

UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE DE LILLE 2
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2017

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 07 Avril 2017

Par Alexandre Gambiez

Né le 26 Juillet 1992 à Villeneuve d'Ascq

**« LE DEUXIÈME CANAL MESIO-VESTIBULAIRE DES PREMIÈRE ET
DEUXIÈME MOLAIRES MAXILLAIRES :
LE COMPRENDRE, LE TROUVER, LE PRÉPARER »**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur E. DEVEAUX

Assesseurs :

Madame le Docteur L. LESIEUR

Monsieur le Docteur T. BÉCAVIN

Monsieur le Docteur M. LINEZ

Membre invité :

Monsieur le Docteur A. GAMBIEZ

ACADEMIE DE LILLE
UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE LILLE 2

**_*_*_*_*_*_*_*_*_

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE
PLACE DE VERDUN
59000 LILLE

**_*_*_*_*_*_*_*_*_

Président de l'Université	:	Pr. X. VANDENDRIESSCHE
Directeur Général des Services	:	P-M. ROBERT
Doyen	:	Pr. E. DEVEAUX
Assesseurs PENEL	:	Dr. E. BOCQUET, Dr L. NAWROCKI et Pr G.
Chef des Services Administratifs	:	S. NEDELEC

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN Prothèses

T. COLARD Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie

E. DELCOURT-DEBRUYNE Responsable de la Sous-Section de Parodontologie

E. DEVEAUX Odontologie Conservatrice - Endodontie Doyen de la Faculté

G. PENEL Responsable de la Sous-Section des Sciences Biologiques

M.M. ROUSSET Odontologie Pédiatrique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

T. BECAVIN Responsable de la Sous-Section d'Odontologie Conservatrice - Endodontie

F. BOSCHIN Parodontologie

E. BOCQUET Responsable de la Sous-Section d'Orthopédie Dento-Faciale

C. CATTEAU Responsable de la Sous-Section de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.

A. CLAISSE Odontologie Conservatrice - Endodontie

M. DANGLETERRE Sciences Biologiques

A. de BROUCKER Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie

T. DELCAMBRE Prothèses

C. DELFOSSE Responsable de la Sous-Section d'Odontologie Pédiatrique

F. DESCAMP Prothèses

A. GAMBIEZ Odontologie Conservatrice - Endodontie

F. GRAUX Prothèses

P. HILDELBERT Odontologie Conservatrice - Endodontie

J.M. LANGLOIS Responsable de la Sous-Section de Chirurgie Buccale,

Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation

C. LEFEVRE Prothèses

J.L. LEGER Orthopédie Dento-Faciale

M. LINEZ Odontologie Conservatrice - Endodontie

G. MAYER Prothèses

L. NAWROCKI Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille

C. OLEJNIK Sciences Biologiques

P. ROCHER Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie

M. SAVIGNAT Responsable de la Sous-Section des Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysiques, Radiologie

T. TRENTESAUX Odontologie Pédiatrique

J. VANDOMME Responsable de la Sous-Section de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Aux membres du jury...

Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section Odontologie Conservatrice – Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

Habilité à Diriger des Recherches

Membre Associé National de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille

Ancien Président de la Société Française d'Endodontie

Vous me faites l'honneur de présider le jury de cette thèse et je vous en suis grandement reconnaissant. Vous avez été un guide pendant toutes ces années, votre sens de la discipline et de la rigueur m'ont beaucoup inspiré. Veuillez trouver dans ce travail toute l'expression de ma reconnaissance et de mon respect envers vous.

Madame le Docteur Laurence LESIEUR

Assistante des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section Odontologie Conservatrice – Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Très chère Laurence,

Ce travail m'a permis de mieux connaître la personne et la praticienne formidable que tu es. Tu as toute ma gratitude pour l'aide et la gentillesse que tu as su m'apporter durant les mois qui ont vu ce travail évoluer. J'espère qu'il te plaira. Merci pour tout.

Monsieur le Docteur Thibaut BÉCAVIN

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section Odontologie Conservatrice – Endodontie

Docteur d'Université Biologie et Santé

Docteur en Chirurgie Dentaire

C'est un plaisir et un honneur de vous avoir en tant que membre de ce Jury. Pour l'intérêt que vous lui avez porté, je tiens à vous exprimer ici toute ma reconnaissance. Merci pour tout.

Monsieur le Docteur Marc LINEZ

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section Odontologie Conservatrice – Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Diplôme d'Études Approfondies en Sciences de la Vie et de la Santé

Votre passion pour la qualité et le travail dans les règles de l'art aura été un modèle tout au long de mes études. Vous trouverez dans ce travail l'expression de mon respect et de mon admiration.

Monsieur le Docteur Alain GAMBIEZ

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-Section Odontologie Conservatrice – Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Diplôme d'Études Approfondies en Sciences de la Vie et de la Santé

Très cher Papa,

Partager cette vision commune de l'art dentaire avec toi et vouloir remettre en cause certaines conventions établies aura été particulièrement enrichissant tout au long de mes études. Ce travail, notre travail, aura connu une gestation longue, mais je pense que le résultat en valait la peine. Merci pour tout.

Table des matières

1. Introduction	15
2. Rappels embryologiques et histologiques	20
2.1 Rappels embryologiques	20
2.1.1. Étapes du développement dentaire	20
2.1.1.1. Stades initiaux	20
2.1.1.2. Lamme dentaire	20
2.1.1.3. Bourgeon primaire	21
2.1.1.4. Cupule	21
2.1.1.5. Stade de la cloche	21
2.1.2. Amélogénèse	21
2.1.3. Dentinogénèse	21
2.1.3.1. Dentinogénèse coronaire	21
2.1.3.2. Rhizagénèse	23
2.1.3.3. Apexogénèse	28
2.2. Rappels histologiques	29
2.2.1. Émail	29
2.2.2. Dentine	29
2.2.2.1. Tubuli dentinaires	29
2.2.2.2. Dentine inter-tubulaire	30
2.2.2.3. Dentine péri-tubulaire	30
2.2.2.4. Dentine secondaire	30
2.2.2.5. Dentine tertiaire	30
2.2.2.6. Sclérose dentinaire	31
2.2.3. Pulpe	33
2.2.3.1. Cellules pulpaire	33
2.2.3.2. Innervation pulpaire	33
2.2.3.3. Système nerveux autonome	33
2.2.3.4. Fibres sensorielles et neuropeptides	34
2.2.3.4.1. Fibres A	34
2.2.3.4.2. Fibres C	34
2.2.3.5. Vascularisation pulpaire	34
2.2.3.6. Atrophie pulpaire	34
3. Anatomie	37
3.1. Anatomie pulpaire : généralités	37
3.2. Première molaire maxillaire	37
3.2.1. Généralités	37
3.2.2. Morphologie coronaire	39
3.2.2.1. Aspect externe	39
3.2.2.2. Chambre pulpaire	39
3.2.3. Morphologie radiculaire	41
3.2.3.1. Aspect externe	41
3.2.3.2. Canaux radiculaires	41
3.2.3.3. Configurations canalaire les plus fréquentes du MV2	42
3.3. Deuxième molaire maxillaire	44
3.3.1. Généralités	44
3.3.2. Morphologie coronaire	44

3.3.2.1. Aspect externe	44
3.3.2.2. Chambre pulpaire	44
3.3.3. Morphologie radiculaire	46
3.3.3.1. Aspect externe	46
3.3.3.2. Canaux radiculaires	46
3.4. Zone de danger de la racine mésio-vestibulaire	47
3.5. Isthme	48
3.6. Courbures canalaire	50
3.7. Zone apicale	51
4. Traitement MV2	52
4.1. Quand rechercher le MV2 ?	52
4.2. Étapes pré-opératoires	52
4.2.1. Radiographie rétro alvéolaire	52
4.2.1.1. Incidence orthogonale	52
4.2.1.2. Incidence décalée / angulée	53
4.2.1.3. Limites de la radiographie conventionnelle	54
4.2.2. CBCT	56
4.2.2.1. Principe de fonctionnement	56
4.2.2.2. Efficacité pour la détection du MV2	56
4.2.2.3. Recommandations d'utilisation	56
4.3. Étapes per-opératoires	57
4.3.1. Préparation pour le traitement endodontique	57
4.3.1.1. Silence opératoire	57
4.3.1.2. Reconstitution pré-endodontique	58
4.3.1.3. Importance de la digue	58
4.3.2. Cavité d'accès	58
4.3.3. Recherche de l'entrée canalaire	59
4.3.3.1. Observation	59
4.3.3.2. Lois de Paul Krasner	59
4.3.3.3. Éperons dentinaires	60
4.3.3.4. Aides optiques	61
4.3.3.4.1. Loupes	61
4.3.3.4.2. Microscope	62
4.3.3.5. Plateau technique	62
4.3.3.5.1. Fraises long col carbure de tungstène	62
4.3.3.5.2. Inserts ultrasonores	63
4.3.4. Observation de la chambre pulpaire	63
4.3.5. Cathétérisme du MV2	64
4.3.5.1. Limes acier de cathétérisme	64
4.3.5.2. Instruments nickel-titane de cathétérisme	64
4.3.6. Élargissement de l'entrée canalaire et suppression des éperons dentinaires	65
4.3.6.1. Mise en forme canalaire	66
4.3.6.2. Détermination de la longueur de travail	71
4.3.6.3. Irrigation	72
5. Discussion	78
6. Conclusion	84
7. Table des illustrations	85
8. Références bibliographiques	90
9. Annexes	101
9.1. Simulation de préparation d'un MV2 sur une 16 extraite	101

9.2. Cas cliniques	103
9.2.1. Cas clinique n° 1	103
9.2.2. Cas clinique n° 2.....	105
9.2.3. Cas clinique n° 3.....	107
9.2.4. Cas clinique n° 4.....	109
9.2.5. Cas clinique n° 5.....	111
9.2.6. Cas clinique n° 6.....	113
9.2.7. Cas clinique n° 7.....	115
9.2.8. Cas clinique n° 8.....	116
9.2.9. Cas clinique n° 9.....	118
9.2.10. Cas clinique n° 10.....	119
9.2.11. Cas clinique n° 11	120
9.3. Annexe 1	121
9.4. Annexe 2	122

1. Introduction

L'endodontie est la discipline odontologique qui se rapporte à la prévention, au diagnostic et au traitement des maladies de la pulpe et des manifestations péri-radicaire associées. L'endodontie regroupe des sciences fondamentales et des sciences cliniques (1).

Les traitements endodontiques au sens large comprennent la prévention ainsi qu'un large éventail de thérapeutiques dont les principales sont : le coiffage indirect, le coiffage direct, la pulpotomie, le traitement canalaire initial, le retraitement canalaire, la revascularisation et la chirurgie endodontique. Bien que les approches thérapeutiques de moins en moins invasives soient en augmentation, l'immense majorité des actes endodontiques est encore représentée par les traitements endodontiques initiaux et les retraitements endodontiques (2).

L'objectif principal du traitement canalaire est l'élimination du parenchyme pulpaire et celle des micro-organismes présents dans l'espace pulpaire. Elle doit être suivie de l'obturation tridimensionnelle de celui-ci et de la mise en place d'une reconstitution définitive dans des conditions d'étanchéité et d'asepsie optimales.

Les études ont révélé que le succès du traitement canalaire dépend principalement de la baisse drastique de la charge bactérienne de la chambre pulpaire et du système canalaire. Si les bactéries planctoniques sont facilement neutralisées lors du traitement, la complexité du système canalaire rend l'élimination du biofilm difficile, voire impossible sur certaines dents (3, 4, 5). Un autre facteur d'échec de la destruction bactérienne est le manque de connaissances sur l'anatomie pulpaire et radiculaire (6).

A ce titre, l'anatomie des première et deuxième molaires maxillaires rend complexe la réalisation du traitement canalaire. La présence fréquente d'un quatrième canal localisé au sein de la racine mésio-vestibulaire peut représenter un véritable challenge pour le clinicien. D'autres variations d'origine ethnique, liées à l'âge, au sexe ou encore aux antécédents de la dent augmentent encore la difficulté qu'ont les praticiens à correctement réaliser le traitement canalaire de ces dents. Il est statué depuis longtemps que l'incapacité à localiser et traiter le deuxième canal mésio-vestibulaire peut entraîner l'échec du traitement endodontique (7).

La première et la deuxième molaire maxillaires ont toutes deux des particularités faisant d'elles des dents stratégiques. Elles sont affectées du plus haut coefficient masticatoire et la perte de l'une d'entre-elles a de nombreux effets délétères sur la cavité buccale. D'un point

de vue fonctionnel, la qualité masticatoire est affectée et la perte de l'engrènement molaire tant statique que dynamique peut faciliter la survenue de troubles occlusaux. L'égression de la dent antagoniste et la version des dents adjacentes modifient les rapports anatomiques, ce qui entraîne des troubles parodontaux et augmente le risque d'apparition de lésions carieuses.

Les première et deuxième molaires maxillaires ont un rapport de proximité direct avec le sinus maxillaire. Plus de la moitié des sinusites maxillaires sont causées par des pathologies d'origine dentaire et ces dents sont majoritairement responsables de ces maladies. Une inflammation pulpaire, même modérée peut affecter le sinus maxillaire. Toute pathologie péri-apicale de ces dents est susceptible de provoquer à plus ou moins long terme une affection sinusienne chronique ou aiguë. Le traitement canalaire de ces dents, s'il est mal conduit, peut avoir des conséquences néfastes sur le sinus maxillaire, directes ou indirectes (Fig. 1).



Figure 1 : reconstitution tridimensionnelle, coupes frontales et sagittales de cone-beam.

Ce patient âgé de 36 ans a subi un traitement endodontique initial sur 26 et 27 dix années auparavant. Une volumineuse lésion osseuse perforant la corticale, probablement d'origine endodontique, a envahi l'os maxillaire. La 26 et la 27 semblent directement impliquées dans la pathologie. Les traitements endodontiques ne sont pas adéquats. Sur la 26, le MV2 n'a pas été traité (flèches jaunes). Sur la 27, il existe une perforation apicale mésio-vestibulaire (flèches vertes). Le plancher sinusien est refoulé vers le haut. Notez l'épaisseur relativement normale de la muqueuse sinusienne.

La perte osseuse liée à l'avulsion de l'une de ces dents peut être telle, que toute tentative de pose d'implant devient impossible sans avoir recours à des techniques chirurgicales lourdes telles que la greffe osseuse associée au « sinus lift » (Fig. 2) (8).

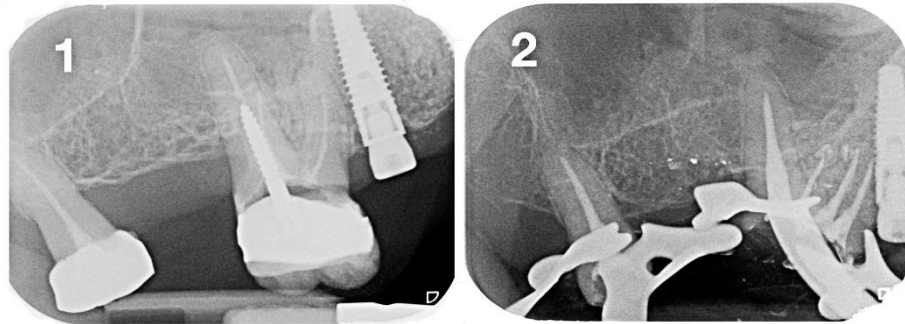


Figure 2 : radiographies d'un cas clinique

Cette patiente âgée de 63 ans souhaite une réhabilitation prothétique fixée globale. La 17 a été avulsée plusieurs années auparavant. L'épaisseur d'os résiduel entre la cavité buccale et le sinus maxillaire est faible. La 16 doit être retraitée. Son avulsion rendrait la pose d'implant impossible sans avoir recours à une greffe osseuse et à un soulèvement de sinus.

1. Radiographie préopératoire : un seul canal mésiovestibulaire est traité. Les obturations ne sont pas denses.
2. Radiographie post opératoire, incidence décalée distale. Le MV2 a été traité.

En cas de traitement endodontique inadéquat, le recours à l'endodontie chirurgicale avec obturation à rétro est une option thérapeutique délicate. La situation postérieure de ces dents, la proximité du sinus maxillaire et l'anatomie radiculaire complexe sont autant de paramètres qui rendent ce type d'intervention réservée à des cliniciens experts (9).

D'un point de vue esthétique, les premières molaires maxillaires sont très souvent apparentes en fin de ligne du sourire, en interne du cul de sac commissural. Leur perte peut modifier significativement la beauté du visage. Le nombre de personnes ayant recours à un traitement orthodontique avec extraction d'une prémolaire maxillaire n'est pas négligeable. Dans ce cas, sur ces patients, la première molaire maxillaire devient encore plus visible, ce qui rend



Figure 3 :
Première molaire maxillaire visible lors du découverture du sourire

le dommage esthétique plus invalidant (Fig. 3).

La complexité anatomique des molaires maxillaires avait déjà été révélée par des études anciennes, dont celle de Walter Hess en 1925 (Fig. 4) (10). En 1950, les travaux de Grossman (11) devaient corroborer ceux de Hess et aboutissaient à la conclusion qu'il était légitime de se demander si l'enjeu du traitement canalaire valait la peine tant il semblait qu'aucune méthode ne puisse correctement obturer les canaux latéraux et secondaires des systèmes canalaires.

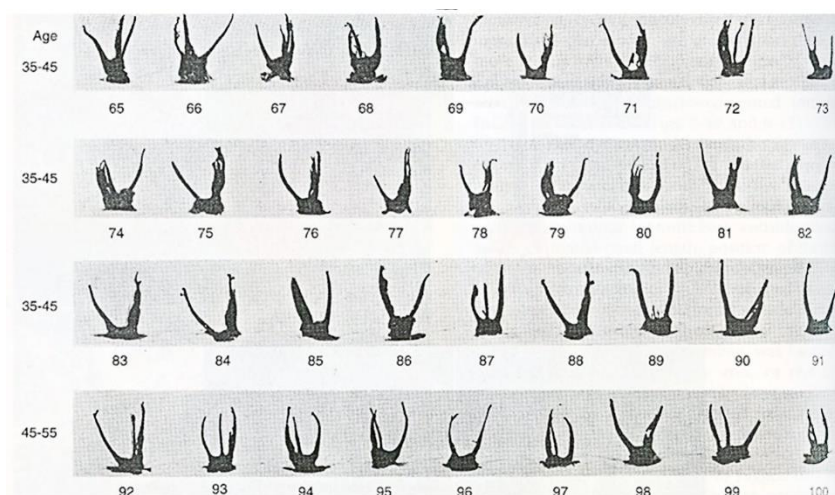


Figure 4 : Hess W., anatomie canalaire des dents de la denture permanente (11).

Plusieurs études montrent que l'incapacité à localiser et à traiter le MV2 des molaires maxillaires peut entraîner l'échec du traitement endodontique (8). De nombreux paramètres de l'anatomie des molaires maxillaires et du MV2 ont été étudiés. Toutefois, il est surprenant de constater que peu de réflexions portant sur la gestion clinique de ce canal apparaissent dans la littérature (12).

Les conséquences locales, régionales et générales liées à une pathologie endodontique de ces molaires, qu'elle soit d'origine naturelle ou iatrogène, peuvent être graves. Les traitements restaurateur et/ou endodontique de celles-ci doivent être entrepris de façon à offrir un maximum de chances au patient. Lorsque le traitement endodontique consiste à réaliser un traitement canalaire initial ou un retraitement canalaire, le praticien se trouve confronté à un véritable défi clinique. Afin de relever celui-ci dans les meilleures conditions, il doit être en mesure de respecter les stricts protocoles opératoires endodontiques, appliqués à des dents dont la morphologie est difficile à appréhender. La méconnaissance de celle-ci est une cause majeure d'échec thérapeutique.

Le présent travail a pour objectif d'apporter des éléments de réponse à cette lacune. La première partie de cette thèse porte sur des rappels embryologiques, histologiques et

anatomiques généraux et particuliers aux première et deuxième molaires maxillaires. Elle a pour but de mettre en lumière la complexité morphologique de celles-ci (Fig. 5), ainsi que les obstacles auxquels le praticien qui doit les traiter est confronté. La seconde partie aborde le plateau technique et les protocoles à mettre en œuvre pour optimiser la localisation et le traitement des MV2. Enfin, la troisième partie propose des éléments de discussion soulevés par les thématiques abordées précédemment.

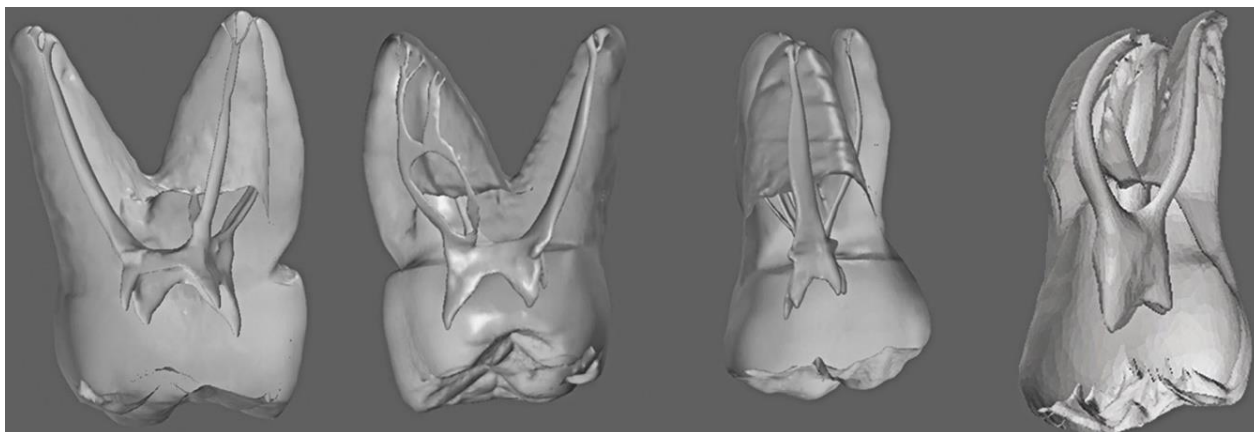


Figure 5 : reconstitution 3D de première molaire maxillaire reprise de S. Buchanan (13) :

2. Rappels embryologiques et histologiques

2.1. Rappels embryologiques

2.1.1. Étapes du développement dentaire

La dent se développe selon des étapes bien définies, facilement observables en microscopie optique (Fig. 6) (14).

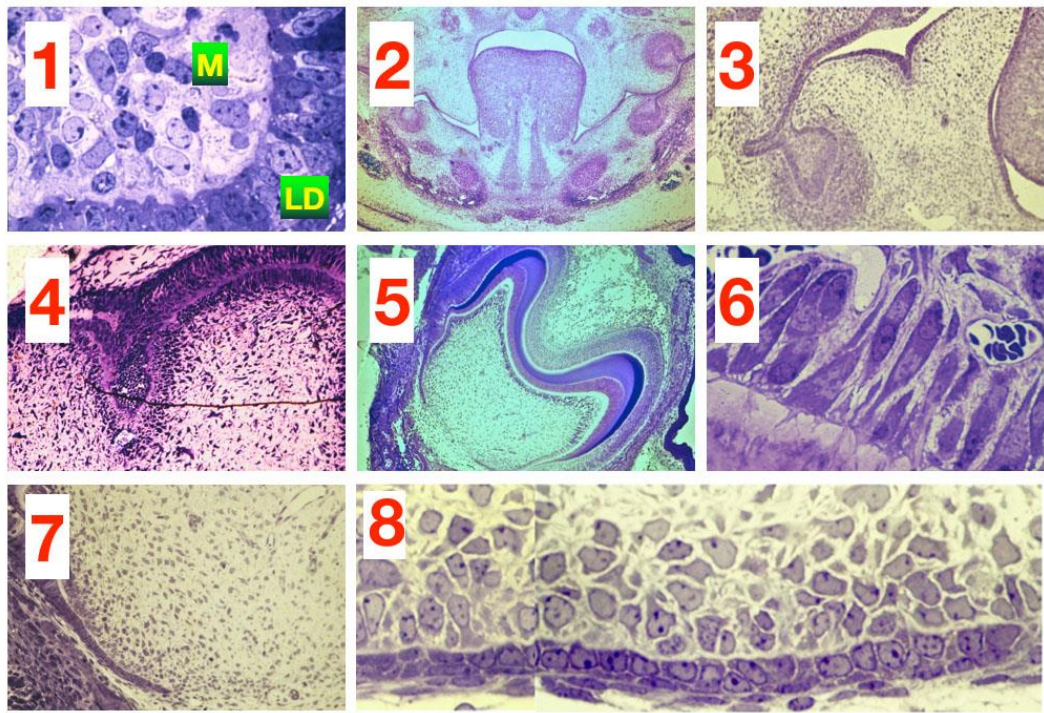


Figure 6 : étapes du développement dentaire

1. Lamme dentaire (LD) et mésenchyme (M)
2. Individualisation des bourgeons primaires
3. Début du stade de la cupule
4. Stade de la cloche
5. Coronogenèse
6. Odontoblastes différenciés
7. Début de la rhizagenèse
8. Gaine de Hertwig

2.1.1.1. Stades initiaux

L'odontogenèse débute pendant les étapes initiales du développement cranio-facial.

Dans des régions spécifiques des arcs mandibulaire et maxillaire, l'épithélium oral s'épaissit donnant naissance dans chaque arc aux lames dentaires (15, 16).

2.1.1.2. Lamme dentaire

Il s'agit du premier signe de développement embryologique de la dent et est visible à environ 5 semaines de vie embryonnaire chez l'homme. La lamme dentaire, de nature épithéliale, a

tout le potentiel nécessaire pour induire la formation de la dent en influençant l'ectomésenchyme sous-jacent.

2.1.1.3. Bourgeon primaire

Il s'agit du stade initial du développement de la dent. Les cellules épithéliales de la lame dentaire prolifèrent pour former une structure en forme de bourgeon. Les cellules de l'ectomésenchyme se multiplient pour former la papille dentaire. À ce stade, le potentiel de formation de la dent est transféré de l'épithélium à la papille dentaire (17).

2.1.1.4. Cupule

Le bourgeon dentaire prend la forme d'une cupule. Dans la concavité de celle-ci se loge la papille dentaire. Le compartiment ectodermique de l'organe dentaire est appelé « organe de l'émail ». L'organe de l'émail et la papille dentaire sont encapsulés par une autre couche de cellules mésenchymateuses, le follicule dentaire. La transition entre le stade du bourgeon et celui de la cupule marque le début de formation de la couronne dentaire.

2.1.1.5. Stade de la cloche

L'organe dentaire prend la forme d'une cloche alors que les cellules se divisent à des vitesses différentes. On observe la formation de l'épithélium adamantin interne et de l'épithélium adamantin externe. L'épithélium interne donne naissance aux améloblastes, cellules responsables de la formation de l'émail. Le mésenchyme donne naissance à la pulpe dentaire.

2.1.2. Amélogénèse

L'émail résulte de l'activité transitoire de l'organe de l'émail qui disparaît au terme de l'amélogénèse et de la maturation pré-éruptive. L'améloblaste est la cellule qui sécrète les protéines matricielles et contrôle le dépôt de la phase minérale de l'émail. Lors de la morphogénèse coronaire, au stade de la cloche, les odontoblastes de la papille mésenchymateuse induisent la différenciation améloblastique, qui aboutit à l'élaboration de l'émail en vis à vis de la dentine. L'émail est acellulaire. Il subit une maturation post-éruptive. Ce phénomène correspond à un processus d'absorption et de reprécipitation d'ions calcium et d'ions phosphate d'origine buccale (18, 19, 20).

2.1.3. Dentinogénèse

2.1.3.1. Dentinogénèse coronaire

La dentinogénèse débute dès le stade de la cloche au sommet des pointes cuspidiennes. Le

phénomène s'opère au niveau de la future jonction émail dentine, alors représentée par une membrane basale (21, 22, 23). La dentine primaire est la dentine formée jusqu'à l'éruption de la dent. Il s'agit de la dentine sécrétée en première intention au cours du développement dentaire. Elle prend la forme générale de la couronne et donne sa forme à la racine. La couche la plus externe, relativement fine et immédiatement sous-jacente à la jonction amélo-dentinaire est sécrétée par les odontoblastes au cours de leur différenciation terminale. Elle présente une structure sans canalicules et est qualifiée de dentine du manteau.

Lorsque la formation de la dentine du manteau est terminée, les cellules odontoblastiques forment une couche de cellules très rapprochées, disposées parallèlement entre elles et perpendiculairement à la jonction amélo-dentinaire (Fig. 6-6). La matrice de la dentine est sécrétée par les odontoblastes. L'élaboration de la matrice dentinaire est principalement de nature collagénique. Les odontoblastes reposent sur la surface de cette matrice et migrent en direction pulpaire au fur et à mesure que la matrice est sécrétée. Celle-ci se minéralise pour devenir la dentine primaire. Ils laissent derrière eux un prolongement odontoblastique cloisonné dans un tubule dentinaire. La densité des tubuli augmente progressivement en se rapprochant de la pulpe (Fig. 7) (24, 25, 26).

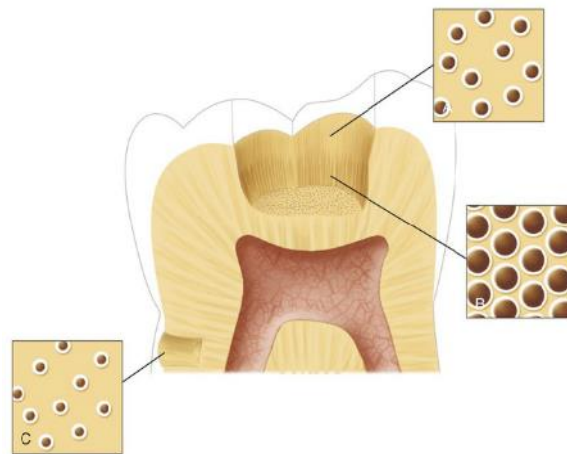


Figure 7 : différences de densité et de taille des tubuli au niveau de la dentine superficielle, profonde et radiculaire d'après M. TORABINEJAD (26).

C'est la confluence des odontoblastes et leur migration en direction centripète au cours de la dentinogenèse qui génère cette caractéristique. Les canalicules ont un trajet sinusoïdal (Fig. 8) et présentent des ramifications qui établissent des voies de communication avec les canalicules voisins. La sécrétion de la dentine s'effectue selon un schéma rythmique, avec des périodes d'activité et de repos, créant des lignes d'incrément perpendiculaires aux tubuli (14).



Figure 8 : coupe histologique montrant la courbure primaire des tubuli dentinaires d'après Dental Pulp (14).

2.1.3.2. Rhizagenèse

Le développement de la racine ne se déclenche qu'à partir du moment où la formation de la couronne est terminée et que les couches d'émail et de dentine ont atteint une épaisseur importante. La formation des racines résulte de processus inducteurs profondément intriqués pendant lesquels se réalisent simultanément dentinogenèse, cementogenèse, installation du desmodonte et édification du rempart alvéolaire osseux. Quand la couronne achève sa forme, on constate que l'activité mitotique s'intensifie là où se rapprochent les épithéliums adamantins interne et externe. Ils s'accolent l'un à l'autre pour se développer et s'étirer en direction apicale. Cette structure s'appelle la gaine de Hertwig. Elle induit la différenciation des odontoblastes formateurs de la dentine radiculaire, prolongeant en direction apicale la dentine coronaire (Fig. 6, photos 7 et 8). Deux éléments principaux composent la gaine de Hertwig. Le premier est le diaphragme épithélial qui sépare la pulpe des tissus environnants et délimite un orifice ou foramen provisoire par lequel la pulpe communique avec le sac folliculaire. Sa deuxième composante est une fine couche cellulaire irrégulière appliquée sur la paroi externe de la racine néoformée. Dans le compartiment pulpaire faisant face au diaphragme, la différenciation progressive des odontoblastes jusqu'au stade fonctionnel conduit au dépôt d'une matrice dentinaire qui se minéralise rapidement. Cette dentinogenèse s'effectue selon un processus identique à celui qui s'opère en région coronaire. La prédentine et la dentine nouvellement déposées s'agrègent à la dentine coronaire et il n'existe pas de discontinuité entre les deux tissus. Dans le cas des dents pluriradiculées, l'anneau diaphragmatique cervical émet deux ou trois languettes qui se dirigent en direction centripète à la rencontre les unes des autres et s'unissent par coalescence. Deux ou trois anneaux se constituent et évoluent individuellement, se comportant chacun comme une gaine de Hertwig indépendante. Ces structures donnent naissance aux futures racines (27, 28, 29). La fusion des languettes épithéliales est matérialisée sur le plancher pulpaire par des lignes

sombres qui se dirigent vers les entrées canalaire. Plus on s'écarte de ces lignes, plus le plancher s'éclaircit. Toutefois, sa couleur reste plus sombre que celle des parois de la chambre pulpaire qui gardent un aspect blanchâtre. Parfois les languettes épithéliales se rapprochent mais leur coalescence ne s'opère pas. Dans cette situation, le contour radicaire est marqué par le galbe de plusieurs racines qui ont fusionné. Cela donne naissance à un système pulpo-radicaire complexe dans lequel les canaux communiquent par des isthmes qui se referment progressivement par coalescence dentinaire. Une fois que le début de l'édification radicaire de la racine mésio-vestibulaire des molaires maxillaires est amorcé, une poussée épithéliale de la gaine de Hertwig s'opère sur les faces proximales de la racine.

Celle-ci est plus marquée en distal qu'en mésial. Cela aboutit fréquemment à la formation d'un isthme qui sépare deux canaux : le MV1 et le MV2. Sur les racines plus étroites dans le sens vestibulo-lingual, la poussée épithéliale déprime la partie palatine de la racine mais ne parvient pas à provoquer la formation d'un MV2. La racine mésio-vestibulaire est alors pourvue d'un seul canal s'étirant en direction palatine et formant un feuillet. Lorsque les racines sont bien individualisées, elles peuvent parfois fusionner par coalescence cémentaire, mais les canaux demeurent indépendants les uns des autres et ne se rejoignent que dans la chambre pulpaire (Fig. 9, 10, 11, 12).

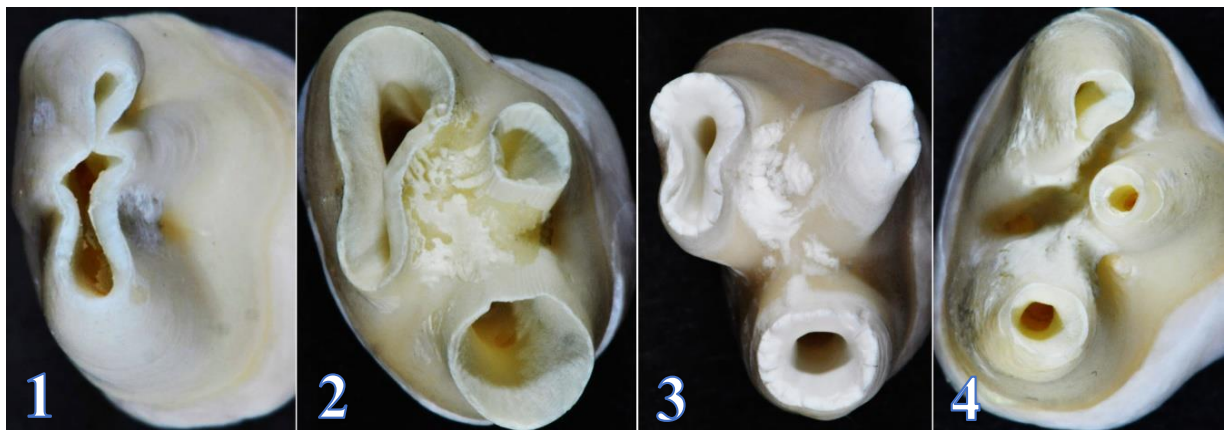


Figure 9 : photographies illustrant l'édification radicaire des molaires maxillaires.

1. Fusion des racines par coalescence dentinaire. Les canaux sont interconnectés et reliés par des isthmes.
2. Edification du 1er tiers radicaire sans fusion des racines palatine, distale et mésio-vestibulaire. Dans la racine mésio-vestibulaire, la poussée de la gaine de Hertwig rapproche les parois dentinaires mésiale et distale, ce qui donne naissance à un isthme.
3. Même cas de figure que pour la figure B mais avec une racine plus étroite dans le sens vestibulo-lingual. Cette configuration aboutit à un MV2 proche du MV1.
4. La racine mésio-vestibulaire n'a pas une largeur suffisante dans le sens vestibulo-lingual ce qui donnera naissance à un seul canal avec un feuillet palatin. Les racines palatine et distale fusionnent partiellement par apposition cémentaire. Les trois canaux de cette dent ne sont pas interconnectés.

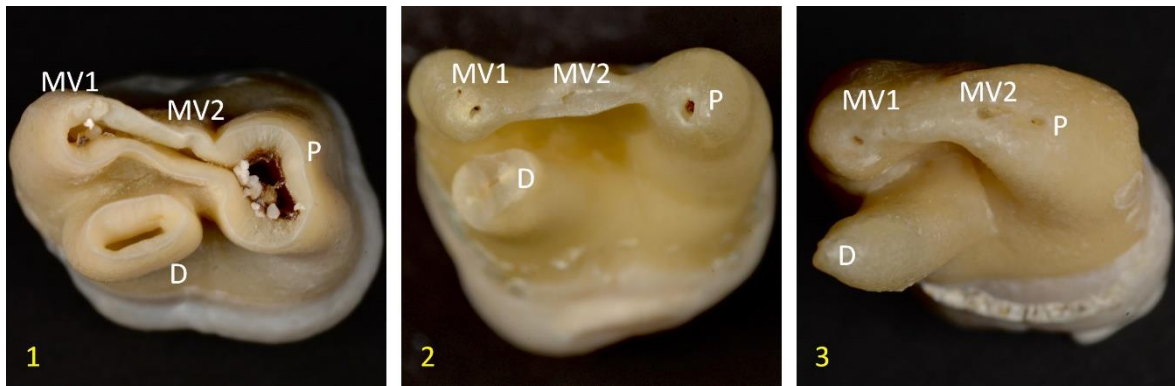


Figure 10 : photographies illustrant des fusions radiculaires entre la racine palatine et la racine mésiovestibulaire de 2èmes molaires maxillaires.

Photographie n°1, l'édification apicale n'est pas terminée et permet d'entrevoir la structure de l'isthme qui peu à peu va se refermer. Lorsque la dent est infectée, les bactéries qui s'installent dans cette zone sont difficiles à déloger.

