésions péri-apicales publiés entre 2002 et 2006.

Ces chiffres montrent un taux de succès très important, d'environ 92% à court et à long terme. Tsisis et Coll. (63) affirment que l'utilisation de techniques microchirurgicales améliore très significativement le pronostic, compte tenu de l'écart (de près de 50%) entre les taux de succès des techniques traditionnelles et les techniques modernes. Les techniques micro-chirurgicales sont donc nécessaires pour garantir un taux optimal de succès.

4-1-3) Les déterminants du succès

Les principes de la chirurgie apicale sont bien connus à ce jour ; il s'agit de réaliser grâce à un abord mucopériosté, l'exérèse de tissu inflammatoire, la résection de l'apex et le scellement apical du système canalaire (7). Pourtant, les taux de succès observés en fonction des différents protocoles utilisés varient considérablement (63). Dans toutes les études présentant de forts taux de succès (10,41,53,61,63), il existe des facteurs communs dans le protocole opératoire micro-chirurgical qui constituent les déterminants du succès.

4-1-3-1) Les dispositifs d'agrandissements visuels

Ils sont omniprésents dans toutes les interventions à succès. Des loupes (41,42,61,74), microscopes opératoires (10,63,67), ou endoscopes (61) sont utilisés. Le microscope et l'endoscope sont pressentis plus efficaces que les loupes pour garantir le succès (22,33,62,68,69) Les avantages en terme d'accès visuel de précision diagnostique et thérapeutique et de confort d'utilisation sont certains (8,33,61,68) mais davantage d'études doivent être menées pour confirmer leur supériorité clinique (61).

4-1-3-2) Les instruments ultrasoniques

Les instruments ultrasoniques sont de taille très inférieure aux instruments rotatifs (29,54) et sont utilisés avec l'aide de dispositifs d'agrandissement visuel. Ils sont donc les plus à même de respecter les principes de préparation de la cavité idéale *a retro* (8,33,65). Cette technique micro-ultrasonique (29) semble

être pour beaucoup responsable d'un taux de succès élevé, même s'il est difficile de le vérifier spécifiquement. Selon Kim et Kratchman (33), le bénéfice lié à l'usage des instruments ultrasoniques en terme de succès est de 17 à 30% (par rapport aux instruments rotatifs). De même, Tsesis et Coll. (63) affirment que la préparation ultrasonique *a retro* est un facteur-clé dans la nette supériorité des résultats des techniques modernes sur les techniques traditionnelles.

Il existe deux types d'inserts ultra-soniques : les inserts diamantés et non diamantés. Bien que leur efficacité soit systématiquement supérieure à celle des instruments rotatifs (25), il semble que les ultrasons soient à l'origine de microfractures au niveau de la partie apicale de la racine, probablement préjudiciable à l'étanchéité de l'endodonte (11,25,48). Navarre et Steiman (48) n'observent aucune fracture à l'examen microscopique de 40 racines extraites préparées pour une moitié avec des instruments ultrasoniques non diamantés en acier inoxydable (CT-5 ; Analytic Technology) et pour l'autre moitié avec des instruments diamantés en nitrate de zirconium (KiS#1 ; Obtura/Spartan). Gondim et coll. (25) observent davantage de microfractures sur les apex préparés avec des inserts non-diamantés par rapport aux inserts diamantés. Ils attribuent ce résultat au temps de travail augmenté pour les inserts non-diamantés, du fait de leur moindre efficacité de préparation. Ils minimisent cependant l'incidence d'un tel phénomène en mettant en avant le rôle du remaniement apical survenant lors de la cicatrisation. Enfin, De Bruyne et De Moor (11) affirment que les études réalisées sur dents extraites avant la préparation *a retro* biaisent les résultats car des microfractures peuvent être créées lors de l'extraction. Ainsi, seules les études réalisées sur des racines de cadavres, extraites avec leur desmodonte et après préparation *a retro*, sont fiables. Après avoir mené une étude dans de telles circonstances, ils concluent que les instruments ultrasoniques, diamantés ou non, provoquent des microfractures, sans différence significative entre les deux types. Ils ajoutent

qu'aucune étude ne prouve le lien entre ces microfractures et une diminution de l'étanchéité apicale. Il semble donc préférable d'utiliser des inserts diamantés pour le gain de temps qu'ils procurent lors de la préparation, grâce à leur meilleure efficacité de coupe.

L'étanchéité apicale est possible grâce aux propriétés propres aux matériaux et à la qualité de la préparation rétrograde. Tascheri et Coll. (60) ont montré dans leur étude *in vitro* que l'étanchéité est parfaite ou quasi-parfaite, pour les dents préparés *a retro* avec des instruments ultrasoniques et obturés avec du ciment s-EBA®. Schultz et Coll. (56) observent également au cours d'un protocole expérimental proche, une excellente étanchéité apicale pour des dents préparées *a retro* avec des instruments ultra-soniques et obturés aux s-EBA® et au MTA®. Outre la valeur des ciments d'obturation MTA® et s-EBA®, la qualité de la préparation *a retro* est nécessairement impliquée dans ces résultats.

