

UNIVERSITE DE LILLE

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2020

N°:

THESE POUR LE

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 22 septembre 2020

Par Maëlle LE GUERN

Née le 16 avril 1994 à Le Havre - FRANCE

INTÉRÊT D'UN GUIDE CHIRURGICAL POUR L'ENDODONTIE RÉTROGRADE

JURY

Président : Madame le Professeur Elisabeth DELCOURT-DEBRUYNE

Assesseurs : Monsieur le Docteur Thibault BECAVIN

Monsieur le Docteur Lieven ROBBERECHT

Monsieur le Docteur Alexandre DEMETRIOU

Présentation de la Faculté Dentaire et de l'Université de Lille

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	P-M. ROBERT
Doyen	:	E. BOCQUET
Vice-Doyen	:	A. de BROUCKER
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
C. DELFOSSE	Responsable du Département d' Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable du Département d' Orthopédie Dento-Faciale - Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux

M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDEBERT	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Odontologie pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département 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 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...

Madame le Professeur Elisabeth Delcourt-Debruyne

Professeur Emérite des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

Département Parodontologie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de 3ème cycle en Sciences Odontologiques

Maîtrise libre de Biologie Humaine

Docteur d'Etat en Odontologie

Habilitée à diriger des recherches

Membre titulaire de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Officier dans l'Ordre des Palmes Académiques.

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury. Je vous remercie pour les enseignements que vous m'avez délivré au cours de mon cursus. Veuillez recevoir par ce travail, l'expression de toute ma reconnaissance et de mon plus profond respect pour le temps que vous m'avez consacré.

Monsieur le Docteur Thibault BECAVIN

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Master I Informatique Médicale – Lille 2

Master II Biologie et Santé – Lille 2

Docteur de l'Université de Lille 2

Vous avez accepté avec spontanéité de faire partie de ce jury. Je vous remercie pour votre bienveillance et la qualité de vos enseignements délivrés lors des travaux pratiques de la 2^e à la 4^e année. Veuillez recevoir à travers ce travail tout mon respect et ma profonde reconnaissance.

Monsieur le Docteur Lieven ROBBERECHT

Maître de Conférences des Universités Praticien – Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Master I Informatique Médicale – Lille 2

Master II Biologie et Santé – Lille 2

Docteur de l'Université de Lille 2

Je suis honorée que vous siégez dans ce jury de thèse. Vous avez spontanément accepté de juger ce travail et je vous en remercie. Je garde de bons souvenirs de vos enseignements théoriques et pratiques, ainsi que vos conseils de musiciens lors d'une revue. Veuillez trouver ici le témoignage de ma gratitude et de mon respect.

Monsieur le Docteur Alexandre DEMETRIOU

Assistant Hospitalo-Universitaire des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Certificat d'Etudes Supérieures d'Odontologie Chirurgicale - Lille

C'est sans hésitation que tu as accepté de diriger ce travail. Merci pour ton soutien, ta disponibilité à chaque instant, ton implication. En espérant que ce travail soit à la hauteur de tes espérances. Bien amicalement.

Table des matières

Introduction.....	15
1 Rappels anatomiques.....	17
1.1 Anatomie des structures osseuses de la face.....	17
1.1.1 L'os maxillaire.....	19
1.1.1.1 Le sinus maxillaire.....	20
1.1.1.2 Le foramen incisif.....	20
1.1.1.3 L'os palatin.....	21
1.1.2 L'os mandibulaire.....	22
1.1.2.1 Le canal mandibulaire.....	22
1.1.2.2 La fosse sublinguale.....	22
1.1.2.3 Le foramen mentonnier.....	23
1.2 Anatomie des structures nerveuses de la face.....	24
1.2.1 Le nerf Trijumeau.....	25
1.2.1.1 Le nerf maxillaire.....	25
1.2.1.2 Le nerf mandibulaire.....	27
1.3 L'organe dentaire.....	28
1.3.1 Anatomie de l'odonte.....	28
1.3.1.1 La morphologie de l'odonte.....	28
1.3.1.2 Tissus composant l'odonte.....	29
1.3.2 Anatomie du parodonte.....	29
1.4 Les pathologies endodontiques péri-apicales.....	31
1.4.1 Parodontite apicale aigue.....	31
1.4.2 Parodontite apicale chronique.....	32
1.4.3 Kyste péri-apical.....	32
1.5 Les lésions endo-parodontales.....	32
2 Principes de la chirurgie endodontique.....	34
2.1 Objectifs.....	34
2.2 Indications.....	35
2.2.1 Indications en fonction du contexte clinique.....	35
2.2.1.1 Problèmes anatomiques.....	35
2.2.1.2 Problèmes iatrogènes.....	35
2.2.2 Symptomatologie persistante.....	36
2.2.3 Absence de guérison.....	36
2.3 Contre-indications.....	37
2.3.1 Complications générales liées à la santé du patient.....	37
2.3.1.1 Les contre-indications totales.....	37
2.3.1.2 Les contre-indications relatives.....	38
2.3.2 Contre-indications locales liées à la zone d'intervention.....	39
2.3.3 Un échec dont la cause n'est pas identifiée.....	40
3 Planification pré-chirurgicale.....	41
3.1 Pré-requis.....	41
3.1.1 Motif de consultation.....	41
3.1.2 Anamnèse.....	42
3.1.3 Examen clinique.....	42
3.1.3.1 Examen exo-buccal.....	42
3.1.3.2 Examen endo-buccal.....	43
3.1.3.2.1 Examen des tissus mous.....	43

3.1.3.2.2 Examen dentaire.....	44
3.1.4 Examens radiologiques.....	44
3.1.4.1 Imagerie bi-dimensionnelle.....	45
3.1.4.1.1 La radiographie rétro-alvéolaire.....	45
3.1.4.1.2 La radiographie panoramique.....	46
3.1.4.2 L'imagerie tridimensionnelle.....	47
3.1.4.2.1 Cone Beam Computed Tomography (CBCT).....	47
3.1.4.2.2 Tomodensitométrie (TDM) ou « Dentascanner ».....	48
3.1.5 Recueil du consentement éclairé.....	48
3.1.6 Prescriptions pré- et post-opératoires.....	48
3.1.6.1 Prescriptions pré-opératoires.....	48
3.1.6.2 Prescriptions post-opératoires.....	49
3.1.7 Instrumentation.....	50
3.1.7.1 Les instruments chirurgicaux.....	50
3.1.7.2 Les micro-instruments.....	51
3.1.7.3 Les instruments rotatifs et ultrasoniques pour l'ostéotomie.....	52
3.1.7.4 Les instruments à ultrasons pour la préparation radiculaire.....	52
3.1.8 Matériaux d'obturation.....	54
3.1.8.1 Amalgame.....	55
3.1.8.2 Ciments oxyde de zinc-eugénol renforcés.....	55
3.1.8.3 Matériaux biocéramiques.....	56
3.1.9 Les aides visuelles.....	57
3.1.9.1 Les loupes.....	57
3.1.9.2 Le microscope.....	58
3.1.10 Le travail à 4 mains.....	59
4 Planification d'un guide chirurgical et temps opératoires.....	61
4.1 Etapes de création d'un guide chirurgical.....	62
4.1.1 L'examen en 3D.....	62
4.1.2 L'empreinte optique.....	62
4.1.3 Obtention d'un modèle 3D.....	63
4.1.4 Logiciel de planification.....	64
4.1.5 Les étapes pour la planification virtuelle de l'accès microguidé.....	65
4.1.6 Création d'un modèle de travail.....	66
4.1.7 Impression du guide.....	66
4.2 Les qualités d'un guide chirurgical pour endodontie rétrograde.....	67
4.3 Les étapes de la chirurgie endodontique.....	70
4.3.1 La désinfection du site.....	70
4.3.2 Anesthésie.....	70
4.3.3 Le temps muqueux.....	71
4.3.3.1 Tracés d'incision et lambeaux.....	71
4.3.3.2 Décollement.....	73
4.3.4 Temps osseux.....	73
4.3.4.1 Ostéotomie.....	73
4.3.4.2 Curetage et biopsie de la lésion.....	74
4.3.5 Temps radiculaire.....	74
4.3.5.1 Résection apicale.....	74
4.3.5.2 Préparation canalaire.....	74
4.3.5.3 Obturation à rétro.....	75
4.3.6 Sutures.....	75

5 Cas clinique.....	76
5.1 Anamnèse du patient.....	76
5.2 Examens radiographiques pré-opératoires.....	78
5.2.1 Radiographie panoramique pré-opératoire.....	78
5.2.2 CBCT.....	78
5.3 CBCT après traitement endodontique orthograde à 6 mois.....	79
5.4 Planification du guide.....	80
5.5 Guide fabriqué par le laboratoire.....	81
5.6 Intervention chirurgicale.....	81
5.6.1 Plateau technique utilisé.....	81
5.6.2 Levée du lambeau.....	82
5.6.3 Positionnement du guide chirurgical avant forage.....	83
5.6.4 Positionnement du guide après forage.....	83
5.6.5 Ostéotomie.....	84
5.6.6 Sutures.....	84
5.6.7 Radiographie post-opératoire.....	85
5.6.8 Radiographie de contrôle à 6 mois.....	85
6 Discussion de l'intérêt du guide.....	86
6.1 Analyse entre les résultats d'une chirurgie endodontique avec ou sans guide.....	86
6.2 Intérêt du guide chirurgical.....	87
6.3 Limites du guide chirurgical.....	87
Conclusion.....	89
Table des figures.....	90
Références bibliographiques.....	93
Annexe.....	98
Annexe 1 : Gestion péri-opératoire des patients traités par antithrombotiques en chirurgie orale selon la SFCO.....	98

Introduction

Le traitement endodontique est au cœur de la pratique odontologique quotidienne. Le but de cette thérapeutique est la prévention ou le traitement de la parodontite apicale. Le traitement endodontique orthograde a pour but d'éliminer les micro-organismes présents dans les canaux radiculaires et de prévenir leur développement. L'endodontie rétrograde a les mêmes objectifs et est un traitement endodontique à part entière.