Photographies n°2 et n°3, on peut noter le polymorphisme de la région apicale et celui des sorties canalaire principales et accessoires

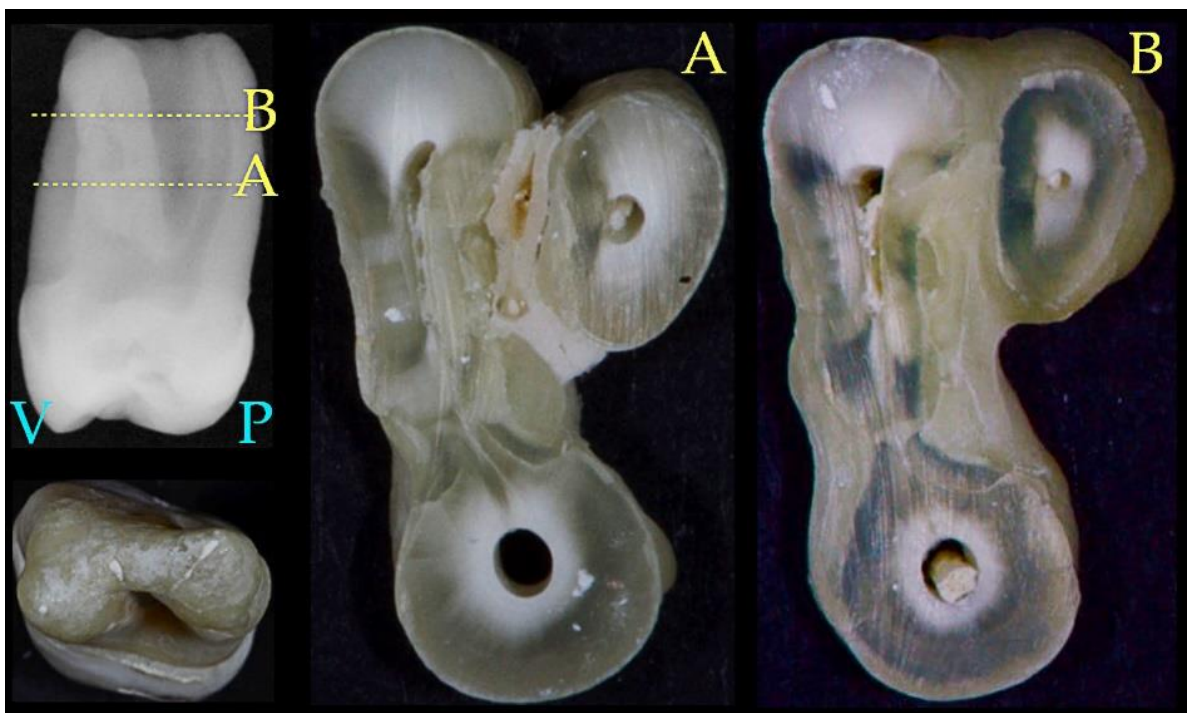


Figure 11 : photographies illustrant les relations complexes que peuvent établir entre eux les canaux radiculaires sur une deuxième molaire maxillaire.

Une fusion cémentaire réunit les racines distale et mésio-vestibulaire alors que cette dernière est connectée à la racine palatine par fusion dentinaire.

V: vestibulaire; **P**: palatin; **M**: mésial; **D**: distal; **A et B**: niveau des coupes par rapport à la radiographie.

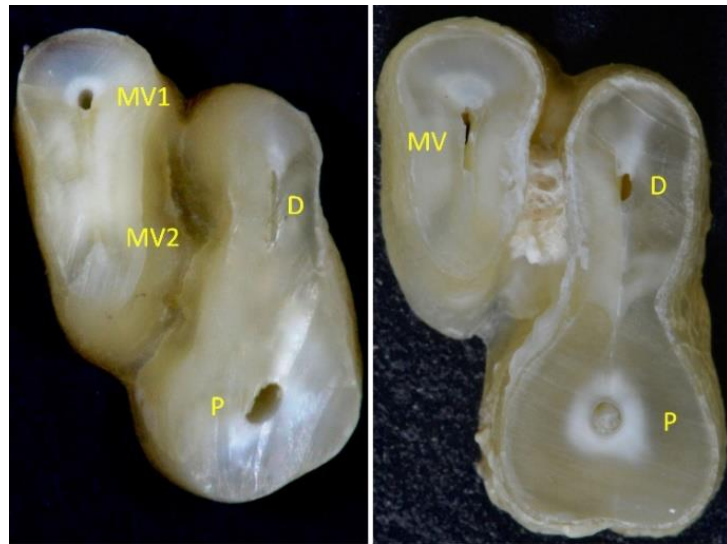


Figure 12 : coupes axiales de 2èmes molaires maxillaires dont les racines distale et palatine ont fusionné (coupe passant 2mm sous la furcation) ; **D** : Distal ; **P** : Palatin.

Le patron morphologique de la racine comme celui de la couronne sont déterminés par des facteurs génétiques. Ainsi, la forme des racines est différente selon le groupe de dents considéré et correspond à une adaptation par rapport à la situation sur l'arcade et aux

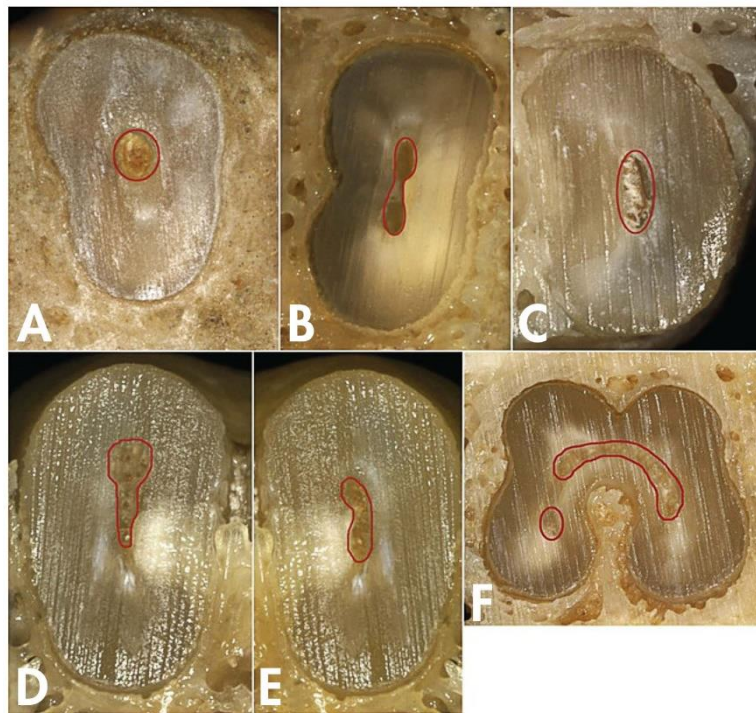


Figure 13 : photographies de dents coupées illustrant les principales morphologies canalaire

- A. Forme ronde
- B. Forme en 8
- C. Forme ovale
- D. Forme en goutte
- E. Forme en haricot
- F. Forme en C

sollicitations fonctionnelles. La morphologie du canal est en général homothétique à celle de la racine. Plusieurs morphologies canalaire prédominantes ont été identifiées. Elles incluent les formes ronde, ovoïde, en ruban, en huit, en goutte, en haricot ou encore en C (Fig. 13). Il est intéressant de noter que les différentes formes peuvent exister au sein d'un même canal en fonction de la région canalaire observée (Fig. 14).

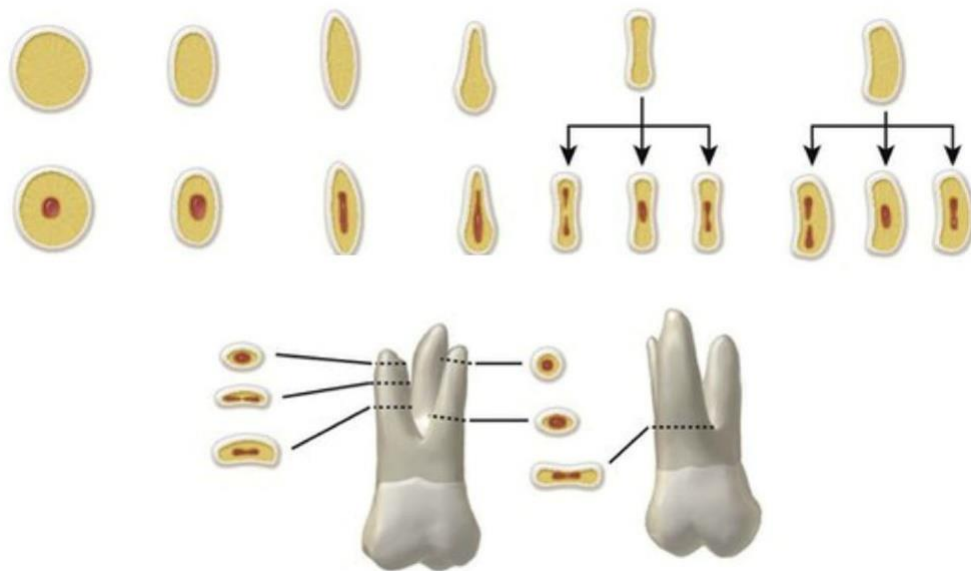


Figure 14 : illustration de différentes formes de racine et du réseau canalaire qu'elles peuvent contenir d'après M. TORABINEJAD (30).

Les racines ayant une concavité plus profonde présentent un plus grand nombre de variations anatomiques. En règle générale, le canal a tendance à s'arrondir en se rapprochant de la zone apicale. De nombreuses études très détaillées existent sur les configurations canalaire, intégrant divers facteurs tels que l'âge, le genre ou l'ethnie. La classification de Vertucci (31) est la plus souvent retenue pour décrire l'anatomie canalaire. Elle regroupe huit morphotypes canalaire parmi lesquels quatre sont fréquemment retrouvés (Tableau 1).

Tableau 1: Classification de Vertucci établie en 1984 (31).

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

Lorsqu'il existe deux canaux dans une racine, ceux-ci se répartissent selon une règle d'équilatéralité (Fig. 15).

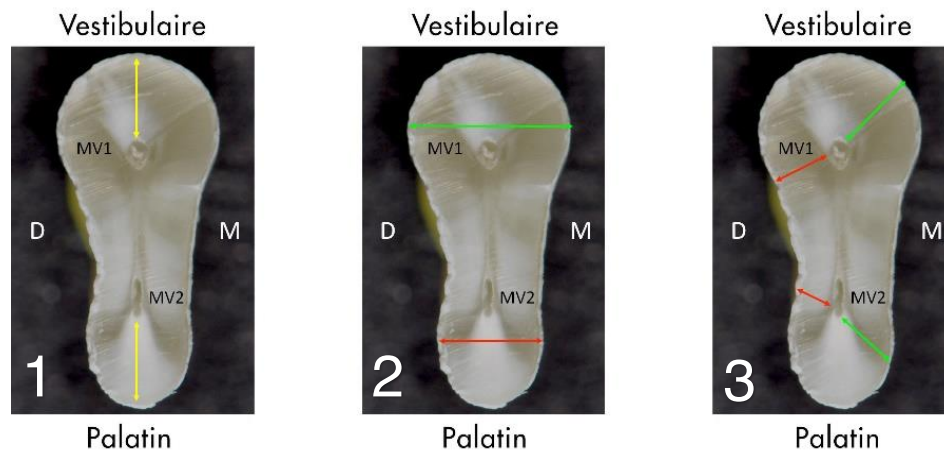


Figure 15 : photographies illustrant les caractéristiques morphologiques de la racine mésio-vestibulaire des molaires maxillaires (coupe axiale au tiers moyen de la racine).

1. Règle d'équilatéralité. La distance qui sépare le MV1 de la paroi vestibulaire est la même que celle qui sépare le MV2 de la paroi palatine
2. La racine est plus large en vestibulaire qu'en palatine
3. La paroi distale est plus fine que la paroi mésiale. Le MV1 est en général plus arrondi et d'un diamètre plus important que le MV2 qui a tendance à être aplati. La forme du canal est homothétique à celle de la racine.

Pour la racine mésiale des molaires maxillaires, le MV1 se situe à la même distance de la paroi radiculaire vestibulaire que le MV2 de la paroi radiculaire palatine. Exceptionnellement, il peut exister des canaux supplémentaires entre le MV1 et le MV2, ce qui ne modifie en rien le rapport de distance qu'ont ces canaux avec la paroi radiculaire externe qui leur correspond. Toutefois, cette règle ne s'applique pas toujours dans les régions cervicales et apicales. En cervical, la formation d'un triangle dentinaire plus prononcé pour le MV2 tend à écarter celui-ci de la paroi radiculaire correspondante plus que pour le MV1. Dans l'ultime région apicale, le trajet du MV1 et du MV2 devient imprédictible.

2.1.3.3. Apexogenèse

L'édification de l'apex achève le développement de la racine. Progressivement, l'anneau épithélial s'atrophie, réduisant d'autant le calibre du tube dentinaire de la racine. Il enrobe, au passage les éléments vasculaires et nerveux destinés à la pulpe, ménageant ainsi un ou plusieurs foramina. Chez l'homme, la fermeture de l'apex se réalise lentement. Dans la denture définitive, cette opération peut être aussi longue que le développement de la racine proprement dite (3 ans pour les molaires) (28, 29, 31).

2.2. Rappels histologiques

2.2.1. Émail

L'émail est une structure minéralisée d'origine épithéliale qui forme un recouvrement protecteur au niveau de la couronne des dents. Il confère aux dents leur aspect et leur fonction dans la cavité buccale. De structure complexe, l'émail a un taux de minéralisation très élevé qui en fait le tissu le plus dur du corps humain. En cas d'altération, sa capacité de régénération est très limitée (32).

2.2.2. Dentine

La dentine, recouverte par l'émail au niveau coronaire et par le cément au niveau radiculaire, constitue la masse principale de la dent. C'est un tissu conjonctif d'origine mésenchymateuse, minéralisé, non vascularisé et sans innervation propre. Il existe différents types de dentines représentant l'expression des adaptations fonctionnelles de la dent au cours de la vie : la dentine primaire, la dentine secondaire et la dentine tertiaire (33). La dentine et la pulpe forment le complexe dentino-pulpaire. Elles réagissent de manière interdépendante aux influences de l'environnement. Tout ce qui affecte la dentine se répercute au niveau de la pulpe et vice-versa.

2.2.2.1. Tubuli dentinaires

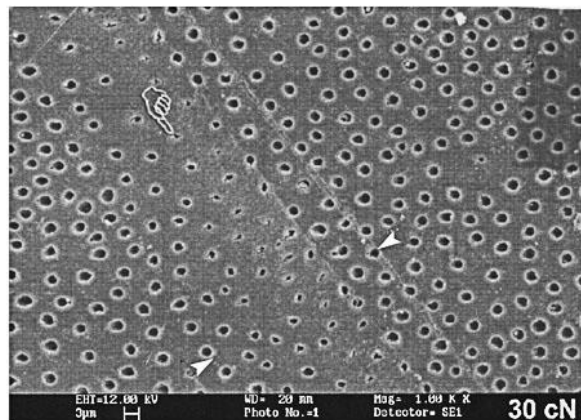


Figure 16 : coupe au microscope électronique à balayage montrant les tubuli dentinaires exposés d'après Pathway of Pulp (33).

La caractéristique fondamentale de la dentine est sa structure canaliculaire qui lui confère sa perméabilité et sa capacité à répondre aux stimuli externes de nature physique, chimique ou microbiologique. Ces tubules occupent 1% du volume dentinaire en superficie et jusqu'à 30% de volume dans la dentine profonde. Cela entraîne une augmentation progressive de la perméabilité dentinaire en direction pulpaire (Fig. 7, 16).

2.2.2.2. Dentine inter-tubulaire

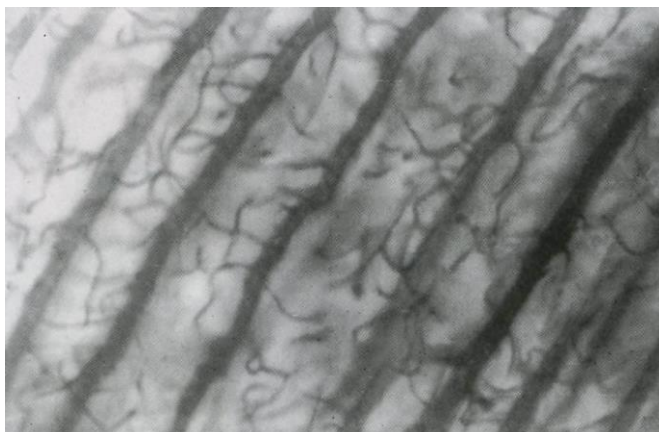


Figure 17 : coupe histologique montrant les communications inter-tubulaires entre les tubuli dentinaires d'après Dental Pulp (14).

La dentine inter-tubulaire ou inter-canaliculaire est moins minéralisée que la dentine péri-tubulaire (ou intra-tubulaire). Elle résulte directement de la minéralisation de la prédentine (32) (Fig. 17).

2.2.2.3. Dentine péri-tubulaire

La dentine péri-tubulaire est plus minéralisée que la dentine inter-tubulaire et contient moins de fibrilles de collagène.

2.2.2.4. Dentine secondaire

La dentine secondaire est la dentine sécrétée après l'éruption dentaire. Son apposition s'effectue à un rythme lent, inférieur à 1 micromètre par jour, alors que la vitesse de déposition de la dentine primaire est de l'ordre de 3 à 4 micromètres par jour. La dentine secondaire est en partie responsable de la diminution du volume pulpaire au cours du vieillissement. Ce processus biologique explique les différences entre le volume pulpaire d'une dent jeune et celui d'une dent plus âgée. La sécrétion de dentine secondaire n'est pas uniforme. Elle est plus importante au niveau du plafond et des parois mésiale, distale, vestibulaire et linguale de la chambre pulpaire qu'au niveau des cornes et du plancher. La composition chimique et la structure histologique des dentines primaire et secondaire sont les mêmes. Les tubules de la dentine secondaire prolongent ceux de la dentine primaire.

2.2.2.5. Dentine tertiaire

La dentine tertiaire est la dentine qui se forme localement en réponse à des stimuli externes de nature physique, chimique ou microbiologique telles que les caries dentaires, les lésions d'usure, les préparations cavitaires, les procédures restauratrices, les atteintes parodontales.

Selon l'importance du stress exercé sur la dent, la réaction de la pulpe est différente (34).

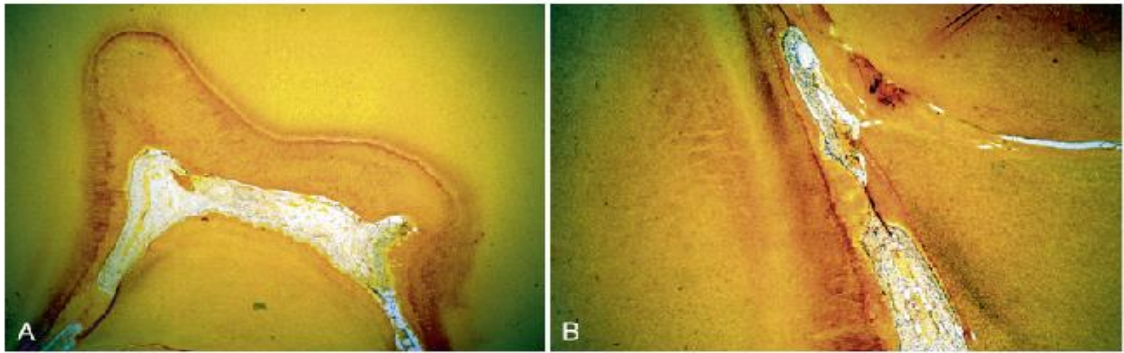


Figure 18 : coupes histologiques mettant en évidence la dentine tertiaire d'après Problem Solving In Endodontics (34).

- A. Formation de dentine réparatrice et réduction du volume de la chambre pulpaire
- B. Minéralisation et fermeture d'un canal radiculaire quittant la chambre pulpaire

Si l'agression est de faible intensité, la dentine tertiaire est appelée dentine réactionnelle (Fig. 18). Sa structure histologique régulière s'apparente à celle de l'orthodentine. Si l'agression est de forte intensité, la conformation dentinaire est moins régulière et moins structurée. Des cellules peuvent demeurer incluses dans ce néo tissu dur encore appelé ostéodentine. La dentine tertiaire se démarque de la dentine secondaire environnante par sa couleur brune orangée qui contraste avec l'aspect plus blanchâtre de la dentine secondaire. La démarcation est matérialisée par une ligne calciotraumatique. La coloration brune et la ligne calciotraumatique sont des repères visuels essentiels pour accéder à la pulpe en cas de forte rétraction pulpaire. La couleur brune indique le chemin à suivre, la ligne calciotraumatique indique la zone à ne pas dépasser à la manière d'une ligne continue.

2.2.2.6. Sclérose dentinaire

La sclérose dentinaire est une autre conséquence du vieillissement pulpaire. Elle correspond à l'oblitération des tubules dentinaire par un dépôt minéral d'origine pulpaire. La dentine sclérosée se caractérise par différents points. Elle est plus jaune que les dentines primaires et secondaires originelles et apparaît translucide. Son taux de minéralisation est majoré de 20 % ce qui lui confère une plus grande dureté et une imperméabilité. La sclérose dentinaire s'opère d'abord dans la dentine la plus externe et gagne peu à peu la dentine circumpulpaire. Elle apparaît là où il existe des agressions externes vis à vis de la pulpe. Au niveau radiculaire, la sclérose dentinaire s'installe d'abord dans la zone apicale et se répand peu à peu jusqu'à la région cervicale, conférant aux dents âgées leur couleur jaunâtre et leur translucidité caractéristique dans la zone cervicale. Au niveau des racines, la sclérose est plus marquée sur les parois proximales alors que les versants vestibulaire et lingual gardent

plus longtemps l'aspect blanchâtre et opaque de la dentine primaire originelle. Ce phénomène est décrit comme l'effet papillon dans la littérature (Fig. 19) (35). Sur des coupes axiales de racines, la dentine sclérosée se répartit en dessinant les ailes déployées d'un papillon au niveau des faces proximales.

Dans les zones non sclérosées, le trajet des tubules dentinaires prend l'aspect des rayons d'une roue dont le centre serait la pulpe. Sur les dents pluriradiculées, particulièrement sur les molaires, la sclérose gagne la face interne des racines plus rapidement que la face externe, ce qui aboutit à une sclérose précoce du plancher pulpaire qui s'assombrit. Sa couleur tranche avec celle des parois proximales, vestibulaires et linguale de la chambre pulpaire qui gardent leur couleur blanchâtre (Fig. 20).

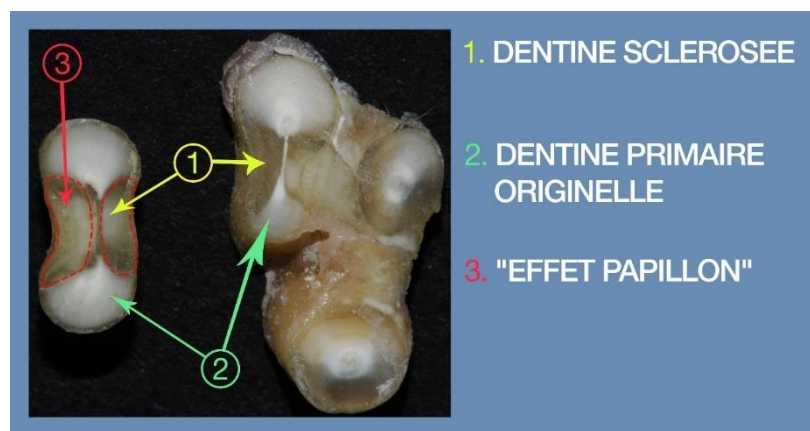


Figure 19 : coupe de prémolaire et de molaire maxillaires mettant en évidence la sclérose dentinaire, l'effet papillon et la dentine primaire originelle.



Figure 20 : photographies illustrant la répartition de la dentine sclérosée dans les racines d'une première et d'une deuxième molaire maxillaires.

Pour les dents pluriradiculées, la sclérose dentinaire s'opère d'avantage au niveau du plancher pulpaire et des parois radiculaires internes. Les parois de la chambre pulpaire gardent un aspect blanchâtre qui contraste avec la couleur plus jaune du plancher. Celle-ci se traduit par une apparence plus sombre au microscope opératoire. Les faces externes des racines ont tendance à se scléroser plus tardivement ce qui leur confère un aspect plus blanchâtre.

2.2.3. Pulpe

La pulpe est un tissu conjonctif spécialisé, inclus à l'intérieur d'une cavité anatomique située dans la partie interne et centrale de la dent et limitée par des parois dentinaires rigides. Elle contient de nombreuses populations cellulaires parmi lesquelles certaines sont très spécialisées et présentent des fonctions particulières (36).

2.2.3.1. Cellules pulpaire

Les odontoblastes primaires sont des cellules très différenciées, post-mitotiques, organisées en palissade unicellulaire à la périphérie de la pulpe. Le rôle de ces cellules a été évoqué précédemment. Les odontoblastes secondaires sont des odontoblastes de remplacement. Leur origine reste discutée. Elles sont recrutées au niveau de la zone agressée et élaborent localement la dentine réparatrice. Comme tout tissu conjonctif, la pulpe est majoritairement constituée de fibroblastes. Ces cellules sont impliquées dans la formation et le renouvellement de la matrice extracellulaire, ainsi que dans la cicatrisation des lésions pulpaire après agression. Ils évoluent en fibrocytes au cours du vieillissement. On retrouve dans la pulpe saine des cellules immunitaires telles que des cellules dendritiques, des mastocytes ainsi que des macrophages. Ces cellules immunocompétentes sont sollicitées lors des réponses inflammatoires aux agressions. L'organe dentaire recèle une niche de cellules progénitrices présentes initialement dans la pulpe ou pouvant y migrer à partir d'autres tissus. Ces cellules peuvent se différencier en fibroblastes ou en néo-odontoblastes. La population des cellules indifférenciées diminue dans les pulpes âgées, ce qui affecte le potentiel réparateur de la pulpe (37, 38).

2.2.3.2. Innervation pulpaire

L'innervation pulpaire est le support de la transmission des messages douloureux perçus par la dent au système nerveux central. Elle contrôle à différents niveaux biologiques la formation de dentine et les réponses inflammatoires et cicatricielles du complexe dentino-pulpaire. La pulpe sénescence subit des dégénérescences responsables de la baisse de sensibilité dentinaire qui affectent l'hémorégulation, ce qui augmente le risque de nécrose. (39, 40, 41).

2.2.3.3. Système nerveux autonome

Les fibres autonomes régulent le débit sanguin et assurent le tonus vasomoteur pulpaire. Elles incluent des fibres sympathiques et parasympathiques.

2.2.3.4. Fibres sensorielles et neuropeptides

2.2.3.4.1. Fibres A

Myélinisées, les fibres A ($A\alpha$, $A\beta$, $A\delta$) sont en étroite association avec les odontoblastes et peuvent se terminer dans la dentine. De seuil d'excitation bas et de conduction rapide, elles sont responsables de la douleur epicentrique de type aigüe (précoce, vive, localisée, de courte durée). C'est par exemple la douleur dentinaire due au fraisage.

2.2.3.4.2. Fibres C

Non myélinisées, les fibres C se terminent librement dans la pulpe proprement dite et en branches autour des vaisseaux. De seuil d'excitation plus élevé et de conduction moins rapide, elles sont responsables de la douleur protopathique de type lancinant (retardée, durable, irradiante) et sont surtout impliquées dans l'inflammation pulpaire. L'activation des fibres nerveuses pulpaires peut résulter du déplacement du contenu des tubules dentinaires à la suite d'un stimulus mécanique, thermique ou osmotique. Le déplacement du fluide tubulaire active ensuite les fibres nerveuses pulpaires de type A, évoquant une perception plus ou moins douloureuse selon l'intensité du stimulus, qui ne dure pas. Cette situation correspond à la stimulation des fibres de type A delta.

2.2.3.5. Vascularisation pulpaire

La pulpe est un tissu richement vascularisé : environ 5% du volume pulpaire est occupé par les vaisseaux qui se répartissent dans un rapport de 3/1, entre les vaisseaux de sortie et d'entrée. Les vaisseaux aboutissent à un réseau capillaire sous-odontoblastique particulièrement dense au niveau coronaire et moins développé au niveau radiculaire. Cette microcirculation améliore la diffusion des nutriments vers les odontoblastes engagés dans la synthèse dentinaire. Les vaisseaux pulpaires ont des parois fines avec une présence discontinue de cellules endothéliales et des fenestrations. Ces parois sont équipées de récepteurs alpha et bêta-adrénergiques en contact avec les terminaisons nerveuses autonomes, aux propriétés vasoconstrictrices et vasodilatatrices, participant à la régulation du débit sanguin pulpaire. Aux vaisseaux sanguins s'ajoutent les vaisseaux lymphatiques impliqués dans la régulation de la pression osmotique pulpaire et participant aux fonctions immunitaires de défense (37, 38).

2.2.3.6. Atrophie pulpaire

L'atrophie pulpaire est un phénomène complexe qui se traduit par une diminution du volume pulpaire. Elle débute dès la période éruptive et se poursuit tant que la dent demeure vitale et

qu'elle n'est pas soumise à des phénomènes de résorption interne. Les diverses agressions que subit la pulpe au cours du vieillissement accélèrent le phénomène d'atrophie par des appositions localisées de dentine tertiaire. Celle-ci est déposée à un rythme rapide pouvant aller jusqu'à 8 micromètres par jour (42, 43, 44, 45).

Lorsque la dent ne subit pas d'agression, l'atrophie pulpaire est plus marquée en regard des parois et du plafond de la chambre pulpaire alors que les cornes et le plancher sont relativement épargnés. Ceci entraîne la formation de triangles dentinaires vestibulaire, lingual, mésial, distal et occlusal qui font saillie dans la chambre pulpaire.

Les triangles dentinaires déportent les entrées canalaire vers le centre de la chambre pulpaire et rendent leur accès difficile (Fig. 21, 22, 23).

L'atrophie pulpaire déporte en distal et en vestibulaire l'entrée canalaire du MV2. Lorsqu'il est très accentué, ce phénomène modifie la trajectoire du canal en créant une double courbure qui rend les manœuvres de cathétérisme très complexes (46, 47, 48). Le phénomène d'atrophie peut modifier de manière drastique l'espace pulpaire radiculaire. Cela peut aller jusqu'à la disparition totale de la lumière canalaire.

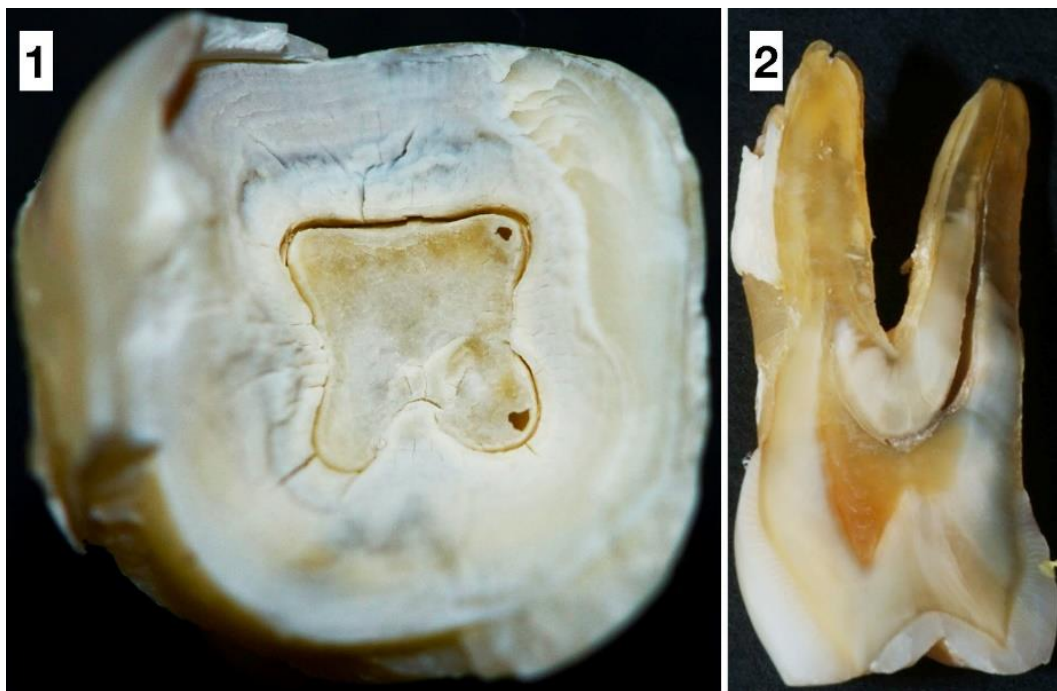


Figure 21 : photographies illustrant la dentine tertiaire

1. Dentine tertiaire s'étant développée consécutivement à une carie à évolution rapide. La coloration apparaît plus orangée. La dentine tertiaire s'est désolidarisée de la dentine secondaire suite au processus de déshydratation au niveau de la ligne calcio-traumatique.
2. Dentine tertiaire s'étant développée consécutivement à une usure occlusale sévère. Le processus sécrétoire peut totalement oblitérer la chambre pulpaire rendant l'accès aux canaux difficile. Notez la différence de couleur marquée avec la dentine secondaire environnante.



Figure 22 : photographies illustrant la progression de l'atrophie pulpaire

1. Coupes transversales dans le sens vestibulo-lingual.
2. Coupes transversales dans le sens mésio-distal.



Figure 23 : photographies illustrant les triangles dentinaires qui déportent les entrées canalaies vers le centre de la pulpe au fur et à mesure du vieillissement. Noter le fait que les parois de la chambre pulpaire apparaissent plus blanchâtres que le plancher pulpaire.

3. Anatomie

3.1. Anatomie pulpaire : généralités

La cavité pulpaire est divisée en deux parties, la chambre pulpaire qui contient la pulpe coronaire et le canal radiculaire qui contient la pulpe radiculaire. Les extensions du plafond pulpaire liées à l'anatomie occlusale forment les cornes pulpaire (49)(Fig. 24).

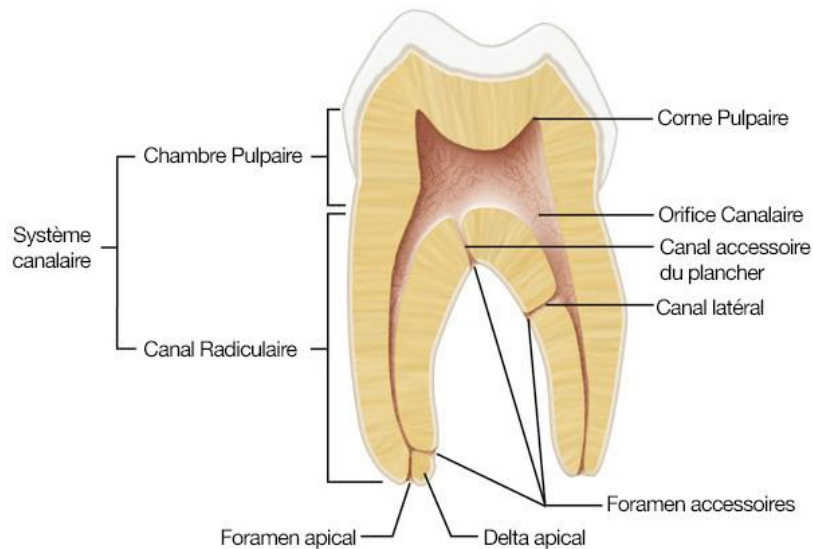


Figure 24 : anatomie du système endodontique d'après Pathway of The Pulp (49).

Au niveau radiculaire, des ramifications canalaire latérales et apicales font communiquer la pulpe et le ligament alvéolodentaire.

3.2. Première molaire maxillaire

3.2.1. Généralités

La première molaire maxillaire commence sa minéralisation à partir de la 25^{ème} semaine de vie fœtale. Elle effectue son éruption à 6 ans et sa minéralisation est complète à 9 ans (50). Elle possède avec la deuxième molaire maxillaire et les premières et deuxièmes molaires mandibulaires la valeur la plus importante du coefficient masticatoire, soit le coefficient 5. Elle mesure en moyenne 20,8 millimètres (51). Elle se singularise par une relation de proximité avec le sinus maxillaire, ce qui peut avoir des répercussions lors de pathologies inflammatoires et/ou infectieuses. Elle peut être visible lors du découverture du sourire.

3.2.2. Morphologie coronaire

3.2.2.1. Aspect externe

La première molaire maxillaire est la plus volumineuse des molaires supérieures. Elle présente la morphologie externe la plus complexe de toutes les dents. Elle possède quatre cuspidales : mésio-vestibulaire, disto-vestibulaire, mésio-palatine et disto-palatine. La cuspide mésio-palatine est la plus volumineuse (Fig. 25, 26) (53). Elle peut être affectée sur sa face mésio-palatine d'une petite cuspide supplémentaire appelée tubercule de Carabelli.

3.2.2.2. Chambre pulpaire

La chambre pulpaire de la première molaire maxillaire est la plus large des chambres pulpaires dans le sens vestibulo-lingual et présente quatre cornes pulpaires (mésio-vestibulaire, mésio-palatine, disto-vestibulaire, et disto palatine) (Annexe 1). La ligne cervicale de la chambre pulpaire a une forme rhomboïde dont les angles sont parfois arrondis. Une ligne ou une bande foncée, grisâtre, est observable sur le plancher pulpaire. Elle relie les différentes entrées canalaires entre elles (Fig.27). Cette ligne peut être altérée ou masquée sur les dents ayant déjà été traitées ou obturées par diverses restaurations ou encore sur les dents présentant un volumineux pulpolithe (Fig. 28, 29). Ceux-ci constituent un obstacle à la bonne observation du plancher et des parois camérales.