4-1-3-3) Le retraitement préalable par voie coronaire

Simon et Pertot (58) affirment que « les taux de succès obtenus sur des chirurgies pratiquées suite à des échecs de retraitement sont plus élevés (de 84% à 91%) que ceux observés suite à des chirurgies réalisées directement suite à un échec de traitement initial ». Les auteurs estiment qu'en cas d'échec suite à un retraitement correctement réalisé, les bactéries responsables de l'échec sont extracanales et donc éliminées définitivement lors de la chirurgie apicale. Par contre, dans le cas d'un échec chirurgical obtenu sur une dent non retraitée préalablement par voie orthograde, le facteur étiologique est vraisemblablement la persistance d'une infection intracanaire, suivie de sa diffusion dans le péri-apex.

4-1-3-4) Les matériaux d'obturation *a retro*

L'étanchéité apicale et la biointégration du matériau d'obturation *a retro* sont 2 critères décisifs dans le succès. Les conditions de mise en place du matériau

influencent l'étanchéité du matériau. Ainsi, toutes les études cliniques à succès (10,41,53,61,63,67) ont utilisé des dispositifs d'hémostase pré-chirurgicaux (solutions adrénalinées à 1 :50000) et chirurgicaux (bone wax, boulettes de coton imbibées de solution adrénalinées...) pour obtenir un champ propre et sec de mise en place du matériau.

L'usage de l'amalgame n'est plus recommandé à ce jour du fait de sa corrosion, de son manque d'étanchéité et de sa toxicité (5,10,17,56,67).

Les eugénates modifiés (IRM® et s-EBA®) démontrent d'excellents résultats, lorsqu'ils sont utilisés dans le cadre microchirurgical (tableau 8). Les études *in vitro*, évaluant l'étanchéité apicale avec s-EBA®, vérifient sa capacité à sceller quasi-hermétiquement *a retro* le système canalaire radiculaire réséqué (56,60). Selon Geer et Coll. (26), s-EBA® et IRM® ne montrent pas de différence significative en terme d'étanchéité. Des études cliniques rétrospectives récentes (10,41,53,61,63,74), utilisant le s-EBA® ou l'IRM® comme matériau d'obturation dans un cadre microchirurgical démontrent tous un taux de succès supérieur à 85%, pour des durées d'observation allant jusqu'à 7 ans. Compte tenu des résultats expérimentaux et cliniques publiés à ce jour, les eugénates modifiés peuvent être considérés comme matériau d'obturation *a retro* de référence, pour optimiser le succès chirurgical.

Le MTA® est actuellement très populaire. Des études histologiques réalisées sur des chiens sacrifiés mettent en évidence la présence de ciment à la surface du MTA®, à 4 mois de sa mise en place (2,5). De tels résultats ne sont jamais observés avec des eugénates modifiés (5). En terme d'étanchéité, de scellement, le MTA® est aussi efficace voire significativement plus efficace (17,56) que les eugénates modifiés. Cependant, aucune étude n'a encore démontré la supériorité du MTA® sur n'importe quel autre matériau, en terme de succès clinique. Chong et Coll. (10) n'observent pas de taux de succès significativement meilleur

avec le MTA® qu'avec l'IRM®, même si ces taux font partie des meilleurs jamais observés cliniquement. Fournier et Boutier (17) en concluent que le MTA® est à ce jour un excellent matériau d'obturation *a retro*, mais le manque de recul clinique ne leur permet pas d'affirmer sa supériorité sur les eugénates modifiés. D'autres investigations doivent être menés pour clarifier ses propriétés.

D'autres matériaux, comme les composites et compomères (exemples : Rétroplast®, Dyract AP®) semblent être très intéressants en terme d'efficacité clinique (67) mais le manque d'études cliniques ne permet pas de vérifier leur efficacité. Pour ces matériaux, d'autres études doivent également être menées.

4-2) L 'échec et ses facteurs de risque

4-2-1) Les facteurs de risque

De nombreux facteurs de risque peuvent venir entacher le pronostic de la micro-chirurgie endodontique. Friedman (19) propose de les classer en facteurs pré-opératoires, per-opératoires et post-opératoires.

4-2-1-1) Les facteurs pré-opératoires

Tous ces facteurs peuvent être détectés lors de la consultation pré-opératoire grâce à l'anamnèse et aux examens cliniques et radiographiques.

4-2-1-1-1) Taille et limites de la lésion

Les avis sont controversés. Selon Friedman (19) et Tsesis et Coll. (63), la taille initiale de la lésion n'a pas d'influence sur le pronostic. La seule différence est liée au délai de cicatrisation (63), évalué à environ 6 mois pour les petites lésions contre 11 mois pour les grandes lésions. A l'inverse, Wang et Coll. (74) estiment que la taille de la lésion est un facteur prédictif significatif dans le pronostic, favorable pour les petites lésions (taille <5mm). Ces auteurs justifient

cette affirmation par la difficulté d'accès des grandes lésions, rendant difficile voire impossible le retrait de tous les tissus inflammatoires péri-apicaux.

4-2-1-1-2) Localisation de la dent

La localisation de la dent est un facteur pronostic lorsqu'on utilise une technique chirurgicale traditionnelle (63) : dans les secteurs molaires mandibulaires, la moindre accessibilité apicale nécessite de réaliser une ostéotomie plus large et un angle de résection plus important pour parvenir à enlever la totalité des tissus lésionnels et effectuer une préparation et une obturation *a retro*. Il en résulte une moindre étanchéité apicale et une cicatrisation plus longue faisant significativement augmenter le taux d'échec (63). Par contre, aucune différence significative ne peut être vérifiée avec une technique micro-chirurgicale entre les différentes dents (19,63). De même, aucune étude clinique récente intégrant tous les types de dents (dont des molaires) ne fait état de résultats plus défavorables avec un groupe de dents en particulier (41,74).