Traditionnellement, cette thérapeutique était considérée comme l'ultime chance de conservation d'une dent face à la persistance d'une pathologie péri-apicale. La réalisation du retraitement conventionnel par voie orthograde est privilégiée comparée à la chirurgie endodontique. Cette attitude traditionnelle laisse penser que le résultat de la chirurgie endodontique est aléatoire ne représentant que la solution de dernière chance.

Dernièrement, le paradigme sur la chirurgie endodontique a évolué avec l'apparition du terme « microchirurgie endodontique » grâce à l'essor du microscope opératoire, l'utilisation de loupes binoculaires, l'utilisation des inserts ultrasonores et le développement de matériaux d'obturation biocompatibles. Cependant, lors de la réalisation de l'acte, l'accès aux apex radiculaires est une des principales difficultés avec un risque de lésion des structures nobles. C'est pourquoi, l'idée d'utiliser un guide chirurgical comme en implantologie pour la chirurgie endodontique pourrait être utile.

Récemment, c'est l'essor de l'imagerie tridimensionnelle et du flux numérique qui ouvre des perspectives pour planifier les cas complexes. Le concept d'endodontie guidée est né grâce au CBCT et à l'empreinte optique. C'est l'association des fichiers numériques issus de ces technologies qui conduit à la conception de guides chirurgicaux. Les principes de la chirurgie implantaire guidée ont été adaptés à l'endodontie.

Afin de traiter ce sujet, ce travail de thèse débute par des rappels anatomiques. Puis, les principes de l'endodontie chirurgicale seront détaillés ainsi que la planification pré-chirurgicale classique requise. Ensuite, la planification d'un guide chirurgical ainsi que le protocole opératoire seront détaillés, un cas clinique viendra illustrer les propos précédents. Enfin, une discussion sur l'intérêt du guide chirurgical sera ouverte afin d'évaluer les limites et les inconvénients de cette technique.

1 Rappels anatomiques

Lors d'une chirurgie endodontique, de nombreux éléments anatomiques sont à prendre en compte pour analyser et pour ne pas léser une des structures nobles de la cavité buccale. Seules les structures basses et moyennes de la face vont être décrites dans ce travail.

Lors de l'abord chirurgical, il faut impérativement préserver le parodonte profond et superficiel. L'objectif est de ne pas endommager les structures osseuses, les structures nerveuses, les structures vasculaires mais aussi les dents adjacentes, tout en permettant la prise en charge de la pathologie endodontique. La difficulté de l'endodontie rétrograde réside dans le fait de localiser l'apex radiculaire avec précision sans être délabrant pour toutes les structures environnantes.

1.1 Anatomie des structures osseuses de la face

Le massif facial est constitué de 14 os, dont 13 fixes et 1 mobile.

Les os pairs sont :

- os maxillaires,
- os zygomatiques,
- os nasaux,
- os palatins,
- os lacrymaux,
- cornets nasaux inférieurs.

Les os impairs sont :

- os vomer,
- os mandibulaire (le seul mobile) [55].

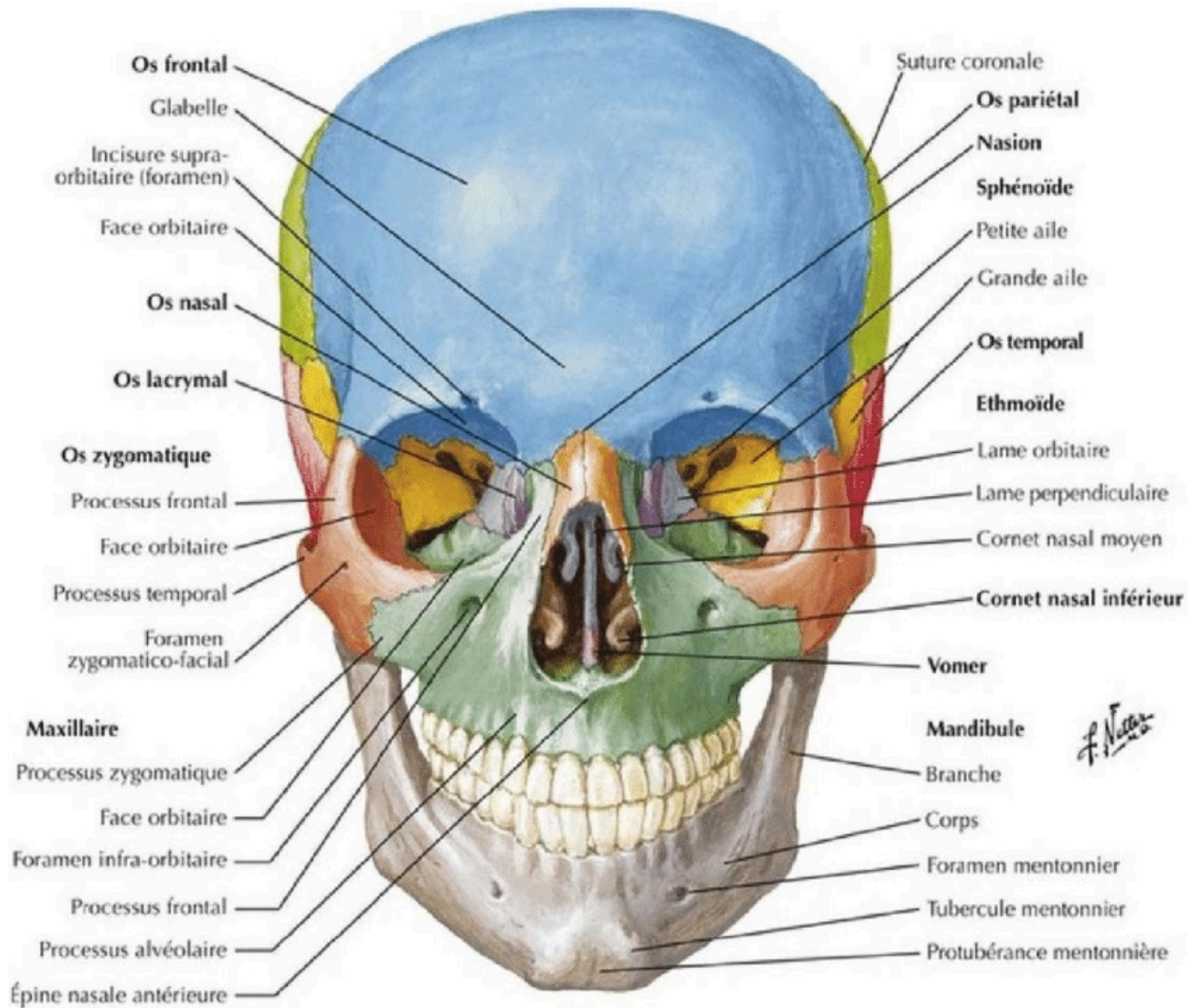


Figure 1 – Vue de face des os du crâne et de la face [38].

1.1.1 L'os maxillaire

C'est un os pair qui appartient à la face. Tous les os de la face viennent s'articuler à lui. Avec son homologue, il forme l'arcade dentaire supérieure.

Il est à la fois constitué d'os spongieux (ou alvéolaire) ainsi que d'os cortical [24].

Lors d'une chirurgie endodontique intéressant le maxillaire, les éléments suivants sont des structures nobles à préserver, comme par exemple le sinus maxillaire, le plancher nasal, le foramen incisif, mais aussi les racines des dents adjacentes. En effet, ces structures peuvent se retrouver dans le champ de la chirurgie [18].