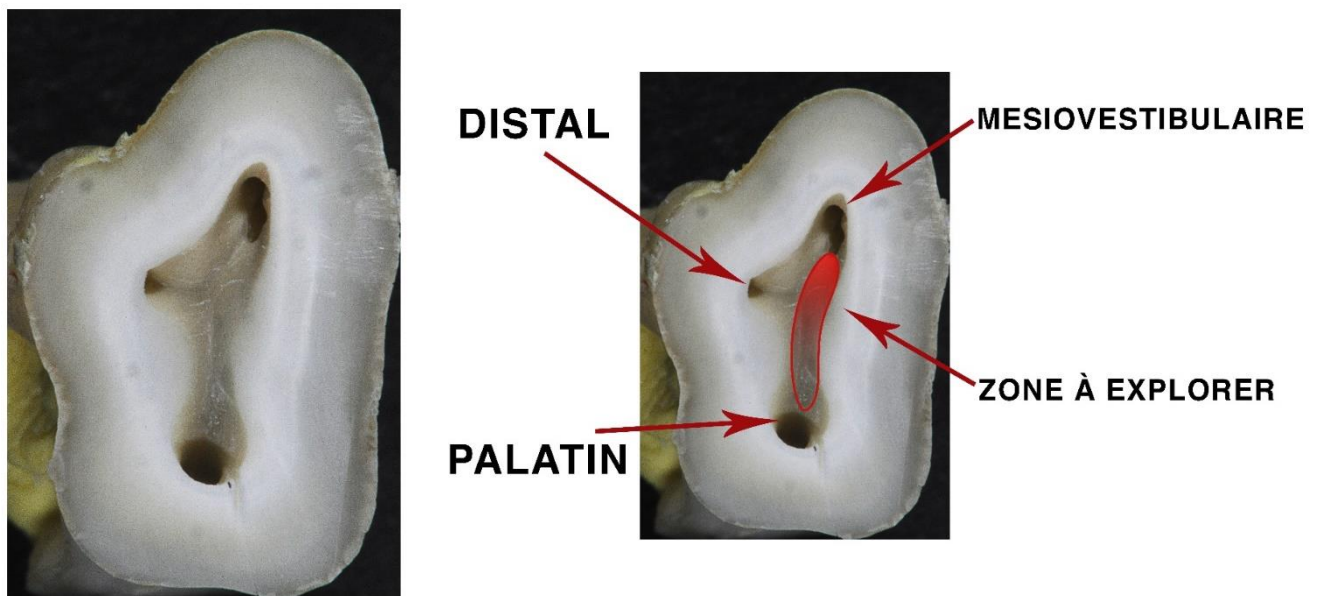


Figure 27 : photographies d'une coupe de molaire maxillaire mettant en évidence les bandes grisâtres du plancher pulpaire. La bande colorée en rouge dégradé matérialise là où l'entrée du MV2 peut se trouver.

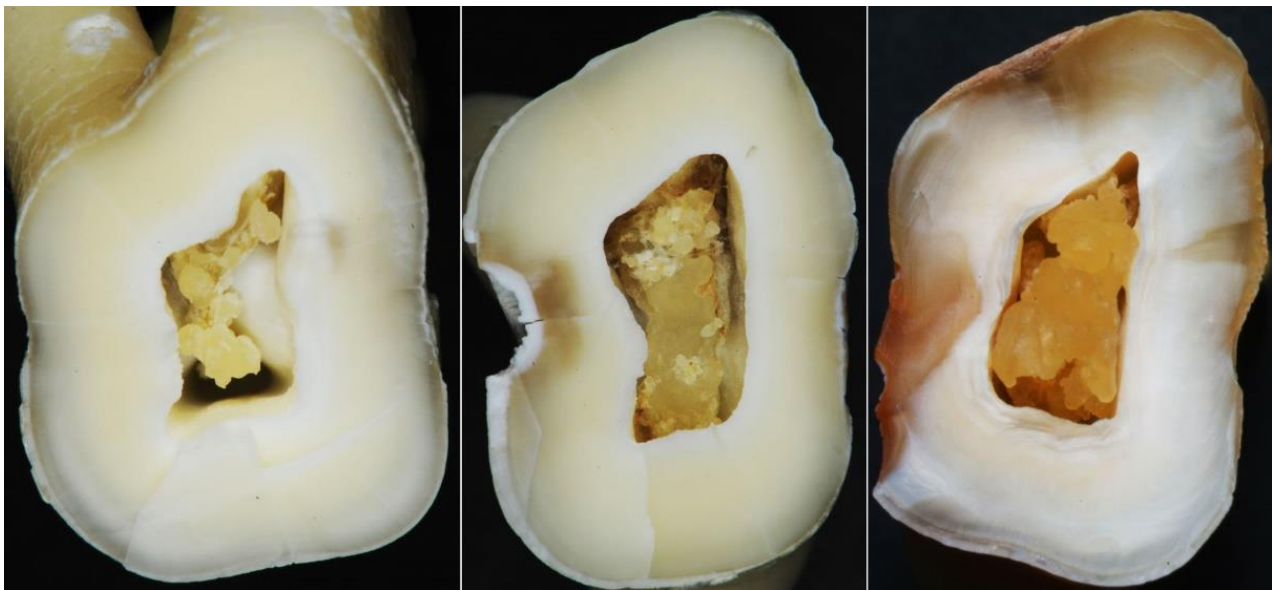


Figure 28 : photographies mettant en évidence les pulpolithes dans la chambre pulpaire. Ils constituent des obstacles à la bonne observation du plancher pulpaire. Leur élimination est un indispensable prérequis.

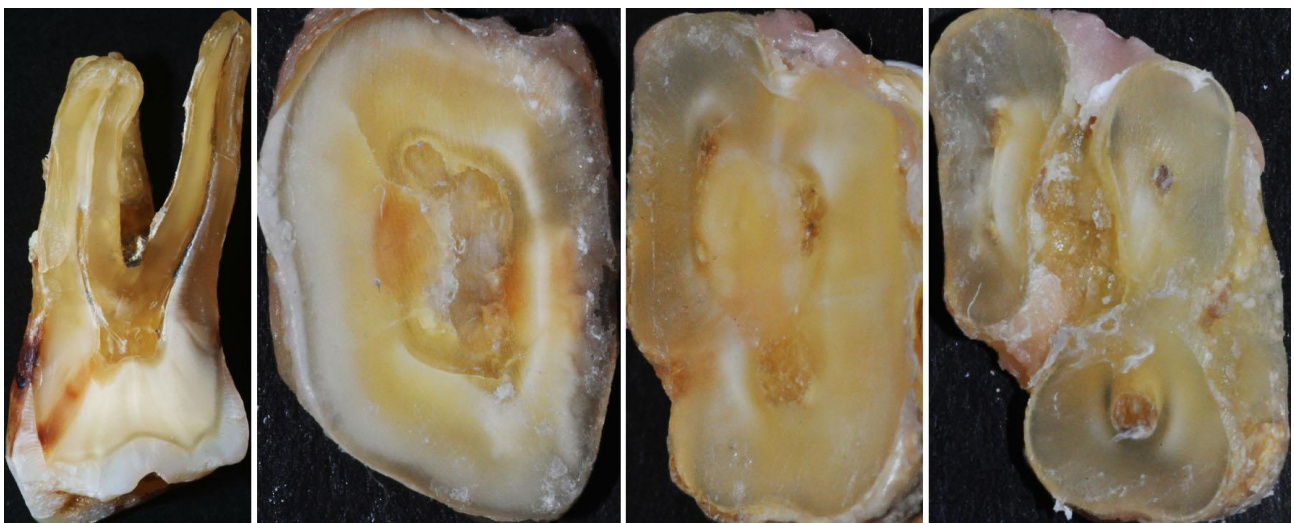


Figure 29 : photographies mettant en évidence des pulpolithes associés à une atrophie pulpaire. Ceux-ci augmentent fortement la difficulté du traitement endodontique. C'est encore plus vrai pour la recherche et le traitement du MV2. Le décryptage attentif des couleurs dentinaires est indispensable dans la gestion de telles dents.

3.2.3. Morphologie radiculaire

3.2.3.1. Aspect externe

La première molaire maxillaire a dans la majorité des cas trois racines (96,2% des cas). Dans 3,8% des cas, elle a deux racines (Fig. 30). Les cas d'une ou de quatre racines sont extrêmement rares. (54, 55, 56, 57, 58). La racine palatine est généralement la plus longue. Aplatie dans le sens vestibulo-lingual, elle possède le plus grand diamètre et son canal est souvent le plus facile d'accès. La racine disto-vestibulaire est conique et possède dans la majorité des cas un seul canal. La racine mésio-vestibulaire est aplatie dans le sens mésio-distal et a tendance à s'arrondir dans la zone apicale. Elle est parcourue par un sillon sur sa face mésiale et sur sa face distale, avec une concavité plus marquée à ce niveau. Elle apparaît plus large du côté vestibulaire que du côté palatin (59, 60, 61).

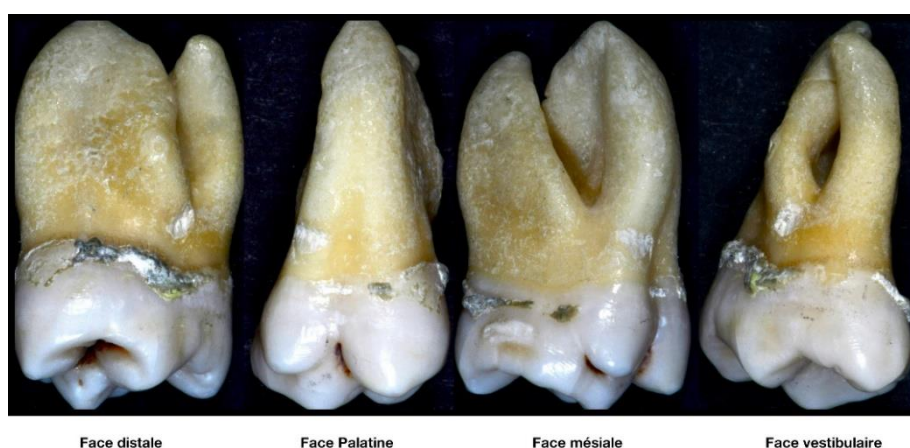


Figure 30 : photographies de première molaire maxillaire présentant une fusion des racines distale et palatine.

3.2.3.2. Canaux radiculaires

On retrouve deux canaux mésio-vestibulaires ou plus dans 56,8% des cas et un seul canal dans 43% des cas (Tableau 2) (62, 59).

Tableau 2 : Fréquence de présence du MV2 sur la première molaire maxillaire d'après Ingle's Endodontics (59).

RACINE MÉSIO-VESTIBULAIRE			
1 Canal	≥ 2 Canaux	1 Foramen	≥ 2 Foramina
≈ 43 %	≈ 57 %	≈ 62 %	≈ 38 %

Trois canaux mésio-vestibulaires (MV1, MV2, MV3) peuvent parfois être retrouvés. C'est

une situation rare mais dont le clinicien doit être conscient (63, 64). Le nombre de MV2 tend à diminuer avec l'âge, principalement à cause de l'atrophie pulpaire et des minéralisations intrapulpaires (65). Le MV2 est en général plus court que le MV1 et de diamètre inférieur. Sur des coupes axiales sa forme est plutôt aplatie ou ovale alors que celle du MV1 est plus arrondie. L'entrée du MV2 peut se situer dans une zone allant de l'entrée du MV1 à l'entrée du canal palatin (Fig. 27) (59). Le canal palatin peut rejoindre le MV2 ou le MV1 (quand le MV2 n'existe pas) par un isthme plus ou moins marqué au niveau du plancher pulpaire. L'existence d'un MV2 est liée à la largeur de la racine mésio-vestibulaire dans le sens vestibulo-lingual. Les racines peu larges dans ce sens peuvent ne présenter qu'un seul canal avec un feuillet palatin.

3.2.3.3. Configurations canalaires les plus fréquentes du MV2

Dans l'analyse de la littérature reprise dans Ingle's Endodontics, l'incidence de deux canaux dans la racine mésio-vestibulaire est de 57 % contre 43 % pour un seul canal. Dans 38 % des cas, un second foramen apical est retrouvé (59). L'orifice apical du MV2, tout comme celui du MV1, est principalement situé en distal. Le dôme apical de la racine mésio-vestibulaire peut être simple ou dédoublé lorsque le MV2 a son propre orifice apical (Fig. 31). Dans ce cas, la portion palatine de la racine mésio-vestibulaire apparaît plus courte. On observe une plus grande détection de MV2 dans les études in vitro par rapport aux études cliniques. Les études faisant appel à la tomographie assistée par ordinateur montrent une forte augmentation de la présence d'un MV2, pouvant aller jusqu'à 90 % (61, 62). La prévalence de détection de ce canal augmente aussi dans les études cliniques, lorsqu'un microscope opératoire est utilisé (66).



Figure 31 : photographies illustrant le polymorphisme canalaire de la racine mésio-vestibulaire de la première molaire maxillaire.

3.3. Deuxième molaire maxillaire

3.3.1. Généralités

La deuxième molaire maxillaire débute sa minéralisation à l'âge de 4 ans et demi. Elle effectue son éruption vers 12 ans et termine sa minéralisation vers 14 ans. Comme la première molaire maxillaire, elle possède la valeur la plus importante de coefficient masticatoire. Elle mesure en moyenne 20 millimètres (68) et possède aussi une relation de proximité avec le sinus maxillaire (69).

3.3.2. Morphologie coronaire

3.3.2.1. Aspect externe

Ses caractéristiques morphologiques sont identiques à quelques détails près à celles de la première molaire maxillaire (67). La couronne possède quatre cuspides dont la portion distale est plus réduite : la cuspide disto-vestibulaire et la cuspide disto-linguale sont plus petites (Fig. 32, 33, 34). Le fait que la couronne soit plus large dans le sens vestibulo-lingual que dans le sens mésio-distal peut laisser présumer l'existence d'un MV2.

3.3.2.2. Chambre pulpaire

La chambre pulpaire est aussi plus réduite que celle de la première molaire maxillaire. Les trois orifices canaux principaux forment en général un triangle, ils peuvent aussi former une ligne droite dans le sens vestibulo-lingual (68, 71). Le plancher pulpaire est en général convexe (Annexe 2).

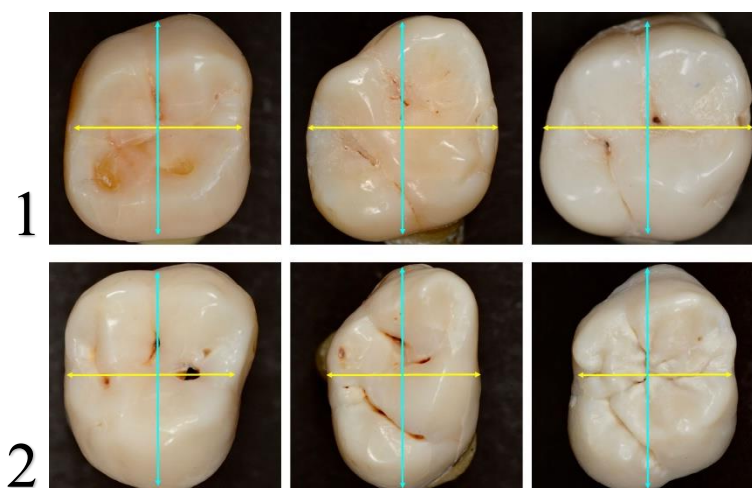


Figure 32 : Vue occlusale de 1ères (1) et 2èmes molaires maxillaires (2). Le fait que la couronne soit plus large dans le sens vestibulo-lingual que dans le sens mésio-distal peut laisser présumer l'existence d'un MV2.

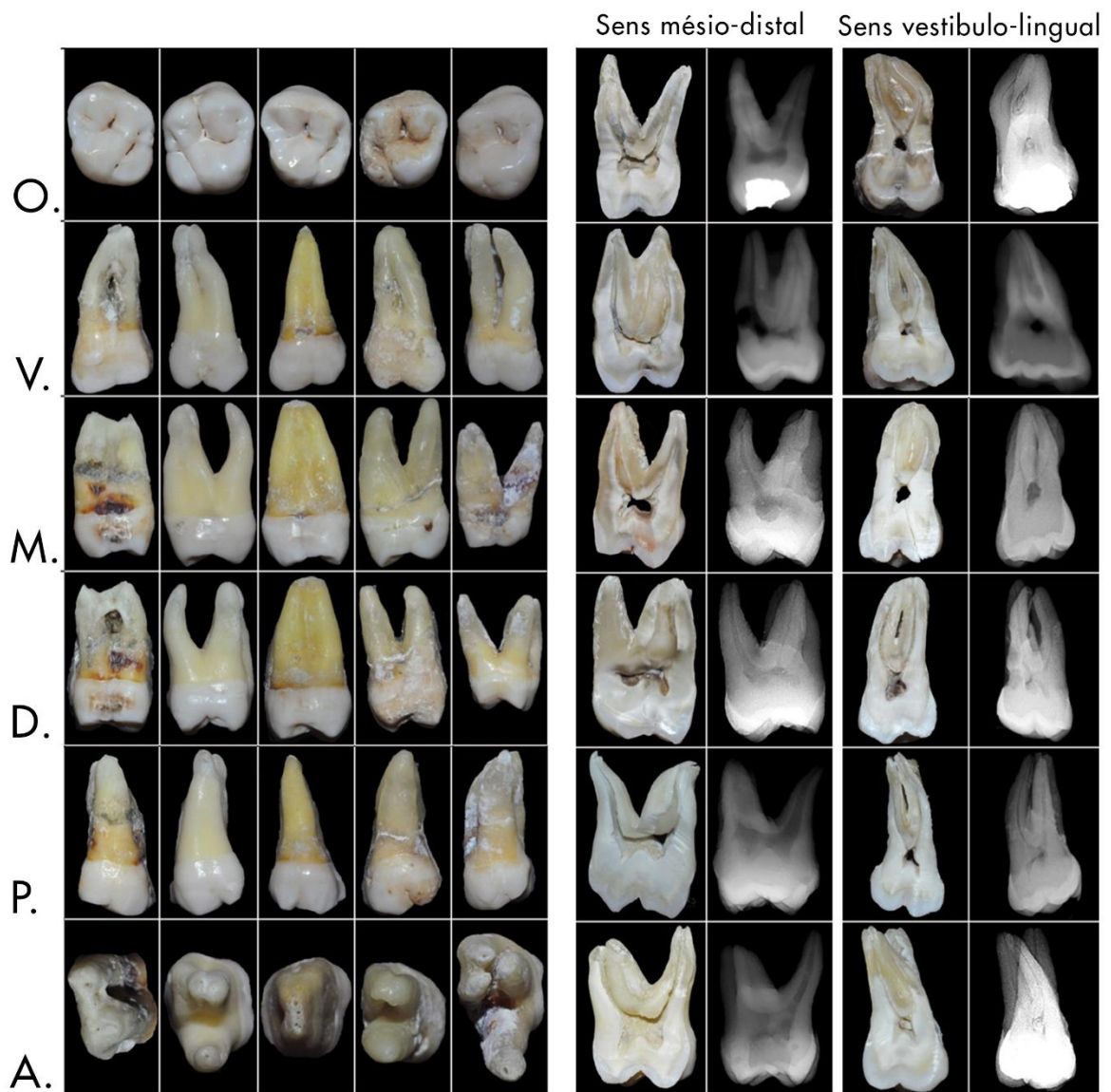


Figure 33 : photographies illustrant le polymorphisme de la deuxième molaire maxillaire
O. : Occlusal ; V. : Vestibulaire ; M. : Mésial ; D. : Distal ; P. : Palatin ; A. : Apical

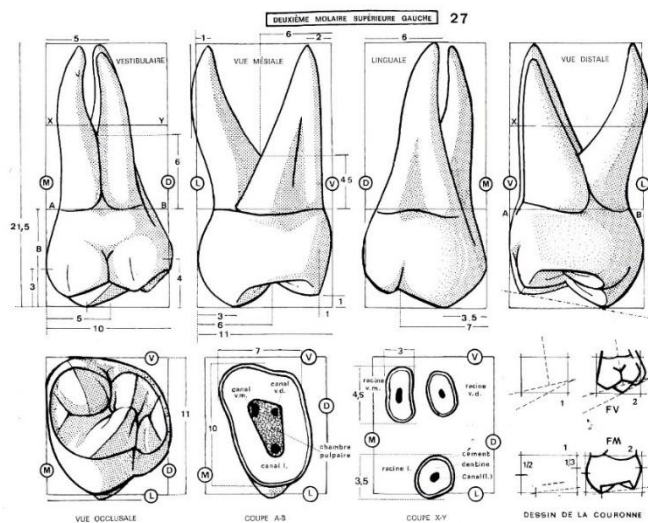


Figure 34 : schéma de deuxième molaire maxillaire gauche d'après M. CRÉTOT (70).

3.3.3. Morphologie radiculaire

3.3.3.1. Aspect externe

Dans les études anatomiques, la majorité des deuxième molaires maxillaires possèdent 3 racines. La forme des racines est en général similaire à celle de la première molaire maxillaire mais les racines ont tendance à être plus proches les unes des autres, voire à fusionner (Fig. 35).



Figure 35 : photographies d'une deuxième molaire maxillaire présentant une fusion des racines distale, vestibulaire et palatine.

La deuxième molaire maxillaire peut ne posséder que deux ou même une seule racine. Les racines ont aussi en général une inclinaison plus distale que celle des premières molaires maxillaires. La racine palatine est moins divergente du côté palatin (69, 71). La racine mésio-vestibulaire est large dans le sens vestibulo-lingual et possède des dépressions sur ses surfaces mésiale et distale (Fig. 33, 34).

3.3.3.2. Canaux radiculaires

Tableau 3 : fréquence de présence du MV2 sur la deuxième molaire maxillaire d'après Ingle's Endodontics (71).

RACINE MÉSIO-VESTIBULAIRE			
1 Canal	≥ 2 Canaux	1 Foramen	≥ 2 Foramina
≈ 52.9 %	≈ 47.1 %	≈ 68.2 %	≈ 31.8 %

La morphologie canalaire interne est variable et les études anatomiques indiquent que la racine mésio-vestibulaire possède une incidence quasi égale entre 1 ou 2 canaux (Tableau 3). Dans 68% des cas, un seul foramen apical est présent sur la racine mésio-vestibulaire. Dans certains cas la deuxième molaire maxillaire peut n'avoir qu'un seul canal, décrit comme ayant une forme de ruban (68, 71).

3.4. Zone de danger de la racine mésio-vestibulaire

Dans les parties coronaire et médiane de la racine mésio-vestibulaire, la paroi distale est plus fine (jusqu'à 1/3 plus fine) que la paroi mésiale. Les zones les plus fragiles se situant entre 8 et 11 millimètres de l'apex sur la première molaire et entre 9,5 et 11 millimètres de l'apex sur la deuxième molaire (Fig. 36, 37) (72, 73, 74).

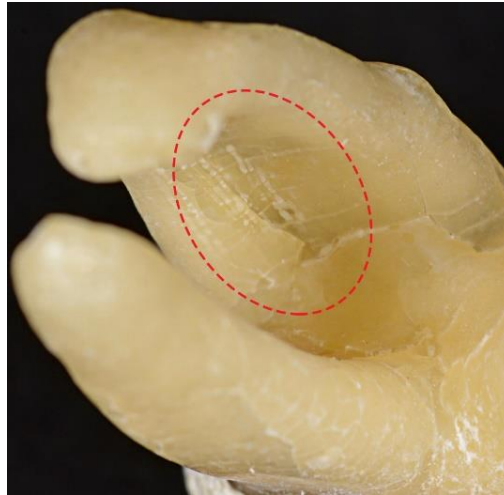


Figure 36 : zone dangereuse de la racine mésio-vestibulaire. La faible épaisseur des parois dentinaires de la face interne de la racine mésio-vestibulaire implique de ne pas s'appuyer sur celles-ci lors des manœuvres instrumentales pour éviter toute perforation.



Figure 37 : photographies illustrant les dômes apicaux et la face interne de la racine mésio-vestibulaire de 1ères molaires maxillaires. L'apex de la racine mésio-vestibulaire est asymétrique dans le sens vestibulo-lingual et a tendance à s'atrophier du côté palatin. Le foramen principal des MV2 est situé plus coronairement que celui du MV1. Cette particularité serait totalement invisible sur une radiographie lime en place. La face distale de la racine mésio-vestibulaire est marquée par une concavité qui peut être très marquée.

3.5. Isthme

Un autre facteur anatomique majeur de la racine mésio-vestibulaire est l'isthme pouvant relier le MV1 au MV2. Toute racine possédant deux canaux peut contenir un isthme. Cette structure est une fine communication en ruban entre deux canaux, contenant du tissu pulpaire (67, 75, 76, 77) (Fig. 38).



Figure 38 : coupes transversales dans le sens vestibulo-lingual de racines mésio-vestibulaires mettant en valeur les isthmes entre les canaux MV1 et MV2.

Un canal peut présenter un ou plusieurs isthmes le reliant à un autre canal. Dans ces zones, le parenchyme pulpaire est aplati et l'atrophie peut entraîner une fusion partielle ou totale des parois dentinaires. Ainsi un canal en "8" en section axiale peut donner naissance à 2 canaux distincts avec le temps. A l'inverse, deux canaux réunis par un isthme peuvent ne plus en donner qu'un seul par l'atrophie d'un de ces deux canaux et de l'isthme qui leur est associé. L'incidence reportée d'isthme dans la racine mésio-vestibulaire de la première molaire maxillaire varie (72). Les études reportent rarement la présence d'un isthme dans la partie apicale de la racine (78). Dans la plupart des cas, l'isthme est présent jusqu'à 5 millimètres de l'apex. Plus on s'approche de la chambre pulpaire, plus les chances d'avoir un isthme sont importantes (Fig. 39 et 40).

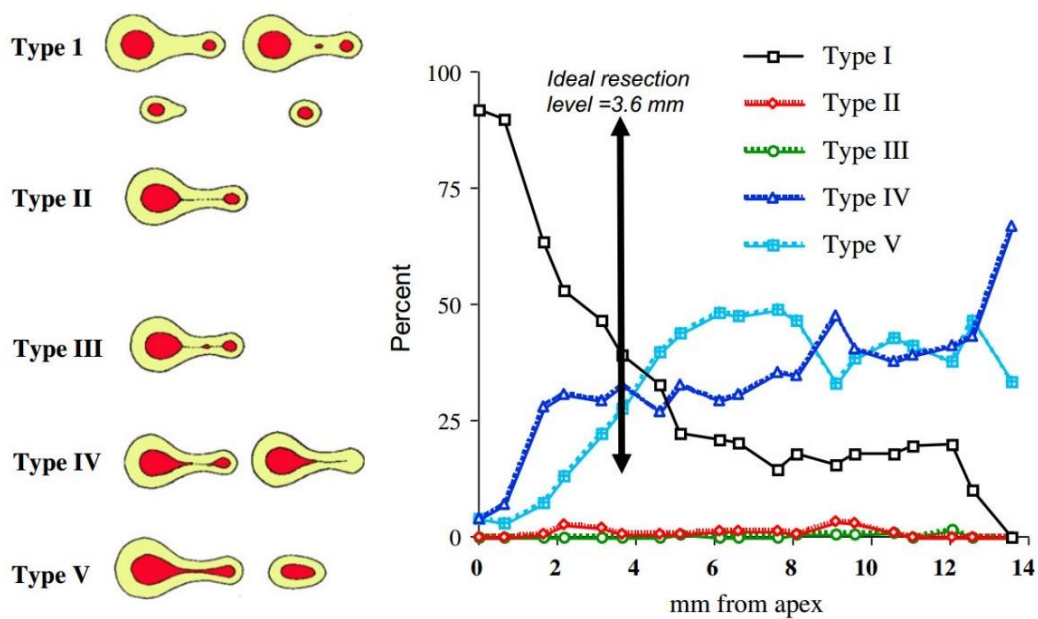


Figure 39 : graphique représentant la présence d'un isthme sur la racine mésio-vestibulaire en fonction du niveau de hauteur radiculaire d'après R. DEGERNESS (72).

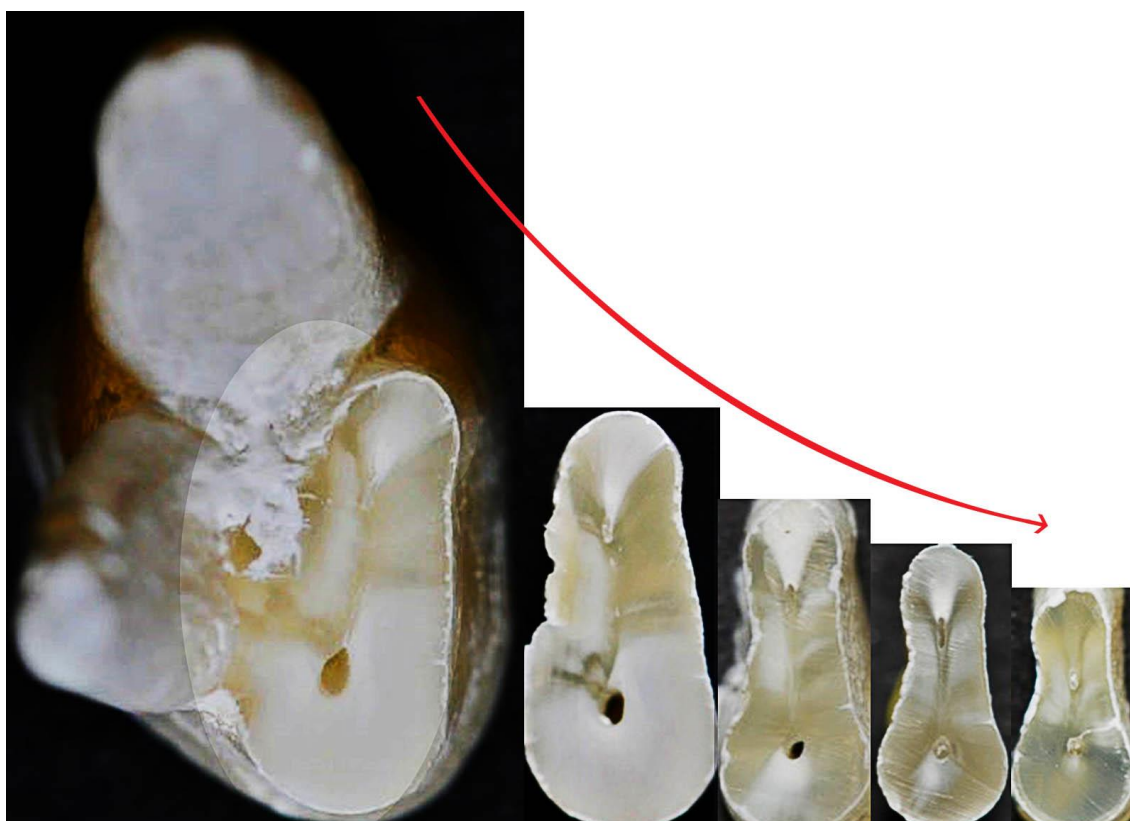


Figure 40 : coupes axiales de la furcation à la zone apicale mettant en évidence la position du MV1 et du MV2. La règle d'équilatéralité s'observe sur presque toute la longueur de la racine. Dans la zone apicale, le MV1 et le MV2 ont un trajet imprédictible.

3.6. Courbures canalaire

La plupart des canaux radiculaires présentent une ou plusieurs courbures plus ou moins sévères. Celles-ci sont rarement visibles dans le sens vestibulo-lingual sur des radiographies pré-opératoires. Les canaux de la racine mésio-vestibulaire des molaires maxillaires n'échappent pas à cette règle. Dans le sens mésio-distal, le MV2 présente tout comme le MV1 une courbure à concavité distale pouvant être assez marquée. Celle-ci est assez facile à repérer sur un cliché pré-opératoire en technique orthogonale. Dans le sens vestibulo-lingual, le MV2 peut présenter une ou plusieurs courbures indécélables radiographiquement et rendant sa découverte comme son instrumentation compliquées (79, 80, 81, 82). L'atrophie pulpaire crée dans la zone cervicale un triangle dentinaire qui augmente l'angle d'accès au canal. Cette configuration peut donner naissance à une double courbure (courbure en «S») dès l'entrée canalaire, ce qui crée une contrainte majeure pour le travail des limes endodontiques (83) (Fig. 41, 42).

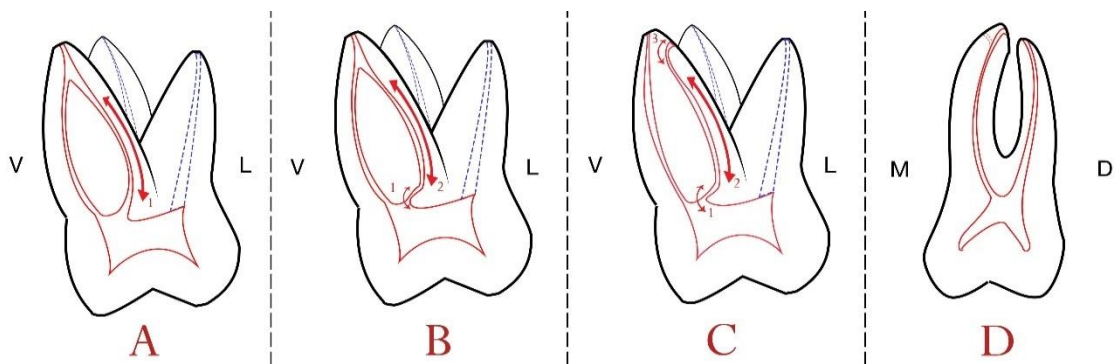


Figure 41 : représentation des courbures possibles sur le canal MV2 en vue vestibulo-linguale. **A.** Simple courbure **B.** Double courbure **C.** Double courbure avec crochet apical. **D.** Représentation en vue mésio-distale.



Figure 42 : photographies mettant en valeur l'isthme et les courbures canalaire de la racine mésio-vestibulaire sur des premières molaires maxillaires.

Après cette courbure en «S» le canal est à concavité vestibulaire jusqu'au tiers cervical ou des changements brusques de direction canalaire sont fréquemment observés aussi bien dans le sens vestibulaire que dans le sens palatin. Ainsi, n'est-il pas rare que le MV2 présente des triples courbures voire plus alors que la radiographie peut n'en mettre en évidence qu'une seule (84).

3.7. Zone apicale

Dans sa partie apicale le MV2 rejoint le MV1 dans environ 60 % des cas pour aboutir à un seul foramen principal. Dans les autres cas, le MV2 possède son propre orifice apical, qui en règle générale, est situé plus coronairement que celui du MV1. Les 1ère et 2èmes molaires maxillaires sont situées dans le centre masticatoire, c'est à dire dans la zone où les impacts masticatoires sont les plus puissants. L'adaptation à ces contraintes occlusales extrêmes peut déporter les orifices apicaux à près de 4 millimètres du dôme apical (Fig. 43, 44) (85).

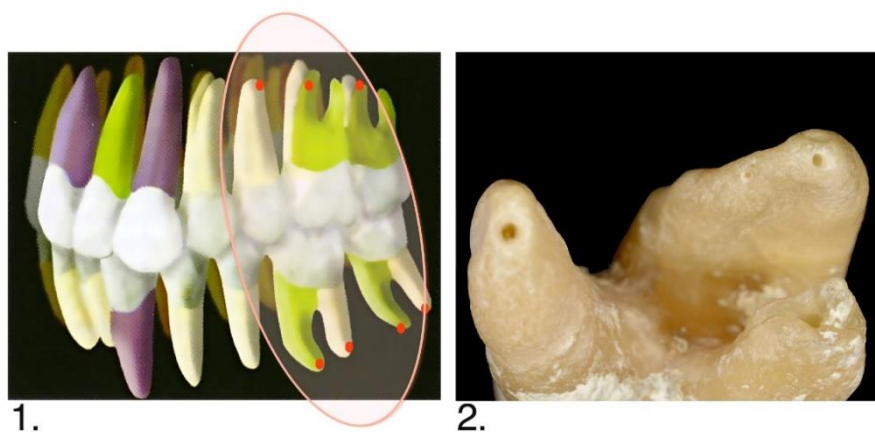


Figure 43 : illustration et photographie illustrant le centre masticatoire
 1. Schéma des dents du centre masticatoire (85).
 2. Photographie de l'apex d'une molaire maxillaire déporté coronairement.

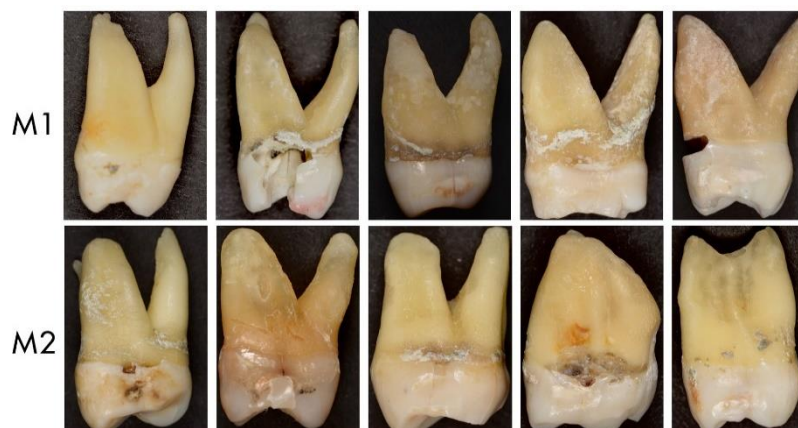


Figure 44 : photographies illustrant la face mésiale des racines des molaires maxillaires. Noter l'asymétrie des dômes apicaux des racines mésio-vestibulaires. Les racines sont toujours plus courtes sur le versant palatin.

4. Traitement du MV2

4.1. Quand rechercher le MV2 ?

Statistiquement, le MV2 a une grande probabilité d'être présent. Il est légitime de se demander à quel moment du traitement le praticien doit rechercher son existence. Vouloir atteindre cet objectif en début de traitement a peu d'intérêt. Il semble plus cohérent de préparer les trois canaux principaux (palatin, distal et MV1) puis de s'affairer à la mise en évidence du MV2. L'aménagement de la cavité d'accès et des entrées canalaire du MV1 et du canal palatin sont des prérequis logiques avant de s'intéresser à la localisation du MV2. Par ailleurs, l'utilisation d'hypochlorite de sodium alternée avec de l'EDTA pendant les étapes de mise en forme des autres canaux contribue au lavage de la cavité d'accès et à la dissolution de boues et débris minéraux comme organiques qui peuvent cacher l'entrée du MV2 au niveau du plancher pulpaire et de l'isthme (86, 108).

4.2. Étapes pré-opératoires

4.2.1. Radiographie rétro-alvéolaire

La radiographie rétro-alvéolaire est un élément indispensable pour la réalisation du traitement endodontique. Elle permet de recueillir des informations sur le nombre de racines, leur anatomie, la morphologie camérale et canalaire, la longueur et la courbure des canaux, la présence ou l'absence de pulpolithes. Elle permet en outre une première évaluation de la longueur pré-opératoire et renseigne le praticien sur la difficulté de l'acte endodontique à venir (87, 88, 89). La radiographie rétro-alvéolaire orthogonale pré-opératoire n'apporte pas toujours une réponse claire sur l'existence d'un MV2. Toutefois, la radiographie en incidence excentrée distale de 30 à 40° permet parfois de mettre en évidence une lumière canalaire non centrée dans la racine mésio-vestibulaire. Cette particularité indique la présence d'un MV2. La superposition d'un grand nombre de structures anatomiques dans cette zone rend l'interprétation difficile (90).