4-2-1-1-3) Le statut parodontal de la dent en cause

La perte de continuité de la corticale osseuse est un facteur de pronostic défavorable dans la guérison des lésions péri-apicales (19,21,33,42,66,67). Dans ce cas, 2 phénomènes peuvent se produire (21,66) : soit le lambeau s'accroche directement à la racine en formant un long épithélium de jonction plus fragile qu'un système d'attache normal, soit une poche parodontale se forme et favorise la survenue d'une lésion endo-parodontale autorisant une contamination directe de la région périapicale par les bactéries buccales. Il faut rappeler que dans les techniques micro-chirurgicales modernes, une ostéotomie *a minima* est préconisée pour favoriser la cicatrisation, en limitant le risque de survenue de communication endo-parodontale et en favorisant une réattache du lambeau sur un maximum de surface osseuse (8,33). Taschieri et Coll. (61) vont jusqu'à exclure de leur protocole d'étude, les dents pour lesquelles des déhiscences

osseuses intéressent les corticales linguale et vestibulaire, estimant que la cicatrisation est alors compromise de ce fait.

La présence de maladie parodontale est également un facteur de pronostic défavorable (30,42). Jansson et Coll. (30) affirment qu'il y a plus d'inflammation péri-apicale à long terme (4 à 15 ans) et après chirurgie péri-apicale chez des patients atteints de maladie parodontale par rapport à des patients non atteints, du fait de la diffusion progressive des bactéries parodontales vers la région apicale, à mesure que la maladie progresse. Plusieurs auteurs en concluent donc que les conditions de cicatrisation parodontale apicale sont dépendantes du statut parodontal marginal (30,66).

4-2-1-1-4) La qualité de la restauration coronaire

L'étanchéité de la restauration coronaire est indispensable, sous peine d'échec lié à la recontamination du système canalaire par voie orthograde (8,16,33,61,63,74). La présence de tenon radiculaire est souvent pressentie comme facteur pronostic défavorable dans le pronostic des thérapeutiques chirurgicales des lésions péri-apicales. Les tenons favoriseraient la survenue de fractures ou de microfractures radiculaires, responsables de la recontamination du système canalaire et donc de l'échec de la thérapeutique (63). Cependant, ces suppositions sont rarement vérifiées dans les études cliniques (41,61,63,74).

4-2-1-1-5) L'obturation canalaire

Le type de matériau d'obturation n'est pas déterminant dans le pronostic (19). Par contre, il n'en est pas de même pour le niveau de la limite de l'obturation. Wang et Coll. (74) estiment que ce paramètre est significativement décisif dans le pronostic, et plus particulièrement en cas de dépassement de matériau dans le péri-apex : en cas de sous-obturation, le foyer infectieux est retiré lors de l'apicectomie tandis en cas de sur-obturation, il est plus délicat de retirer la totalité des débris de matériaux infectés disséminés dans le péri-apex.

La rigueur du protocole du traitement ou retraitement orthograde préalable est importante. L'absence de champ opératoire et de désinfection canalaire favorise la contamination de l'endodonte et augmente le risque d'échec (16,36), même pour une chirurgie apicale parfaitement réalisée. Ainsi, Kontakiotis et Coll. (36) préconisent d'effectuer un retraitement canalaire orthograde avant un retraitement chirurgical, lorsque le traitement endodontique est jugé insatisfaisant, pour s'affranchir d'une recontamination péri-apicale post-chirurgicale.

4-2-1-1-6) Autres facteurs

L'âge, le sexe du patient, les symptômes pré-opératoires et la réintervention chirurgicale sont des facteurs fréquemment cités par les auteurs comme des facteurs de pronostic (19,74). Cependant, aucune étude ne peut prouver significativement l'implication de ces facteurs dans les échecs thérapeutiques.

4-2-1-2) Les facteurs per-opératoires

4-2-1-2-1) L'obturation *a retro*

La mise en place d'un matériau d'obturation *a retro* doit être systématique, même lorsque la préparation canalaire orthograde est obturée avec des dispositifs de tuteurs enrobés de gutta, à haut pouvoir d'étanchéité (60). Ce matériau a pour but de sceller toutes les issues apicales et prévenir la recontamination du péri-apex par diffusion bactérienne (17,54,64,67). Les traitements canaux orthograde et rétrograde ne peuvent jamais garantir la désinfection intégrale du système canalaire dans le temps ; les voies de recontaminations étant nombreuses (via les tubuli dentinaires, micro-fuites coronaires(3,16,17,67). L'obturation apicale sert ainsi de barrière physique à la diffusion bactérienne. Selon Friedman (19), le pronostic de l'obturation *a retro* est amélioré lorsqu'elle est réalisée non conjointement au traitement orthograde.