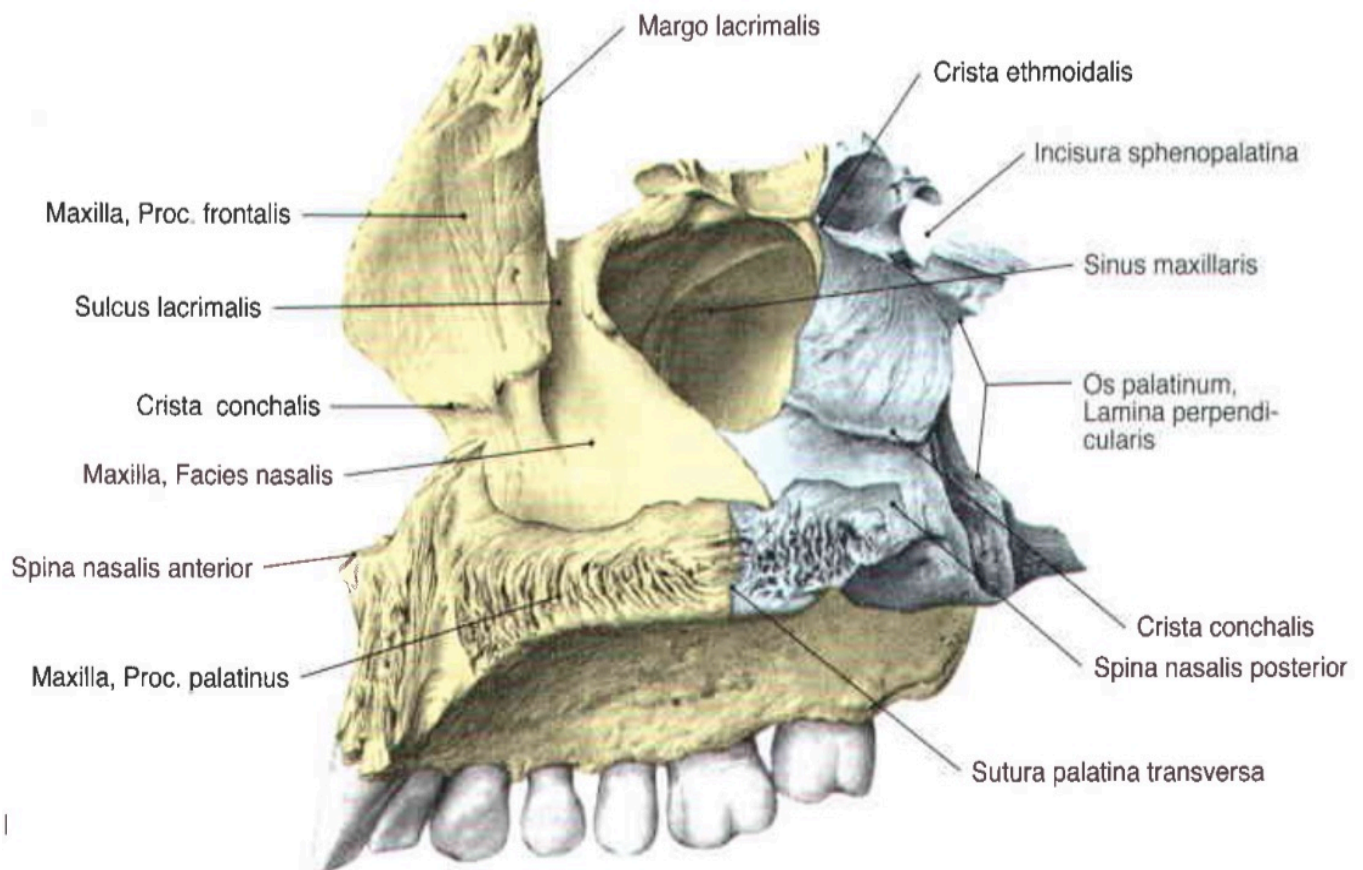


Figure 2 - Vue palato-latérale de l'os maxillaire [55].

1.1.1.1 Le sinus maxillaire

Le sinus maxillaire est une cavité aérienne qui se développe dans l'os maxillaire [64].

Lors d'une chirurgie endodontique au niveau des dents postérieures maxillaires, le risque est de créer une effraction dans le sinus qui peut conduire à une communication bucco-sinusienne. En effet, une proximité entre le sinus et les racines des dents postérieures maxillaires peut exister. Les canines maxillaires peuvent également être concernées par cette proximité [18]. Les dents qui communiquent par leurs racines avec le sinus maxillaire sont nommées dents antrales [25].

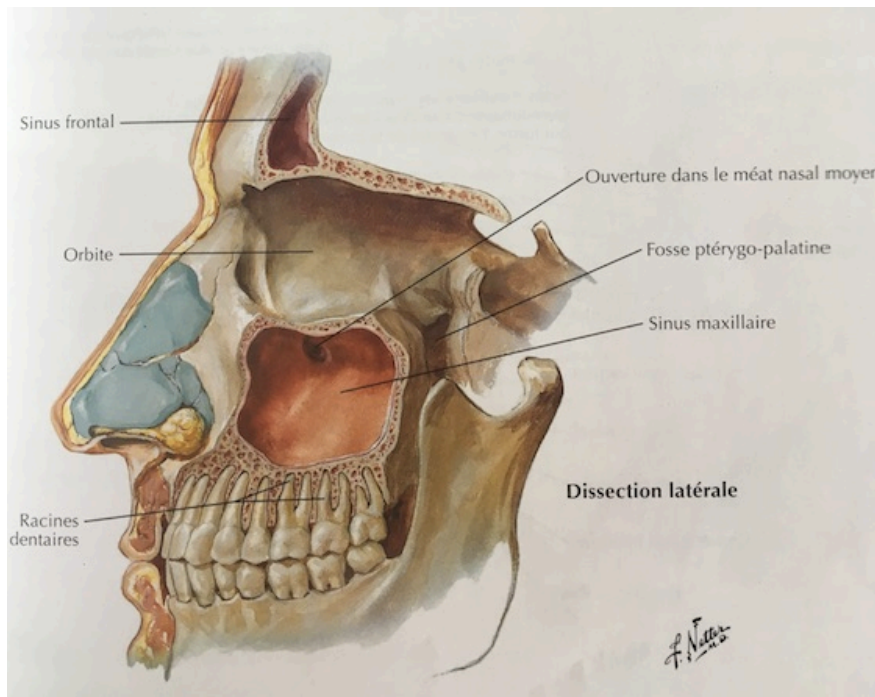


Figure 3 - Dissection latérale de la région nasale centrée sur le sinus maxillaire [38].

1.1.1.2 Le foramen incisif

Le foramen incisif est situé dans la ligne médiane et antérieure de l'os maxillaire [20]. Ce foramen contient un paquet vasculo-nerveux comprenant le nerf naso-palatin et l'artère palatine antérieure. Il est postérieur aux incisives centrales maxillaires [6,60]. Lors d'un acte chirurgical dans cette région, cet élément peut être lésé.

1.1.1.3 L'os palatin

Il sépare la cavité orale des fosses nasales en rejoignant son homologue controlatéral sur la ligne horizontale [24].

Le foramen grand palatin et le foramen petit palatin sont des foramens importants au niveau du palais dur. Le foramen grand palatin est situé postéro-latéralement de part et d'autre du palais osseux. Ce foramen est l'extrémité inférieure du canal grand palatin. Ce canal contient l'artère grande palatine (branche de l'artère maxillaire) ainsi que le nerf grand palatin [22].

La chirurgie endodontique des racines palatines des deuxièmes molaires maxillaires par abord palatin est donc contre-indiquée [27].

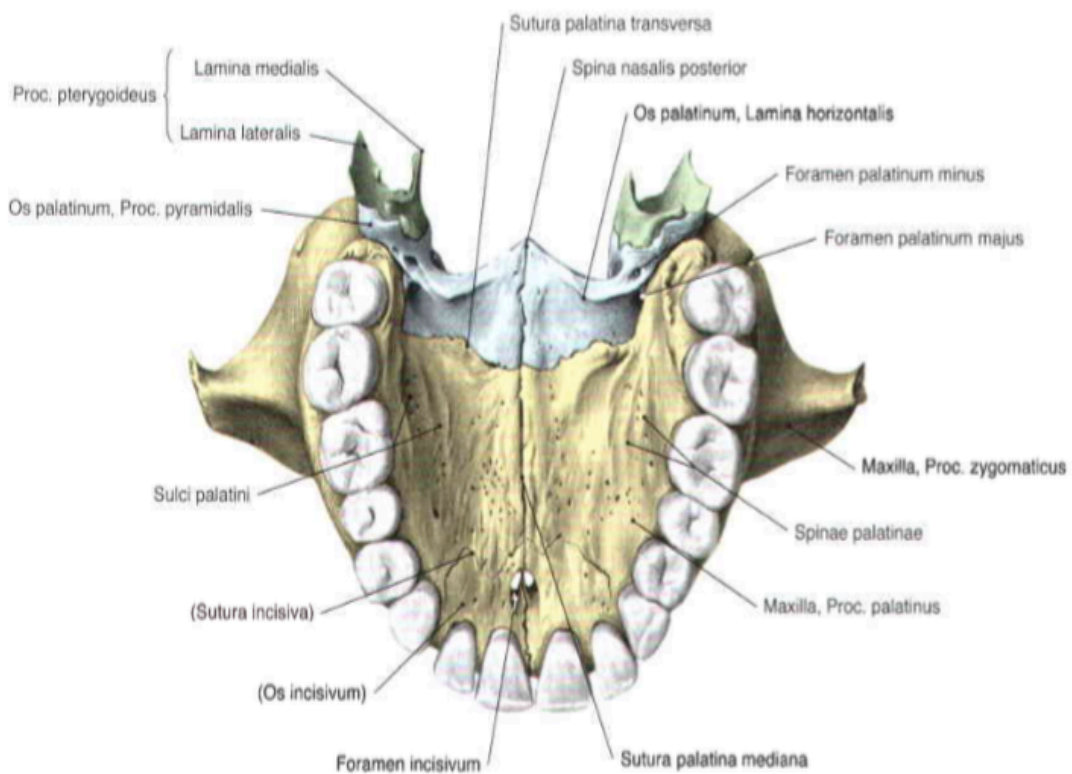


Figure 4 – Vue inférieure d'une coupe transversale du palais dur [55].