4.2.1.1. Incidence orthogonale

La technique des plans parallèles est préférable. Elle minimise la distorsion géométrique et participe à la définition et à la qualité de l'image. La reproductibilité est importante lorsque l'on souhaite visualiser des changements au niveau du péri-apex notamment pour le suivi post opératoire. Le praticien peut s'aider d'angulateurs (Fig. 46) afin de réaliser plus facilement des clichés parallèles et reproductibles.

L'anatomie de la voute palatine ne permet pas toujours de prendre un cliché en technique

parallèle. Une voute palatine plate oblige parfois à réaliser une technique bissectale ou une technique hybride entre la technique parallèle et la technique bissectale (Fig. 46). Il est aussi judicieux de mesurer les longueurs pré-opératoires à l'aide de l'outil « règle » du logiciel d'imagerie (91).

4.2.1.2. Incidence décalée / angulée

L'incidence décalée, ou « cône shift », permet de mieux cerner l'anatomie radiculaire, et parfois de déceler facilement la présence de canaux invisibles sur le premier cliché ainsi que les aberrations anatomiques (Fig. 45, 47) (90, 91). Il est recommandé de ne pas avoir une angulation trop importante, au risque d'avoir des déformations ou des superpositions ininterprétables (92).

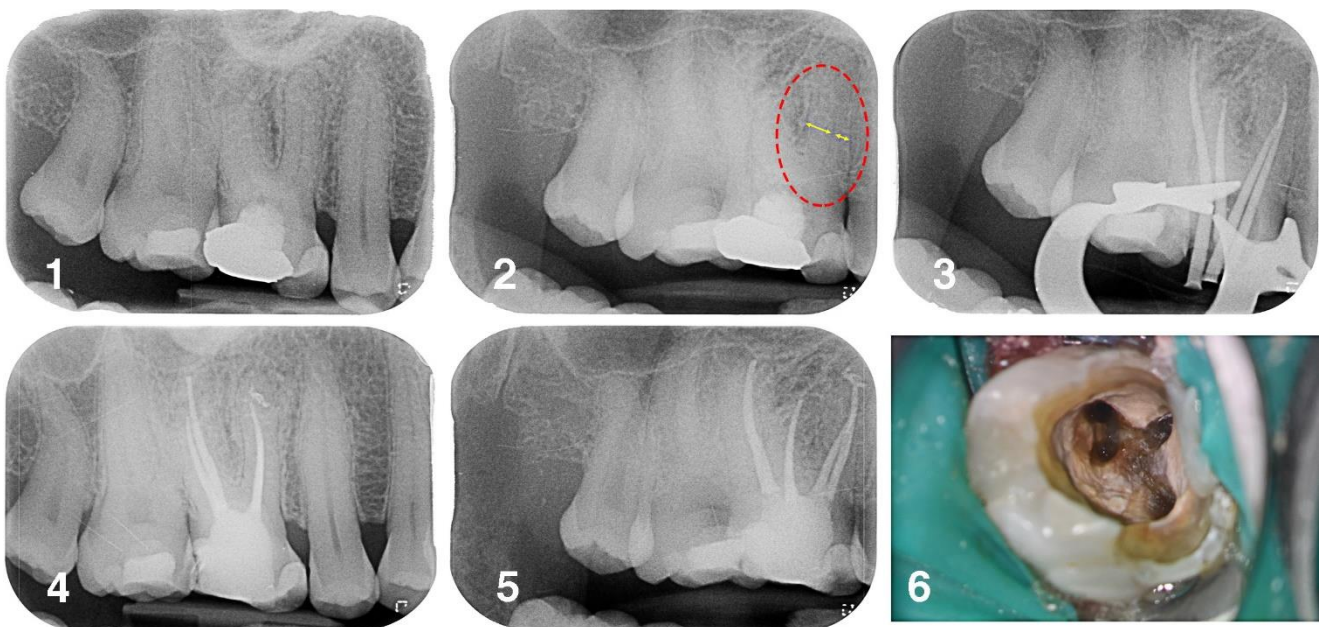


Figure 45 : radiographies et photographie illustrant un cas clinique sur première molaire maxillaire.

1. Radiographie pré-opératoire en incidence orthogonale. Un seul canal est visible dans la racine mésio-vestibulaire. Le canal est centré dans la racine.
2. Radiographie pré-opératoire en incidence disto-excentrée (env. 30°). Un seul canal est visible dans la racine mésio-vestibulaire. Le canal est décalé en mésial dans la racine. Cette indication révèle la forte probabilité de la présence d'un MV2. Celui-ci est invisible, à cause de son petit diamètre, des distorsions et des superpositions de structures anatomiques.
3. Radiographie cônes en place.
4. Radiographie d'obturation en incidence orthogonale.
5. Radiographie d'obturation en incidence disto-excentrée. Le MV2 est clairement identifié.
6. Vue clinique en fin de préparation canalaire.

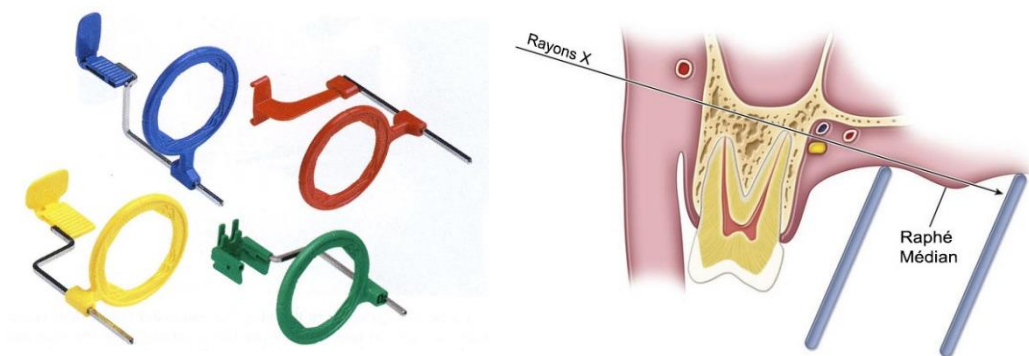


Figure 46 : Angulateurs de Rinn® (Dentsply®) pour radiographies et positionnement du film en coupe frontale d'après M. TORABINEJAD (91).

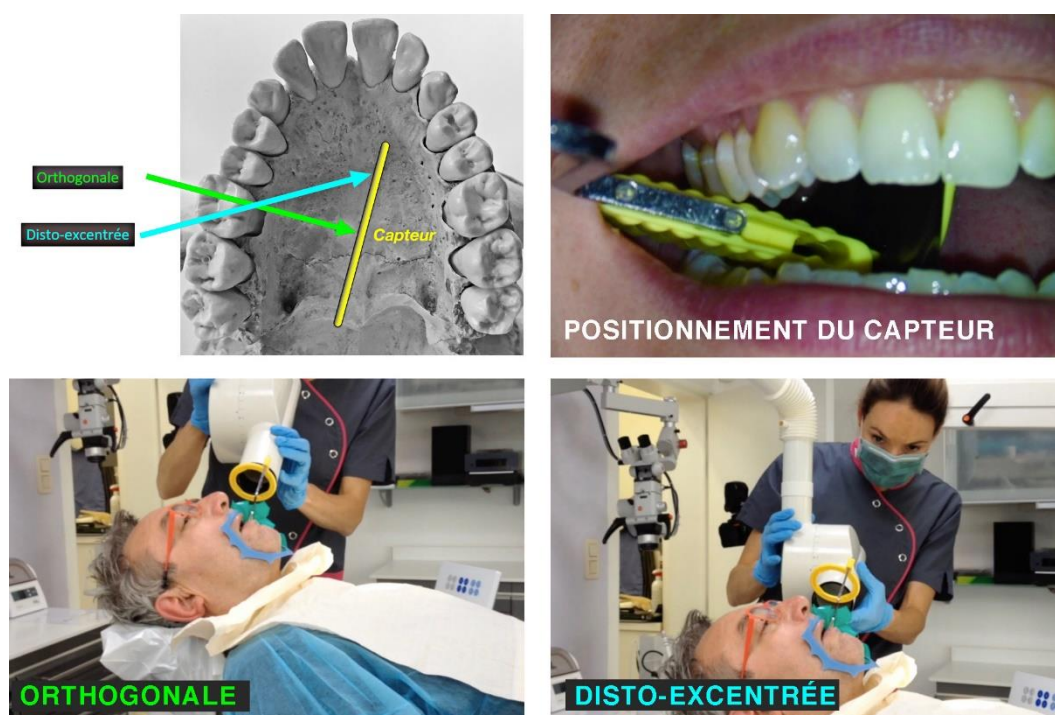


Figure 47 : photographies représentant les incidences orthogonale et disto-excentrée.

4.2.1.3. Limites de la radiographie conventionnelle

La radiographie rétro-alvéolaire possède quelques inconvénients, comme la superposition des structures situées dans des plans multiples (os zygomatique, voûte palatine) qui peuvent rendre difficile la visualisation en trois dimensions de l'anatomie pulpaire. L'apparence des pertes osseuses est sous-évaluée, et la détection des lésions péri-apicales n'est possible que si l'une des corticales est atteinte. Le praticien doit avoir conscience des limites de cette technique pour éviter les biais d'interprétation radiographique (Fig. 48).

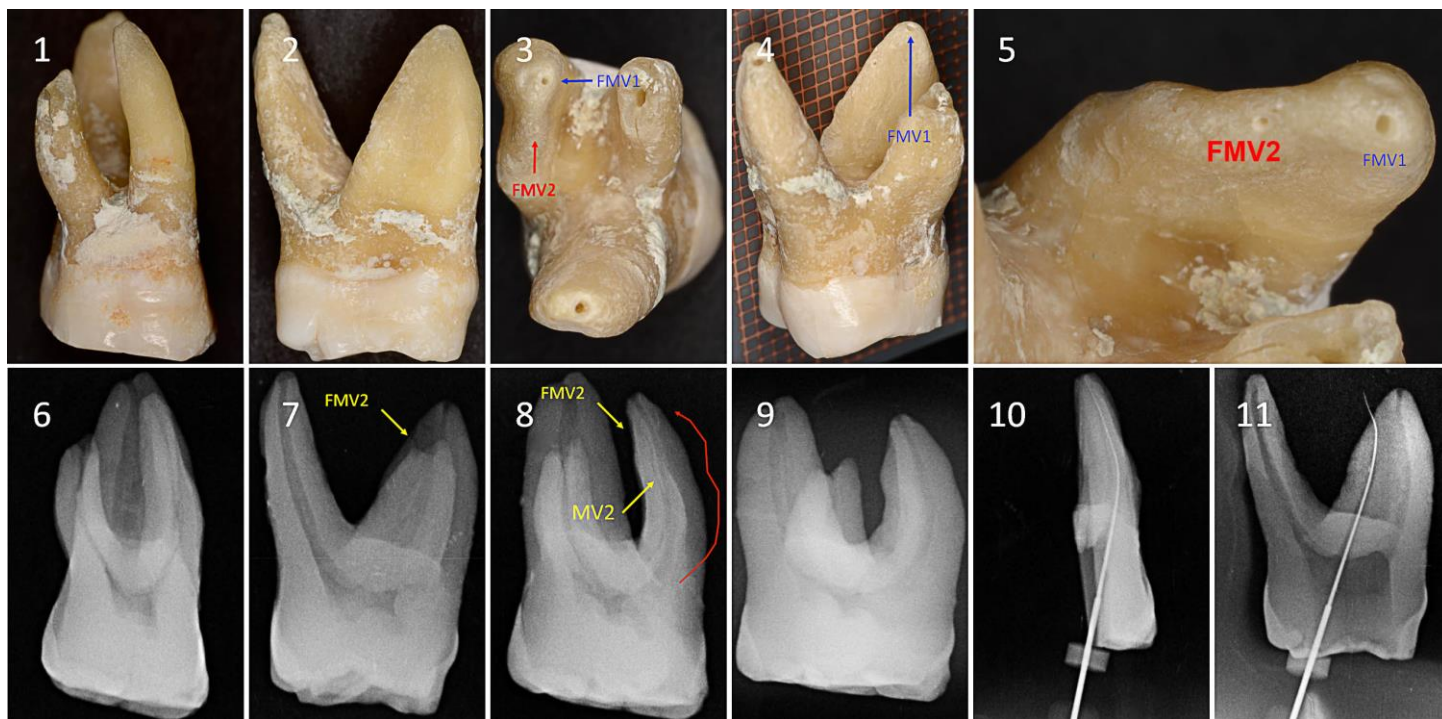


Figure 48 : illustration de l'intérêt et des limites apportés par la radiographie conventionnelle dans la compréhension de l'anatomie du MV2. Simulation sur une 16 extraite.

1. Vue vestibulaire
2. Vue mésiale
3. Vue apicale
4. Vue disto-apico-palatine (FMV1 : foramen du MV1, FMV2 : foramen du MV2)
5. Vue disto-apicale de la racine mésio-vestibulaire
6. Radiographie en incidence orthogonale : le MV2 n'est pas discernable.
7. Radiographie en incidence proximale. Le foramen du MV2 est situé plus coronairement que celui du MV1 (env. 3mm)
8. Radiographie disto-excentrée (20°). Le MV2 est visible. Noter son fin diamètre et ses courbures multiples. La flèche segmentée rouge reproduit les courbures du MV2 dans le sens mésio-distal.
9. Radiographie disto-excentrée (40°). Le MV2 est moins discernable que sur le cliché précédent
10. Radiographie lime en place en incidence orthogonale. Cette incidence pourrait laisser croire que la lime est à la bonne longueur
11. Radiographie lime en place en incidence proximale. Sur cette incidence impossible à faire cliniquement, le dépassement de l'instrument est évident.

4.2.2. CBCT

4.2.2.1. Principe de fonctionnement

Le CBCT est une technique de radiographie dans lequel un faisceau conique de rayons X est projeté sur les tissus. Le diamètre d'exposition des tissus peut aller de 40 millimètres à 170 millimètres (ou plus sur certaines machines). Un volume limité réduit de manière significative la dose de radiations reçues par rapport aux techniques traditionnelles telles que le scanner. La résolution maximale des CBCT est de l'ordre de 70 micromètres, ce qui permet la visualisation d'objets très petits comme les canaux difficiles à trouver. Le CBCT permet d'obtenir une image 3D, très utile dans certaines situations, comme le traitement et le diagnostic des dents à l'anatomie complexe ou présentant une résorption importante. Le CBCT possède une sensibilité plus élevée que les radiographies rétro-alvéolaires (93, 94) pour la détection des lésions péri apicales et l'identification des fractures radiculaires (95). Il est aussi meilleur que les radiographies numériques pour le suivi de guérison (96, 97).

4.2.2.2. Efficacité pour la détection du MV2

Selon une étude de H. Mirmohammadi, le CBCT permet une détection du MV2 plus efficace qu'une radiographie rétro-alvéolaire (98). Cet examen peut être un atout précieux pour lever un doute (Fig. 49) (99). La question de sa systématisation dans le cas d'un traitement endodontique sur molaire maxillaire fait encore débat. La diminution des doses d'irradiation démocratise cette technologie. Le recours à un petit champ d'irradiation associé à une résolution fine inférieure à 100 microns semble un bon compromis. Cela éviterait des pertes de temps liées à un MV2 non existant et que l'on rechercherait désespérément ou à un MV2 qui existe mais dont l'accès s'avère très complexe voire impossible, sans compromettre la dent.

4.2.2.3. Recommandations d'utilisation

- Respecter le rapport coût/bénéfice/sécurité
- Poser les indications, optimiser les doses
- Suivre une formation spécifique
- Établir de compte-rendu (obligatoire)
- Appliquer la cotation LAQK 027, uniquement pour l'endodontie

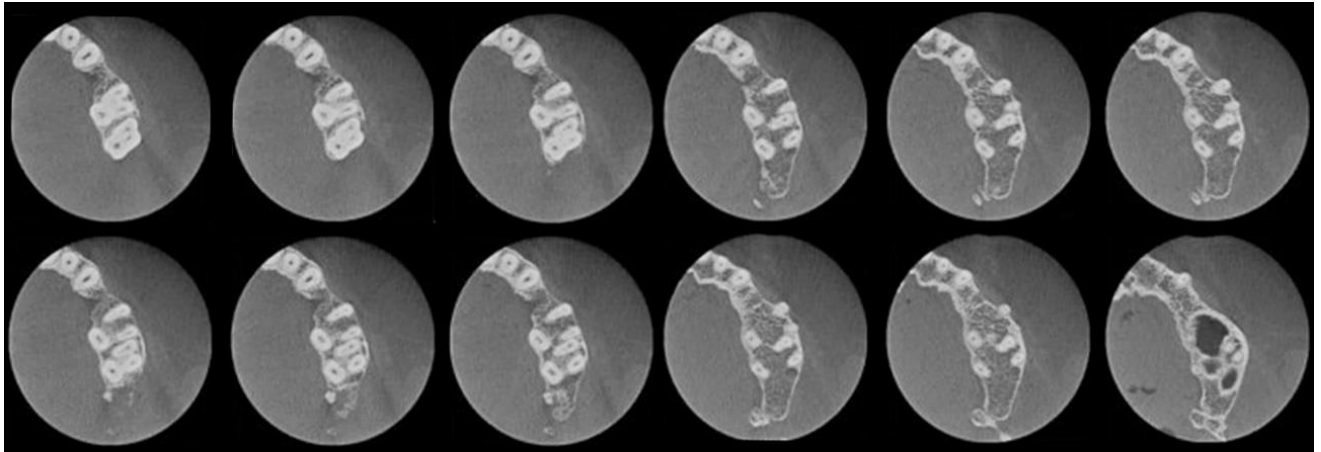


Figure 49 : imagerie cone-beam, coupes axiales de la région maxillaire gauche faisant apparaître des isthmes sur les première et deuxième molaires (99).

4.3. Étapes per-opératoires

4.3.1. Préparation pour le traitement endodontique

Le praticien doit s'assurer d'être dans de bonnes conditions avant d'effectuer le traitement endodontique en ayant :

- Un silence opératoire profond et de longue durée
- Une reconstitution pré-endodontique si le délabrement de la dent l'impose
- La digue posée de manière étanche

4.3.1.1. Silence opératoire

L'analgésie doit être réalisée systématiquement (100, 101, 102, 103). Le traitement endodontique intervient fréquemment dans un contexte algique et peut durer longtemps pour une molaire. Il est indispensable d'avoir un silence opératoire profond et durable afin de ne pas faire souffrir le patient et afin de rester concentré sur la procédure en cours.

Pour la première molaire maxillaire, la technique analgésique recommandée est :

- Analgésie tubérositaire : 1 cartouche au 1/100 000
- Et analgésie périapicale en regard de l'apex de la racine mésiale de la première molaire, 1 cartouche au 1/100 000 (102, 103).

Pour la deuxième molaire maxillaire :

- Analgésie tubérositaire : 1 cartouche au 1/100 000

- Ou analgésie périapicale : 1 cartouche au 1/100 000

L'analgésie du nerf grand palatin peut s'avérer utile dans la recherche d'une analgésie muqueuse et / ou osseuse du côté palatin (infiltration de la zone de Schroëder, 1/5 de cartouche au 1/200 000) (102, 103).

4.3.1.2. Reconstitution pré-endodontique

La réalisation d'un traitement endodontique s'adresse le plus souvent à des dents délabrées. La restauration préalable des parois manquantes contribue à optimiser la pose de digue et la cavité d'accès. L'utilisation de matériaux de couleur claire rend la dent plus lumineuse et facilite l'observation de la chambre pulpaire. Préalablement, l'éviction carieuse doit être systématique. De même, la dépose des matériaux existants est souhaitable, en particulier s'ils assombrissent la dent. En outre, cela favorise la découverte d'éventuelles fêlures ou d'une carie récurrente qui pourrait passer inaperçue (104).

4.3.1.3. Importance de la digue

Il ne peut y avoir aucun compromis sur la pose de la digue sous peine de contre-indiquer de manière formelle le traitement endodontique. Si la dent ne peut être isolée, seule l'avulsion est envisageable. Seule la pose d'une digue hermétique assure l'absence d'infection ou de réinfection microbienne durant le soin endodontique (105, 106).

4.3.2. Cavité d'accès

La cavité d'accès doit respecter les critères suivants (Fig. 50) (107, 108) :

1. Supprimer le plafond pulpaire
2. Retirer tout le contenu de la chambre pulpaire
3. Localiser les entrées canalaires
4. Permettre un accès direct au tiers apical ou à la première courbure, sans interférence avec les parois de la chambre pulpaire
5. Constituer un réservoir permanent pour les solutions d'irrigation
6. Permettre une bonne assise de la restauration temporaire jusqu'à la reconstitution définitive.
7. Respecter les principes d'économie tissulaire



Figure 50 : photographies de première molaire maxillaire gauche illustrant la cavité d'accès. Noter sur la photo de droite quatre structures dentinaires arrondies correspondant à la dentine tertiaire secrétée en regard des cornes pulpaires.

4.3.3. Recherche de l'entrée canalaire

4.3.3.1. Observation

Après avoir instrumenté le canal palatin, le canal disto-vestibulaire et le MV1, le praticien doit observer le plancher pulpaire et repérer les lignes sombres situées entre le MV1 et le canal palatin. Si l'entrée du canal MV2 n'est pas visible et si un isthme est présent, l'exploration de ce dernier doit être réalisée avec des instruments qui vont dégager la visibilité et permettre ultérieurement le cathétérisme de la partie coronaire du canal. L'utilisation de compléments optiques, d'éclairage supplémentaire et l'examen des changements de couleur et de forme de la chambre pulpaire aide à la localisation des entrées canalaires (Fig. 51). Une fibre optique placée au niveau de la jonction émail-cément peut aider à repérer les variations et les changements de couleur moins visibles autrement (109).

4.3.3.2. Lois de Paul Krasner

Les lois déterminées par l'étude de Paul Krasner facilitent la localisation de l'entrée du MV2 (110).

Loi de centralité : le plancher pulpaire est toujours situé au centre de la dent et au niveau de la jonction émail – cément.

Loi de concentricité : les murs de la chambre pulpaire sont toujours concentriques à la surface externe de la dent au niveau de la jonction émail-cément. La distance entre la surface externe de la couronne clinique et le mur de la chambre pulpaire est la même sur toute la circonférence de la dent, au niveau de la jonction émail-cément.

Loi de la jonction émail-cément : la jonction émail-cément est le meilleur point de repère pour localiser la position de la chambre pulpaire.

Loi du changement de couleur : la couleur du plancher pulpaire est toujours plus sombre que celle des parois pulpaires.

Loi de localisation d'orifice 1 : les orifices canaux sont toujours situés à la jonction entre les murs et le plancher pulpaire

Loi de localisation des orifices 2 : les orifices canaux sont localisés aux angles de la jonction plancher – murs.

Loi de localisation des orifices 3 : les orifices canaux sont localisés sur la partie terminale des lignes de fusion du développement des racines.

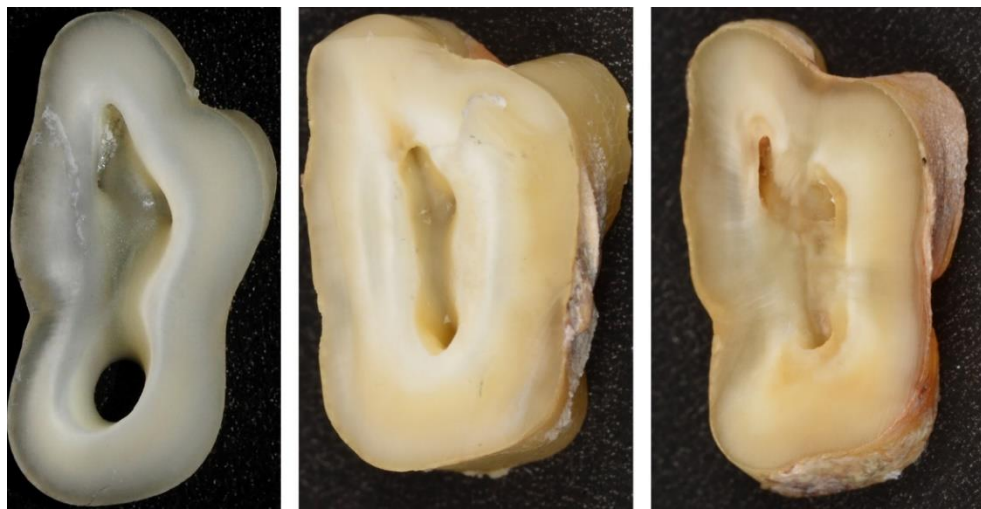


Figure 51 : photographies de différents planchers pulpaires de molaires maxillaires. L'atrophie pulpaire et la formation des triangles dentinaires peut masquer l'entrée du MV2. Celle-ci peut se trouver dans la zone située entre le canal palatin et le MV1. L'observation attentive des lignes sombres du plancher apporte de précieux renseignements.

4.3.3.3. Éperons dentinaires

Les éperons dentinaires cervicaux sont des reliefs venant se positionner fréquemment au-dessus des orifices canaux, limitant l'accès aux canaux et accentuant la courbure canalaire. Le retrait de ces triangles dentinaires en zone cervicale est particulièrement important pour faciliter l'entrée des instruments dans les canaux courbes (111). L'entrée canalaire du MV2 se trouve entre celle du MV1 et celle du canal palatin (Fig. 27). Le praticien peut utiliser différents types d'instruments pour mener à bien cette phase opératoire. Des fraises boules long col ou très long col ou encore des forets de Müller montés sur contre-angle à vitesse moyenne sont une première possibilité. L'idée est de dégager un maximum de visibilité. Ces instruments sont très efficaces mais nécessitent une grande ouverture buccale. L'autre option est de mettre en action des inserts ultrasonores

endodontiques ayant une partie travaillante arrondie ou conique. L'instrument est amené avec précaution en direction de l'orifice palatin en suivant la ligne de fusion des parois de l'isthme. Le triangle dentinaire cervical est exploré dans une direction mésio-palatine. La perception de la profondeur est cruciale à ce stade. Afin d'éviter un délabrement excessif du plancher pulpaire ou une perforation, il convient de diminuer le diamètre des fraises et/ou des forets au fur et à mesure que l'on progresse dans la racine. Une fois le triangle dentinaire retiré, l'entrée canalaire du MV2 est normalement visible si l'entrée canalaire n'est pas minéralisée.

4.3.3.4. Aides optiques :

Les aides optiques deviennent rapidement indispensables pour la recherche et le traitement du MV2. L'éclairage associé à l'utilisation de compléments optiques accroît la visibilité et améliore la vision du clinicien de manière significative. Les changements internes de couleur dentinaire et les points de repères subtils deviennent rapidement indiscernables à l'œil nu sous le seul éclairage du scialytique (112).

4.3.3.4.1. Loupes

Les loupes chirurgicales représentent un compromis intéressant en termes de souplesse d'utilisation et de coût. Elles permettent au praticien de se déplacer autour de la dent : elles offrent une profondeur de champ et un niveau de grossissement suffisant pour gérer les problématiques liées aux entrées canalaires. Sans lumière coaxiale, elles perdent beaucoup de leur intérêt (Fig. 52).



Figure 52 : photographies illustrant les loupes et le microscope.

4.3.3.4.2. Microscope

Le microscope opératoire propose un grossissement encore plus important que les loupes chirurgicales. Il permet une grande précision pour l'identification et le traitement du MV2 et de l'isthme. La recherche de l'entrée canalaire peut se faire plus en profondeur et de manière sécurisée. La plupart des microscopes actuels sont équipés d'un éclairage LED ou Xénon. Ce dernier très puissant rend de grands services dans la recherche des entrées canales lointaines. Les études montrent que lorsque le praticien utilise un microscope opératoire, la prévalence de canaux additionnels augmente de 93 % (Fig. 52) (113, 114, 115).

4.3.3.5. Plateau technique

Plus le praticien travaille profondément dans la dent, plus le diamètre des instruments utilisés doit être fin pour minimiser le délabrement et les risques de perforation.



Figure 53 : photographies illustrant différents types de fraises contre-angle destinées à l'exploration du plancher pulpaire.

1. Image illustrant la différence de longueur entre plusieurs fraises CA en carbure de tungstène. La fraise de droite destinée à l'éviction des tissus cariés n'a pas d'intérêt pour rechercher le MV2.
2. Fraises très long col (Komet®).
3. Forets de Mueller (Komet®)

4.3.3.5.1. Fraises long col carbure de tungstène

Pour la recherche des entrées canales, on peut utiliser des fraises de type long col en carbure de tungstène sur contre angle. Par exemple, les fraises H1 SML® (Komet®) commencent au diamètre 0,6 et se terminent au diamètre 0,14. Elles sont préférables aux fraises long fût, car elles offrent une meilleure visibilité. Les forets de Mueller peuvent aussi être utilisés (116). Ces outils doivent être mis en action sans spray, sous aide optique. Le diamètre de 0,6 millimètres permet d'être extrêmement précis. Ils ont l'avantage de faire gagner du temps par rapport aux inserts ultrasonores qui usent la dentine beaucoup plus

lentement. Leur inconvénient majeur est qu'ils prennent de la place. Une bonne ouverture buccale est nécessaire pour pouvoir passer la tête du contre angle (Fig. 53). Une irrigation intermittente est indispensable afin de pouvoir évacuer les copaux dentinaires.

4.3.3.5.2. Inserts ultrasonores

Les inserts ultrasonores offrent un excellent contrôle visuel et atténuent les risques de délabrement par rapport aux fraises diamantées ou en carbure de tungstène (116). Tout comme les fraises ils chauffent et dégagent beaucoup de poussières dentinaires, d'où là encore, la nécessité d'irriguer régulièrement afin de garder une bonne visibilité et de ne pas surchauffer la dentine. Les inserts à ultrasons conçus spécifiquement pour l'aménagement des cavités d'accès sont particulièrement recommandés (Fig. 54). Les inserts ultrasonores de différents fabricant peuvent être utilisés pour progresser profondément dans la dent en retirant de la dentine de manière très précise. Le coût de ces outils n'est pas négligeable par rapport à celui des fraises et des forets. Par ailleurs, leur usure peut être rapide. C'est particulièrement vrai pour les inserts diamantés.



Figure 54 : photographies illustrant des générateurs à ultrasons et les principaux inserts dédiés à l'endodontie de la firme Satelec® (Acteon®).

4.3.4. Observation de la chambre pulpaire

L'atrophie pulpaire déplace l'entrée canalaire du MV2 en direction disto-vestibulaire.

À ce stade l'excavation ne peut se faire sans aides optiques. Le praticien doit s'aider des variations de teinte et de structure indiquant la localisation antérieure de la chambre pulpaire et des canaux. Les entrées canalaires peuvent être minéralisées par apport de dentine tertiaire et/ou formation de pulpolithes. Plus on progresse apicalement, plus la démarcation entre la dentine tertiaire et la dentine secondaire environnante devient ténue. La recherche de lignes

et des points sombres ou claires est primordiale. Les lignes peuvent correspondre à l'isthme plus ou moins collabé rejoignant le MV1 au MV2. Elles peuvent aussi représenter la démarcation calciotraumatique entre la dentine secondaire et la dentine tertiaire. Un point clair peut correspondre à l'entrée canalaire oblitérée par des boues dentinaires. Un point sombre peut correspondre à l'entrée du MV2 nécrosé, non oblitéré par les boues de fraisage. Lorsque la dent est vivante, un léger saignement ponctiforme peut révéler le MV2 recherché. L'entrée canalaire peut être étroite, de l'ordre du dixième de millimètre. Elle peut être arrondie, ovale ou en forme de goutte aplatie. Cette petite taille la rend bien souvent imperceptible au sondage avec un instrument de type sonde endodontique classique (par exemple la sonde DG16 de chez Hu-Friedy®). La recherche à l'aveugle ou par tâtonnements à l'aide de limes de petit diamètre est dans la plupart des cas vouée à l'échec.

4.3.5. Cathétérisme du MV2

Le fait que l'entrée canalaire du MV2 soit de petit diamètre n'est pas en faveur d'un aménagement précoce de celle-ci à l'aide d'instruments de type évaseur ou foret de Gates. En général la pointe de ces instruments est de trop gros diamètre pour réussir à pénétrer l'entrée canalaire. Il devient alors indispensable de préparer celle-ci avec des instruments de petit diamètre. Cette approche peut se faire de deux façons (117).

4.3.5.1. Limes acier de cathétérisme

Le cathétérisme avec des limes K en acier peut s'avérer laborieux à cause du fin diamètre du MV2 et de la double courbure initiale du canal. Un blocage précoce et la création de bouchons et/ou de butées sont à redouter. Le praticien peut cependant essayer d'obtenir un cathétérisme en premier lieu avec une lime K 08 ou 10. Si l'instrument ne progresse pas, le recours à des instruments nickel-titane de cathétérisme est une alternative intéressante (118).

4.3.5.2. Instruments nickel-titane de cathétérisme

Pour pallier aux problèmes de butée et de blocage précoce des limes acier, des instruments nickel-titane de cathétérisme destinés à l'élargissement précoce du canal ont fait leur apparition sur le marché il y a quelques années (Fig. 55) (118). Ces instruments très flexibles ont un profil de coupe qui, associé au mouvement de rotation continue permet l'ouverture de la voie et la remontée des débris, ce qui atténue la stagnation des boues dentinaires. Les études démontrent que le cathétérisme mécanisé permet de diminuer le risque de fracture instrumentale et de maintenir l'anatomie originelle du canal, notamment dans les cas de canaux courbes, par rapport au limes acier de cathétérisme. De plus, il diminue la fatigue du

praticien, le temps nécessaire pour l'instrumentation et le risque d'erreur procédurale lors de l'instrumentation canalaire. Ce concept appelé « glide path » chez les anglo-saxons, peut être réalisé quel que soit la technique de préparation canalaire (rotation continue et réciprocity). Cette technique est aussi associée à des douleurs post-opératoires moins fréquentes et moins importantes. Ces avantages rendent cette méthode particulièrement recommandée pour les praticiens inexpérimentés (119, 120, 121).

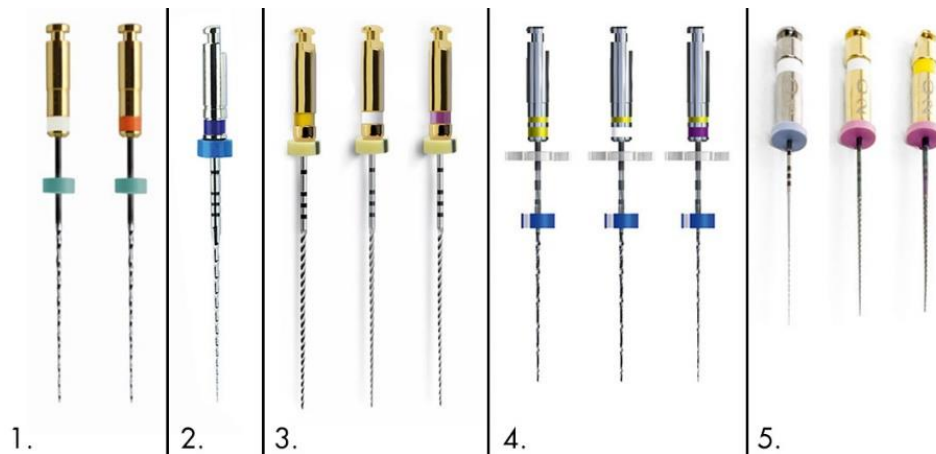


Figure 55 : instruments de cathétérisme mécanisé

1. G File® (MicroMega®)
2. MTwo 10® (VDW®)
3. Path Files® (Dentply®)
4. Scout Race® (FKG®)
5. HyFlex GPF® (Coltene®)

4.3.6. Élargissement de l'entrée canalaire et suppression des éperons dentinaires

Il est nécessaire d'aménager l'entrée canalaire et de supprimer le triangle dentinaire du MV2 à l'aide d'inserts ultrasonores, de fraises long col, et de forets de Gates (Fig. 56) (122). Ne pas supprimer ce triangle entraîne une contrainte majeure au niveau des instruments canalaires de par la double courbure qu'il engendre. Les risques de fracture instrumentale, de déportation, et de perforation du canal sont amplifiés. De plus, la tête du contre angle réducteur peut buter sur les molaires mandibulaires à cause de l'angulation de la partie coronaire du canal. Sa suppression permet d'obtenir un accès direct au canal et une négociation facilitée jusqu'à l'apex.

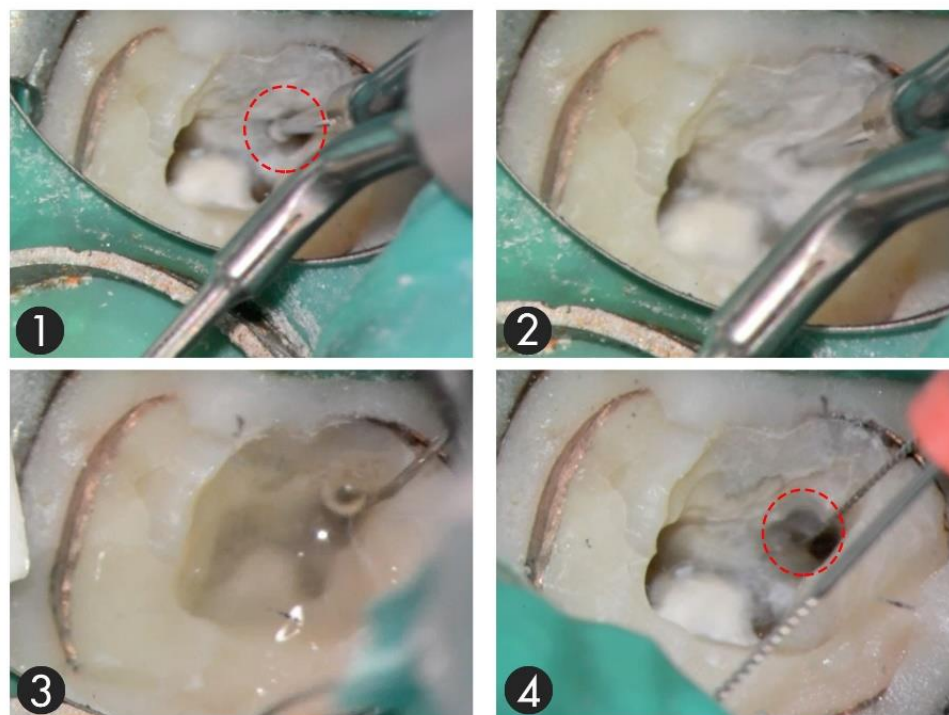


Figure 56 : retrait d'un triangle dentinaire à l'aide d'un insert ultrasonore boule diamanté (ETBD® Actéon® Satelec®) et mise en évidence du MV2.