4-2-1-2-2) Les complications per-opératoires

Elles surviennent préférentiellement avec les techniques chirurgicales traditionnelles (33,63). Lors de la résection apicale, le moindre contrôle de l'instrument rotatif comparé à l'instrument ultra-sonique augmente le risque de perforation de la corticale osseuse linguale ou palatine du procès alvéolaire (33,67). Hors, la perte de continuité de la corticale osseuse est un facteur de pronostic défavorable dans la guérison des lésions péri-apicales (19,21,42,66,67). De même, Kim et Kratchman (33) affirment que l'angle de résection réalisé dans la technique traditionnelle ne permettent pas d'identifier aisément les apex linguo-positionnés ; il en résulte une ostéotomie élargie, un temps opératoire allongé et une racine affaiblie ; facteurs tous défavorables au pronostic.

4-2-1-2-3) L'aptitude de l'opérateur

Elle est déterminante dans le pronostic. L'usage d'instruments micro-chirurgicaux sous dispositifs d'agrandissements visuels nécessitent un apprentissage et un temps d'adaptation (30,62,68). Un opérateur expérimenté aura donc des gestes plus précis et mieux maîtrisés qu'un novice. Tsesis et Coll. (63) estiment que le moindre taux de succès obtenu par Wang et Coll. (74) dans leur étude clinique est en partie lié au fait que les interventions étaient réalisées par des étudiants.

4-2-1-3) Les facteurs post-opératoires

Les prescriptions post-opératoires ont pour but de prévenir les complications liées à la lésion péri-apicale et/ou à l'acte chirurgical. Friedman (19) affirme qu'une médication post-opératoire n'influence pas le pronostic chirurgical, sauf en cas de risque infectieux où une antibiothérapie est nécessaire (65). Une infection ou sur-infection du site chirurgicale peut retarder voire invalider la cicatrisation péri-apicale.

4-2-2) Etiologies des échecs

Pour Rubinstein et Kim (53), le véritable échec en chirurgie endodontique est « la récurrence de la lésion péri-apicale lorsque qu'aucune autre étiologie ne peut être déterminée ». Le taux d'échec a considérablement diminué depuis quelques années. Les études cliniques récentes font états de taux inférieurs à 10% (10,41,53,61,63,67). L'utilisation des techniques micro-chirurgicales et l'identification des facteurs de risque d'échec sont certainement responsables de l'amélioration global du pronostic de la chirurgie endodontique. Pourtant, certains échecs persistent. Malheureusement, peu d'études cliniques sont disponibles sur les échecs. Camus (7) évoque 2 étiologies possibles :

- 1) La mauvaise étanchéité apicale. Elle serait liée à une préparation *a retro* non intégrale (fortement probable en cas d'anatomie canalaire complexe) provoquant un manque d'étanchéité apicale.
- 2) La présence d'une fêlure non diagnostiquée. Notons qu'une observation minutieuse de la radiographie rétroalvéolaire pré-opératoire (7) ainsi que l'inspection microscopique per-opératoire de la racine (33,54) sont la meilleur façon pour se prémunir de ces risques.

4-2-3) Mieux comprendre l'échec

L'interprétation des études cliniques est difficile à réaliser puisque les conditions de réalisation ne sont pas standardisées (44). La situation initiale (liée notamment aux facteurs de risque), le matériel et les méthodes utilisées diffèrent toutes les unes des autres. Mead et Coll. (44) ont classé en 5 catégories (la catégorie 1 étant la meilleure et la catégorie 5 la moins bonne), 79 études cliniques réalisées depuis 30 ans, en fonction du niveau de preuve qu'elles apportent. Selon les auteurs, aucune étude n'atteint la niveau 1 (excellent), seulement 7 atteignent le niveau 2 (bon) tandis que 56 atteignent le niveau 4, considéré comme faible. Même si certains publicateurs ne remettent pas en

cause l'efficacité et la nécessité de la microchirurgie endodontique, ils nous invitent à interpréter les résultats des études cliniques avec prudence. De même, une standardisation des protocoles de ces études serait souhaitable pour affirmer l'efficacité des concepts chirurgicaux modernes. A cet effet, plusieurs auteurs (33,53) proposent une classification des indications de la chirurgie péri-apicale qui serviraient de base commune pour l'évaluation des résultats de traitements. La version la plus récente de cette classification comprend 6 catégories (33) :

- Catégorie A : Dent dépourvue de lésion péri-apicale, de mobilité anormale ou de poche parodontale mais toujours symptomatique malgré les thérapeutiques non chirurgicales mises en œuvre. Les symptômes sont la seule indication pour la chirurgie apicale.
- Catégorie B : Dent symptomatique présentant une petite lésion péri-apicale mais exempte de poche parodontale et de mobilité anormale. Les dents de cette catégorie sont les candidates idéales pour la microchirurgie endodontique.
- Catégorie C : Dent présentant une large lésion péri-apicale s'étendant en direction coronaire et exempte de poche parodontale ou de mobilité anormale.
- Catégorie D : Catégorie C avec des poches parodontales profondes.
- Catégorie E : Dent présentant une large lésion péri-apicale, accompagnée d'une lésion endo-parodontale intéressant l'apex mais ne présentant aucun signe de fracture.
- Catégorie F : Dent présentant une lésion péri-apicale et une perte complète de la corticale osseuse vestibulaire, dépourvue de mobilité anormale.