1.1.2 L'os mandibulaire

C'est un os impair, le seul qui se mobilise du massif cranio-facial. L'articulation se fait entre le condyle de la mandibule et la fossette mandibulaire de l'os temporal. Elle a la forme d'un fer à cheval à concavité postérieure dont les extrémités se dirigent vers le haut. Une mince couche de tissu spongieux recouverte par un os compact épais constitue la mandibule. Cet os constitue le squelette du menton [24].

1.1.2.1 Le canal mandibulaire

Il s'ouvre en amont par le foramen mandibulaire et le foramen mentonnier en aval. Ce canal contient le nerf alvéolaire inférieur [24].

1.1.2.2 La fosse sublinguale

Cette fosse contient la glande sublinguale. Elle est située au-dessus de la partie antérieure de la ligne mylo-hyoïdienne [24].

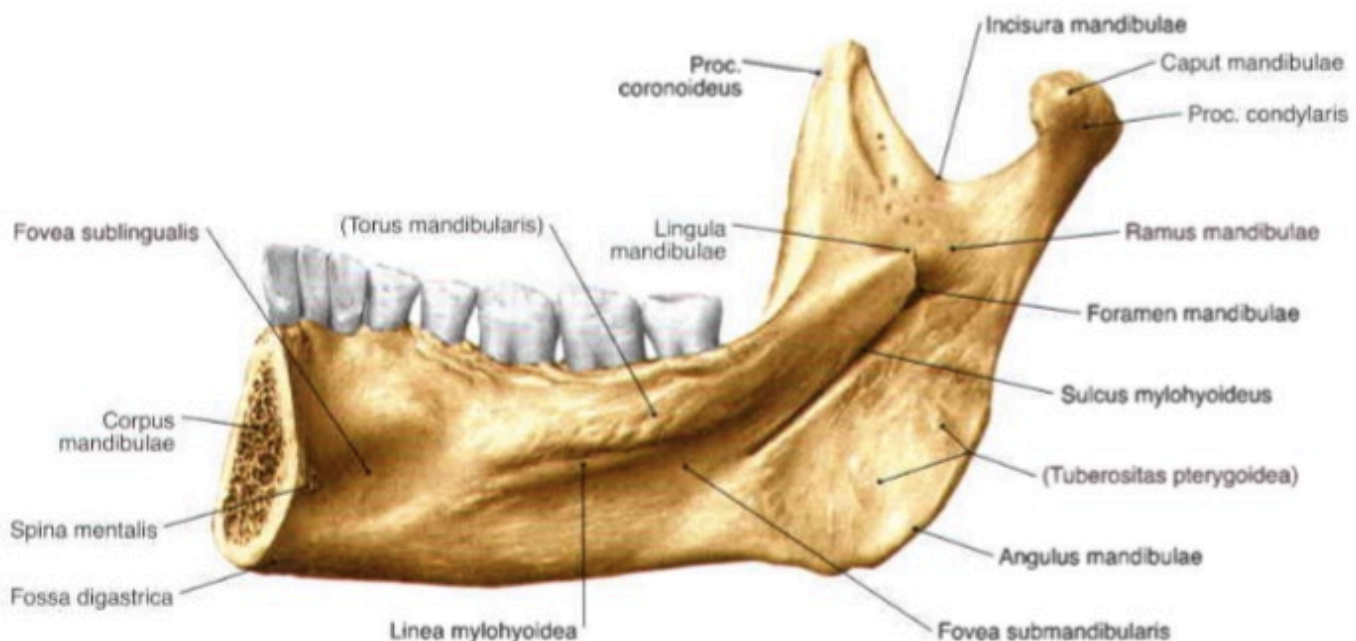


Figure 5 - Vue linguale d'une hémisection mandibulaire [55].

1.1.2.3 Le foramen mentonnier

C'est une des structures à ne pas léser lors de l'acte chirurgical comme le curetage d'une lésion kystique par exemple. Il se situe généralement en regard de l'apex de la deuxième prémolaire mandibulaire. Il peut également se situer entre la première et la seconde prémolaire. C'est à ce niveau que les nerfs mentonniers et leurs parties terminales font leur sortie [24].

Attention à la radiographie rétro-alvéolaire car une superposition peut exister entre la lésion péri-apicale et le foramen mentonnier [27].

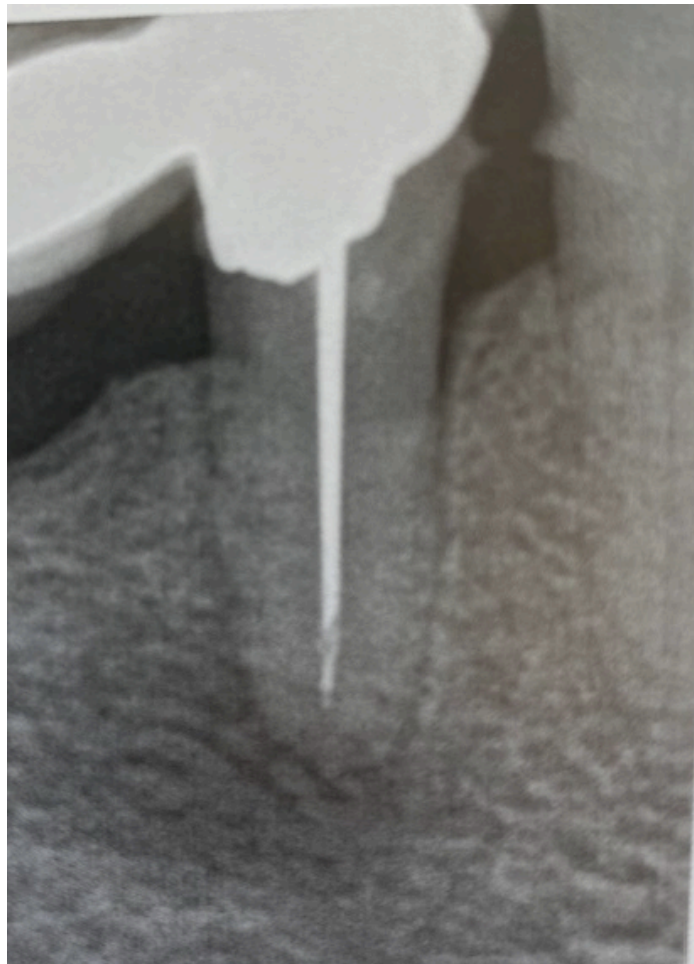


Figure 6 – Radiographie rétro-alvéolaire d'une première prémolaire mandibulaire droite où le foramen mentonnier se superpose à la lésion [27].

1.2 Anatomie des structures nerveuses de la face

Avant toute chirurgie qui concerne la mandibule ou le maxillaire, il est indispensable de connaître le trajet exact des rameaux nerveux qui traversent les différentes structures. Une radiographie pré-opératoire tridimensionnelle est indiquée avant tout acte chirurgical se situant proche de ces structures nerveuses. Une lésion d'un de ces nerfs peut engendrer des conséquences négatives pour le patient [17].

Les conséquences en cas de lésion des branches motrices et sensorielles du nerf mandibulaire sont :

- une parésie,
- une faiblesse des muscles innervés,
- une névralgie,
- une paresthésie [41].

Les conséquences en cas de lésion du nerf lingual (principale branche du nerf mandibulaire) sont :

- un engourdissement,
- une hypoesthésie,
- une anesthésie de la langue,
- une perte de goût dans les deux tiers antérieurs de la langue,
- une anesthésie de la muqueuse gingivale linguale,
- des douleurs,
- des troubles de l'articulation de la parole [41].