4.3.6.1. Mise en forme canalaire

Le traitement canalaire a pour but de nettoyer et de désinfecter l'espace pulpaire radiculaire. Cela implique la suppression totale du tissu pulpaire et des débris et boues dentinaires générées lors de l'instrumentation. En outre, la désinfection doit atteindre le réseau canalaire secondaire ainsi que les tubules dentinaires où siègent aussi les micro-organismes. La mise en forme canalaire obéit à des règles bien établies permettant d'optimiser l'efficacité des agents antibactériens. Pour cela, la préparation canalaire doit aboutir à une conicité régulière de l'entrée canalaire à la limite apicale. Elle doit en outre respecter l'anatomie originale et la position originale du foramen apical. La conicité et les diamètres apicaux de la préparation doivent être prédéfinis de manière à permettre aux irrigants de circuler dans la zone apicale (123, 124, 125). La conicité apicale de la préparation a pour autre objectif de former une assise offrant une zone de résistance à la gutta-percha lors de l'obturation, de manière à limiter les extrusions du matériau d'obturation. Si le nettoyage des canaux droits et ronds au parois régulières est relativement facile, celui des canaux courbes, minces, irréguliers et anastomosés s'avère être d'une grande difficulté. C'est précisément le cas du MV2. Le praticien doit être bien formé pour diverses techniques instrumentales adaptées à une myriade de variations de l'anatomie canalaire. Il n'existe aucun consensus ou quelque évidence clinique sur la supériorité d'une technique ou du design d'un instrument (125, 126).

L'instrumentation en acier a depuis longtemps montré ses limites dans la préparation des canaux de ce type. L'une des problématiques les plus importantes est liée au fait que l'instrument acier a une très forte tendance à se redresser dans un canal courbe. Cela a pour conséquence de créer dans la partie apicale du canal une butée, un élargissement, voire une perforation (Fig. 57) (127, 128, 129).

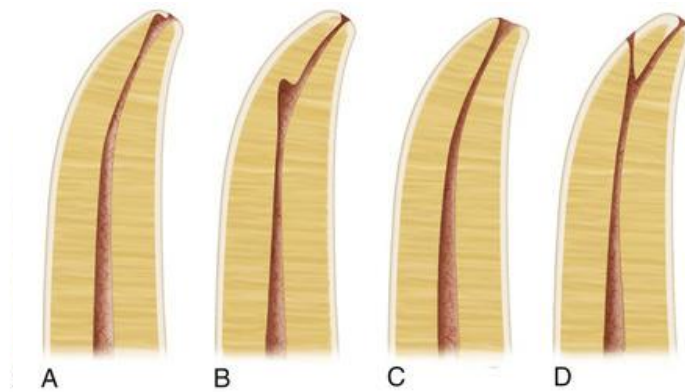


Figure 57 : erreurs de préparation les plus fréquentes lors de l'instrumentation du canal d'après Pathway of Pulp (129) : A. Butée apicale. B, Fausse route. C, Évasement apical. D, Fausse route avec perforation.

L'autre inconvénient des limes acier est de fragiliser le canal dans la concavité de la courbure ce qui peut aboutir à une perforation latérale. Pour ces raisons, tous les instruments utilisés dans les canaux courbes et a fortiori dans le MV2 doivent être mis en action selon la technique de l'appui opposé à la courbure (« anti-curvature filing »). La faible épaisseur dentinaire de la face distale de la racine mésio-vestibulaire en regard du MV2 est propice à la fragilisation de la racine ou à la perforation lors des manœuvres instrumentales. Pour cette raison, l'opérateur doit s'appuyer préférentiellement sur la paroi mésio-palatine du MV2 pour sécuriser la préparation (Fig. 58) (118).

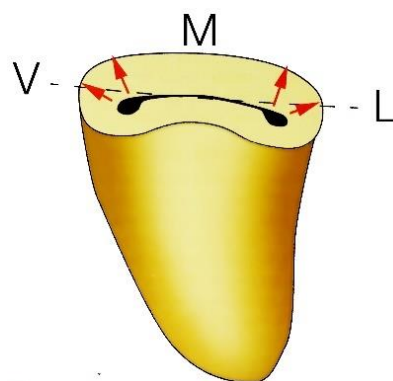


Figure 58 : représentation des mouvements de la technique de l'appui opposé à la courbure d'après S. S. SIMON, W. PERTOT, P. MACHTOU (118)

Au début des années 80, une réponse originale à ces questionnements est apportée par James Roane. Cet auteur met au point la technique des forces balancées (140). Cette méthode est basée sur le fait qu'un instrument acier à pointe non travaillante et présentant une symétrie transversale est plus à même de préparer des canaux courbes en exploitant le fait que, dans de telles conditions, ce sont les parois du canal qui guident l'instrument sans que celui-ci ne risque de créer des butées ou des perforations. Par ailleurs, la dynamique instrumentale basée sur des mouvements dissymétriques des limes dans les sens horaires et anti-horaires, associés à des mouvements de poussée et de retrait, génère moins de débris dentinaires dans le canal et diminue ainsi le risque de bouchon (127, 130, 135, 136). A ce jour, elle reste la technique manuelle la mieux adaptée aux canaux fins et courbes. Elle convient donc au cas particulier du MV2. Toutefois, elle est chronophage et n'est pas d'un apprentissage facile. Dans les années 1980, l'apparition des limes nickel-titane en rotation continue va révolutionner les préparations canalaires en diminuant les risques mentionnés précédemment. Ces instruments doués d'une grande flexibilité et d'une grande résistance à la fatigue cyclique ont prouvé leur supériorité sur les limes acier dans la mise en forme canalair. La technique de préparation corono-apicale (« crown-down ») devient quasiment consensuelle quel que soit le système instrumental utilisé. Cette technique qui consiste à d'abord aménager la partie coronaire du canal pour mieux explorer puis mieux préparer la zone apicale présente de nombreux avantages. La préparation du MV2 n'échappe pas à cette règle. L'élargissement précoce des deux tiers coronaires libère les contraintes et offre un réservoir de solution irrigante. Cette façon de procéder réduit le refoulement de débris apicalement et minimise le risque de desmodontite post-opératoire et/ou de fusée infectieuse. La sensibilité tactile se trouve affinée et l'efficacité des localisateurs électroniques d'apex est accrue. Pour toutes ces raisons, la détermination de la longueur de travail du MV2 n'a pas d'intérêt à être entreprise tant que les 2 tiers coronaires du canal ne sont pas préparés. La difficulté de progression des instruments dès les premiers millimètres de pénétration ne doit pas entraîner le praticien dans la tentation de forcer pour arriver dans la zone apicale, bien au contraire.

L'exploration du tiers apical peut se faire de différentes façons. Très longtemps, il a été établi qu'il ne fallait pas introduire un instrument mécanisé en nickel-titane dans un canal sans que celui-ci n'ait d'abord été exploré avec une lime acier manuelle (118, 130, 131, 132). Ce concept du cathétérisme manuel a été remis en question après que des praticiens se soient aperçus que certains instruments mécanisés en nickel-titane parvenaient à progresser là où

des instruments de cathétérisme en acier n'y parvenaient pas. Depuis, le concept de cathétérisme mécanisé est apparu comme une alternative intéressante pour les canaux fins et calcifiés et/ou les canaux courbes. La pénétration initiale du MV2 a tout intérêt à être menée avec des limes de ce type qui sont maintenant développées chez plusieurs fabricants (PathFile® (Dentsply-Maillefer®), Scout RaCe® (FKG Dentaire SA®), G-File® (Micro Mega®) (Fig. 55).

Comme pour toute lime nickel-titane utilisée en rotation continue, il faut accompagner l'instrument sans pousser en direction apicale. Une irrigation abondante et fréquemment renouvelée doit être mise en œuvre pendant l'utilisation de ces instruments. A partir du moment où une lime de « glide path » ne progresse pas, il ne faut pas chercher à aller plus loin à tout prix. L'idée est alors de préparer le canal jusque-là où la lime de perméabilisation canalaire a bien voulu aller, puis de reprendre ensuite une exploration manuelle de la portion canalaire située plus apicalement. Une lime K de petit diamètre précourbée s'avère alors indispensable pour rechercher la perméabilité. Le pré-élargissement précoce de la moitié ou des deux tiers coronaires permet aux limes d'accéder au tiers apical sans obstacle et apporte au clinicien un meilleur contrôle dans la direction à donner aux limes d'exploration précourbées.

L'élargissement coronaire préalable atténue les variations de longueur de travail au cours de la préparation et plaide également en faveur d'une détermination de la longueur de travail après cette étape clinique. Le praticien doit être attentif à l'aspect que prend la lime d'exploration à ce stade de la préparation, qui est en général une lime K acier numéro 10 (Fig. 59). La lime garde en mémoire la forme du canal et peut révéler la présence de multiples courbures invisibles sur les radiographies pré-opératoires. Dans ce cas, les instruments



Figure 59 : photographie d'une lime K 0,10 déformée suite à son passage dans un MV2

peuvent ne pas atteindre la limite apicale de manière sécurisée. Une approche prudente consiste à élargir la seconde courbure du canal avant d'engager les instruments jusqu'à la longueur de travail. Cela peut être assimilé à une préparation corono-apicale en 3 étapes au lieu de 2. Cette situation est beaucoup plus présente qu'il n'y paraît sur les radiographies, de par les doubles courbures récurrentes du MV2 dans le sens vestibulo-lingual.

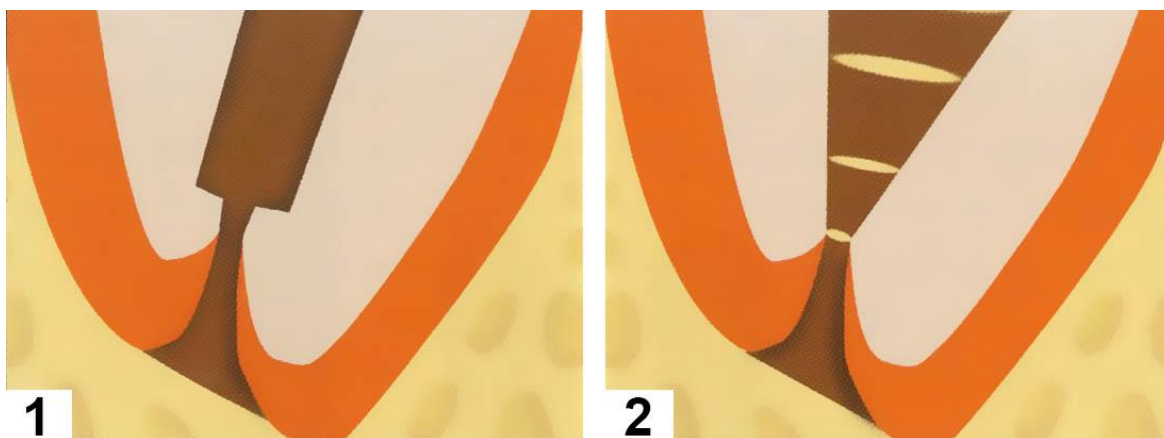


Figure 60 : illustration mettant en évidence les différences entre la technique standardisée et la technique schildérienne, d'après S. SIMON, W. PERTOT, P. MACHTOU (118)

1. Dans la technique standardisée, le but est d'obtenir un élargissement apical et de créer une boîte apicale ou un stop apical afin de bloquer les matériaux d'obturation canalaire.
2. La technique schildérienne préconise le maintien du foramen apical le plus étroit possible et la création d'une conicité à partir de la limite de préparation apicale. La partie apicale du canal a la forme d'un entonnoir.

La mise en forme et la finition du tiers apical sont plus en faveur de la préparation d'une conicité apicale plutôt qu'un élargissement apical (Fig. 60). Cette dernière approche implique l'usage d'instruments de relativement gros diamètre dans un canal souvent fin et fortement courbé. Le risques de déviation foraminale ou de perforation apicale est majoré, même avec des instrument nickel-titane. La marge de manœuvre du praticien est donc limitée en termes de diamètre de préparation. Au-delà des diamètres 25-30, en fonction de la situation clinique, les effets délétères du redressement des instruments risquent d'apparaître. Le seul moyen de compenser le faible diamètre préparatoire est d'augmenter la conicité des instruments travaillant dans la portion apicale du canal. Le rapport diamètre de préparation / conicité doit permettre la création d'une zone accessible aux irrigants sans compromettre l'anatomie originale du canal. L'utilisation d'instruments de conicité trop importante est à même de fragiliser la paroi distale du MV2 en redressant la courbure et augmente le risque de fracture instrumentale. Dans un tel contexte, le rapport diamètre de préparation / conicité minimum à atteindre semble être celui de 25/100 pour une conicité de 4%. Au-delà de ces marges et en fonction de la situation clinique, le clinicien doit prendre conscience que les effets nocifs de la préparation peuvent survenir. Il revient donc au clinicien de se munir d'un arsenal instrumental permettant une telle approche. Il est impossible de décrire dans cet ouvrage les différents systèmes instrumentaux permettant des préparations canalaires répondant à ces critères. La plupart des grandes firmes industrielles commercialisant des systèmes de préparation canalaire proposent des dispositifs autorisant

de telles préparations. Le MV2 est caractérisé par des courbures plus ou moins sévères qui doivent orienter le praticien dans le choix d'instruments alliant robustesse et flexibilité. Conscients des avantages mais aussi des limites du nickel-titane en rotation continue, les endodontistes et les industriels ont cherché à améliorer la qualité des alliages et les dispositifs de préparation canalaire afin de diminuer les risques de fracture, la fatigue cyclique ou encore les risques de vissage. En 2013, la firme Dentsply® a présenté une séquence instrumentale dans un alliage nickel-titane ayant subi un traitement thermique, le M-Wire®, rendant les limes plus souples, plus flexibles et particulièrement adaptée aux canaux fins et/ou à forte courbure. Ces limes ont une face décalée s'inspirant du système RevoS® (Micro Mega®) permettant un mouvement ondulatoire qui facilite l'évacuation des débris et respecte mieux les courbures. Dans le même esprit, la firme Coltène® a fait évoluer ses systèmes instrumentaux pour arriver à un dispositif de préparation canalaire cohérent basé sur un alliage super-flexible (Hy-Flex®) dont l'état de surface est optimisé par l'usinage des limes par électro-érosion. Un avantage non décelable cliniquement de ces systèmes est qu'ils semblent générer moins de microcraquelures dentinaires comparativement aux instruments en alliage nickel-titane « conventionnels » (143).

Une autre façon d'atténuer les problèmes liés à la rotation continue a été de revenir à la réciprocité qui avait été utilisée plusieurs décennies auparavant avec le contre-angle Gyromatic®. De cette réflexion sont nés 2 systèmes de préparation canalaire qui reposent sur les instruments Wave-One® et Reciproc®. Ces produits ont été améliorés récemment en modifiant les alliages, conférant aux nouvelles limes de réciprocité plus de flexibilité, de résistance à la fatigue cyclique et de résistance à la fracture par torsion (Wave One Gold® (Dentsply Maillefer®) et Reciproc Blue® (VDW®). Certaines études in vitro montrent que la capacité des instruments Wave one® et Reciproc® à mettre en forme les canaux est similaire à celle des instruments dédiés à la rotation continue (136, 137, 138, 139).

Une étude de Burklein (141) conclut que ces systèmes de préparation canalaire, s'ils sont efficaces dans les canaux simples, ont tendance à déporter les canaux courbes de manière plus importantes que les limes nickel-titane classiques. L'évolution rapide des technologies risque de faire apparaître de nouveaux matériaux toujours plus performants en termes de composition, de design ou de mouvement de préparation.

4.3.6.2. Détermination de la longueur de travail

Il est encore dans les habitudes de bon nombre de praticiens de se ruer vers la première lime de cathétérisme pour atteindre l'apex dès que l'entrée canalaire est trouvée. Ce vieux réflexe

n'a pas de réel fondement scientifique et est basé sur une culture endodontique d'un autre temps. La détermination de la longueur de travail s'appuie sur différents paramètres tels que les radiographies pré et per-opératoires, un éventuel cone-beam, la sensation tactile, la connaissance de la morphologie radiculaire, la présence d'humidité ou de sang sur les pointes de papier et les localisateurs d'apex. C'est la recherche d'une cohérence entre les différentes informations que fournissent ces paramètres qui amène le praticien à s'arrêter à une longueur de travail précise. Les mesures pré-opératoires établies à partir des radiographies prises en technique parallèle apportent une première indication. Le fait que les canaux palatin, distal et MV1 aient été chacun préalablement préparés à une longueur exacte permet de comparer ces informations à celles qui sont fournies pour le MV2. Lorsqu'il est indépendant du MV1, l'orifice apical du MV2 est souvent situé plus coronairement que celui du MV1. Cela pourrait laisser croire que la longueur de travail du MV2 sera plus courte que celle du MV1. Ce n'est pas systématiquement le cas, car la ou les courbures du MV2 peuvent augmenter la longueur opératoire. En outre, le repère coronaire choisi pour appuyer le stop en silicone peut augmenter ou diminuer la longueur de travail. La cuspide mésio-palatine ou la partie palatine de la crête marginale mésiale sont les zones sur lesquelles les limes insérées vont naturellement s'appuyer lors de la préparation. La radiographie lime en place n'a que peu d'intérêt à cause de la superposition des structures anatomiques qui empêche une bonne interprétation (133). Actuellement, le localisateur électronique d'apex est considéré comme le dispositif médical le plus fiable pour la détermination de la longueur de travail (134). Cet outil perd de sa fiabilité dans les canaux larges avec un gros diamètre apical, ce qui est rarement le cas du MV2. Ces différents arguments justifient pleinement le fait d'utiliser en première intention un localisateur d'apex électronique pour déterminer la longueur de travail du MV2. Les progrès technologiques dans le domaine des instruments de mise en forme a permis de raccourcir le temps de préparation canalaire de manière significative. Ce précieux temps gagné, doit être en partie destiné à optimiser un point essentiel de la préparation canalaire : l'irrigation.

4.3.6.3. Irrigation

L'irrigation est indissociable de la préparation canalaire (Fig. 61). De nombreuses substances dédiées à l'irrigation canalaire existent. Certaines sont des composés « simples » (NaOCl, EDTA, acide citrique, acide étidronique, chlorhexidine, polyvidone iodée). D'autres sont des composés complexes élaborés par l'industrie (MTAD®, Biopure®, Tetraclean®, QMiX®...). Le but du présent travail n'est pas de détailler les propriétés de

tous les produits existant, mais de livrer quelques réflexions sur l'optimisation de l'irrigation dans le contexte de la préparation du MV2, avec les solutions majeures, bien documentées et facilement accessibles que sont l'hypochlorite de sodium et l'EDTA.

En fait, l'irrigation commence dès la cavité d'accès avec la seringue air-eau et les ultrasons de l'unit. Plus spécifiquement, l'irrigation sert de « toile de fond opératoire » durant tout le processus de préparation canalaire. Elle possède à la fois une action physique et une action

Bénéfices de l'utilisation d'irrigants lors du traitement canalaire

- ◆ Évacuation des particules et des débris, lubrification des parois canalaire
- ◆ Élimination des micro-organismes
- ◆ Dissolution des débris organiques
- ◆ Élimination des boues dentinaires et ouverture des tubuli
- ◆ Désinfection et nettoyages de zones inaccessibles aux instruments endodontiques

Figure 61 : liste des bénéfices de l'irrigation lors du traitement canalaire, d'après M. TORABINEJAD (128)

chimique. Celles-ci sont essentielles pour l'élimination des débris organiques, des débris minéraux et des micro-organismes. La mise en suspension et la dissolution des débris évite leur sédimentation et un blocage potentiel du canal. De plus l'irrigation permet une lubrification canalaire favorisant l'efficacité de coupe et atténuant le stress instrumental.

L'irrigant idéal doit répondre à une liste d'exigences variées (Fig. 62), ne pouvant être couvertes par un seul d'entre-eux (143). A ce jour, l'hypochlorite de sodium remplit le mieux le cahier des charges demandé (144). Son effet dissolvant sur les matières organiques et sa capacité à détruire les micro-organismes organisés en biofilm en font l'irrigant de choix pour la préparation canalaire. En dépit de certains inconvénients (cytotoxicité, faible action sur la smear layer et les débris dentinaires, mauvaise odeur, etc.), ce liquide peu onéreux n'a pas encore trouvé de rival malgré la mise au point de produits commerciaux censés être plus efficaces (Tableau 4) (143, 145).

Tableau 4 : Comparaison des irrigants canalaire d'après Advances in Restorative Dentistry (144)

Irrigant	Effet contre les micro-organismes	Dissolvant organique	Inactivation des endotoxines	Action sur la smear layer	Toxicité	Potentiel allergène
NaOCl	++	+++	+	+	+	+
CHX	++	-	+	-	-	+
H ₂ O ₂	+	-	-	-	+	-
EDTA	-	-	-	++	-	-
Acide citrique	+	-	-	++	-	-
Iode et potassium iodique aqueux	++	-	?	-	-	++
Alcool	+	-	?	-	+	+
MTAD	+	-	?	++	?	+

*dépend de la concentration

Propriétés de l'irrigant canalaire idéal pour le traitement canalaire

L'irrigant canalaire idéal doit posséder les propriétés suivantes :

- ◆ Être efficace contre les germes et les champignons
- ◆ Ne pas irriter le péri-apex
- ◆ Rester stable sous forme de solution aqueuse
- ◆ Posséder un effet antibactérien prolongé
- ◆ Être actif en présence de sang, de serum et de protéines tissulaires
- ◆ Posséder une faible tension de surface
- ◆ Ne pas interférer avec la guérison des tissus péri-apicaux
- ◆ Ne pas endommager la structure de la dent
- ◆ Être capable d'inactiver les agents bactériens dans un milieu de culture
- ◆ Ne pas induire une réponse immunitaire cellulaire
- ◆ Être capable de retirer complètement les boues dentinaires et de désinfecter la dentine et les tubuli sous jacents
- ◆ Être non antigenique, non toxique et non carcinogène
- ◆ Ne pas avoir d'effets négatifs sur les propriétés physiques de la dentine exposée
- ◆ Ne pas avoir d'effets négatifs sur l'étanchéité des matériaux d'obturation
- ◆ Être facile d'utilisation
- ◆ Être peu onéreux

Figure 62 : liste des propriétés de l'irrigant canalaire idéal pour le traitement canalaire, repris de M. TORABINEJAD (127).

La concentration de la solution de NaOCl doit être comprise entre 2,5 et 5,5 % pour avoir une réelle efficacité sur le biofilm. L'irrigation doit être abondante et renouvelée entre chaque passage instrumental durant toute la procédure d'instrumentation de manière à avoir en permanence une réserve de chlore actif. La solution d'irrigation doit être activée par des moyens appropriés à l'anatomie canalaire (146). Peu de moyens d'activation sophistiqués permettent de mobiliser significativement la solution irrigante dans la portion apicale d'un canal courbe tel que le MV2.

Le choix de l'aiguille d'irrigation doit se tourner vers une aiguille à gros diamètre interne et dont le diamètre externe peut théoriquement arriver jusqu'à une distance de 1 à 2 mm avant la longueur de travail. Il est très difficile d'amener une telle aiguille dans la zone apicale d'un canal courbe préparé à 25/100 de diamètre et à une conicité de 4%. En aucun cas, le liquide ne doit être injecté en force ou alors que la lime est bloquée dans le canal. Les lois de l'hydrodynamique font que le mouvement liquidien est propulsé apicalement lors du retrait de l'aiguille qui doit par conséquent être animée d'un mouvement de piston permanent. La lime de perméabilité est un outil primordial d'activation de l'irrigant dans la zone apicale et dans le cône cémentaire. Le passage de cet instrument génère des débris qu'il convient d'évacuer en rinçant le canal juste après son passage. L'activation de la solution par un cône de gutta-percha calibré en diamètre et en conicité est un moyen efficace et peu onéreux pour mobiliser l'irrigant au contact des tissus apicaux (Fig. 63) (151, 153).



Figure 63 : activation de l'hypochlorite de sodium par 3 moyens différents

1. Cône de gutta-percha calibré agité
2. Lime Irrisafe ®
3. Seringue d'irrigation agitée

De nombreux moyens plus ou moins élaborés et plus ou moins onéreux existent pour activer la solution d'irrigation (Figure 64) (150). Aucun d'entre-eux n'a véritablement montré sa supériorité clinique par rapport à un autre (150, 152).



Figure 64 : trois systèmes d'irrigation actuellement sur le marché. De gauche à droite : Endo Ultra® de chez Vista Dental®, Endo Activator® de chez Dentsply®, Irrigatys® de chez Itena®.

Le nettoyage et la désinfection du MV2 sont indissociables de celui du MV1. Le fait que ces canaux soient interconnectés par un ou des isthmes implique de continuer à irriguer le MV1 pendant toute la préparation canalaire du MV2. Le risque de refoulement de débris dans l'isthme ou vers le MV1 ne peut être écarté. L'interconnexion entre les canaux peut être visualisée grâce aux aides optiques. Si, en asséchant le MV2 par aspiration, le MV1 se vide de son irrigant, c'est que des anastomoses existent entre les deux canaux. Pour autant, le fait que le MV1 ne se vide pas ne signifie pas qu'il n'y ait pas d'interconnexions avec le MV2. Celles-ci peuvent être oblitérées par des calcifications, des débris minéraux et/ou organiques ou encore par des amas bactériens. Le fait d'aborder la recherche et la préparation du MV2 après avoir instrumenté les trois premiers canaux ne doit pas influencer sur le temps

qui doit être consacré à son irrigation. De par l'anatomie peu favorable du canal, celle-ci doit être amplifiée. L'un des principaux inconvénients de l'hypochlorite de sodium réside dans son incapacité à dissoudre les copeaux dentinaires et l'enduit pariétal générés par le passage des instruments. Les premiers ont tendance à s'accumuler au fond du canal ou dans les anfractuosités de celui-ci ainsi que dans les isthmes et les canaux latéraux où peut alors persister le biofilm. La seconde enduit les parois et oblitère les tubules dentinaires, rendant ainsi inaccessibles les bactéries intra-tubulaires.

L'acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) est un acide faible doté d'un fort pouvoir chélatant (147). Cette substance souvent utilisée à la concentration de 17 % en endodontie a montré son efficacité pour déloger et dissoudre les copeaux dentinaires et l'enduit pariétal. Par ailleurs même s'il n'a pas d'action bactéricide véritable, l'EDTA participe à la désorganisation du biofilm en le décollant. Toutefois, cette action ne devient réellement efficace que si elle est couplée à celle de l'hypochlorite de sodium qui s'occupe de la partie organique. Les protocoles d'irrigation évoquent souvent le rôle de cet agent déminéralisant en fin de préparation. Laissé en place 1 à 3 minutes après le jaugeage apical par une lime apicale maîtresse, l'EDTA débarrasse les parois dentinaires de tout ou partie de l'enduit pariétal et des éventuels copeaux dentinaires résiduels qui se nichent dans quelque anfruosité canalaire. Cette action, si elle n'est pas trop longue, ouvre suffisamment les tubules dentinaires sans trop les déminéraliser, rendant ainsi les bactéries qui s'y logent accessibles à un ultime rinçage à l'hypochlorite de sodium. Ce dernier accentue de cette façon la chute de la charge bactérienne environnante en pénétrant plus en profondeur (148). De nombreux travaux montrent que l'efficacité de l'EDTA diminue d'autant plus que l'on se rapproche de la zone apicale. La complexité anatomique du système canalaire de la racine mésio-vestibulaire incite à penser qu'il convient d'activer également l'EDTA avant le rinçage final de façon à optimiser son action. Son action dans le cône cémentaire avec la lime de perméabilité ne doit pas être négligée. Si le rôle de ce produit en fin de préparation est assez bien documenté, peu de publications s'intéressent à son action solvante en début de préparation. Pourtant, dès le stade de la cavité d'accès, lors de l'observation du plancher pulpaire, cette substance peut s'avérer utile. En dissolvant les boues dentinaires nichées dans les anfractuosités du plancher pulpaire, elle révèle la cartographie de celui-ci et aide à l'identification de l'entrée du MV2. Ce canal peut avoir un diamètre très étroit d'autant plus que la dent est âgée et/ou minéralisée. Dans ce cas de figure, le double rinçage hypochlorite puis EDTA entre chaque passage d'instrument peut être un bon moyen d'évacuer plus efficacement les copeaux dentinaires, l'instrument travaillant en milieu déminéralisant (145,

149). Le rinçage à l'hypochlorite qui fait suite au retrait de l'instrument a pour but, outre l'effet « chasse d'eau », de neutraliser l'acide qui pourrait avoir une action délétère sur la trame minérale de la dentine et agit en tant que solution protéolytique et désinfectante (149, 150, 151).

Une simulation de préparation de MV2 et des cas cliniques sont présentés dans les annexes. Ils illustrent les problématiques que nous venons d'évoquer et montrent différentes situations opératoires auxquelles le praticien peut être confronté.

5. Discussion

Un grand nombre de traitements endodontiques orthogrades sur molaires maxillaires sont quotidiennement menés dans les cabinets dentaires français sans que l'on connaisse vraiment la proportion de MV2 préparés et obturés. La consultation des statistiques de l'assurance maladie n'est pas d'un grand secours pour en savoir plus sur ce sujet. Le fait que les codes de la CCAM ne fassent pas de distinction entre les molaires à 1, 2, 3 ou 4 canaux (ou plus) rend difficile toute évaluation dans ce domaine. Dans certains pays tels que la Belgique, les codes se rapportant aux traitements endodontiques orthogrades sont établis en prenant en compte le nombre de canaux traités par dent (154). Cette approche semble plus juste et mieux adaptée à la difficulté que rencontre un praticien lorsqu'il prend en charge une dent ayant de multiples canaux. Il serait intéressant de se rapprocher d'une instance telle que l'INAMI (sécurité sociale belge) pour avoir des données statistiques sur ce sujet.

De nombreuses études sur la prévalence des parodontites apicales ont été menées dans différents pays y compris la France. De même, l'évaluation de la qualité des traitements endodontiques a été décortiquée par de nombreux auteurs au sein de plusieurs nations. Les critères d'appréciation des traitements endodontiques, basés sur l'appréciation de la longueur et de la densité de l'obturation à partir de clichés rétro-alvéolaires ou panoramiques, semblent largement insuffisants pour refléter la qualité d'un traitement endodontique. Certaines études montrent qu'il existe une relation de cause à effet entre l'absence de traitement d'un canal et l'apparition de parodontite apicale (155, 156, 157). Aborder la gestion clinique du MV2 a du sens car le fait de ne pas le traiter a un impact négatif direct sur la santé des patients, même si celui-ci n'est pas toujours ressenti à court terme. D'après Eriksen (6) le premier critère associé à la présence d'une parodontite apicale est l'existence d'un traitement endodontique. Cet auteur a aussi pu mettre en évidence qu'il existait une relation de cause à effet entre la présence d'une pathologie péri-apicale et le non-respect des recommandations de bonne pratique clinique en endodontie (158). Malgré le fait que les critères d'analyse de la qualité des traitements endodontiques soient perfectibles, ils permettent néanmoins d'arriver à certains constats alarmants sur la qualité de ces thérapeutiques dans plusieurs pays. Sans détailler toutes les études épidémiologiques dans ce domaine, on peut retenir une étude relativement ancienne, mais qui fait encore référence aujourd'hui pour ce qui concerne la population française. En 2001, une étude de Boucher et coll. (159), dresse un constat bien sombre sur la qualité des traitements endodontiques dans notre pays. Ainsi, seuls 21 % de ceux-ci sont considérés comme acceptables. Ce taux est l'un

des plus bas parmi les pays où des études comparables ont été conduites.

De nombreux facteurs contribuent à l'échec d'un traitement endodontique (présence de tenons radiculaires, absence d'étanchéité canalaire et/ou coronaire, travail sans digue étanche, contamination per-opératoire...) et il serait difficile d'attribuer l'échec d'un traitement endodontique sur molaire maxillaire au seul fait que le MV2 n'ait pas été traité. Il existe sans doute bon nombre de molaires maxillaires traitées de façon inadéquate, sans prise en charge du MV2 et qui ne présentent pas de pathologie péri-apicale...au moins pendant un certain temps. Ce constat peut s'expliquer de plusieurs manières. Sans rentrer dans les détails de cette problématique passionnante, le clinicien doit garder à l'esprit que l'immense majorité des pathologies endodontiques sont d'origine bactérienne (160). À partir du moment où les percolations et autres contaminations bactériennes sont sous contrôle, il a été constaté qu'un traitement endodontique même inadéquat peut ne pas engendrer de problème péri-apical. Peut-on penser qu'un traitement endodontique initial mené sur dent vivante dans de strictes règles d'asepsie sans prise en charge du MV2 a des chances de succès ? Cette situation est-elle favorable sur le long terme ? Son évolution clinique, est directement corrélée à la percolation bactérienne et à l'étanchéité de la restauration coronaire. Aucune restauration ne résiste aux outrages du temps en termes d'étanchéité. Malgré les progrès de la dentisterie adhésive, de nombreux paramètres peuvent conduire à la contamination endodontique. Les techniques restauratrices comme les traitements endodontiques sont opérateurs dépendants. La restauration post-endodontique et le scellement du plancher pulpaire immédiatement après le traitement endodontique sont une approche qui présente de nombreux avantages. La digue est en place et presque tout le plateau technique est déployé. Ne faut-il pas profiter de cette opportunité pour éradiquer toute possibilité d'infiltration microbienne ? A partir du moment où le traitement endodontique est fait, aucune contamination d'origine buccale ne devrait être tolérée. A ce titre, les reconstitutions corono-radiculaires en méthode indirecte sont sources de ré-infection du plancher pulpaire et des canaux radiculaires. Un isthme n'est pas hermétique. Non scellé au niveau du plancher, il est propice aux infiltrations par des micro-organismes. Lorsqu'une restauration indirecte par ancrage radiculaire est nécessaire, le scellement du plancher pulpaire ne contribuerait-il pas à atténuer les risques d'envahissement bactérien en rendant accessible uniquement le canal ou doit être réalisé le logement canalaire ? Un certain nombre de cas cliniques montrent des radiographies de contrôle avec reconstitution corono-radiculaire par composite avec tenon en fibre de verre. Celles-ci ont toutes été faites dans la même séance que le traitement endodontique afin de garantir les meilleures conditions de collage (161). Les concepts de

restauration de la dent dépulpée évoluent. Les restaurations se veulent moins invasives. Les indications de restaurations avec ancrage radiculaire sont chaque jour repoussées au profit de reconstitutions qui exploitent le collage et c'est une bonne chose (162). Les parois dentinaires résiduelles et la géométrie très rétentive de la chambre pulpaire autorisent des restaurations moins mutilantes par collage (endo-couronnes, inlays-onlays, onlays...) (163). Même si le débat n'est pas encore clos, l'impact de l'absence d'étanchéité coronaire sur le pronostic d'une dent traitée endodontiquement a été établi (164).

De par son anatomie, le canal palatin des molaires maxillaires est le canal de choix pour le placement d'un ancrage radiculaire. Les autres racines ne sont pas favorables et en particulier la racine mésio-vestibulaire qui est très fine dans le sens mésio-distal. Cette étroitesse s'accroît encore au niveau du MV2. Y loger un tenon de quelque nature que ce soit compromet fortement le devenir de la racine et par voie de conséquence celui de la dent. Les courbures du MV2 contre-indiquent également l'utilisation de ce canal pour y loger quelque artifice rétentif que ce soit. Le tenon sortirait contre la paroi mésio-palatine et n'apporterait aucune plus-value à la rétention d'une restauration.

Les chiffres annoncés sur la prévalence du MV2 dans Ingle's Endodontics sont à corréliser à l'ancienneté des études consultées et à la technique de mise en évidence du MV2. Les revues de littérature sur le sujet montrent que la prévalence de MV2 augmente dans les études *in vitro* ou dans les études cliniques utilisant un microscope opératoire. Le MV2 est sans doute présent dans plus de 80% des premières molaires maxillaires et dans plus de 60% des secondes. Cela veut aussi dire que le MV2 peut ne pas exister et que vouloir le trouver à tout prix n'est pas une attitude thérapeutique raisonnable. La recherche du canal doit être entreprise systématiquement, mais le clinicien doit savoir s'arrêter. Si celle-ci devient hasardeuse par rapport aux moyens techniques à sa disposition, il est préférable qu'il renonce à des investigations plus poussées. Le risque de délabrement excessif et/ou de perforation est réel. Le travail sans aide optique peut très vite limiter les possibilités de progresser dans la recherche du canal. Positionner 3 mm sous le plancher pulpaire une lime de cathétérisme manuel ou mécanisé dont la pointe est de 10 centièmes de mm dans un canal qui fait lui aussi 10 centièmes de mm n'est pas une chose simple. L'échec de ce geste peut entraîner l'échec du traitement endodontique. Si petit soit-il, le MV2 reste une véritable autoroute pour les bactéries et la zone apicale sera vite colonisée. Afin de minimiser les pertes de chances pour le patient, le praticien a toujours la possibilité de référer ce dernier à un confrère plus expérimenté entouré du plateau technique adéquat. La littérature fait apparaître que les

probabilités de trouver et de bien traiter le canal sont corrélés à l'expérience du clinicien et au fait qu'il travaille sous aides visuelles. Toutefois, ce critère à lui seul est insuffisant pour assurer le succès d'un traitement endodontique. Comme il a été mentionné préalablement, aucune étape du traitement ne doit être laissée au hasard. L'anamnèse, l'examen clinique, les examens complémentaires, le diagnostic, l'analgésie, la gestion préalable du parodonte marginal, les reconstitutions pré- et post-endodontiques sont autant de paramètres qui influent sur le résultat final. Vouloir trouver un MV2 alors que ces étapes sont défaillantes ou que les trois canaux principaux ne sont pas traités de manière appropriée n'a pas de sens. Des questionnements du même ordre se posent pour d'autres dents qui peuvent avoir une anatomie complexe. Sans vouloir être exhaustif, c'est le cas des prémolaires mandibulaires quand elles ont 2 ou 3 canaux ou encore celui des prémolaires maxillaires à trois canaux. On peut également citer les incisives et canines mandibulaires à 2 canaux où les deuxièmes molaires mandibulaires présentant un canal en C. Le challenge clinique que constitue le traitement endodontique de ces dents est indiscutable et similaire, voire parfois plus ardu que celui du MV2. Toutefois, la prévalence de ces configurations anatomiques, au moins dans la population caucasienne, n'est pas aussi élevée que celle du MV2 pour les molaires maxillaires et les conséquences en termes de santé publique sont bien moindres.

L'usage d'un microscope aide à la découverte du MV2 mais cela ne se traduit que par une petite différence en termes de succès dans la guérison d'une racine mésiovestibulaire quand une lésion péri-apicale est présente. Le bénéfice réel du microscope ne peut être établi qu'à partir d'études randomisées qui à ce jour font encore défaut. Toutefois, le fait de négocier un canal avec un minimum de perte tissulaire et sans incident de procédure est une chose extrêmement favorable et semble intuitivement plus faisable à l'aide d'aides visuelles et d'une illumination complémentaire (113, 148, 165, 166).