Les avantages de cette classification sont nombreux (33,53) :

- Des facteurs de risques préopératoires déterminants sont pris en compte
- Des objectifs de traitements peuvent être adaptés à chaque catégorie
- Les échecs peuvent être directement mis en relation avec les facteurs de risque initiaux.
- En règle générale, les résultats en chirurgie endodontique seraient clarifiés.

Conclusion

Une meilleure connaissance histologique des lésions péri-apicales et de ses déterminants permet d'affirmer que les thérapeutiques chirurgicales des lésions péri-apicales sont des thérapeutiques nécessaires et complémentaires des traitements endodontiques par voie orthograde. Les obstacles canaux empêchant l'accès à la région péri-apicale, la présence d'une superstructure prothétique, les échecs de traitements ou de retraitements endodontiques conventionnels indiquent la chirurgie endodontique comme seule alternative durable à l'extraction ou à l'amputation radiculaire de la dent porteuse de parodontite apicale.

Pour optimiser les résultats opératoires, de nouveaux concepts ont fait irruption. L'introduction des techniques micro-chirurgicales a transformé la conduite à tenir opératoire. Tout d'abord, il est indispensable d'utiliser des dispositifs d'agrandissements visuels tout au long de l'acte chirurgical. Le microscope et l'endoscope sont à ce jour les dispositifs les plus fiables. Leurs avantages sont nombreux : les voies d'accès au site chirurgical sont moins traumatiques et la précision chirurgicale lors des temps de résection apicale, préparations et obturation *a retro* est considérablement augmentée. De tels dispositifs permettent également d'utiliser des instruments miniaturisés (comme les micro-miroirs, micro-fouloirs, les micro-lames), adaptés à un site chirurgical qui ne dépasse pas quelques millimètres cubes.

Une rigueur du protocole doit être observée à chacune des étapes chirurgicales pour optimiser le succès. Ainsi, le choix du lambeau est déterminé en fonction du biotype parodontal, afin de limiter le risque de récession tissulaire marginale post-chirurgicale. Les lambeaux en L, en U et à la base de la papille sont aujourd'hui les lambeaux recommandés. L'ostéotomie doit être aussi réduite que possible pour favoriser la cicatrisation osseuse et la résection apicale doit intéresser les deux millimètres apicaux de la racine pour supprimer le delta

canalaire apical et ses nombreuses issues secondaires. Ensuite, le retrait de la lésion péri-apicale doit être intégrale puis le site chirurgical doit être parfaitement isolé du sang . L'usage de produits hémostatiques locaux est alors indispensable pour garantir un excellent accès visuel à l'extrémité radiculaire et pour prévenir la contamination de l'endodonte par des fluides biologiques. Différents types d'agents chimiques (Racellets®, Stasis®), mécaniques (bone wax®) ou biologiques (Gelfoam®) sont disponibles et efficaces. La préparation *a retro* doit être réalisée avec des instruments ultra-soniques spécifiques à la microchirurgie endodontique, et non avec des fraises montées sur turbines, afin de respecter le profil canalaire. Un matériau d'obturation *a retro* doit ensuite être mis en place pour garantir l'étanchéité du système canalaire et prévenir la recontamination bactérienne. Le MTA® est aujourd'hui le meilleur matériau *a retro* disponible. Le s-EBA® et l'IRM® sont également favorable. Par contre, l'amalgame doit définitivement être abandonné du fait de sa faible biocompatibilité qui invalide la cicatrisation apicale. Enfin, la fermeture du site doit être méticuleuse. L'usage d'une membrane de régénération tissulaire guidée ainsi que des biomatériaux de substitution osseux peuvent être indiquées en cas de lésion péri-apicale volumineuse. Les sutures seront aussi nombreuses que nécessaire, sous forme de points séparés ou continus, mais devront être réalisées avec un fil très fin (6/0 voire 7/0), préférentiellement non résorbable, et déposé à 48 heures après l'intervention. A ce titre, le fil en polytétrafluoroéthylène expansé (PTFE) est recommandé par de nombreux praticiens.

Pour respecter de tels impératifs, la présence d'une aide opératoire est indispensable au bon déroulement de l'intervention.

Le succès en microchirurgie endodontique est effectif lorsqu'il n'existe aucun signe ou symptôme clinique pathologique et lorsque des signes radiologiques de cicatrisation sont décelés. Un délai de 1 an semble être prédictif du succès. En cas de doute, le délai est reporté de 2 ans.

Les déterminants du succès ont été confirmés par de nombreuses études cliniques récentes. L'utilisation de dispositifs d'agrandissement visuels et d'instruments ultra-soniques, le retraitement endodontique orthograde pré-chirurgicale dès lors qu'il est réalisable ainsi que l'utilisation de matériaux d'obturation *a retro* biocompatibles (tels le s-EBA®, l'IRM® et le MTA®) sont omniprésents dans les études cliniques à taux de succès élevé. De même, des facteurs de risque d'échec ont été identifiés : la taille de la lésion péri-apicale, la localisation de la dent à traiter, la qualité de l'obturation canalaire et du matériau de restauration coronaire, voire l'âge et le sexe du patient sont des facteurs de risque pré-opératoires. Parmi les facteurs per-opératoires, on retrouve la qualité de l'obturation *a retro*, la dextérité de l'opérateur ainsi que la survenue de complications.