1.2.1 Le nerf Trijumeau

Il est issu de la cinquième paire des nerfs crâniens. C'est un nerf mixte, principalement sensitif pour la sensibilité cutanéomuqueuse de la face avec une petite partie motrice qui est responsable de la mastication. Ce nerf se divise en trois branches à partir du ganglion trijéminal :

- la branche V1 : le nerf ophtalmique,
- la branche V2 : le nerf maxillaire,
- la branche V3 : le nerf mandibulaire.

Le nerf ophtalmique et le nerf maxillaire portent les fibres sensorielles, le nerf mandibulaire porte à la fois des fibres sensibles et motrices [50].

Lors de l'acte chirurgical, ce sont le nerf maxillaire et le nerf mandibulaire qui sont susceptibles d'être lésés [31].

1.2.1.1 Le nerf maxillaire

Il émerge du foramen rond. Il est essentiellement sensitif, il innerve les téguments de la face, le palais, le voile, la muqueuse postérieure et latérale des fosses nasales, les dents et le vestibule supérieur [31]. Il assure essentiellement l'innervation sensorielle du tiers moyen de la face [50].

Les nerfs ptérygopalatins issus du ganglion ptérygopalatin sont des collatérales du nerf maxillaire [31]. Ces nerfs vont avoir des fibres qui vont rejoindre entre autre :

- le nerf nasopalatin : il parcourt le canal incisif qui est situé immédiatement en palatin des incisives maxillaires centrales, il innerve la muqueuse de la partie antérieure du palais [31].
- le nerf grand palatin : il émerge par le foramen grand palatin qui innerve également cette partie antérieure du palais [31]. C'est une branche

collatérale du nerf sphéno-palatin [61]. Il provient de la fosse ptérygopalatine [22].

- les nerfs petits palatins : ils assurent l'innervation de la partie postérieure du palais [31].
- les nerfs alvéolaires supérieurs (antérieurs, moyens et postérieurs) : ils constituent le plexus dentaire, ce sont également des collatérales du nerf maxillaire [31].

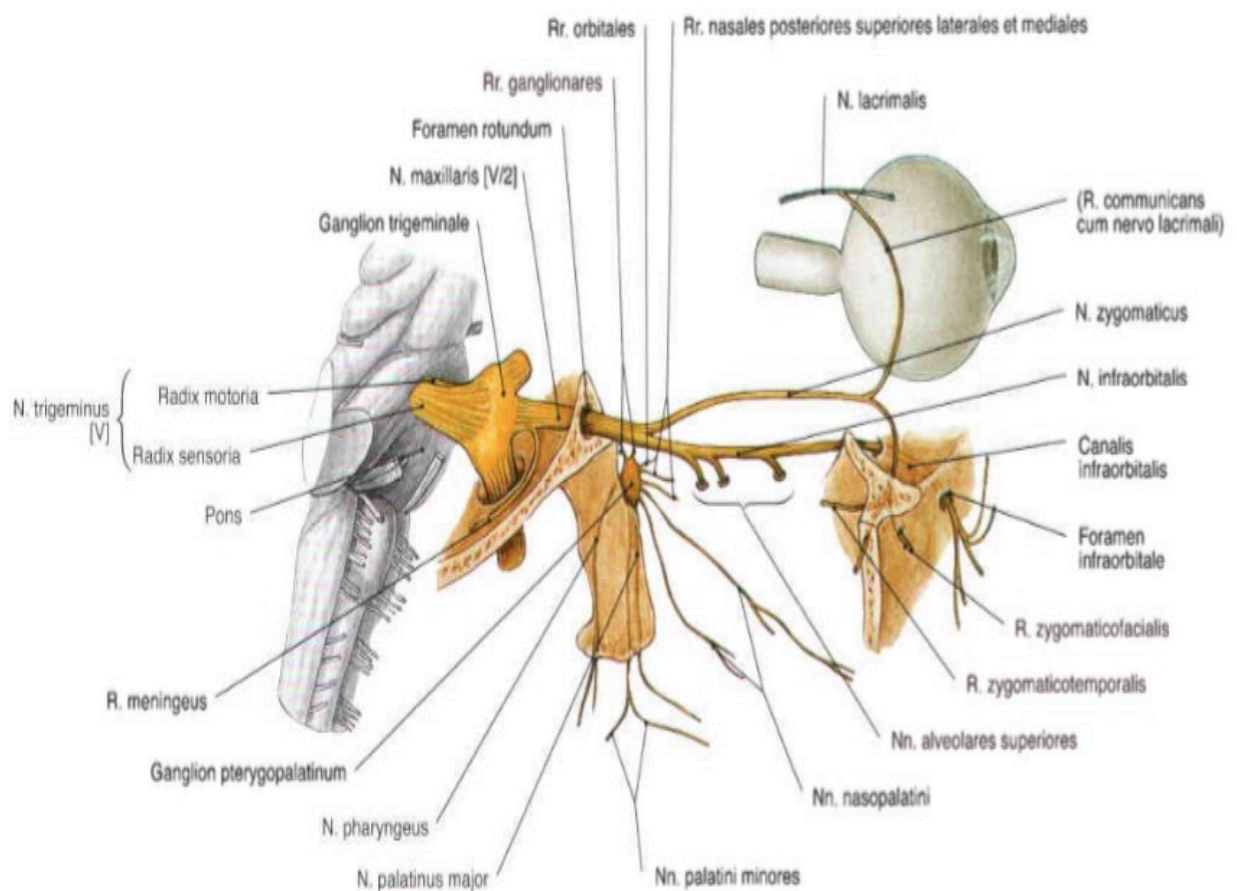


Figure 7 – Vue sagittale du trajet du nerf maxillaire [55].

1.2.1.2 Le nerf mandibulaire

Il est mixte, à la fois sensitif et moteur. Il est sensitif entre autre pour la joue, la lèvre inférieure, la gencive et les dents mandibulaires, la muqueuse des deux tiers antérieurs de la langue. L'innervation motrice intéresse les muscles masticateurs [31].

Ce nerf va se diviser en plusieurs parties :

- le nerf lingual : son trajet se fait dans le plancher buccal et sous la muqueuse orale. Il est parallèle au sillon gingival du côté lingual. L'os peut être fin en lingual et c'est dans cette zone que le nerf lingual est le plus vulnérable lors d'une chirurgie. Il donne des rameaux nerveux pour l'innervation des glandes submandibulaire et sublingale entre autre. Il participe également à l'innervation des deux tiers antérieurs de la langue et donne des rameaux pour le nerf alvéolaire inférieur [31].
- le nerf alvéolaire inférieur : parcourt le canal mandibulaire aux côtés de l'artère alvéolaire inférieure. Il se sépare du nerf lingual dans la région interptérygoïdienne. Il passe ensuite par le foramen mandibulaire. Ce nerf distribue des rameaux terminaux alvéolaires et gingivaux inférieurs pour donner le nerf incisif puis le nerf mentonnier qui passe par le foramen mentonnier [31].
- le nerf mental : a une innervation sensorielle qui concerne le menton, la lèvre inférieure, le parodonte antérieur [39].

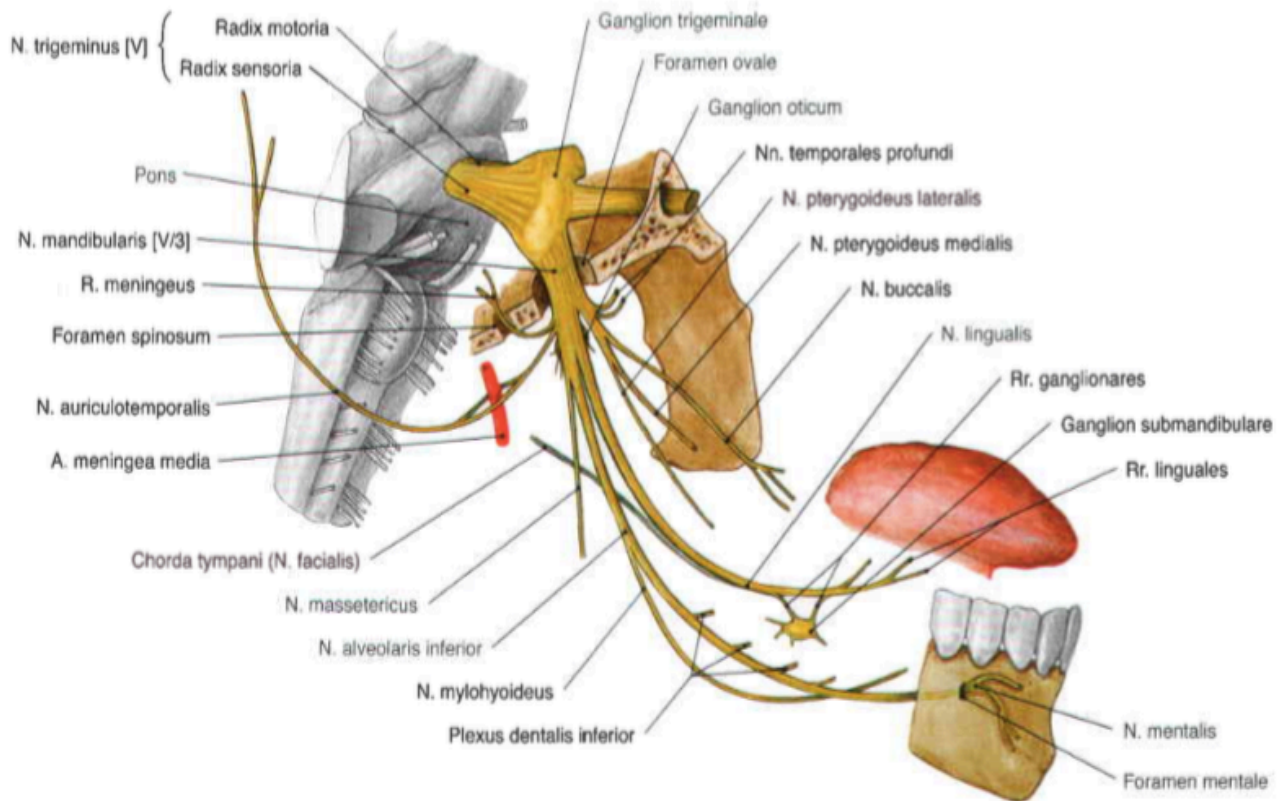


Figure 8 – Vue sagittale du trajet du nerf mandibulaire [55].