Les cas cliniques présentés dans cet ouvrage proposent de subtiles variations et ont tous un certain nombre de points communs. Il n'a pas été très difficile de les collecter chez le praticien endodontiste exclusif qui iconographie un grand nombre des traitements qu'il dispense. Le choix a été porté sur des traitements initiaux et non des retraitements endodontiques. Ceux-ci sont souvent associées d'autres problématiques (délabrement important, perforation du plancher, dyschromie altérant fortement les couleurs dentinaires, corrosion, présence de tenons et autres matériaux de reconstitution...). Cela aurait sans doute alourdi les images et aurait risqué de détourner le lecteur du fil conducteur de cet exposé.

Dans les traitements exposés, on peut s'apercevoir que le praticien utilise certains instruments de rotation continue de manière conventionnelle mais que pour d'autres, il les

détourne de leur usage de départ à d'autres fins. Ainsi, il montre à plusieurs reprises qu'il utilise un MTwo® n°10 (VDW) comme lime de « glide path » sans avoir préalablement passé de lime manuelle. Cette pratique va à l'encontre d'un concept assez ancien qui postule qu'il ne faut pas faire travailler une lime de rotation continue dans un canal avant que celui-ci n'ait été investi par une lime manuelle. Il est intéressant de constater que le praticien panache les systèmes instrumentaux en fonction de la situation clinique et des contraintes qu'elle impose. Dans le cas n°3, il choisit de négocier la courbure en intercalant un RevoS®SC1 après une première descente du MTwo®n°10 qui n'atteint pas la zone apicale. Quand l'ouverture de bouche est faible, il exploite le fait que le contre-angle InJet® ait une petite tête pour mieux négocier les entrées canalaires. Le fait de ne pas être lié à un unique système instrumental et de s'adapter à l'anatomie spécifique de chaque canal peut augmenter les chances de succès (167). D'autres combinaisons séquentielles auraient pu aboutir au même résultat. La plupart des endodontistes pratiquent avec quelques systèmes instrumentaux qu'ils maîtrisent parfaitement et tous parviennent aux mêmes résultats. Chaque système instrumental nécessite une courbe d'apprentissage qui, lorsque les concepts de préparation canalaires sont assimilés, ne demande pas énormément de temps. Toutefois, cela peut ne pas suffire pour parvenir à traiter un MV2, complexe par nature. La gestion du canal survient souvent alors que beaucoup d'étapes opératoires ont été accomplies et qu'un certain temps d'intervention se soit écoulé. Le facteur temps intervient dans les performances du praticien et sa capacité à rester concentré sur des tâches difficiles (168). Il a vraisemblablement un impact sur le succès dans la négociation du MV2 ou le risque de fracture instrumentale est démultiplié par les courbures canalaires (169). Le praticien doit rester lucide, patient, appliqué, concentré et oublier la fatigue qui peut commencer à se faire sentir. Le temps qu'il reste avant d'avoir terminé la préparation du MV2 est imprédictible. A ces facteurs psychologiques liés au praticien, il faut ajouter d'autres facteurs liés au patient. La coopération de ce dernier est primordiale. S'il ne se sent pas pleinement impliqué dans le traitement qui lui est prodigué, cela peut se traduire par un manque d'ouverture buccale ou des mouvements inopportuns au cours du soin. Pour cette raison, l'acte endodontique, ses enjeux, son déroulement, ses risques, son coût, sont autant d'arguments qu'il convient d'expliquer de manière simple et claire au patient. Au delà du consentement éclairé, l'acte endodontique doit s'articuler autour d'un contrat moral entre le patient et le chirurgien dentiste. Celui-ci doit se traduire par un consentement éclairé. Avec la confiance, beaucoup de choses deviennent possibles (170, 171).

Celui-ci, doit pouvoir travailler sereinement en sachant qu'il sera honoré

proportionnellement à ses compétences, aux moyens qu'il met en œuvre et au temps qu'il consacre pour mener à bien sa tâche. C'est la combinaison de l'expérience du thérapeute associée à sa ténacité dans un contexte de prudence qui peut aboutir au succès. Ne pas savoir s'arrêter à temps peut entraîner une faute opératoire et le clinicien doit être à même de réagir en conséquence. Ceci est particulièrement vrai quand survient une perforation, qui est un problème devant être géré immédiatement avec des techniques et des matériaux appropriés, mais ceci est une autre histoire...

6. Conclusion

Le but du présent travail était tout d'abord de comprendre ce qu'est le 2ème canal de la racine mésio-vestibulaire des 1ère et 2ème molaires maxillaires. Savoir comment il se forme, comment il se modifie au fur et à mesure du vieillissement, quelles relations il établit avec la chambre pulpaire, les autres canaux, les parois externes de la racine. Ce premier objectif était indispensable pour atteindre le second, à savoir trouver le MV2. La cavité d'accès et l'aménagement de l'entrée canalaire sont des éléments essentiels, trop souvent négligés par les praticiens. Pour le MV2, c'est une étape fondamentale pour laquelle le clinicien doit faire preuve d'un sens de l'observation aiguisé associé à une grande patience. Trouver le canal peut demander beaucoup plus de temps que le préparer. Et c'était là le troisième objectif de cette thèse : comment préparer le MV2 ? Lors de la préparation, le thérapeute doit coordonner les caractéristiques d'un instrument ou d'une séquence instrumentale à l'anatomie du MV2 dont la complexité ne lui est jamais totalement révélée. L'optimisation de l'irrigation y tient une place majeure. Tout le travail fait en amont a pour vocation essentielle de permettre aux solutions irrigantes d'atteindre l'ultime portion apicale du canal. Prendre en charge un MV2 n'est pas un aboutissement en soi ou un caprice d'endodontiste. C'est une phase opératoire à intégrer dans une thérapeutique globale ayant des répercussions biologiques et médicales qui peuvent être sérieuses. L'Académie Canadienne d'Endodontie (172) et l'Association Américaine d'Endodontie (174) établissent de manière exhaustive des standards d'évaluation de la difficulté en endodontie. Le traitement des molaires à 4 canaux y apparaît comme un acte complexe, devant être mené par des spécialistes. Combien de temps encore faudra-t-il pour que dans notre pays l'endodontie soit reconnue comme une spécialité à part entière ? C'est l'intérêt des patients, des praticiens et de la santé publique.

7. Table des Illustrations

Les photographies non reprises d'ouvrages scientifiques ont été réalisées par le Dr Alain Gambiez.

Les illustrations non reprises d'ouvrages scientifiques ont été réalisées par l'auteur.

Figures :

Figure 1 : reconstitution tridimensionnelle, coupes frontales et sagittales de cone-beam ..	16
Figure 2 : radiographies d'un cas clinique	17
Figure 3 : Première molaire maxillaire visible lors du découvrément du sourire.....	17
Figure 4 : Hess W., anatomie canalaire des dents de la denture permanente	18
Figure 5 : reconstitution 3D de première molaire maxillaire reprise de S. Buchanan	19
Figure 6 : Étapes du développement dentaire	20
Figure 7 : Différences de densité et de taille des tubuli au niveau de la dentine superficielle, profonde et radiculaire	22
Figure 8 : Coupe histologique montrant la courbure primaire des tubuli dentinaires	23
Figure 9 : photographies illustrant l'édification radiculaire des molaires maxillaires	24
Figure 10 : photographies illustrant des fusions radiculaires entre la racine palatine et la racine mésiovestibulaire de 2èmes molaires maxillaires	25
Figure 11 : photographie illustrant les relations complexes que peuvent établir entre eux les canaux radiculaires sur une deuxième molaire maxillaire	25
Figure 12 : coupes axiales de 2èmes molaires maxillaires dont les racines distale et palatine ont fusionné	26
Figure 13 : photographies de dents coupées illustrant les principales morphologies canalaires	26
Figure 14 : illustration de différentes formes de racine et du réseau canalaire qu'elles peuvent contenir	27
Figure 15 : Photographies illustrant les caractéristiques morphologiques de la racine mésio-vestibulaire des molaires maxillaires (coupe axiale au tiers moyen de la racine	28
Figure 16 : coupe au microscope électronique à balayage montrant les tubuli dentinaires exposés	29
Figure 17 : coupe histologique montrant les communications inter tubulaires entre les tubuli dentinaires	30

Figure 18 : coupes histologiques mettant en évidence la dentine tertiaire.....	31
Figure 19 : coupe de prémolaire et de molaire maxillaires mettant en évidence la sclérose dentinaire, l'effet papillon et la dentine primaire originelle	32
Figure 20 : photographies illustrant la répartition de la dentine sclérosée dans les racines d'une première et d'une deuxième molaire maxillaires	32
Figure 21 : photographies illustrant la dentine tertiaire	35
Figure 22 : photographies illustrant la progression de l'atrophie pulpaire	36
Figure 23 : photographies illustrant les triangles dentinaires qui déportent les entrées canalaire vers le centre de la pulpe au fur et à mesure du vieillissement	36
Figure 24 : anatomie du système endodontique	37
Figure 25 : photographies illustrant le polymorphisme de la première molaire maxillaire	38
Figure 26 : schéma de première molaire maxillaire gauche	38
Figure 27 : photographie d'une coupe de molaire maxillaire mettant en évidence les bandes grisâtres du plancher pulpaire	39
Figure 28 : photographies mettant en évidence les pulpolithes dans la chambre pulpaire	40
Figure 29 : photographies mettant en évidence des pulpolithes associés à une atrophie pulpaire	40
Figure 30 : photographie de première molaire maxillaire présentant une fusion des racines distale et palatine	41
Figure 31 : photographie illustrant le polymorphisme canalaire de la racine mésio-vestibulaire de la première molaire maxillaire	43
Figure 32 : vue occlusale de 1ères et 2èmes molaires maxillaires	44
Figure 33 : photographies illustrant le polymorphisme de la deuxième molaire maxillaire	45
Figure 34 : schéma de deuxième molaire maxillaire gauche	45
Figure 35 : photographie d'une deuxième molaire maxillaire présentant une fusion des racines distale, vestibulaire et palatine	46
Figure 36 : zone dangereuse de la racine mésio-vestibulaire	47
Figure 37 : photographies illustrant les dômes apicaux et la face interne de la racine mésio-vestibulaire de 1ères molaires maxillaires	47
Figure 38 : coupes transversales dans le sens vestibulo-lingual de racines mésio-vestibulaires mettant en valeur les isthmes entre les canaux MV1 et MV2.....	48
Figure 39 : graphique représentant la présence d'un isthme sur la racine mésio-vestibulaire en fonction du niveau de hauteur radiculaire	49

Figure 40 : coupes axiales de la furcation à la zone apicale mettant en évidence la position du MV1 et du MV2.....	49
Figure 41 : représentation des courbures possibles sur le canal MV2 en vue vestibulo-linguale	50
Figure 42 : photographies mettant en valeur l'isthme et les courbures canalaire de la racine mésio-vestibulaire sur des premières molaires maxillaires	50
Figure 43 : illustration et photographie illustrant le centre masticatoire	51
Figure 44 : photographies illustrant la face mésiale des racines des molaires maxillaires ..	51
Figure 45 : radiographies et photographie illustrant un cas clinique sur première molaire maxillaire	51
Figure 46 : Angulateurs de Rinn® (Dentsply®) pour radiographies et positionnement du film en coupe frontale.....	54
Figure 47 : photographies représentant les incidences orthogonale et disto-excentrée	54
Figure 48 : illustration de l'intérêt et des limites apportés par la radiographie conventionnelle dans la compréhension de l'anatomie du MV2.....	55
Figure 49 : imagerie cone-beam, coupes axiales de la région maxillaire gauche faisant apparaître des isthmes sur les première et deuxième molaires	57
Figure 50 : photographies de première molaire maxillaire gauche illustrant la cavité d'accès	59
Figure 51 : photographies de différents planchers pulpaire de molaires maxillaires	60
Figure 52 : photographies illustrant les loupes et le microscope	61
Figure 53 : photographies illustrant différents types de fraises contre-angle destinées à l'exploration du plancher pulpaire	62
Figure 54 : photographies illustrant des générateurs à ultrasons et les principaux inserts dédiés à l'endodontie	63
Figure 55 : instruments de cathétérisme mécanisé	65
Figure 56 : retrait d'un triangle dentinaire à l'aide d'un insert ultrasonore boule diamanté	66
Figure 57 : erreurs de préparation les plus fréquentes lors de l'instrumentation du canal ..	67
Figure 58 : représentation des mouvements de la technique de l'appui opposé à la courbure	67
Figure 59 : photographie d'une lime K 0,10 déformée suite à son passage dans un MV2..	69
Figure 60 : illustration mettant en évidence les différences entre la technique standardisée et la technique schildérienne	72

Figure 61 : liste des bénéfices de l'irrigation lors du traitement canalaire	73
Figure 62 : liste des propriétés de l'irrigant canalaire idéal pour le traitement canalaire	74
Figure 63 : activation de l'hypochlorite de sodium par 3 moyens différents	75
Figure 64 : trois systèmes d'irrigation actuellement sur le marché	75
Figure 65 : photographies illustrant les principales étapes que le praticien peut être amené à mettre en œuvre pour préparer un MV2	78
Figure 66 : vues opératoires du cas clinique n°1	81
Figure 67 : radiographies du cas clinique n°1	82
Figure 68 : vues opératoires du cas clinique n°2	83
Figure 69 : radiographies du cas clinique n°2.....	84
Figure 70 : vues opératoires du cas clinique n°3	85
Figure 71 : radiographies du cas clinique n°3.....	86
Figure 72 : vues opératoires du cas clinique n°4	87
Figure 73 : radiographies du cas clinique n°4.....	88
Figure 74 : vues opératoires du cas clinique n°5	89
Figure 75 : radiographies du cas clinique n°5.....	90
Figure 76 : vues opératoires du cas clinique n°6	91
Figure 77 : radiographies du cas clinique n°6.....	92
Figure 78 : vues opératoires du cas clinique n°7	93
Figure 79 : radiographies du cas clinique n°7.....	93
Figure 80 : vues opératoires du cas clinique n°8	94
Figure 81 : radiographies du cas clinique n°8.....	95
Figure 82 : vues opératoires du cas clinique n°9	96
Figure 83 : radiographies du cas clinique n°9.....	96
Figure 84 : vues opératoires du cas clinique n°10	97
Figure 85 : radiographies du cas clinique n°10.....	97
Figure 86 : radiographies du cas clinique n°11	98
Figure 87 : radiographies du cas clinique n°11	98

Tableaux :

Tableau 1 : classification de Vertucci établie en 1984	27
Tableau 2 : fréquence de présence du MV2 sur la première molaire maxillaire d'après Ingle's Endodontics.....	41

Tableau 3 : fréquence de présence du MV2 sur la première molaire maxillaire d'après Ingle's Endodontics	46
Tableau 4 : comparaison des irrigants canaux d'après Advances in Restorative Dentistry	73

Annexes :

Annexe 1 : coupe en tomodensitométrie et reconstitutions 3D de premières molaires maxillaires, d'après Pathway of Pulp	122
Annexe 2 : coupe en tomodensitométrie et reconstitution 3D de deuxièmes molaires maxillaires, d'après Pathway of Pulp	123

8. Références bibliographiques

- (1) INGLE J., BAKLAND L., J.CRAIG BAUGMARTNER - Endodontics. 6th ed. Hamilton : BC Decker ; 1555p
- (2) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (3) JOSÉ F. SIQUEIRA Jr Treatment of Endodontic Infections, Quintessence Publishing 2011; 335p
- (4) SUNDQVIST G. - Bacteriological studies of necrotic dental pulps. University of Umea, 1976, 101p
- (5) BERGENHOLTZ G. - Micro-organisms from necrotic pulp of traumatized teeth, Odontol Revy 1974 25(4):347-58
- (6) ERIKSEN HM: Endodontology-epidemiologic considerations, *Endod Dent Traumatol* 1991; 7(5), 189-95
- (7) WEINE FS, HEALEY HJ, GERSTEIN H, EVANSON L. - Canal configuration on the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;28(3):419 –25
- (8) AL-SABBAGH M., DDS, MS, Complications in Implant Dentistry. Dental Clinics of North Americ 2015 : 59(1)
- (9) MERINO E.M. Endodontic Microsurgery. London : Quintessence Publishing, 2009, 343p.
- (10) HESS W. The anatomy of the root canals of teeth of the permanent dentition, Londres : John Bale, Sons & Danielsson, 1925.
- (11) GROSSMAN LI. Root canal therapy. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1950.
- (12) VERTUCCI FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics* 2005;10(1):3–29.
- (13) BUCHANAN S. Maxillary Molar 15-001 (Internet). Disponible sur: <http://dentalcadre.com/shop/truetooth-maxillary-molar-replica-15-001/> (consulté le 20/02/2017)
- (14) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition; Elsevier, 2016, 2114p
- (15) SHARPE PT. Homeobox genes and orofacial development. *Connect Tissue Res* 1995;32(1-4):17-25
- (16) MAAS R, BEI M. The Genetic control of early tooth development. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997;8(1):4-39
- (17) PETERS H, BALLING R. Teeth. Where and how to make them. *Trends Genet* 1999;15(2):59-65
- (18) THESLEFF I, ABERG T. Molecular regulation of tooth development. *Bone* 1999;25(1):123-5

- (19) TUCKER AS, SHARPE PT. Molecular genetics of tooth morphogenesis and patterning : The Right Shape in the right place. J Dent Res 1999;78(4):826-34
- (20) JERNVALL J, THESLEFF I. Reiterative signaling and patterning during mammalian tooth morphogenesis. Mech Dev 2000;92(1):19-29
- (21) TEN CATE AR. - Oral Histology: Development, Structure, and Function, ed 5. St Louis : Mosby, 1998
- (22) MINAM, KOLLAR EJ. - The induction of odontogenesis in non dental mesenchyme combined with early murine mandibular arch epithelium. Arch Oral Biol 1987;32(2):123-7
- (23) TAKUWA S, NAGAI N. Ultrastructure of rat odontoblasts in various stages of their development and maturation. Arch Oral Biol 1971;16(9):993-1006, IN1-IN2, 1007-1008, IN3-IN4, 1009-1010, IN5-IN6, 1011
- (24) ROMAGNOLI P, MANCINI G, GALEOTTI F, FRANCHI E, PIEREONI P. The crown odontoblasts of rat molars from primary dentinogenesis to complete eruption. J Dent Res 1990;69(12):1857-62
- (25) LEBLOND CP, WEINSTOCK M. Comparative study of dentin and bone formation. In : Bourne GH(ed). The Biochemistry and Physiology of Bone Vol 4 : Calcification and physiology, ed 2. New York: Academic Press, 1976:
- (26) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 14 : Internal Anatomy p405 in Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (27) HÉRITIER M., FERNANDEZ J.P. Étude en microscopie photonique et électronique de la gaine de Hertwig chez la souris. J. Biol. Buccale 1981 : 9, 319-34
- (28) HÉRITIER M., BAILLEZ Y.N., ROBERT J.L. Données nouvelles sur l'ultrastructure de la gaine de Hertwig chez la souris. In : Belcourt A., Ruch J.V., *Second international workshop on tooth morphogenesis and differentiation*, pp. 527-534. Paris : INSERM, 1984
- (29) GOLDBERG M. Manuel d'histologie et de biologie buccale : la dent et ses tissus de soutien. Paris : Éditions Mason, 1989, 140p
- (30) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 14 : Internal Anatomy p415 in Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (31) VERTUCCI, F, SEELIG, A, GILLIS, R. Root canal morphology of the human maxillary second premolar. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1974; 38(3):p456-64
- (32) PIETTE E., M. GOLDBERG M. - La dent normale et pathologique ; Bruxelles : De Boeck Université, 2001, 392p
- (33) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Chapter 12 : Structure and Fonctions of the Dentin-Pulp complex, in Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition; Elsevier, 2016, 2114p
- (34) GUTMANN JL, LOVDAHL PE, Problem Solving In Endodontics, ed5, St Louis, Elsevier, 2011, 499p
- (35) RUSSEL A.A., CHANDLER N.P., HAUMAN C., SIDDIQUI A.Y., TOMPKINS G.R., The Butterfly Effect: An Investigation of Sectioned Roots JOE 2013 :39(2),208-10

- (36) SIMON S., MACHTOU P., PERTOT W.J. Endodontie. Rueil-Malmaison : Editions CDP 2012, 514p
- (37) VONGSAVAN N., MATTHEWS B., The vascularity of dental pulp in cats. J Dent Res 1992 ; 71(12) : 1913 – 15
- (38) YOSHIDA S., OHSHIMA H., Distribution and organization of peripheral capillaries in dental pulp and their relationship to odontoblasts. Ant Rec 1996 ; 245(2) : 313 - 26
- (39) BORDA E., FURLAN C., ORMAN B., REINA S., STERIN-BORDA L., Nitric Oxyde synthase and PGE 2 reciprocal interactions in rat dental pulp : cholinoreceptor modulation. J Endodon 2007; 33(2), 142-47
- (40) FRISTAD I., BERGGREEN E., HAUG S.R. Delta opioid receptors in small and medium sized trigeminal neurons supporting the dental pulp of rats. Arc Oral Biol 2006 ;51(4) : 273 – 81
- (41) NAIR PN. Neural elements in dental pulp and dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995 ; 80(6) : 710-9
- (42) BARKHORDER R., LINDER D., BUI D., Pulp stones and aging: changes in innervation of dentine and pulp with age (abstract 669). J Dent Res. 1990; 69(Special Issue):192.
- (43) SAYEGH F.S., REED A.J., Calcification in the dental pulp. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1968; 25 (6):873-82
- (44) MORSE D.R., ESPOSITO J.V., SCHOOR R.S., et al. A review of aging of dental components and a retrospective radiographic study of aging of the dental pulp and dentin in normal teeth. Quintessence Int. 1991; 22(9):711-20
- (45) McCABE, D. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. Int Endod J. 2012; 45(2):177-97
- (46) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 25 : Geriatric Endodontics p701, in Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (47) GUTMANN JL, LOVDAHL PE, Chapter 8 , Problem Solving in Tooth Isolation, Access Openings, and Identification of Orifice Locations, in Problem Solving In Endodontics, ed5, St Louis, Elsevier, 2011, 499p
- (48) AMIR F.A., GUTMANN J.L., WITHERSPOON D.E. Calcific metamorphosis: a challenge in endodontic diagnosis and treatment, Quintessence Int, 2011;32(6), p447-55
- (49) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Chapter 5 : Tooth Morphology, Isolation and access, in Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition; Elsevier, 2016, 2114p
- (50) MARSEILLIER E., Planche XI : Première molaire supérieure droite Les Dents Humaines : morphologie. Paris : DUNOD , 2004, 140p
- (51) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Chapter 4 : Pain Control, in Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition; Elsevier, 2016, 2114p
- (52) CRÉTOT M., Première Molaire supérieure gauche p26, dans L'arcade dentaire humaine : morphologie. Paris : Éditions CDP, 2013, 93p

- (53) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Chapter 5 : Tooth Morphology, Isolation and access p321-3, in Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition; Elsevier, 2016, 2114p
- (54) INGLE J., BAKLAND L., J.CRAIG BAUGMARTNER, Chapter 6 : Morphology of Teeth and Their Root Canal Systems p174, dans Endodontics. 6th ed. Hamilton : BC Decker ; 1555p
- (55) BARRETT M. The internal anatomy of the teeth with special reference to the pulp and its branches. Dent Cosmos 1925;67:581-92
- (56) AL SHALABI R.M., OMER O.E., GLENNON J., JENNINGS M., CLAFFEY N.M., Root canal anatomy of maxillary first and second permanent molars. Int Endod J 2000;33(5);405-14
- (57) GRAY R. The Maxillary First Molar. In Bjorndal, AM, Skidmore, AE, Editors. Anatomy and Morphology of Permanent Teeth. Iowa City: University of Iowa College of Dentistry; 1983
- (58) THOMAS R.P., MOULE A.J., BRYANT R., Root canal morphology of maxillary permanent first molar teeth at various ages. Int Endod J 1993;26(5):257-67
- (59) INGLE J., BAKLAND L., J.C. BAUMGARTNER, Chapter 6 : Morphology of Teeth and Their Root Canal Systems p177, dans Endodontics. 6th ed. Hamilton : BC Decker ; 1555p
- (60) ASH M., NELSON S. Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion. 8th ed. Philadelphia: Saunders; 2003, 346p
- (61) BROWN P, HERBRANSON E. Dental Anatomy & 3D Interactive Tooth Atlas, Version 3.0. : an interactive DVD-ROM. Quintessence, 2005
- (62) XIAO-MEI T., XIANG-WEN Y., LIANG Q., BIN W., YAO G., Analysis of the Root and Canal Morphologies in Maxillary First and Second Molars in a Chinese Population Using Cone-beam Computed Tomography. J Endod 2016; 42(5),969-701
- (63) FERGUSON D.B., KJAR K.S., HARTWELL G.R., Three Canals in the Mesio Buccal Root of a Maxillary First Molar: A Case Report; JOE 2005;31(5), p400-2
- (64) MARTINEZ-BERNA' A, RUIZ-BADALENNI P. - Maxillary first molars with six canals. J Endod 1983;9(9):375-80
- (65) GANI O., VISVISIAN C., Apical Canal Diameter in the First Upper Molar at Various Ages, JOE 1999;25(10),p689-91
- (66) SEMPIRA HN, HARTWELL GR. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope : a clinical study. J Endod 2000;26(11):673-4)
- (67) VERTUCCI F.J. - Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984;58(5), p589-99.
- (68) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Chapter 5 : Tooth Morphology, Isolation and access p323-7, in Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition; Elsevier, 2016, 2114p
- (69) MARSEILLIER E., Planche XII : Deuxième molaire supérieure droite, dans Les Dents Humaines : morphologie. Paris : DUNOD , 2004, 140p

- (70) CRÉTOT M., Deuxième molaire supérieure gauche p36, dans L'arcade dentaire humaine : morphologie. Paris : Éditions CDP, 2013, 93p
- (71) INGLE J., BAKLAND L., J.CRAIG BAUGMARTNER, Chapter 6 : Morphology of Teeth and Their Root Canal Systems p177-81, dans Endodontics. 6th ed. Hamilton : BC Decker ; 1555p
- (72) DEGERNESS R.A., BOWLES W.R., Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. J Endod. 2010; 36(6):985-9
- (73) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 16 : Cleaning and Shaping p462, in Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (74) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 16 : Cleaning and Shaping p466, in Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (75) WELLER R.N., NIEMCZYK S.P., KIM S. Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. J Endod 1995;21(7):380–3.
- (76) GREEN D. - Double canals in single roots. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1973;35(5): 196-96
- (77) SUNIL K., HOIIN J., SOOYUN K., SU-JUNG S., EUISEONG K., The Influence of an Isthmus on the Outcomes of Surgically Treated Molars: A Retrospective Study. JOE 2016;42(7), p1029-34
- (78) INGLE J., BAKLAND L., J.CRAIG BAUGMARTNER, Chapter 6 : Morphology of Teeth and Their Root Canal Systems p154, dans Endodontics. 6th ed. Hamilton : BC Decker ; 1555p
- (79) ANKRUM M.T., HARTWELL G.R., TRUITT JE. K3 Endo, Pro Taper, and Pro File Systems : breakage and distortion in severely curved roots of molars. J Endod 2004;30(4): p234 –7 ;
- (80) SATTAPAN B, PALAMARA J, Messer H. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. J Endod 2000;26(3):156 – 60)
- (81) HARLAN A.L., NICHOLLS J.I., STEINER J.C. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stainless steel files with the balanced-force technique. J Endod 1996;22(8):410 –3
- (82) SCHAËFER E, DIEZ C, HOPPE W, TEPEL J. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. J Endod 2002;28(3):211– 6.
- (83) DAVIS RD, MARSHALL JG, BAUMGARTNER JC. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. J Endod 2002;28(6):438 – 42.
- (84) LEE J.K., B.H. HA, CHOI J.H., HEO S.M. and PERINPANAYAGAM H. Quantitative Three-Dimensional Analysis of Root Canal Curvature in Maxillary First Molars Using Micro-Computed Tomography. JOE 2006;32(10), p941-5
- (85) BLASKOVIC-SUBAT V.B., SUTALO J. Asymmetry of the root canal foramen. Int Endod J. 1992;25(3):158–64

- (86) SIMON S., MACHTOU P., PERTOT W.J., Chapitre 11 : Irrigation et Désinfection en endodontie, dans Endodontie. Rueil-Malmaison : Editions CDP 2012, 514p
- (87) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 12 : Endodontic Radiography p354-9, in Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (88) VERSTEEG KH, SANDERINK GC, VAN GINKEL FC, VAN DER STELT PF. Estimating distances on direct digital images and conventional radiographs. J Am Dent Assoc. 1997;128(4):439-43
- (89) INGLE J., BAKLAND L., J.CRAIG BAUGMARTNER, Chapter 15 : Diagnostic Imaging p554-5, dans Endodontics. 6th ed. Hamilton : BC Decker ; 1555p
- (90) WALTON, R. - Endodontic radiographic technics. *Dent Radiogr Photogr.* 1973; 46(3):51-9.
- (91) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 12 : Endodontic Radiography p364-370, in Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (92) BHAKDINARONK A, MANSON-HING, LR. Effect of radiographic technique upon prediction of tooth length in intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981; 51 (1):100-7.
- (93) DE PAULA-SILVA F.W.G., WU M.K., LEONARDO M.R., DA SILVA L.A.B., WESSELINK P.R., Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. J Endod. 2009; 35(7):1009–12
- (94) PATEL, S, WILSON, R, DAWOOD, A, MANNOCCI F. The detection of periapical pathosis using digital periapical radiography and cone beam computed tomography. Part 1. Preoperative status. Int Endod J. 2012; 45(8):702-10
- (95) EDLUND, M, NAIR, MK, NAIR, UP. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. J Endod. 2011; 37(6):768–72
- (96) COTTON TP, GEISLER TM, HOLDEN DT, SCHWARTZ SA, SCHINDLER WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. J Endod 2007;33(9):1121–32.
- (97) PATEL S, DAWOOD A, FORD TP, WHAITES E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. Int Endod J 2007;40(10):818–30
- (98) MIRMOHAMMADI H., MAHDI L., PARTOVI P., KHADEMI A., SHEMESH H., HASSAN B., Accuracy of Cone-beam Computed Tomography in the Detection of a Second Mesiobuccal Root Canal in Endodontically Treated Teeth: An Ex Vivo Study JOE 2015;41(10),1678-81
- (99) ESTRELA C., RABELO L.E.G., DE SOUZA J.B., ALENCAR A.H.G. , ESTRELA C.R.A., NETO M.D.S. et al. Frequency of Root Canal Isthmi in Human Permanent Teeth Determined by Cone-beam Computed Tomography Eduardo et coll, JOE 2015 ;41(9),1535-9
- (100) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 9 : Local Anesthesia p257-73, in Endodontics Principles and Practice. Elsevier, 2016, 891p
- (101) SIMON S., MACHTOU P., PERTOT W.J., BRONNEC F., Chapitre 8 : Anesthésie locale en endodontie, dans Endodontie. Rueil-Malmaison : Editions CDP 2012, 514p

- (102) READER A., NUSSTEIN J., DRUM M Successful Local Anesthesia : for restorative dentistry and endodontics. Chicago : Quintessence Publishing, 2011, 168p
- (103) MALAMED S.F. - Handbook of Local Anesthesia. St Louis : Elsevier Mosby, 2013, 409p
- (104) SIMON S., MACHTOU P., PERTOT W.J., CARON G., Chapitre 9 : Champ opératoire, préparation pré endodontique et cavité d'accès, dans Endodontie. Rueil-Malmaison : Editions CDP 2012, 514p
- (105) CASTELLUCI A. Tooth isolation : the rubber dam. In Endodontics Volume 1. Florence : Il Tridente, 2004, 370p
- (106) ANABTAWI, MF, GILBERT, GH, BAUER, MR, et al. Rubber dam use during root canal treatment: findings from The Dental Practice-Based Research Network. J Am Dent Assoc. 2013; 144(2):179–86
- (107) ABOU-RASS M., FRANCK A.L., GLICK D.H., The anticurvature filing method to prepare the curved canal. J Am Dent Assoc 1980 ; 101(5): 792-4
- (108) BRONNEC F., BOUILLAGUET S., MACHTOU P., Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the cleaning and shaping of root canals : a digital subtraction radiographic study. Int Endod J 2010 ; 43(4) : 275 - 82
- (109) GUTMANN JL, LOVDAHL PE, Chapter 8 , Problem Solving in Tooth Isolation, Access Openings, and Identification of Orifice Locations p173-4, in Problem Solving In Endodontics, ed5, St Louis, Elsevier, 2011, 499p
- (110) KRASNER P., RANKOW H.J., Anatomy of the Pulp-Chamber Floor. JOE 2004;30(1),5-16
- (111) SIMON S., MACHTOU P., PERTOT W.J., CARON G., Chapitre 9 : Champ opératoire, préparation pré endodontique et cavité d'accès p181, dans Endodontie. Rueil-Malmaison : Editions CDP 2012, 514p
- (112) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Chapter 29 : Endodontic Records and Legal Responsibilities, in Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition; Elsevier, 2016, 2114p
- (113) SEMPIRA HN, HARTWELL GR. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical study. J Endod 2000;26(11):673–4.
- (114) COHEN S., HARGREAVES K.M., Pathways of the pulp. 9th ed. Rio de Janeiro: Mosby Elsevier; 2007
- (115) BUHRLEY LJ, BARROWS MJ, BEGOLE EA, WENCKUS CS. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. J Endod 2002;28(4):324–7.
- (116) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Chapter 5 : Tooth Morphology, Isolation and access p289-93, in Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition; Elsevier, 2016, 2114p
- (117) BERUTTI E., CANTATORE G., CASTELLUCI A., CHIANDUSSI G., PERA F.,

- MIGLIARETTI G., PASQUALINI D., Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path : comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod* 2009;35(3):408–12
- (118) SIMON S., MACHTOU P., PERTOT W.J., POMMEL L., Chapitre 10 : Mise en forme et nettoyage du système canalaire, dans *Endodontie*. Rueil-Malmaison : Editions CDP 2012, 514p
- (119) PASQUALINI D., BIANCHI C.C., PAOLINO D.S., MANCINI L., CEMENASCO A., CANTATORE G., et al. Computed micro-tomographic evaluation of glide path with nickel-titanium rotary PathFile in maxillary first molars curved canals. *J Endod* 2012;38(3):389–93.
- (120) JAVAHERI H.H., JAVAHERI G.H., A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod* 2007;33(3):284–6.
- (121) SCHÄFER E., VLASSIS M., Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2004;37(4):239–48.
- (122) PERTOT W.J., SIMON S., Réussir le traitement endodontique. Paris : Quintessence International, 2003, 127p
- (123) CHOW TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod*. 1983;9(11):475-9
- (124) FALK K.W., SEDGLEY C.M., The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro. *J Endod*. 2005;31(10),742-5
- (125) PETERS O.A., Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004; 30(8):559-67
- (126) PETERS, OA, PAQUÉ, F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. *Quintessence Int*. 2010; 41(6):479
- (127) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 16 : Cleaning and Shaping p454, in *Endodontics Principles and Practice*. Elsevier, 2016, 891p
- (128) KENNETH M. HARGREAVES, L. BERMAN H., ROTSTEIN I., Chapter 6 : Cleaning and Shaping The Root Canal System, in *Cohen's Pathways of the Pulp Eleventh Edition*; Elsevier, 2016, 2114p
- (129) WEINE F.S., KELLY R.F., LIO P.J., The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod*. 1975;1(8):255-62.
- (130) LUSSI A. and SCHNAFFER M., *Advances in restorative dentistry*. Londres : Quintessence Publishing 2012, 272p
- (131) SAUNDERS W.P., SAUNDERS E.M. - Effect of noncutting tipped instruments on the quality of root canal preparation using a modified double-flared technique. *J Endod*. 1992;18(1),32-6
- (132) SAUNDERS W.P., SAUNDERS E.M., Comparison of three instruments in the preparation of the curved root canal using the modified double-flared technique. *J Endod*. 1994;20(9),440-4
- (133) PERTOT W.J., SIMON S., Chapitre 4 : Nettoyage et mise en forme du système canalaire, dans *Le traitement endodontique*. Paris : Quintessence International, 2003,

- (134) FOUAD A.F., KRELL K.V., McKENDRY D.J., et al. - Clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments. *J Endod.* 1990;16(9):446-9.
- (135) PETERS, OA, SCHÖNENBERGER, K, LAIB, A. Effects of four NiTi preparation techniques on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2001; 34(3):221-30.
- (136) BÜRKLEIN S, HINSCHITZA K, DAMMASCHKE T, SCHÄFER E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J.* 2012;45(5):449-61
- (137) MCRA Y B, COX TC, COHENCA N, et al. A micro-computed tomography-based comparison of the canal transportation and centering ability of ProTaper Universal rotary and WaveOne reciprocating files. *Quintessence Int.* 2014;45(2):101-8.
- (138) VERSIANI MA, LEONI GB, STEIER L, DE-DEUS G, TASSANI S, PECORA JD, et al. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems. *J Endod.* 2013;39(8):1060-6.
- (139) SIQUEIRA J.F. Jr., ARAUJO M.C., GARCIA P.F., FRAGA R.C., SABOIA DANTAS C.J. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997; 23(8):499-502
- (140) TORABINEJAD M., WALTON R.E. Chapter 16 : Cleaning and Shaping p466-7, in *Endodontics Principles and Practice.* Elsevier, 2016, 891p
- (141) BURKLEIN S., POSCHMANN T., SCHAEFER E., Shaping Ability of Different Nickel-Titanium Systems in Simulated S-shaped Canals with and without Glide Path *JOE* 2014;40(8), p1231-4
- (142) CAPAR D., ARSLAN H., AKCAY M., UYSAL B. ; Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex Instruments on Crack Formation in Dentin Ismail. *JOE* 2014 (40) 9, p1482-4
- (143) LUSSI A., SCHNAFFER M., HÄNNI S., Chapter 21 : Root Canal Irrigation Advances in restorative dentistry. Londres : Quintessence Publishing 2012, 272p
- (144) BYSTRÖM A, SUNDQVIST G, Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981 ;89(4) :321-8
- (145) NAENNI N, THOMA K, ZEHNDER M, Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *J Endod* 2004;30(11):785-7
- (146) SIMON S., MACHTOU P., PERTOT W.J., Chapitre 11 : Irrigation et désinfection en endodontie p219-35, dans *Endodontie.* Rueil-Malmaison : Editions CDP 2012, 514p
- (147) NYGAARD-ÖTSBY B. Chelation in root canal therapy. *Odontol Tidskr* 1957 ;65 :3-11
- (147) NG YL, MANN V, GULABIVALA K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J.* 2011;44(7):583-609
- (148) HÜLSMANN M, HECKENDORFF M, LENNON A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J.* 2003;36(12):810-30