La notion de succès ou d'échec demeure difficile à définir. Parmi toutes les études cliniques récemment publiées, les protocoles opératoires mis en œuvre, les matériaux et matériels utilisés et les paramètres retenus pour différencier l'échec du succès diffèrent considérablement. Ainsi, le niveau de preuves scientifiques de ces études peut être discuté. Plusieurs auteurs (33,53) partagent ce constat et proposent une classification des indications de la chirurgie péri-apicale qui standardiserait l'évaluation des résultats de traitements afin de clarifier les déterminants du succès en micro-chirurgie endodontique.

Bibliographie

1. AGENCE FRANCAISE DE SECURITE SANITAIRE DES PRODUITS DE SANTE.

Prescription des antibiotiques en odontologie et stomatologie.
Site internet : <http://agmed.sante.gouv.fr/htm/5/rbp/indrpb.htm>
Paris, juillet 2001.

2. APAYADIN ES, SHABAHANG S, TORABINEJAD M.

Hard-tissue Healing After Application of Fresh or Set MTA as Root-End-Filling Material.
J Endod 2004;30(1):21-24.

3. APAYADIN E S, TORABINEJAD M.

The Effect of Calcium Sulfate on Hard-Tissue Healing After Periradicular Surgery.
J Endod 2004 Jan;30(1):17-20.

4. ARENS D E, ADAMS W R, DE CASTRO R A.

Chirurgie endodontique.
Paris; édition CDP: 1984.

5. BAEK S H, PLENK H, KIM S.

Periapical Tissue Responses and Cementum Regeneration with Amalgam, SuperEBA, and MTA as Root-End Filling Materials.
J Endod 2005;31(6):444-449.

6. BELCHER J M.

A Perspective on Periodontal Microsurgery.
Int J Period and Resto Dent 2001;21(2):191-196.

7. CAMUS J P.

Endodontie chirurgicale.
Velizy-Villacoublay; Editions CdP:1998.

8. CASTELLUCCI A.

Avancées technologiques en chirurgie endodontique.
Réalités cliniques 2001;12(2):213-225.

9. CHALFIN H, KELLERT M, SOLOMON C.

Treatment planning considerations for the endodontically compromised tooth.
NYSDJ 2004;05-06:30-4.

10. CHONG B S, PITT FORD T R, HUDSON M B.

A prospective clinical study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery.
Int Endod J 2003;36:520-526.

11. DE BRUYNE M, DE MOOR R.

SEM analysis of the integrity of resected root apices of cadaver and extracted teeth after ultrasonic root-end preparation at different intensities.
Int Endod J 2005;38:310-319.

12. DE MOOR R, DE BRUYNE M.

L'emploi des ciments ionomères de verre en endodontie.

Rev. Belge Med. Dent. 2000;4:345-361.

13. DUCLOT P, BEHLERT V, LENZ P.

Nouvelle technique de traitement chirurgical des lésions péri-apicales utilisant le laser au gaz carbonique.

Rev Odont Stomat 1990;19(2):143-150.

14. ESEN E, YOLDAS O, KURKCU M, DOGAN MC, SEYDAOGLU G.

Apical microleakage of root-end cavities prepared with CO₂ laser.

J Endod 2004; 30:662-664.

15. EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY.

Consensus report of the european society of endodontology on quality guidelines for endodontic treatment.

Int Endod J 1994;27:115-124.

16. FERREIRA F B A, FERREIRA A L, GOMES B P F A, SOUZA-FILHO J F.

Resolution of persistent periapical infection by endodontic surgery.

Int Endod J 2004;37:61-69.

17. FOURNIER P, BOUTER D.

Biomatériaux d'obturation en microchirurgie endodontique *a retro*.

Rev Odont Stomat 2005;34:173-192.

18. FRANCISCHONE C E, PADOVAN L A P D A, PADOVAN L E M, DUARTE M A H, DE CAMPO FRAGA S, PRADO CURVELO V.

Apicectomy with the Er:YAG Laser or Bur, Followed by Retrograde Root Filling with Zinc Oxide/Eugenol or Sealer 26.

Photomed and Laser Surg 2005;23(5):395-398.

19. FRIEDMAN S.

Pronostic du traitement des parodontites apicales.

Réalités Cliniques 2001;12(2):227-237.

20. GARRETT K, KERR M, HARTWELL G, O'SULLIVAN S, MAYER P.

The Effect of a Bioresorbable Matrix Barrier in Endodontic Surgery on the Rate of Periapical Healing: An *In Vivo* Study.

J Endod 2002;28(7):503-506.

21. GAUDIN A, MARION D, ADOU-AKPE J.

Application de la régénération tissulaire guidée en chirurgie endodontique.

Clinic 2006;27(11):543-550.

22. GEIBEL M-A.

Development of a New Micro-Endoscope For Odontological Application.

Eur J Med Res 2006;11:123-127.

23. GESTER V.

Le microscope en médecine dentaire : gadget ou nécessité ?
Rev. Belge Med. Dent. 2000;4:345-361.

24. GILHEANY P A, FIGDOR D, TYAS M J.

Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling.
J Endod 1994;20:22-26.

25. GONDIM E, FIGUEIREDO DE ALMEIDA GOMES B P, FERRAZ C C, TEIXEIRA F B, DE SOUZA-FILHO F J.

Effect of sonic and ultrasonic retrograde cavity preparation on the integrity of root apices of freshly extracted human teeth: scanning electron microscopy analysis.
J Endod 2002;28:646-650.