1.3 L'organe dentaire

L'organe dentaire est composé de l'odonte et du parodonte.

1.3.1 Anatomie de l'odonte

1.3.1.1 La morphologie de l'odonte

Chaque odonte ou dent est paire et asymétrique. Les dents se divisent en trois groupes : incisives, prémolaires, molaires. Au nombre de 32, chaque groupe à ses particularités, ce qui rend la maîtrise de l'endodontie difficile. Elles sont toutes constituées de :

- la couronne dentaire : c'est la partie qui est visible en bouche. Elle est limitée par la jonction émail-cément qui la sépare de la racine dentaire [24].
- la racine dentaire : c'est la partie qui permet la rétention de la dent au sein de la cavité buccale. Les tissus qui entourent la dent forment le parodonte. Ce dernier comprend la gencive, le ligament alvéolo-dentaire, l'os alvéolaire et le cément [62].

1.3.1.2 Tissus composant l'odonte

Les tissus qui composent la dent :

- l'émail : ce tissu est minéralisé, il recouvre la dentine coronale. C'est le tissu le plus dur de l'organisme [24].
- la dentine : ce tissu est minéralisé, elle représente la majeure partie de l'organe dentaire. Elle est présente au niveau de la couronne et de la racine. Elle entoure le paquet vasculo-nerveux de la dent [62].
- la pulpe : seul tissu non minéralisé de la dent, elle est située au sein de l'endodonte. Elle contient le paquet vasculo-nerveux responsable de la sensibilité et de la vascularisation de l'organe dentaire. Elle communique avec le parodonte grâce au foramen apical situé à l'extrémité de la racine [24,62].

1.3.2 Anatomie du parodonte

Le parodonte est composé de l'ensemble des tissus qui supportent et entourent la dent. Le cément, le ligament alvéolo-dentaire, l'os alvéolaire et la gencive constituent ce parodonte.

Le parodontite ou parodonte profond assure le maintien et la suspension de l'organe dentaire dans les maxillaires lors des mouvements occlusaux [12,14,24]. Il est constitué par :

- le cément : il recouvre la dentine radiculaire. C'est un tissu très minéralisé. Avec le ligament alvéolo-dentaire, il permet l'ancrage de la dent dans l'os alvéolaire [62].
- l'os alvéolaire : c'est un tissu osseux spongieux, une mince corticale d'os compact le recouvre. C'est un os en remaniements permanents en coordination avec les mouvements dentaires [24].
- le ligament alvéolo-dentaire (ou desmodonte) : Il relie le cément à l'alvéole osseuse [12]. C'est un tissu conjonctif constitué de nombreuses fibres dont les fibres de Sharpey qui traversent l'os alvéolaire [24].
- la gencive : elle compose le parodonte superficiel. C'est un tissu de recouvrement composé d'un épithélium et d'un tissu conjonctif.

L'attache épithélio-conjonctive assure le sertissage de la gencive à la dent [14].

La gencive se détaille en 4 parties :

- la gencive libre : comprise entre le bord libre de la gencive et le sillon marginal,
- la gencive attachée : comprise entre la gencive libre et la muqueuse alvéolaire, séparée de la gencive libre par le sillon marginal, et séparée de la muqueuse alvéolaire en apical par la ligne muco-gingivale,
- la papille interdentaire : située entre 2 dents adjacentes,
- la muqueuse alvéolaire : composée d'un épithélium conjonctif non kératinisé.

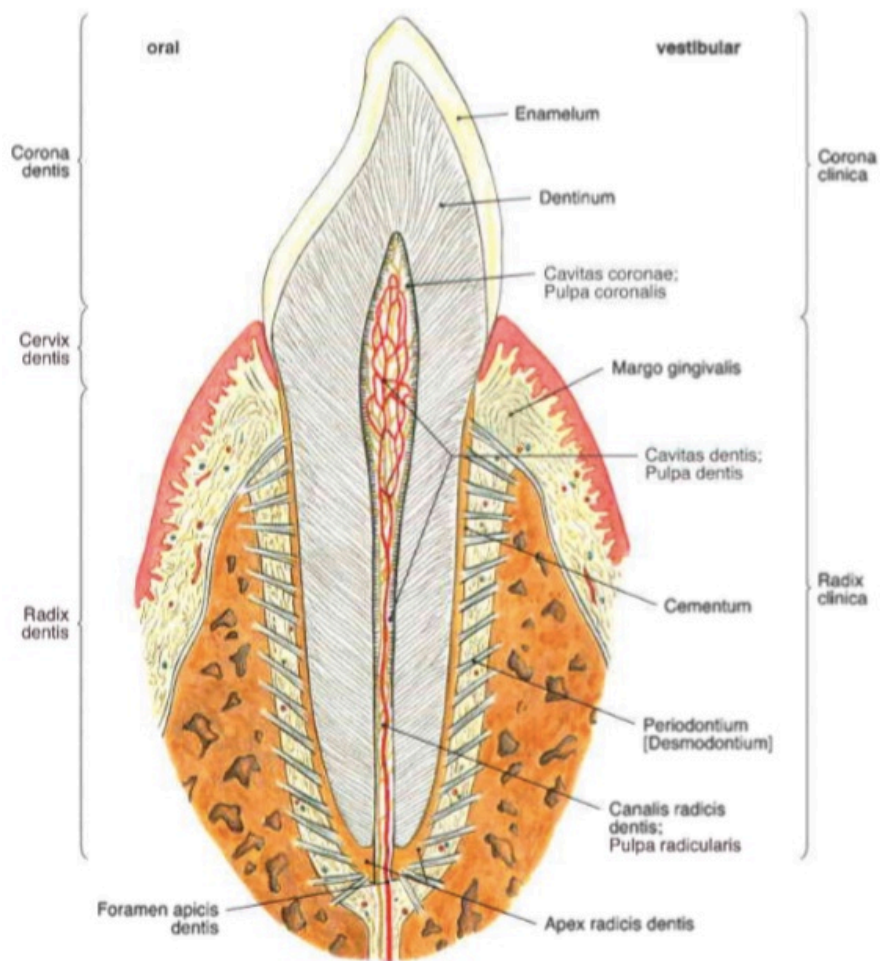


Figure 9 – Dent incisive : coupe sagittale avec l'alvéole et l'appareil ligamentaire [55].

1.4 Les pathologies endodontiques péri-apicales

Les lésions périradiculaires d'origine endodontique sont des lésions inflammatoires du parodonte profond périradiculaire au niveau de la région périapicale, inter-radiculaire ou latéro-radiculaire, consécutives à une infection bactérienne de l'endodonte [19].

La parodontite apicale est une maladie dynamique. Lorsque radiologiquement une radio-clarté à l'apex d'une dent traitée endodontiquement est mise en évidence, cela ne signifie pas toujours que la maladie est en phase active douloureuse. Des phases chroniques non douloureuses peuvent exister [27].

La parodontite apicale aiguë peut évoluer en parodontite apicale chronique qui elle-même précède le stade du kyste péri-apical. Seule l'analyse histologique permet de révéler la nature exacte de la lésion.

1.4.1 Parodontite apicale aiguë

C'est la première extension de l'inflammation pulpaire au niveau des tissus péri-radiculaires. C'est une inflammation du ligament alvéolo-dentaire (desmodontite). Cliniquement, cette pathologie peut s'exprimer sous la forme d'un inconfort spontané modéré à sévère, la douleur peut être complétée lors des percussions axiale et latérale ou à la mastication. Les tests thermiques peuvent se révéler positifs si la parodontite apicale est une extension de la pulpite. Radiologiquement, cette lésion ne présente pas généralement de radio-clarté apicale. La lamina dura est intacte ainsi que la structure osseuse, un faible élargissement du desmodonte peut être mis en évidence [63].