- (149) ZEHNDER M, SCHMIDLIN PR, SENER B, WALTIMO TM. Chelation in root canal therapy reconsidered. J Endod. 2005;31(11):817-20.
- (150) TORABINEJAD M, CHO Y, KHADEMI AA, BAKLAND L.K., SHABAHANG S., The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. J Endod. 2003;29(4),233-9
- (151) GU L.S., JONG RYUL K., LING J., KYUNG KYU C., HASHLEY D., TAY F.R. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices JOE 2009 ;35,791-804
- (152) MACHTOU P. Irrigation Investigation in Endodontics. Paris VII University, Paris, France ; Master Thesis ; 1980
- (153) Société de Médecine Dentaire, disponible sur : www.dentiste.be (consulté le 20/02/2016)
- (154) NG YL, MANN V, GULABILAVA K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. Int Endod J. 2011;44(7),610-25
- (155) NG YL, MANN V, RAHBARAN S, LEWSEY J, GULABIVALA K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature. Part 1. Effects of study characteristics on probability of success. Int Endod J. 2007;40(12),921-39
- (156) NG YL, MANN V, RAHBARAN S, LEWSEY J, GULABIVALA K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature. Part 2. Influence of clinical factors. Int Endod J. 2008;41:6-31
- (157) ERIKSEN H.M.- Epidemiology of apical periodontitis. In: Essential Endodontology. Prevention and treatment of periondotitis. Orstavik D et Pitt Ford T.R. eds. Oxford: Blackwell Science Ltd., 1998, Pp.179-191.
- (158) BOUCHER Y., MATOSSIAN L., RILLIARD F., MACHTOU P. Radiographic evaluation of the prevalence and technical quality of endodontic treatments in a french subpopulation. Int Endod J. 2002; 35 (3), 229-38
- (159) KAKEHASHI S., STANLEY H.R. et FITZGERALD R.J. - The effects of surgical exposures of dental pulp in germ-free and conventionnal laboratory rats. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1965; 20, 340-9
- (160) GUERRIERI A., JOUANT G., BESNAULT C., DECUP F. Restaurations coronoradiculaires adhésives. Indications et procédures. Stratégies de restauration de la dent dépulpée; Réalités Cliniques 2011. Vol. 22, n°1: pp.65-72
- (161) KVIST T., RYDIN E. et REIT C.- The relative fréquence of periapical lésions in teeth with root canal-retained posts. J. Endod. 1989; 15(12): 578-80
- (162) D'INCAU E., BARTALA M., DOS SANTOS A. Traitement de la dent dépulpée postérieure. La stratégie de préservation. Réalités Cliniques 2011. Vol. 22, n°1: pp. 43 – 56
- (163) MACHTOU P. Etanchéité apicale versus étanchéité coronaire. Concepts cliniques en endodontie, Ed. SNPMD, 2005. Pp 153 – 165
- (164) GÖRDUYSUS Ö., GÖRDUYSUS M., FRIEDMAN S. Operating microscope improves negotiation of second mesiobuccal canals in maxillary molars. J Endod 2001; 27(11), 683-6

- (165) SCHWARZE T., BAETHGE C., STECHER T, GEURTSSEN W. Identification of second canals in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars using magnifying loupes or an operating microscope. Aust Endod J 2002; 28(2):57-60
- (166) MC SPADDEN J. T. Mastering Endodontic Instrumentation, SybronEndo, Cloudland Institute, 2007
- (167) SUTER B, LUSSI A, SEQUEIRA P. Probability of removing fractured instruments from root canals. Int Endod J. 2005;38(2), p112.-23
- (168) CUJÉ J., BARGHOLZ C., HÜLSMAN M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. Int Endod J 2007 ;43(7), p 545 – 54
- (169) Dossiers de l'ADF, commission de législation professionnelle de l'Association Dentaire française, 2004
- (170) MISSIKA P., RAHAL B. ; Droit et chirurgie dentaire. Prévention, expertises et litiges, Collection JPIO, Formation continue du chirurgien dentiste, Editions CDP, 2006
- (171) Canadian Academy of Endodontics. Standards of Practice. (Internet) disponible sur : http://www.caendo.ca/about_cae/standards/standards_english.pdf
- (172) ROSSMAN L. E., HASSELGREN G., Wolcott J. F. Diagnosis and management of orofacial dental pain emergencies; Pathway of the Pulp, 9ème édition, chapitre 2, 2006

9. Annexes

9.1. Simulation de préparation d'un MV2 sur une 16 extraite

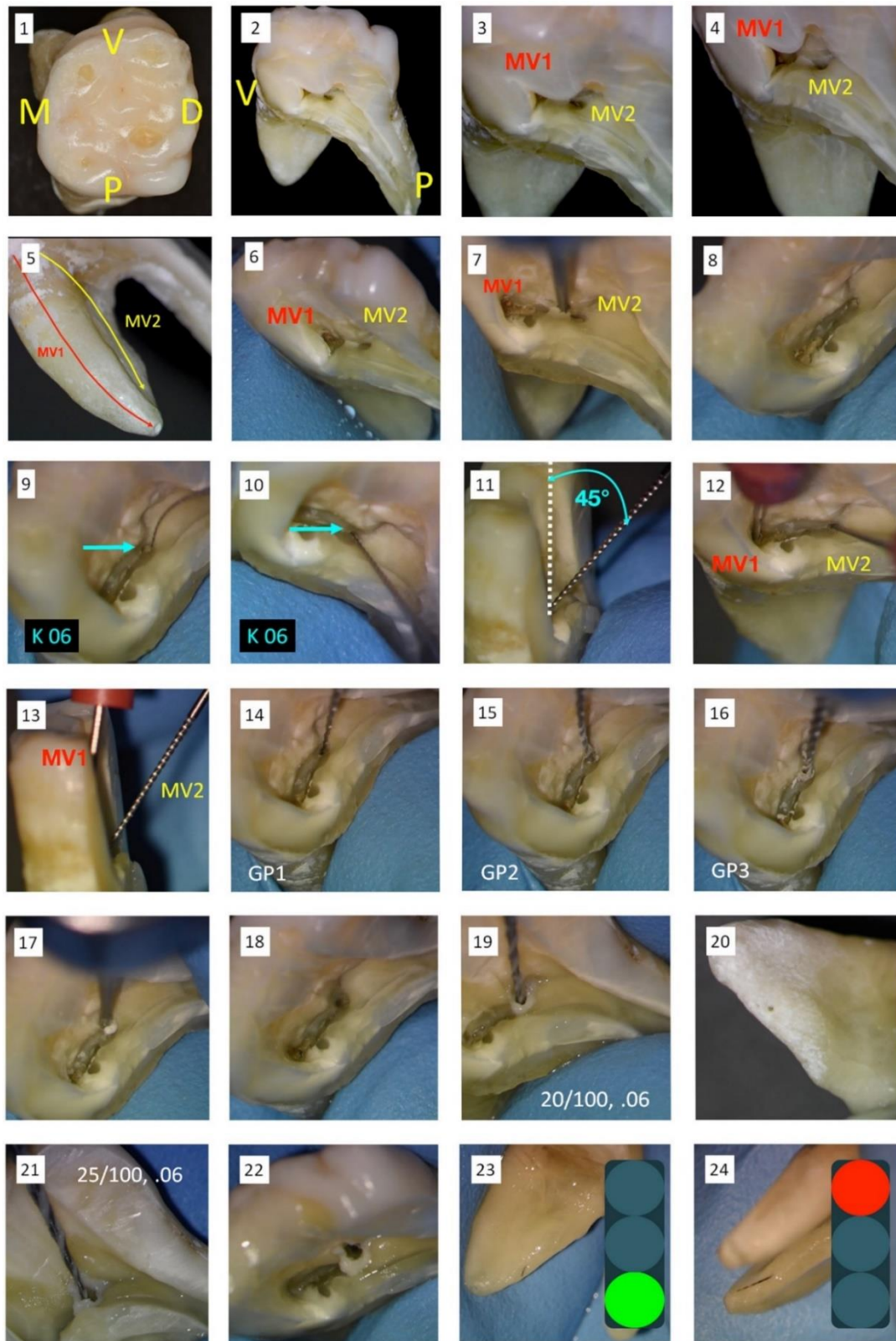


Figure 65 : photographies illustrant les principales étapes que le praticien peut être amené à mettre en œuvre pour préparer un MV2.

Étapes :

1. Vue occlusale d'une 16 avant sa section dans le sens vestibulo-lingual.
2. Vue disto-palatine de la moitié mésiale de la chambre pulpaire après séparation de la dent en 2 dans le sens vestibulo-lingual.
3. L'entrée du MV2 apparaît sur le plancher pulpaire.
4. L'entrée du MV1 est en partie masquée par le plafond pulpaire. Noter le triangle dentinaire vestibulaire.
5. Illustration du relief radiculaire, de la zone dangereuse et des trajets supposés du MV1 et du MV2.
6. Dégagement des entrées de MV1 et MV2.
7. Exploration de l'isthme à la fraise boule très long col 06.
8. Partie superficielle de l'isthme dégagée.
9. Lime d'exploration manuelle MMC®06 à l'entrée du MV2.
10. Impossibilité de progresser au delà de quelques millimètres.
11. Positionnement du MMC®06 dans le MV2. Noter l'angulation à 45° avec le grand axe de la dent.
12. Vue occlusale mettant en évidence la différence d'angle d'accès au canal entre le MV1 et le MV2.
13. Le MV1 se positionne presque dans le grand axe de la dent.
14. Positionnement de la pointe d'un MTwo®10 dans l'entrée du MV2. Les diamètres de l'entrée canalaire et de la pointe du MTwo® sont très petits et nécessitent l'utilisation d'aides optiques, sous peine de tordre la pointe de l'instrument. L'utilisation d'irrigant à ce stade risque d'altérer la visibilité qui est essentielle. C'est la première étape du « glide path » (GP1).
15. Le MTwo® progresse dans le canal en se laissant guider par les parois canalaires. Deuxième étape du « glide path ».
16. Le MTwo® a achevé son travail de « glide path » (3ème étape, GP3) et peut être retiré du canal. Noter l'accumulation des copeaux dentinaires à l'entrée du MV2.
17. Suppression de dentine en mésial du MV2 de manière à encore diminuer les interférences avec la paroi.
18. Diamètre de l'entrée du MV2 élargi.
19. Elargissement du MV2 avec la série d'instruments MTwo® (ici un n°20, .06)
20. La lime de perméabilité ne parvient pas à franchir la constriction apicale du MV2.
21. Fin de préparation avec un MTwo® 25 (.06).
22. Débris dentinaires accumulés à l'entrée canalaire.
23. Lime de perméabilité franchissant la constriction apicale du MV2.
24. Lime de perméabilité dépassant la constriction de plus de 3 millimètres. Ce dépassement serait invisible sur une radiographie lime en place et justifie l'utilisation d'un localisateur électronique d'apex.

Remarques :

Les phases d'irrigation entre chaque passage d'instrument ne figurent pas. La dent préparée correspond à celle de la Figure (48) page .

9.2. Cas cliniques

9.2.1. Cas clinique n°1 : traitement endodontique initial sur une 16 atteinte d'une pulpite aiguë irréversible liée à une fêlure coronaire distale.

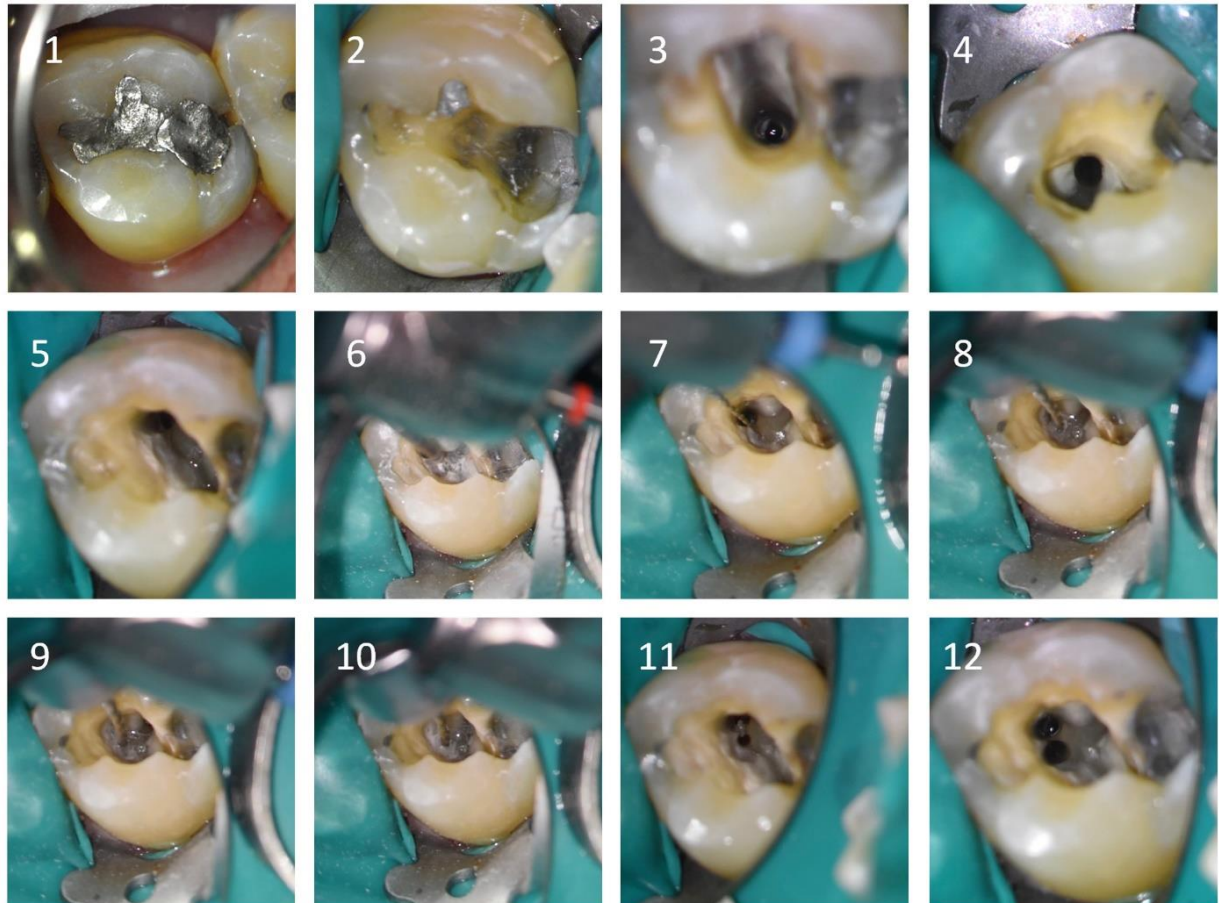


Figure 66 : vues opératoires du cas clinique n°1

1. Vue pré-opératoire.
2. Retrait du matériau d'obturation et mise en évidence de la fêlure distale.
3. Canal palatin préparé en 1er.
4. Canal distal préparé en 2ème.
5. MV1 préparé en 3ème et mise en évidence d'un isthme.
6. Suppression du triangle dentinaire (fraise boule très long col diamètre 10).
7. Insertion de la lime de « glide path » (MTwo® 10) dans le MV2
8. Progression de la lime dans le tiers coronaire.
9. Progression dans le tiers médian.
10. Progression jusqu'à la zone apicale. Noter la remontée des débris.
11. Diamètre de l'orifice canalaire du MV2 après le cathétérisme mécanisé. La longueur de

travail peut être déterminée.

12. Fin de la préparation du MV2. Persistance d'une fine cloison le séparant du MV1.



Figure 67 : radiographies du cas clinique n°1.

1. Radiographie pré-opératoire (technique orthogonale).
2. Radiographie pré-opératoire (incidence excentrée distale).
3. Radiographie cônes en place.
4. Radiographie d'obturation digue en place.
5. Radiographie de contrôle après reconstitution corono-radiculaire par composite à tenon fibré (incidence orthogonale).
6. Radiographie de contrôle après reconstitution corono-radiculaire par composite à tenon fibré (incidence excentrée distale). Le MV2 rejoint le MV1 pour ne former qu'un foramen apical (type 2 dans la classification de Vertucci) (30).

9.2.2. Cas Clinique n° 2 : traitement endodontique initial sur une 17 atteinte d'une pulpite aiguë irréversible ayant pour origine une volumineuse lésion carieuse mésio-occluso-vestibulaire.

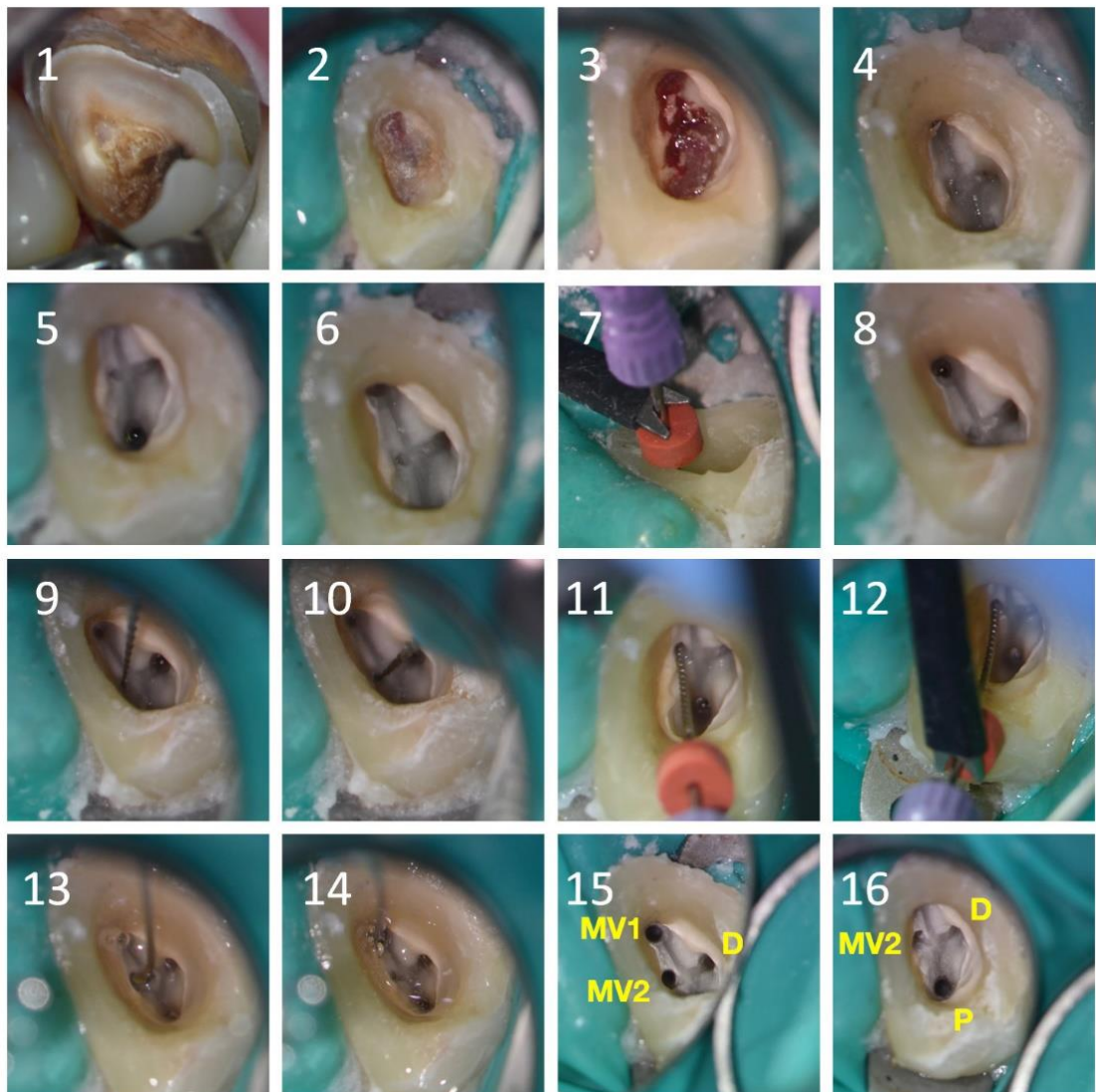


Figure 68 : vues opératoires du cas clinique n°2.

1. Pose de matrice avant reconstitution pré-endodontique.
2. Cavité de délinéation avec effraction pulpaire
3. Suppression du plafond pulpaire. Pulpe très hémorragique.
4. Plafond pulpaire supprimé et régularisation des parois de la cavité d'accès. Présence de 4 orifices canaux.
5. Canal palatin préparé.
6. Canal distal préparé. Noter les lignes sombres sur le plancher pulpaire.

7. Détermination de la longueur opératoire du MV1. Le stop en silicone repose sur l'angle mésio-vestibulaire de la reconstitution pré-endodontique.
8. MV1 préparé.
9. Insertion de la lime de « glide path » dans le MV2
10. Progression de la ligne de « glide path » (MTwo®10).
11. Détermination de la longueur de travail.
12. Détermination de la longueur de travail. Le repère en silicone de la lime K n°10 s'appuie sur la cuspe mésio-palatine.
13. Irrigation du MV2.
14. Irrigation du MV1 pour éviter la sédimentation de boues dentinaires provenant de la mise en forme du MV2.
15. Préparations canalaires terminées (MV1, MV2, D).
16. Préparations canalaires terminées (P, MV2, D).

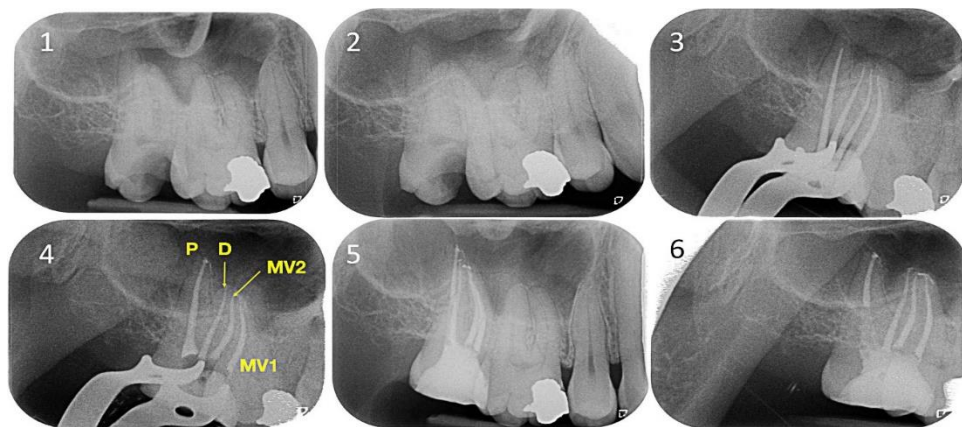


Figure 69 : radiographies du cas clinique n°2

1. Radiographie pré-opératoire (technique orthogonale).
2. Radiographie pré-opératoire (incidence excentrée distale). La dent apparaît plus longue.
3. Radiographie cônes en place.
4. Radiographie d'obturation. Le MV2 est indépendant du MV1 sur tout son trajet
5. Radiographie de contrôle après reconstitution corono-radiculaire par composite à tenon fibré (incidence orthogonale). On pourrait penser que le MV1 et le MV2 se rejoignent.
6. Radiographie de contrôle après reconstitution corono-radiculaire par composite à tenon fibré (incidence excentrée distale).

9.2.3. Cas clinique n°3 : Patiente de 16 ans présentant une pulpite aiguë irréversible sur la 16 consécutive à une carie récurrente sous le composite occlusal.

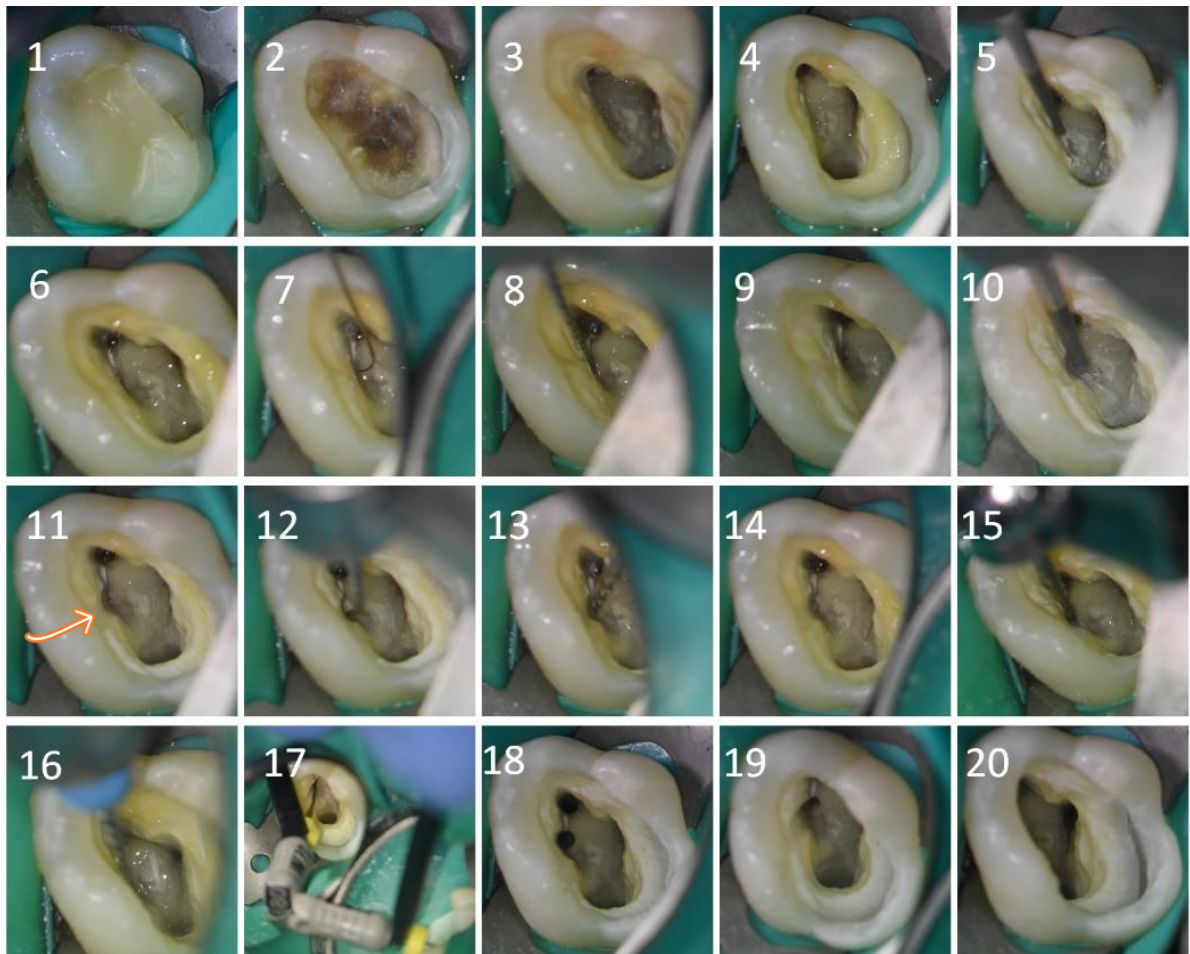


Figure 70 : vues opératoires du cas clinique n°3

1. Situation pré-opératoire: vue occlusale.
2. Eviction des tissus cariés. Lecture dentinaire. Noter les 4 zones de dentine tertiaire correspondant aux 4 cornes pulpaire.
3. Découverte des 3 entrées canalaire principales.
4. Examen du plancher pulpaire: recherche de lignes sombres.
5. Exploration de l'isthme à la fraise boule très long col 06.
6. Lecture de l'isthme. Des boues dentinaires s'y sont entassées.
7. Tentative de cathétérisme du MV2 (lime K n° 8): la lime ne progresse pas
8. Tentative de cathétérisme avec une lime de « glide path » (MTwo® 10/100, .04): la lime progresse sur quelques millimètres puis bloque.
9. Diamètre de l'entrée canalaire après retrait du MTwo® 10 et irrigation
10. Exploration de l'isthme plus en profondeur. La fraise dégage la dentine mésiale.

11. Rainure de dégagement créée par la fraise (flèche).
12. Le MTwo 10® progresse à nouveau.
13. Evasement de l'entrée canalaire avec un évaseur (IntroFile®, VDW®)
14. L'accès canalaire est facilité
15. Elargissement des deux tiers coronaires avec un RevoS SC1® (MicroMega®)
16. Progression du MTwo® 10 jusqu'à la longueur supposée de travail.
17. Détermination de la longueur de travail électroniquement
18. Préparation du MV2 terminée (et du MV1, antérieurement).
19. Canal palatin préparé antérieurement.
20. Canal distal préparé antérieurement.



Figure 71 : radiographies du cas clinique n°3

1. Radiographie pré-opératoire en incidence orthogonale.
2. Radiographie pré-opératoire en incidence excentrée distale de 15°. Aucune des 2 radiographies pré-opératoires ne permet de dire s'il y a un MV2.
3. Radiographie cônes en place.
4. Radiographie d'obturation en incidence excentrée distale de 30°.
5. Radiographie d'obturation en incidence orthogonale. Les 2 derniers clichés révèle une accentuation de la courbure des canaux mésiaux qui peut expliquer en partie la difficulté de progression des instruments de cathétérisme.

9.2.4. Cas Clinique n°4 : patient de 32 ans ayant souffert d'un abcès péri-apical sur 16 consécutif à une nécrose pulpaire sous une volumineuse restauration par amalgame.

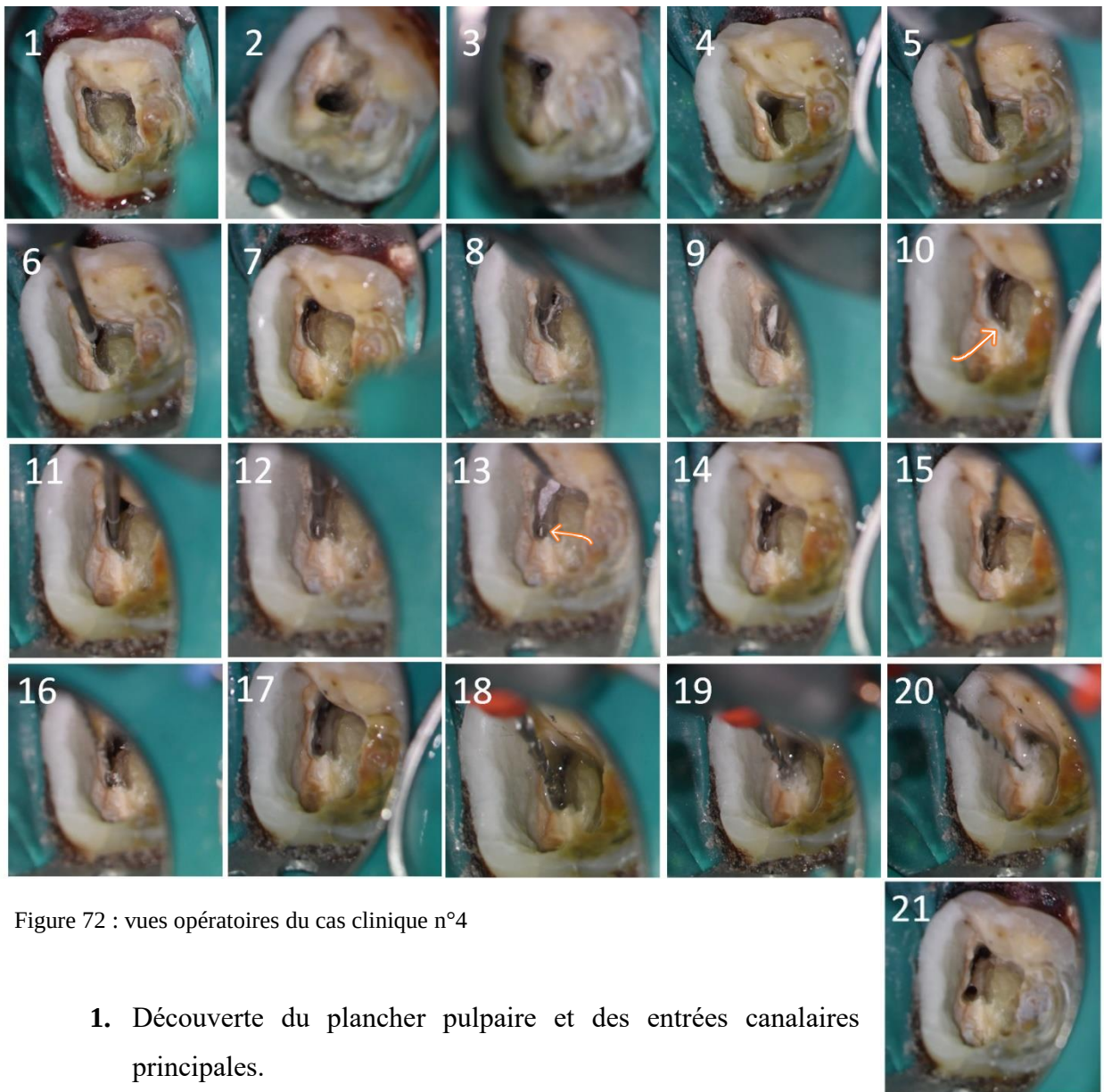


Figure 72 : vues opératoires du cas clinique n°4

1. Découverte du plancher pulpaire et des entrées canalaïres principales.
2. Canal palatin préparé.
3. Canal distal préparé.
4. MV1 préparé et dégagement de l'isthme.
5. Travail de la fraise boule très long col diamètre 08.
6. Le retrait de la fraise laisse apparaître les boues qui s'entassent dans l'isthme.
7. Le trajet sinueux de l'isthme se précise. Le MV2 est là, quelque part...
8. Le bourrage de copeaux dentinaires est inévitable mais il sert de guide visuel.
9. L'entrée du MV1 est elle aussi oblitérée par les copeaux dentinaires.

10. Après rinçage abondant à l'hypochlorite de sodium puis dépose d'EDTA sur le plancher, persistent 2 petits points blancs où stagnent des boues dentinaires (flèche).
11. L'insertion de limes de cathétérisme manuel comme mécanisé n'a pas permis de trouver une voie perméable et l'exploration plus en profondeur de la zone est entreprise.
12. La fraise boule très long col diamètre 06 diminue le risque de fragilisation des parois dentinaires.
13. Les débris dentinaires révèlent une meilleure individualisation d'une petite zone ovale dans l'isthme (flèche).
14. Les structures se révèlent après un nouveau rinçage abondant.
15. Un MTwo® 10 est inséré dans la petite zone ovale.
16. La lime flexible trouve son chemin naturellement jusque là où elle peut. Le praticien l'accompagne sans forcer.
17. Après retrait du MTwo® 10, le diamètre de l'entrée canalaire apparaît suffisant pour explorer le canal manuellement et déterminer la longueur de travail (non iconographié).
18. Un Reciproc® 25 est inséré dans le canal.
19. Le travail du Reciproc® dégage une grande quantité de boues dentinaires.
20. Remontée du Reciproc® après avoir atteint la longueur de travail.
21. Le MV2 est préparé.

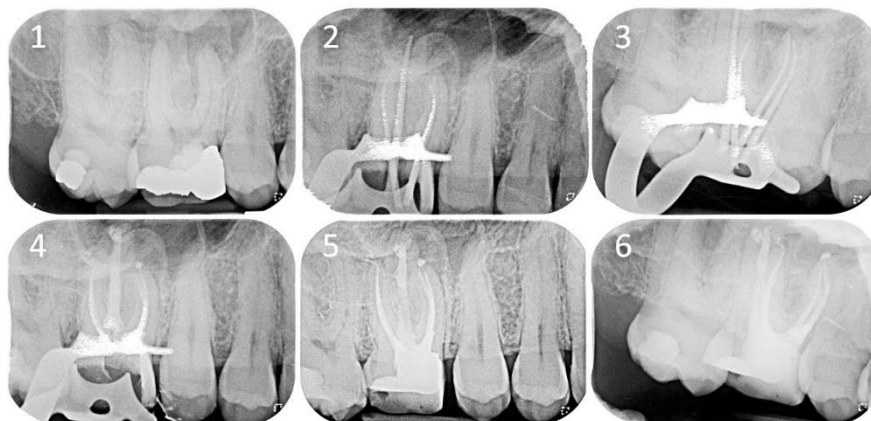


Figure 73 : radiographies du cas clinique n°4

1. Radiographie pré-opératoire (incidence orthogonale)
2. Radiographie cônes en place (incidence orthogonale)
3. Radiographie cônes en place (incidence disco-excentrée)
4. Radiographie d'obturation digue en place
5. et 6. Radiographies de contrôle après reconstitution corono-radiculaire par tenon fibré sous 2 incidences

9.2.5. Cas clinique n°5 : Patiente de 35 ans souffrant d'une pulpite aiguë irréversible sur 26.

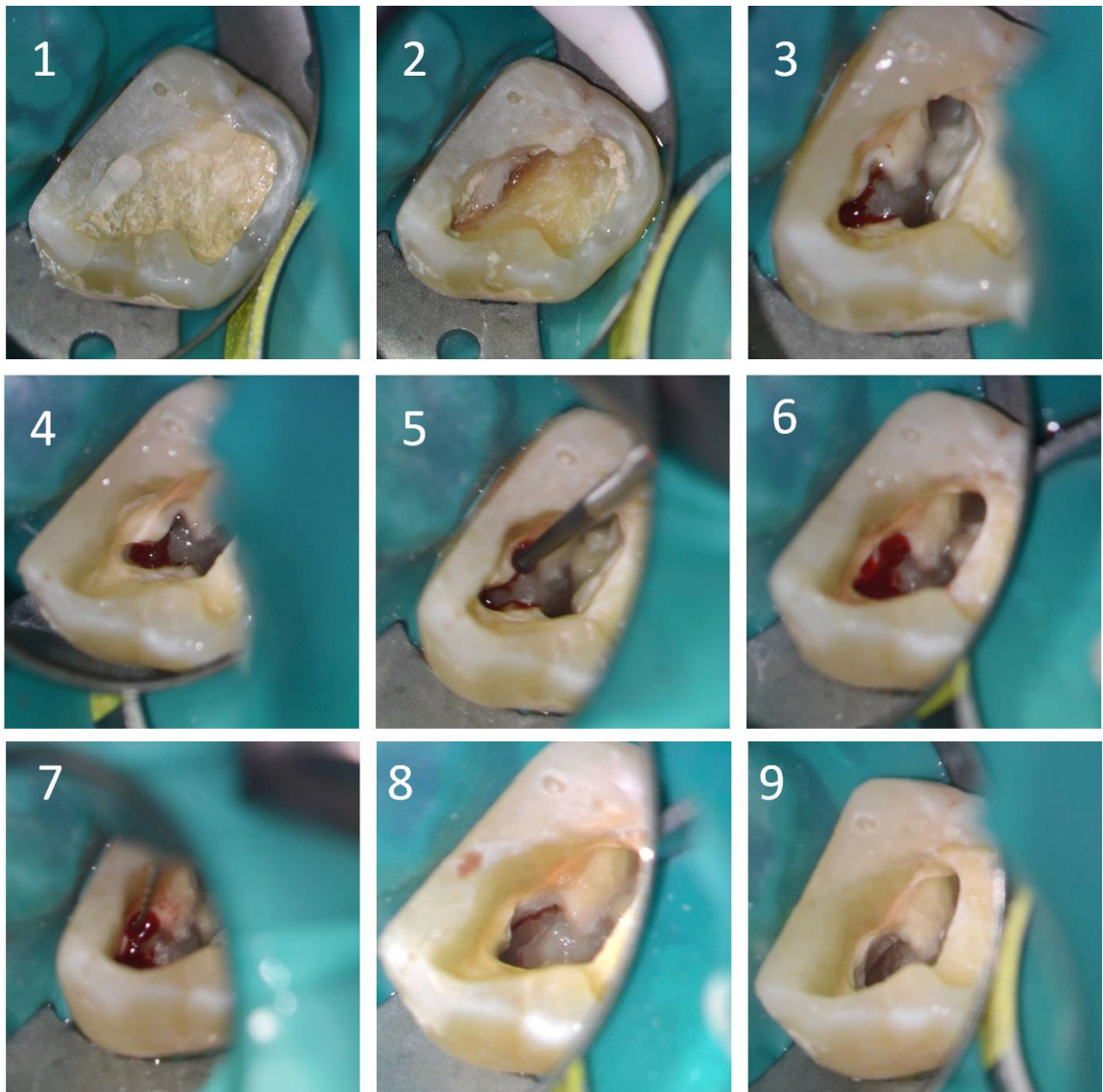


Figure 74 : vues opératoires du cas clinique n°5

1. Vue occlusale pré-opératoire.
2. Retrait du matériau de restauration provisoire occlusale.
3. Saignement prononcé dans la zone des entrées canalaires mésio-vestibulaires après préparation des canaux palatin et distal.
4. Le MV1 est facilement identifié et préparé. Le saignement continue malgré cela.
5. Exploration de l'isthme à la recherche du MV2.
6. Le fraisage de la zone augmente le saignement.