26. GREER B D, WEST L A, LIEWEHR F R, PASHLEY D H.

Sealing Ability of Dyract, Geristore, IRM, and Super-EBA as Root-End Filling Materials.
J Endod 2001;27(7):441-443.

27. GRGUREVIC J, GRGUREVIC L, MILETIC I, KARLOVIC Z, JUKIC KRMEK S, ANIC I.

In vitro Study of the Variable Square Pulse Er:YAG Laser Cutting Efficacy for Apicectomy.
Lasers in Surgery and Medicine 2005;36:347-350.

28. HOMMEZ G, DE MOOR R.

Endodontie et parodontite apicale.
Rev. Belge Med. Dent. 2005;1:9-30.

29. IQBAL M K, KRATCHMAN S.

Microendodontic Ultrasonic Instruments.
Dentistry Today 2004;9:104-110.

30. JANSSON L, SANDSTEDT P, LAFTMAN A C, SKOGLUND A.

Relationship between apical and marginal healing in periradicular surgery.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1997;83:596-601.

31. KAMINA P.

Précis d'anatomie clinique Tome 2.
Paris ; Editions Maloine : 2002.

32. KARLOVIC Z, PEZELJ-RIBARIC S, MILETIC I, JUKIC S, GRGUREVIC J, ANIC I.

Erbium:YAG Laser versus Ultrasonic in Preparation of Root-End Cavities.
J Endod 2005;31(11):821-283.

33. KIM S, KRATCHMAN S.

Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review.
J Endod 2006;32(7):601-623

34. KIM S, MPHIL, RETHNAM S.

Hemostasis in Endodontic Surgery.
Dental Clinics Of North America 1997;41(3):499-503.

35. KIMURA J T.

A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery.
Part I. Apical seal and tissue reaction.
J Endod 1982;8:359-363.

36. KONTAKIOTIS E G, LAGOUDAKOS T A, GEORGOPOULOU M K.

The influence of root-end resection and root-end cavity preparation on microleakage of root filled teeth *in vitro*.
Int Endod J 2004;37(6):403-407.

37. LABOUX O.

Cours d'odontologie conservatrice (DCEO2- DCEO3).
Nantes, Université de Nantes, 2005.

38. LAGARDE A.

Cours d'odontologie chirurgicale : Traitement du granulome apical (DCEO1).
Nantes, Université de Nantes, 2004.

39. LASFARGUES J J, MACHTOU P.

Pathogenèse des lésions péri-apicales.
Réalités cliniques 2001;12(2):139-148.

40. LICHT B.

Manuel d'histologie (polycopié de PCEO2).
Nantes, Université de Nantes, 2003.

41. MADDALONE M, GAGLIANI M.

Periapical endodontic surgery: a 3-year follow-up study.
Int Endod J 2003;36:193-198.

42. MARIN BOTERO M L, DOMINGUEZ-MEIJA, ARISMENDI-ECHAVARRIA J A, MESA-JARAMILLO A L, FLOREZ MORENO G A, TOBON-ARROYAVE S I.

Healing response of apicomarginal defects to two guided tissue regeneration techniques in periradicular surgery: a double-blind, randomized-clinical trial.
Int Endod J 2006 ;39:368-377.

43. MASTROMIHALIS N, GOLDSTEIN S, GREENBERG M, FRIEDMAN S.

Application for Guided Bone Regeneration in Endodontic Surgery.
NYSDJ 1999;(5):30-32.

44. MEAD C, JAVIDAN-NEJAD S, MEGO M, NASH B, TORABINEJAD M.

Levels of Evidence for the Outcome of Endodontic Surgery.
J Endod 2004;31(1):20-24.

45. MOLVEN O, HALSE A, GRUNG B.

Incomplete healing (scar tissue) after periapical surgery-radiographic findings.
J Endod 1996; 22:264-8.

46. MOLVEN O, HALSE A, GRUNG B.

Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery.
Int J Oral Maxillofac Surg 1987;16:432-439.

47. NAIR P.

Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures.
Crit Rev Oral Biol Med 2004;15(6):348-381.

48. NAVARRE S W, STEIMAN R.

Root-End Fracture During Retropreparation: A Comparison Between Zirconium Nitride-Coated and Stainless Steel Microsurgical Ultrasonic Instruments.
J Endod 2002;28(4):330-332.

49. PAYER M, JAKSE N, PERTL C, TRUSCHNEGG A, LECHNER E, ESKICI A.

The clinical effect of LLLT in endodontic surgery: A prospective study on 72 cases.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;100:375-379.

50. PECCHIONI A.

Endodontie: Manuel de technique opératoire.
Paris ; Editions S.N.P.M.D : 1987.

51. PLATT A S, WANNFORS K.

The effectiveness of compomer as a root-end filling: a clinical investigation.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004;97:508-512.

52. RICUCCI D, MARTORANO M, BATE A L, PASCON E A.

Calculus-like deposit on the apical external root surface of teeth with post-treatment apical periodontitis: report of two cases.
Int Endod J 2005;38(4):262-71.

53. RUBINSTEIN R, KIM S.

Long-Term Follow-Up of Cases Considered Healed One Year After Apical Microsurgery.
J Endod 2002;28(5):378-383.