1.4.2 Parodontite apicale chronique

La lésion apicale chronique est un état inflammatoire issu de la réponse immunitaire de l'organisme causée par la pénétration persistante d'un agent antigénique d'origine bactérienne. Il en résulte un état d'équilibre clinique. C'est souvent une séquelle de la parodontite apicale aiguë. Un tissu de granulation se forme à l'apex de la dent. Les dents concernées ne répondent pas aux tests cliniques habituels (thermique et électrique), les percussions ne sont peu ou pas douloureuses. Radiologiquement, cela varie d'une destruction de la lamina dura à une destruction étendue des tissus parodontaux et inter-radiculaires. Une destruction osseuse est visible se caractérisant par une radio-clarté apicale. Un granulome est constitué d'un tissu de granulation infiltré par des mastocytes, des macrophages, des lymphocytes, des cellules plasmatiques, et parfois, des leucocytes PMN [8,63].

1.4.3 Kyste péri-apical

Le kyste apical radulaire présente une cavité centrale remplie d'un liquide éosinophile ou d'un matériau semi-solide qui est encapsulée par un épithélium stratifié. Cet épithélium est entouré par un tissu conjonctif contenant les éléments cellulaires rencontrés dans le granulome péri-apical. Un kyste est donc un granulome qui renferme une cavité ou des cavités encapsulées par un épithélium [63].

1.5 Les lésions endo-parodontales

Il existe une corrélation entre les lésions endodontiques et le parodonte.

Simon, Glick et Frank ont établi la classification de ces lésions en fonction de leur étiologie, leur diagnostic et pronostic du traitement. En fonction de tous ces éléments, le plan de traitement le plus adapté sera choisi.

Voici cette classification, elle s'appuie sur l'origine et la progression des lésions :

- 1/ Lésion endodontique pure
- 2/ Lésion endodontique primaire avec atteinte parodontale secondaire
- 3/ Lésion parodontale pure
- 4/ Lésion parodontale primaire avec atteinte endodontique secondaire
- 5/ Lésion endodontique et parodontale associées
- 6/ Lésion endodontique et parodontale combinées [52].

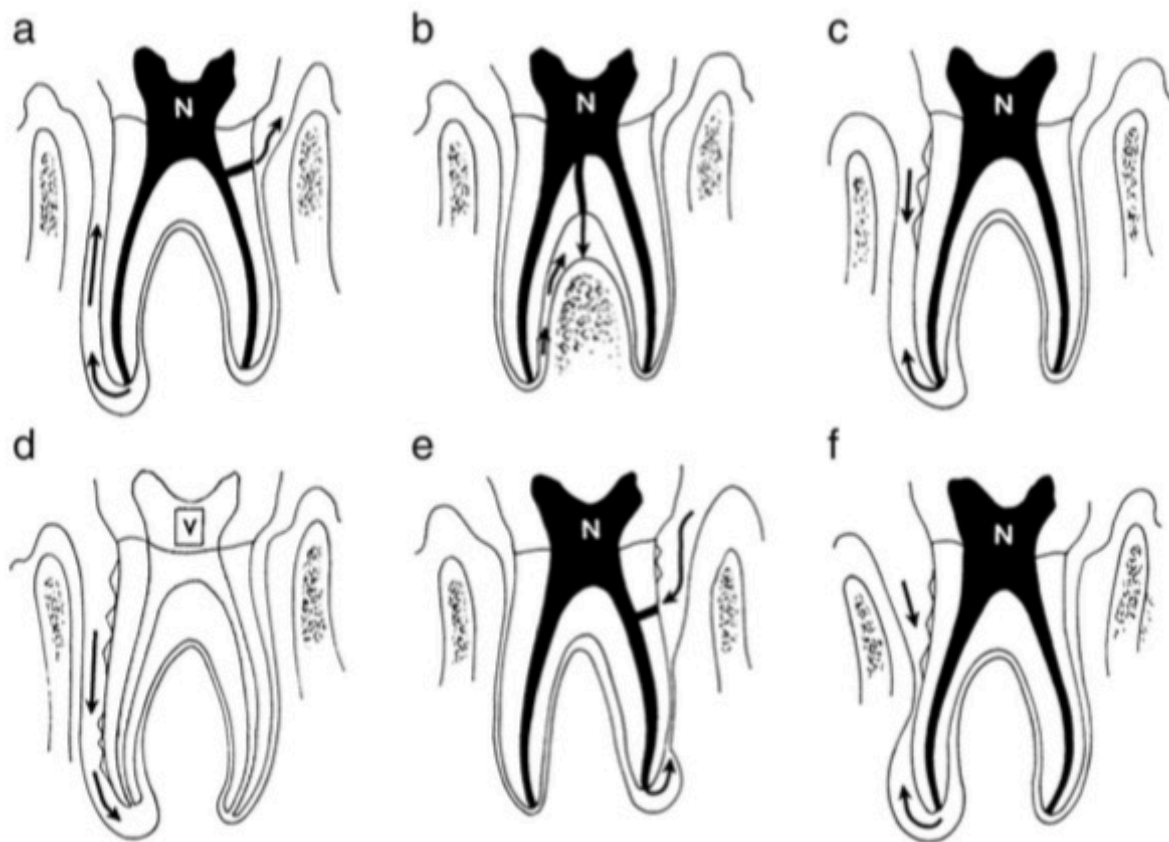


Figure 10 – Schéma des lésions endo-parodontales selon Simon, Glick et Franck.

- a) Lésion endodontique avec fistulisation desmondontale via l'apex ou un canal latéral. b) Fistulisation dans la zone de furcation avec lésion inter-radriculaire. c) Lésion endodontique primaire avec atteinte parodontale secondaire. L'implication parodontale crée à terme une migration apicale du tartre de la zone cervicale vers la région péri-apicale. d) Lésion parodontale progressant vers la région péri-apicale, avant l'atteinte endodontique. La pulpe est encore vitale. e) Lésion parodontale primaire avec atteinte endodontique secondaire via un canal latéral. La nécrose pulpaire résultante atteinte le péri-apex. f) Lésions endo-parodontale combinée vraie : coalescence des lésions endodontique et parodontale [52].

2 Principes de la chirurgie endodontique

2.1 Objectifs

La chirurgie endodontique est l'étape clinique qui succède au traitement endodontique initial ou au retraitement par la voie orthograde lorsque ce dernier ne permet pas une guérison de la région apicale ou lorsque le retraitement orthograde n'est pas indiqué. La chirurgie endodontique est considérée comme l'ultime option de conservation avant l'extraction d'une dent [53].

Les étapes de la chirurgie endodontique :

- élimination de la lésion inflammatoire péri apicale d'origine endodontique (LIPOE) ou parodontite apicale,
- éviction des 2 à 3 derniers millimètres apicaux de la racine dentaire : la résection apicale,
- désobturation à rétro,
- débridement à rétro du canal radiculaire,
- obturation à rétro avec un matériau étanche [67].

Cette lésion péri-apicale est donc une lésion inflammatoire péri-radiculaire alliée à une infection intra-canalair. De façon histologique, il peut s'agir d'une lésion kystique ou d'un granulome.

Cette intervention est une alternative logique pour de nombreux cas. Dans le passé, la chirurgie endodontique n'était indiquée qu'en cas d'échec du précédent traitement endodontique orthograde ou échec du retraitement endodontique orthograde. Mais ces dernières années, il y a eu un changement dans les indications de l'endodontie rétrograde [35].

C'est une intervention chirurgicale qui nécessite une planification et un accès précis pour localiser les apex et éviter de léser les structures anatomiques vitales [42].

2.2 Indications

2.2.1 Indications en fonction du contexte clinique

De nombreuses études épidémiologiques suggèrent que 33 à 60% des dents avec une lésion péri-apicale et/ou symptomatique traitées par traitement endodontique présentent toujours des images de parodontites apicales. Différentes causes sont identifiées comme une infection primaire persistante, une infection secondaire après un traitement endodontique ou une fracture verticale de la racine [32].

Il a été prouvé que de nombreux échecs endodontiques sont dus à une étanchéité coronaire incomplète [33].

2.2.1.1 Problèmes anatomiques

- les canaux minéralisés. Ce sont en général des conséquences de petits traumatismes ou de volumineuses restaurations à proximité de la pulpe. Ce genre de canaux est souvent retrouvé chez les patients âgés. Cela empêche le praticien d'atteindre le foramen apical de la dent,
- les doubles courbures où l'instrument ne progresse pas au delà de la première courbure,
- une dent immature,
- dens in dente
- un kyste vrai (dans ce cas, le retraitement endodontique orthograde ne s'avèrera pas efficace),
- les résorptions inflammatoires apicales externes [35].