7. Insertion et travail d'une lime MTwo®10 dans le supposé MV2. Cette lime tout comme les limes de préparation NiTi ou les limes manuelles se relogent inlassablement dans le MV1.
8. Saignement prolongé du feuillet palatin.
9. Arrêt du saignement après mise en place d'un hydroxyde de calcium et irrigation abondante.



Figure 75 : radiographies du cas clinique n°5

1. Radiographie pré-opératoire en incidence orthogonale.
2. Radiographie pré-opératoire en incidence disto-excentrée.
3. Radiographie cônes en place.
4. Radiographie d'obturation en incidence orthogonale.
5. Radiographie d'obturation en incidence disto-excentrée. Le canal mésio-vestibulaire apparaît plus large de par l'obturation du feuillet palatin.

9.2.6. Cas Clinique n°6 : patiente de 42 ans, souffrant d'une pulpite aiguë irréversible sur 17 et adressée après une erreur de cavité d'accès.

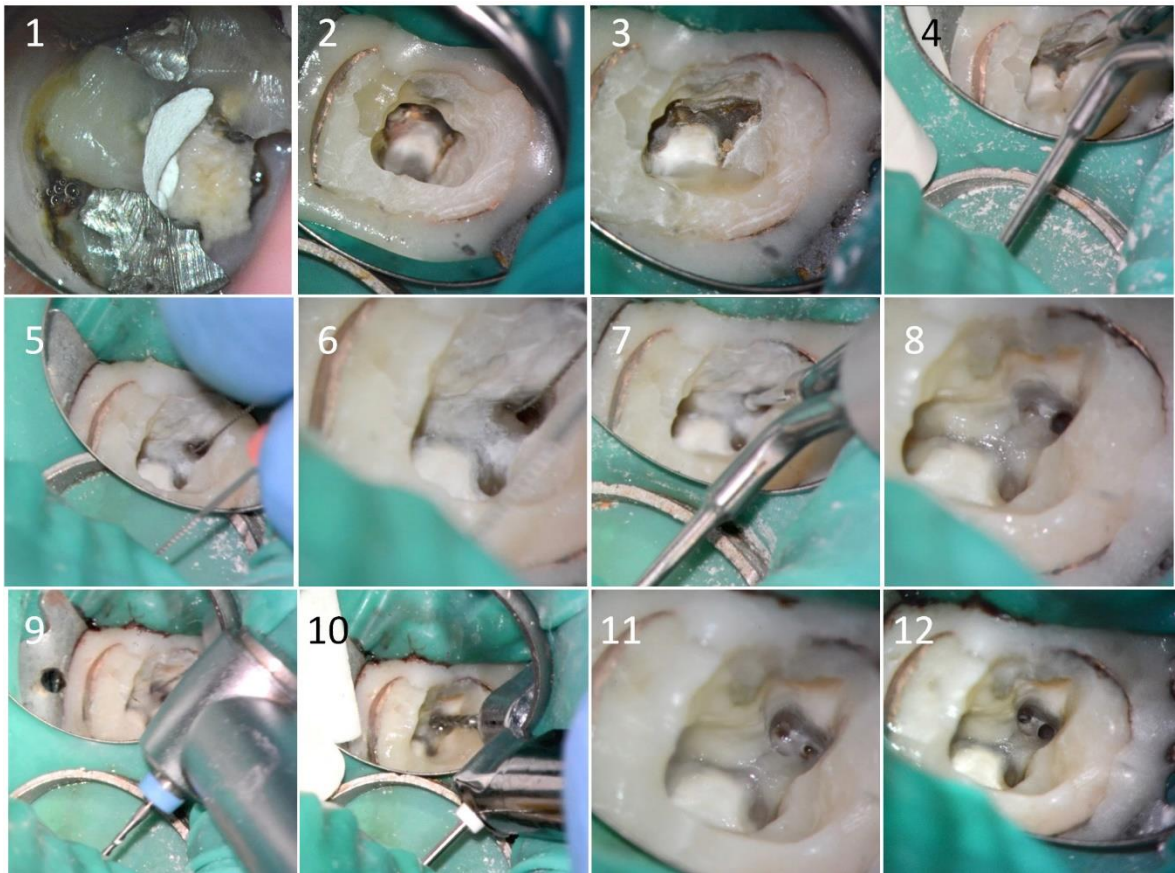


Figure 76 : vues opératoires du cas clinique n°6

1. Vue occlusale pré-opératoire.
2. Vue occlusale après reconstitution pré-endodontique par CVIMAR et bague de cuivre. Remarquer la persistance du plafond pulpaire en mésial.
3. Vue occlusale mettant en évidence le début de fausse route distale.
4. Dégagement de l'entrée canalaire du MV1 avec des ultrasons (ETBD® Acteon® Satelec®). L'utilisation d'une fraise boule très long col est rendue impossible par la situation lointaine de la dent associée à une petite ouverture buccale.
5. Insertion d'une lime K 08 (MMC 08 Micro Mega®) pour tenter d'explorer l'entrée canalaire d'un éventuel MV2.
6. Détail de l'entrée canalaire en goutte d'eau. La lime part en direction palatine et non vers le MV1, ce qui renforce la probabilité de trouver un MV2.
7. Approfondissement de l'entrée du MV2 avec un insert boule à ultrasons (ETBD® Acteon® Satelec®)

8. Dégagement de l'entrée canalaire après rinçage à l'hypochlorite de sodium et à l'EDTA
9. Travail de la lime MTwo®10 21mm qui ouvre la voie jusqu'à la longueur supposée de travail (glide path).
10. Evasement de l'entrée canalaire avec un Endoflare® MicroMega® sur un contre-angle Injet® (MicroMega®) à cause de la petite ouverture buccale.
11. Entrée du MV2 évasée.
12. MV2 préparé



Figure 77 : radiographies du cas clinique n°6

1. Radiographie pré-opératoire en incidence orthogonale. La position lointaine dans la cavité buccale a induit en erreur le praticien qui a décalé la cavité d'accès en distal.
2. Radiographie pré-opératoire en incidence disto-excentrée d'environ 20°.
3. Radiographie d'obturation en incidence disto-excentrée. MV1 et MV2 se superposent.
4. Radiographie post-opératoire en incidence orthogonale.

9.2.7. Cas clinique n°7 : traitement endodontique initial sur une 16 en pulpite aigüe irréversible chez un patient de 57 ans

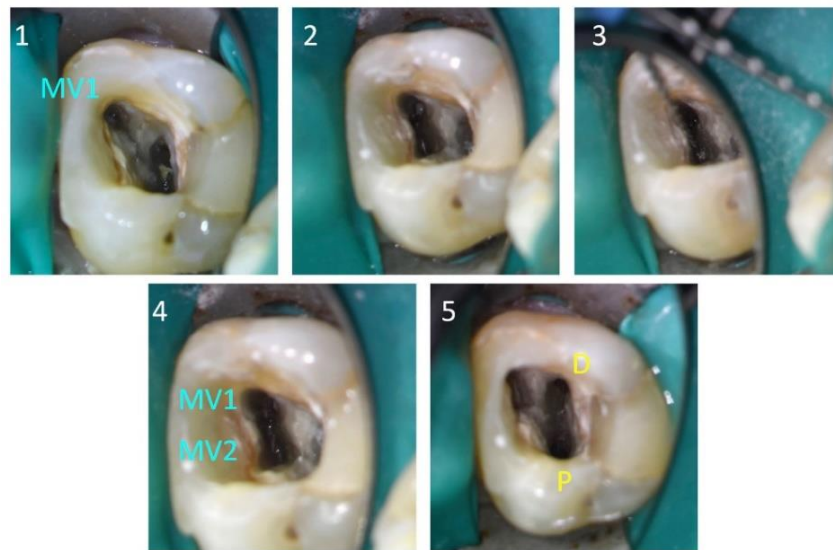


Figure 78 : vues opératoires du cas clinique n°7

1. La ligne noire sur le plancher incite à croire qu'il existe un MV2.
2. Découverte de l'entrée canalaire après un forage de 4 mm à la fraise boule long col 06 dans la racine mésio-vestibulaire.
3. La lime MTwo® 10 progresse sur quelques mm dans la racine sans parvenir à atteindre la longueur de travail présumée.
4. MV1 et MV2 préparés.
5. Canaux palatin (P) et distal (D) préparés antérieurement.



Figure 79 : radiographies du cas clinique n°7

1. Radiographie pré-opératoire
2. Radiographie post-opératoire digue en place.
3. Radiographie post-opératoire après reconstitution post endodontique par composite à tenon fibré. MV1 et MV2 semblent se rejoindre.
4. Radiographie post-opératoire en incidence décalée distale de 40°. Le cône de fraisage (flèche rouge) apparaît ainsi que la courte longueur sur laquelle a pu être préparé le canal (flèche jaune).

9.2.8. Cas clinique n° 8 : Patiente de 70 ans souffrant d'une pulpite aiguë irréversible sur la 17 couronnée et intégrée dans un bridge en extension (17, 15, 14).

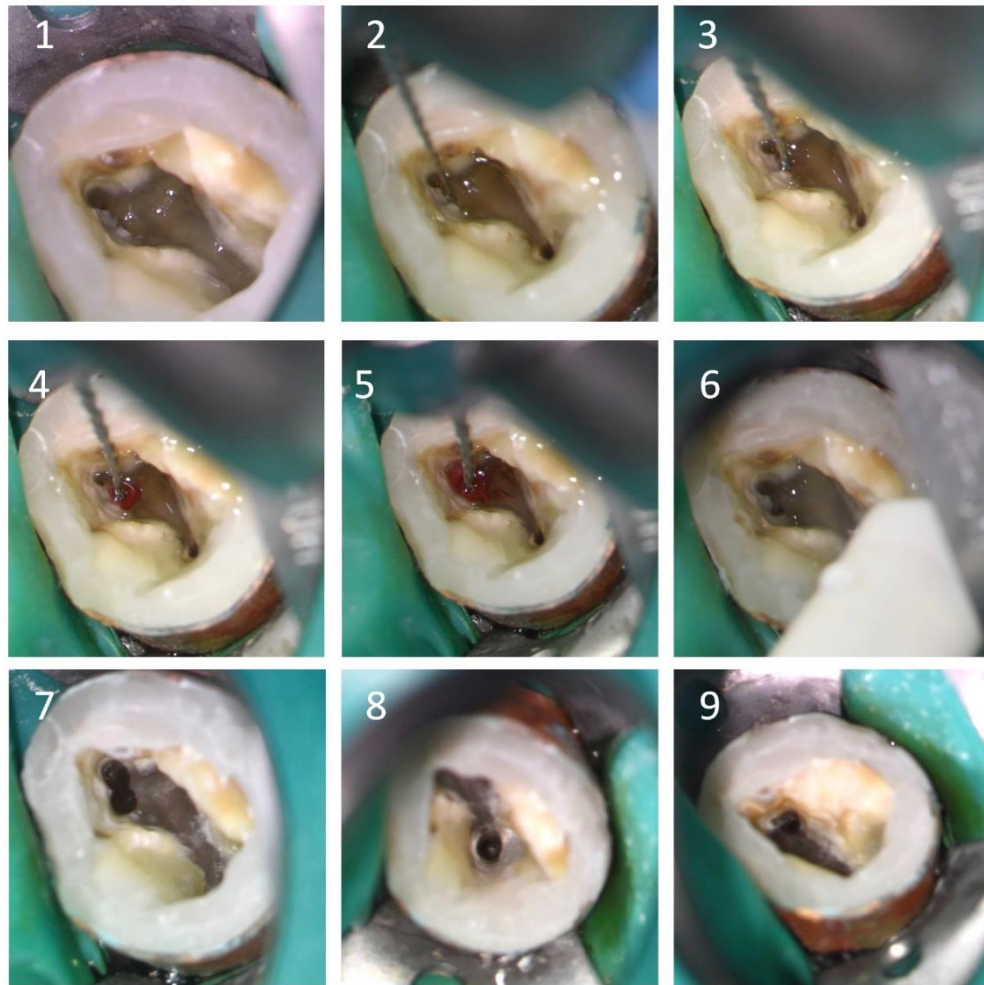


Figure 80 : vues opératoires du cas clinique n°8

1. Une ligne sombre part de l'entrée canalaire du MV1 en direction disto-palatine.
2. Un MTwo®10 est insérée là où la ligne sombre semble la plus perméable.
3. La lime commence sa progression dans le canal.
4. Une hémorragie canalaire apparaît à l'entrée du MV2.
5. Malgré l'âge avancé de la patiente et le fait que la dent ait été couronnée, le MV2 est encore abondamment perfusé.
6. Aspect de l'entrée canalaire du MV2 après le passage du MTwo®10 à la longueur supposée de travail et hémostase.
7. Aspect des entrées canalaire du MV1 et du MV2 en fin de préparation canalaire. Les canaux ont fusionné.
8. Canal palatin préparé.

9. Canal distal préparé.

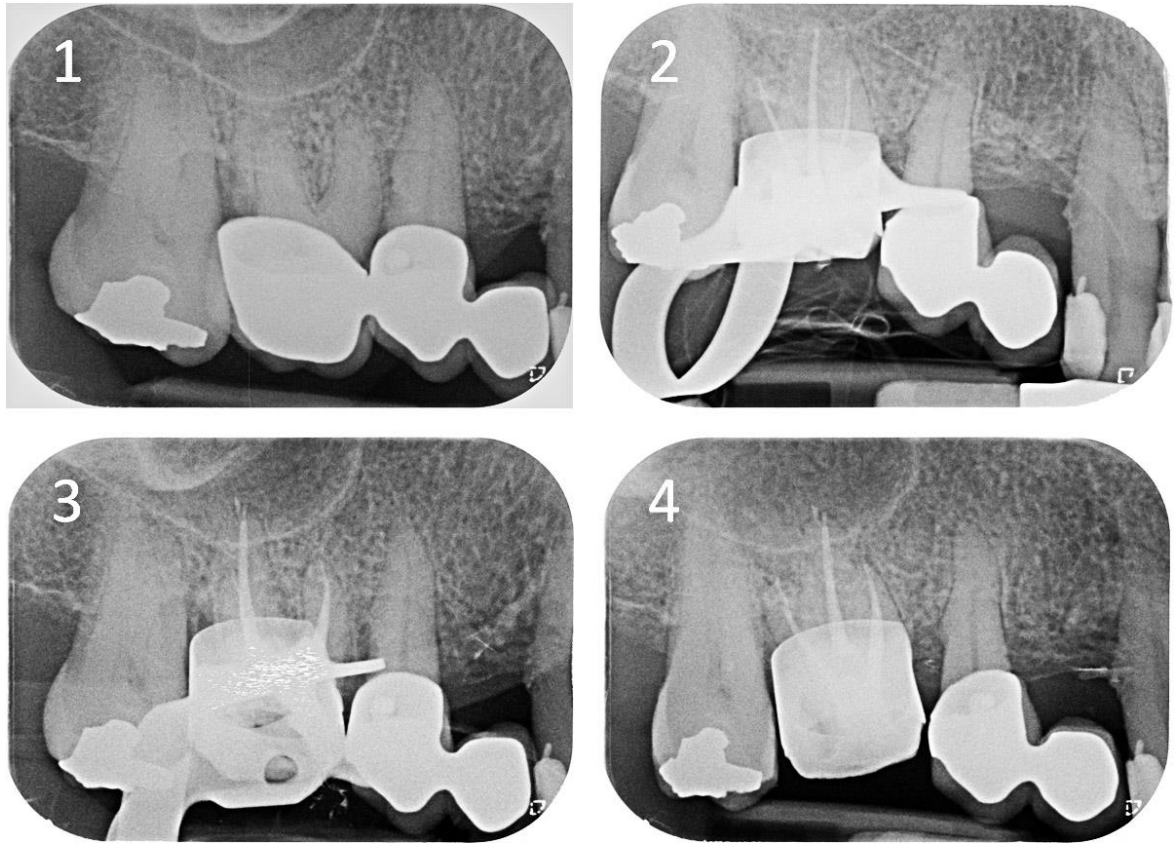


Figure 81 : radiographies du cas clinique n°8

1. Radiographie pré-opératoire
2. Radiographie cônes en place
3. et 4. Radiographies post-opératoires. La fusion des canaux après préparation fait apparaître un seul canal.

9.2.9. Cas clinique n°9 : Traitement endodontique d'une 26 atteinte d'une pulpite aiguë irréversible consécutive à une lésion carieuse mésiale de grande étendue chez un patient de 45 ans.

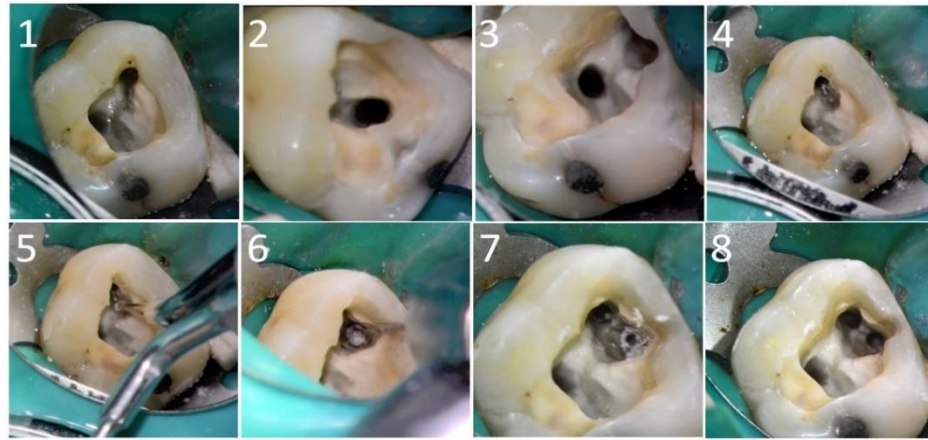


Figure 82 : vues opératoires du cas clinique n°9

1. Aspect en goutte d'eau de l'entrée canalaire du MV1.
2. Canal palatin préparé.
3. Canal distal préparé.
4. Visualisation de l'isthme après exploration avec un insert boule à ultrasons ETBD® Actéon® Satelec®. La petite ouverture buccale du patient rendait difficile l'exploration avec une fraise très long col.
5. Approfondissement de l'isthme avec un insert boule à ultrasons.
6. Insertion d'un MTwo 10 dans le MV2.
7. Entrée du MV2 après retrait du MTwo 10.
8. MV2 préparé. Remarquer la rainure d'engagement qui est taillé dans la reconstitution pré-endodontique de façon à faciliter le travail des instruments.

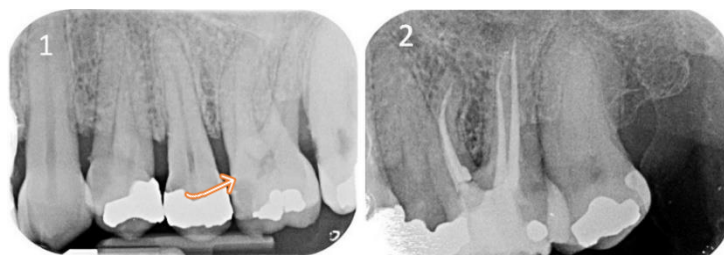


Figure 83 : radiographies du cas clinique n°9

1. Radiographie pré-opératoire. Noter la forte avancée en direction pulpaire du triangle dentinaire mésial (flèche).
2. Radiographie d'obturation en incidence disto-excentrée d'environ 20°. MV1 et MV2 se superposent en partie. Noter la suppression du triangle dentinaire mésial et l'accès direct au tiers apical ménagé lors de la préparation.

9.2.10. Cas Clinique n° 10 : traitement initial sur une 16 chez une patiente de 35 ans adressée pour une pulpite aiguë irréversible après réalisation sommaire d'une pulpotomie.

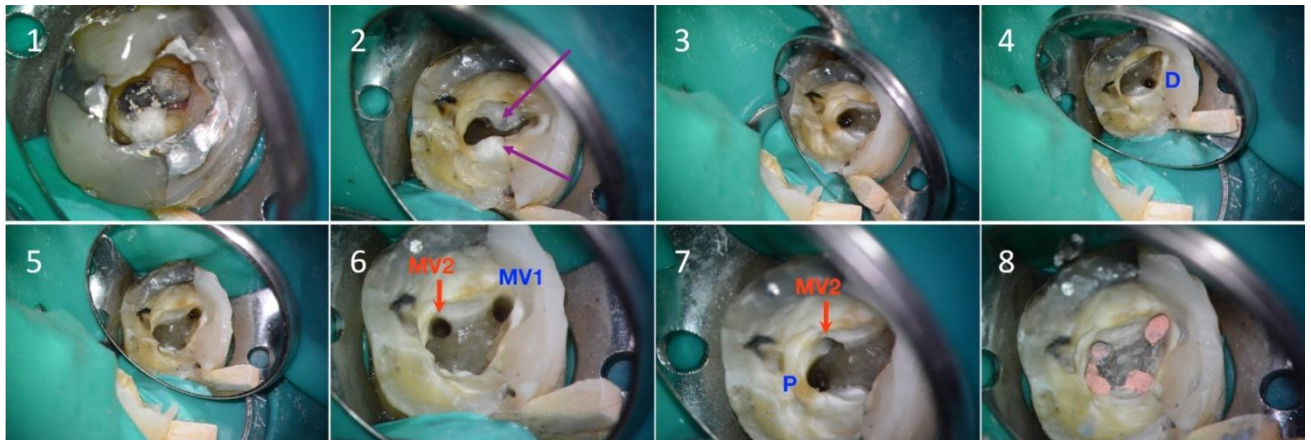


Figure 84 : vues opératoires du cas clinique n°10

1. Découverte de la cavité d'accès après retrait de la restauration provisoire.
2. Persistance des triangles dentinaires.
3. Canal palatin préparé.
4. Canal distal préparé.
5. MV1 préparé.
6. MV2 préparé.
7. MV2 préparé. Noter la proximité du canal palatin.
8. Canaux obturés.



Figure 85 : radiographies du cas clinique n°10

1. Radiographie pré-opératoire.
2. Radiographie d'obturation, incidence décalée distale de 20°.
3. Radiographie d'obturation, incidence décalée distale de 40°. La proximité des entrées canalaire des canaux MV2 et palatin est mieux objectivée que sous une incidence de 20°.

9.2.11. Cas clinique n°11 : traitement endodontique initial sur une 26 atteinte d'une pulpite irréversible chez une patiente de 45 ans

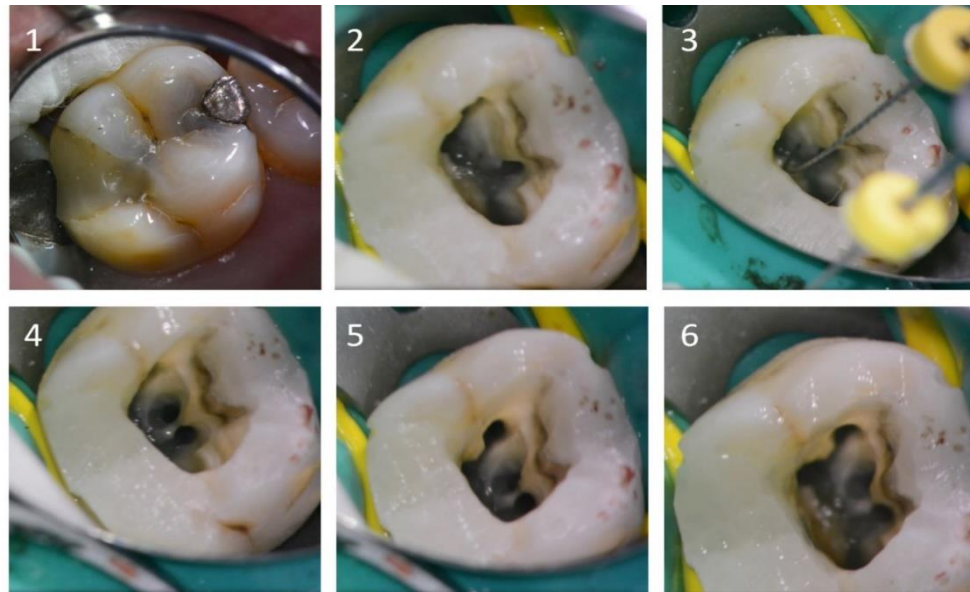


Figure 86 : vues opératoires du cas clinique n°11

1. Vue occlusale pré-opératoire
2. Le MV1, le MV2 et les canaux palatin et distal sont préparés. Une petite ligne sombre se dessine sur le plancher pulpaire entre le MV1 et le MV2. Une dépression ponctiforme y est décelée.
3. Exploration avec une lime K de petit diamètre (08) qui indique une perméabilité. Il s'agit d'un canal supplémentaire : le MV3.
4. 5. et 6. différentes vues du MV3 préparé.

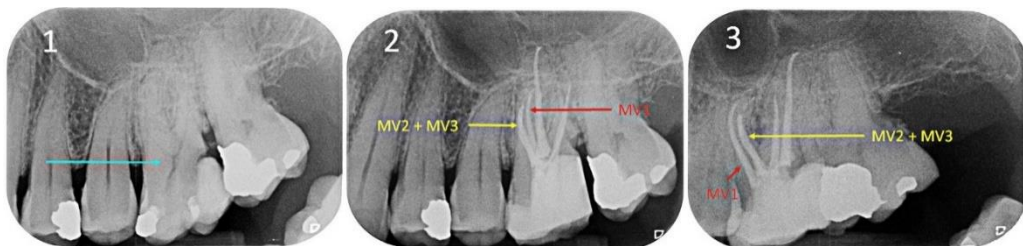
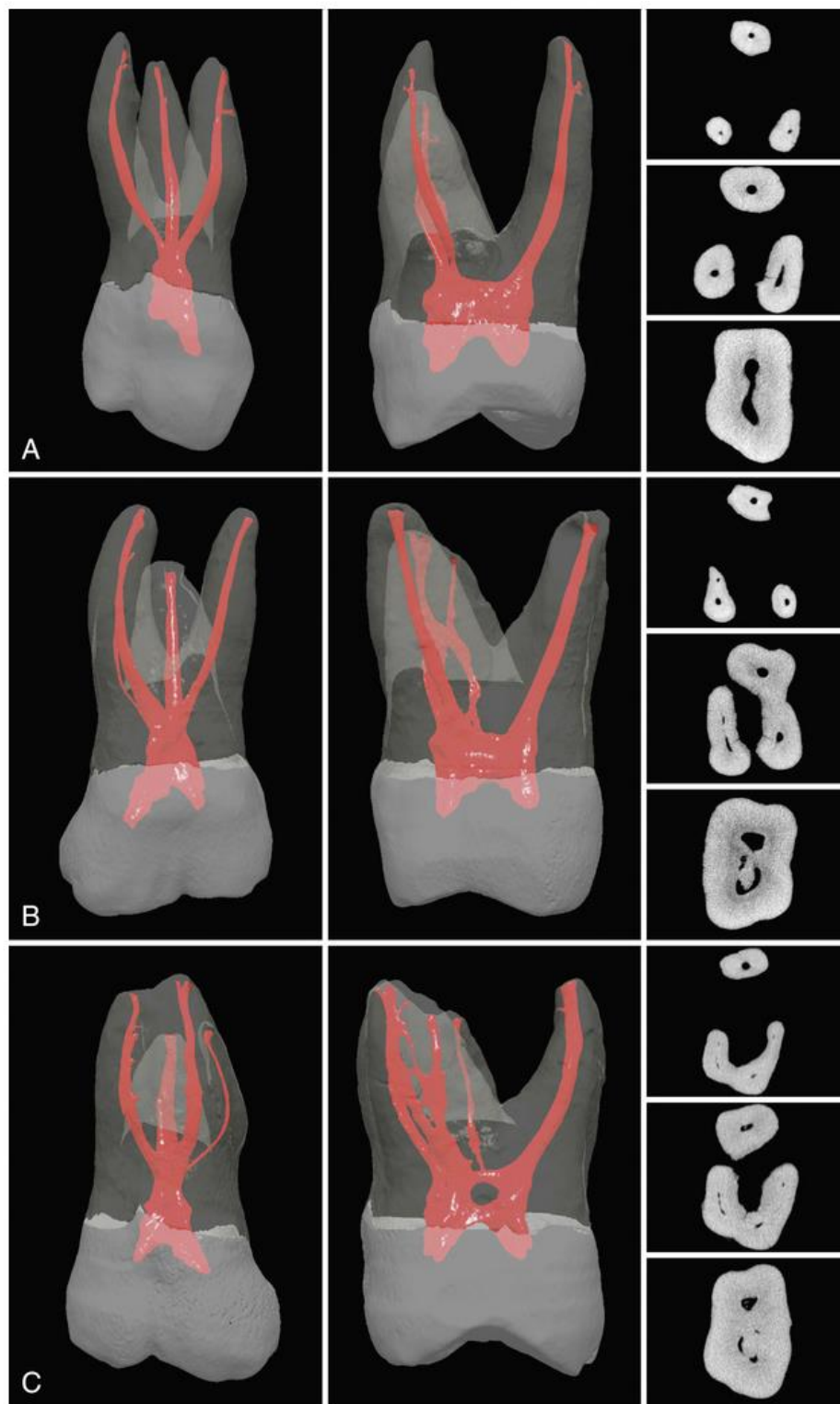


Figure 87 : radiographies du cas clinique n°11

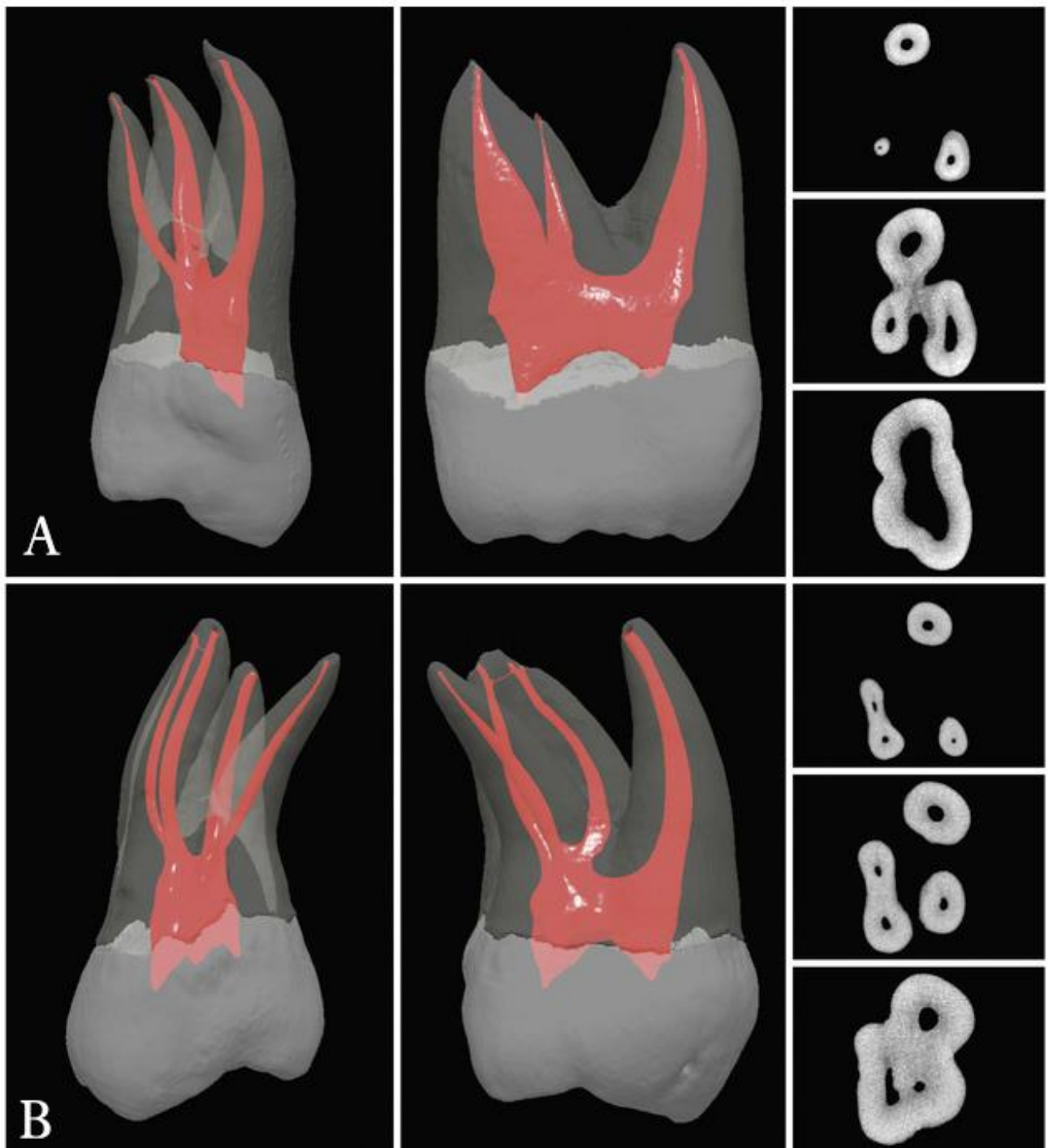
1. Radiographie pré-opératoire. La chambre pulpaire a un petit volume et l'atrophie pulpaire a produit un triangle dentinaire mésial (flèche bleue) volumineux, qu'il faut impérativement enlever pour explorer la racine mésiale.
2. Radiographie post-opératoire en incidence mésio-excentrée. MV2 et MV3 se superposent et apparaissent en mésial du MV1
3. Radiographie post-opératoire en incidence disto-excentrée. MV2 et MV3 se superposent et apparaissent en distal du MV1.

9.3. Annexe 1 : coupe en tomodensitométrie et reconstitution 3D de premières molaires maxillaires



Annexe 2 : coupe en tomodensitométrie et reconstitution 3D de premières molaires maxillaires, d'après Pathway of Pulp (14)

9.4. Annexe 2 : coupe en tomodensitométrie et reconstitution 3D de deuxième molaires maxillaires



Annexe 13 : coupes en microtomodensitométrie et reconstitution 3D de deuxième molaires maxillaires, d'après Pathway of Pulp (14)

Le deuxième canal mésio-vestibulaire des première et deuxième molaires maxillaires : le comprendre, le trouver, le traiter.

GAMBIEZ Alexandre.- p. 122 : 93 ill. ; 172 réf.

Domaines : Endodontie

Mots clés Rameau : Molaire - Anatomie ; Pulpe de la dent ; Cavité dentaire ; Racine de la dent ; Pulpopathies

Mots clés FMeSH : Molaire – Anatomie et histologie ; Molaire – physiopathologie ; Cavité pulpaire de la dent ; Traitement de canal radiculaire ; Parodontite périapicale

Mots clés libres : Endodontie ; Préparation canalaire ; Anatomie endodontique ; Racine mésio-vestibulaire ; Molaire maxillaire

Le traitement et le retraitement endodontique orthograde sont des actes couramment réalisés par le chirurgien-dentiste. Ceux-ci, effectués sur des 1ères ou 2èmes molaires maxillaires s'avèrent longs et complexes. La présence très fréquente d'un 2ème canal dans la racine mésio-vestibulaire (MV2) accroît fortement la difficulté. L'incapacité à localiser et à préparer le MV2 peut entraîner l'échec du traitement endodontique, compromettant ainsi le maintien de la dent sur arcade. La littérature regorge de publications sur le MV2. Curieusement, peu d'études portent sur la gestion clinique de ce canal. Cette thèse vise à apporter des éléments de réponse à cette lacune. La première partie rappelle des bases embryologiques, histologiques et anatomiques générales mais aussi particulières aux 1ères et 2èmes molaires maxillaires. La seconde partie aborde les moyens techniques et les stratégies de traitement à mettre en œuvre pour gérer efficacement les MV2. Elle est illustrée par des cas cliniques montrant diverses situations que peut rencontrer le praticien. La troisième partie propose des éléments de discussion soulevés par les thématiques abordées précédemment.

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Assesseurs : Monsieur le Docteur Thibault BÉCAVIN

Monsieur le Docteur Pierre HILDELBERT

Monsieur le Docteur Marc LINEZ

Madame le Docteur Laurence LESIEUR

Membres invités : Monsieur le Docteur Alain GAMBIEZ