54. RUBINSTEIN R, TORABINEJAD M.

Contemporary Endodontic Surgery.
CDA.Journal 2004;32(6):485-492.

55. RUD J, ANDREASEN J O, JENSEN J E.

Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery.
Int J Oral Surg 1972;1:195-214.

56. SCHULTZ C B, WESTHAUSER P, NIEDERÖST B, GRÄTZ K W.

Obturation rétrograde par ciment MTA et Super-EBA après résection apicale.
Rev. Mens. Suisse Odontostomatol. 2005;115(5) :443-454.

57. SIERRA REBOLLEDO A , DELGADO MOLINA E, BERINI AYTIS E, GAY ESCODA C.

Comparative study of the anesthetic efficacy of 4% articaine versus 2% lidocaine in inferior alveolar nerve block during surgical extraction of impacted lower third molars.
Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2007 Mar 1;12(2):E139-44.

58. SIMON S, PERTOT W-J.

La reprise du traitement Endodontique.
Paris ; Collection Réussir Quintessence International, 2006.

59. STOCKDALE C R.

Endodontic surgery.
Chicago; Quintessence publishing Co., Inc, 1992.

60. TASCHIERI S, DEL FABBRO M, FRANCETTI L, TESTORI T.

Effect of root-end resection and root-end filling on apical leakage in the presence of core-carrier root canal obturation.
Int Endod J 2004;37(7):477-482.

61. TASCHIERI S, DEL FABBRO M, TESTORI T, FRANCETTI L, WEINSTEIN.

Endodontic Surgery Using 2 Different Magnification Devices : Preliminary Results of a Randomised Controlled Study.
J Oral Maxillofac Surg 2006;64:235-242.

62. TASCHIERI S, DEL FABBRO M, TESTORI T, FRANCETTI L, WEINSTEIN R.

Use of a Surgical Microscope and Endoscope to Maximize the Success of Periradicular Surgery.
Pract Proced Aesthet Dent 2006;18(3):193-198.

63. TSEH I, ROSEN E, SCHWARTZ-ARAD D, FUSS Z.

Retrospective Evaluation of Surgical Endodontic Treatment: Traditional versus Modern Technique.
J Endod 2006;32(5):412-416.

64. VALOIS C R A, EDSON D.

Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings *in vitro*.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004;97:108-111.

65. VON ARX T.

Chirurgie périradiculaire-2ème partie.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 200;111(8): 981-992.

66. VON ARX T.

Failed Root Canals: The Case for Apicoectomy (Periradicular Surgery).
J Oral Maxillofac Surg 2005;63:832-837.

67. VON ARX T.

La technique Retroplast.
Rev. Mens. Suisse Odontostomatol. 2005;115(12):1191-1203.

68. VON ARX, HUNENBART S, BUSER D.

L'endoscopie en chirurgie endodontique.

Rev. Mens. Suisse Odontostomatol. 2001;111(11):1308-1310.

69. VELVART P.

Use of the Operating Microscope in Endodontics .

Alpha Omegan 2004;97(4):43-50.

70. VELVART P.

Papilla base incision: a new approach to recession-free healing of the interdental papilla after endodontic surgery.

Int Endod J 2002;35:453-460.

71. VELVART P, EBNER-ZIMMERMANN U, EBNER J P.

Comparison of long-term papilla healing following sulcular full thickness flap and papilla base flap in endodontic surgery.

Int Endod J 2004;37:687-693.

72. VELVART P, PETERS C.

Soft Tissue Management in Endodontic Surgery.

J Endod 2005;31(1):4-15.

73. VREELAND D L, TIDWELL E.

Flap design for surgical endodontics.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982;54:461-465.

74. WANG N, KNIGHT K, DAO T, FRIEDMAN S.

Treatment Outcome in Endodontics-The Toronto study. Phases I and II : Apical Surgery.

Endod J 2004;30(11):751-761.

Auteur : Guillaume CAMPARD

Titre de la thèse : Thérapeutiques chirurgicales des lésions péri-apicales

Résumé de la thèse : Les thérapeutiques chirurgicales des lésions péri-apicales ont un taux de succès très élevé, lorsque les indications sont respectées et qu'elles sont réalisées avec des techniques micro-chirurgicales. Cet ouvrage constitue une mise au point sur les différents moyens mis en œuvre pour optimiser les résultats thérapeutiques. Afin d'illustrer le propos, l'auteur décrit une intervention type, du protocole opératoire au respect des principes. Le troisième volet du manuscrit consiste en une analyse critique de la littérature dans le domaine, avec notamment des études cliniques récemment publiées qui permettent de mettre en évidence les déterminants du succès ainsi que les facteurs de risque d'échec connus à ce jour pour ce type d'intervention.

Mots-clés (Key-words) : Microchirurgie (*Microsurgery*), Apicectomie (*Apicoectomy*), Cicatrisation apicale (*Apical healing*), Parodontite apicale (*Apical periodontitis*), Obturation *a retro* (*Retrograde filling*).

Jury :

Président Professeur Olivier LABOUX

Assesseur Docteur Léon-Philippe CLERGEAU

Assesseur Docteur Sylvain LEBORGNE

Assesseur Docteur Jean-Luc ARDOUIN

Directeur de thèse : Professeur Olivier LABOUX