2.2.1.2 Problèmes iatrogènes

- un matériel d'obturation non soluble ou impossible à extraire,
- un matériau d'obturation (ou reconstitution corono-radulaire) indémontable comme des instruments fracturés, une couronne type Richmond,
- les fausses routes non négociables,

- les perforations,
- les reconstitutions prothétiques étendues,
- une sur-instrumentation avec une sous-obturation, ce qui induit une modification iatrogène de l'anatomie canalaire ne permettant pas une cicatrisation apicale,
- une sur-obturation, cela entraîne une réaction inflammatoire due à une contamination bactérienne du matériau extrudé type gutta-percha ou pointes de papier contaminées [35].

2.2.2 Symptomatologie persistante

Lors d'un traitement adéquat par voie orthograde, les suites postopératoires sont normales. Le problème intervient quand la symptomatologie devient persistante. Avant que le diagnostic de chirurgie apicale soit posé, il faut s'assurer que cette symptomatologie ne provient pas d'une pathologie différente comme une lésion endo-parodontale ou une fracture [53].

Après un traitement non chirurgical minutieux, si une douleur ou un gonflement persiste, la chirurgie apicale peut permettre de conserver la dent causale [32].

2.2.3 Absence de guérison

Après un retraitement endodontique orthograde adéquat, l'irruption d'une symptomatologie ou de l'augmentation du volume de la lésion signifie que le processus de cicatrisation n'est pas déclenché et que la pathologie persiste. Une nouvelle intervention est indiquée, qu'elle soit chirurgicale ou non.

En revanche, après un traitement orthograde ou un retraitement, en présence d'une lésion mais en l'absence de symptomatologie, un contrôle radiographique régulier doit être instauré si aucune amélioration n'est constatée. La surveillance se fera tous les 6 mois, il ne faut pas réintervenir tout de suite sur la dent [53].

2.3 Contre-indications

2.3.1 Complications générales liées à la santé du patient

Les contre-indications d'ordre systémique ou médical qui concernent l'endodontie rétrograde sont les mêmes que pour tout acte chirurgical oral, un examen approfondi du dossier médical du patient est donc obligatoire.

2.3.1.1 Les contre-indications totales

- les problèmes cardio-vasculaires tels que l'hypertension artérielle non-équilibrée,
- le risque infectieux comprenant le risque d'endocardite infectieuse,
- le risque hémorragique avec des troubles de la coagulation et de l'hémostase (contre-indication absolue pour les patients ayant une pathologie cardio-vasculaire non stabilisée par exemple),
- le diabète non-équilibré,
- le risque d'ostéoradionécrose dû à une radiothérapie située dans la zone d'intervention. L'acte chirurgical est contre-indiqué chez les patients ayant reçu une dose moyenne supérieure à 35 gy dans la zone d'intervention de la chirurgie endodontique,
- le risque d'ostéochimionécrose des maxillaires dû à une prise de biphosphonates par voie intraveineuse dans le cas de la prise en charge d'un cancer [54].

2.3.1.2 Les contre-indications relatives

- Patients sous traitements antiagrégants plaquettaires (AAP) :

Ces patients présentent un risque hémorragique. L'arrêt du traitement n'est pas justifié pour une chirurgie endodontique. Il est possible de contacter le médecin traitant. Une hémostase locale rigoureuse par des moyens d'hémostases (éponge hémostatiques, sutures) est nécessaire [54].

Il n'existe pas d'examen biologique prédictif du risque hémorragique chirurgical lié à la prise d'un AAP [49].

- Patients sous traitement anti vitamines K (AVK) :

Toute intervention sur ces patients expose à un risque hémorragique. Il est fortement conseillé de rentrer en contact avec le médecin traitant. La chirurgie endodontique concernant une lésion inférieure à 3 cms est considérée comme un acte à faible risque hémorragique selon la Société Française de Chirurgie Orale (SFCO) (cf annexe n°1). Une prise de sang pour contrôler l'INR doit être prescrite est mesurée idéalement dans les 24 heures avant l'intervention. L'INR contrôlé en préopératoire doit être stable et inférieure à 4. La poursuite du traitement est recommandée [49].

- Patients sous anticoagulants oraux directs (AOD) :

La poursuite du traitement est recommandée en cas chirurgie orale à faible risque hémorragique. À ce jour, il n'existe pas d'examen biologique prédictif du risque hémorragique chirurgical lié à la prise d'un AOD, ceci est une difficulté à prendre en compte dans les critères de décision de l'intervention chirurgicale [49].

- La phobie et l'angoisse : ces émotions peuvent également contre-indiquer ce type d'intervention [63].

- Patiente enceinte,

- Patient fumeur,

- Patient présentant un trouble de l'hémostase,

- Patient immunodéprimé (VIH, corticoïdes au long court, chimiothérapie),

- Patient traité par biphosphonates par voie orale (ne pas oublier de consulter le médecin traitant) [27].

2.3.2 Contre-indications locales liées à la zone d'intervention

Il peut exister des difficultés d'accès au site chirurgical dues à la position des dents sur l'arcade.

Les contre-indications anatomiques :

- une épaisseur osseuse importante ou d'aspect inhabituel. L'épaisseur de corticale importante se situe surtout au niveau des secondes molaires mandibulaires en vestibulaire,
- une promiscuité existante au niveau des cavités naturelles comme le sinus maxillaires ou les fosses nasales. Cependant, une effraction au sein du sinus n'entraîne pas de risque important. Il faudra surtout éviter une éventuelle contamination avec un corps étranger,
- une proximité importante d'un paquet vasculo-nerveux (comme le foramen mentonnier, le foramen incisif, le canal mandibulaire). Une intervention dans ces zones peut entraîner une perte de sensibilité qui peut être irréversible,
- une maladie parodontale sévère qui peut entraîné un rapport couronne/racine défavorable (racine trop courte),
- une inflammation parodontale marginale importante doit être traitée et stabilisée avant toute intervention,
- une dent qui ne peut pas être restaurée coronairement,
- un abord palatin pour intervenir sur la racine palatine d'une molaire maxillaire (surtout pour la deuxième molaire) est contre-indiquée car il ya un haut risque hémorragique à cause de l'artère palatine,
- accès aux secteurs postérieurs limité, la capacité à écarter les tissus mous est primordiale. Être vigilant en présence d'un périmètre labial trop faible, au volume excessif des joues ou une musculature trop importante [27,63].

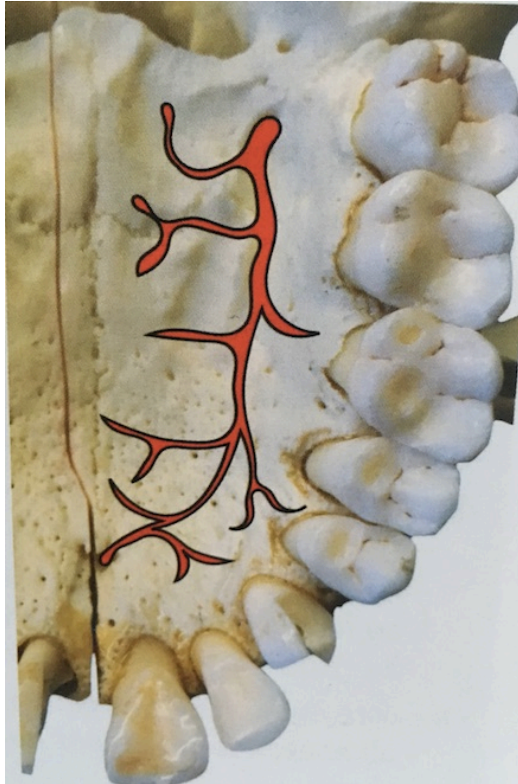


Figure 11 – Trajet de l'artère palatine au niveau du palais [27]

2.3.3 Un échec dont la cause n'est pas identifiée

Une chirurgie apicale programmée pour résoudre une pathologie dont la cause n'a pas pu être mise en évidence aura peu de chance de réussir [63].

3 Planification pré-chirurgicale

3.1 Pré-requis

Historiquement, la chirurgie endodontique était vue comme le traitement de dernier ressort. C'était principalement dû aux résultats décevants obtenus à cause des techniques et matériaux limités. Les techniques contemporaines, les matériaux modernes et les aides optiques opératoires ont permis une hausse du taux de réussite faisant de la microchirurgie endodontique une thérapeutique précieuse pour certains patients.

En revanche, de tels progrès ne remplacent pas les compétences en diagnostic endodontique et en planification du traitement qui peuvent se révéler difficiles. Des techniques radiologiques avancées sont indispensables pour les évaluations pré-chirurgicales et le diagnostic [36].

3.1.1 Motif de consultation

La plainte du patient est importante à prendre en compte. Il est souvent possible de déterminer un diagnostic différentiel en s'intéressant à l'histoire du patient avant de l'examiner. Les douleurs de types pulpaires, parodontales ou péri-apicales ont toutes des caractéristiques descriptives reconnaissables. Il est nécessaire de considérer également les sources d'inconfort plus rares (pouvant imiter la douleur dentaire), telles que les douleurs neuropathiques ou sinusiennes par exemple [36].

3.1.2 Anamnèse

Avant l'examen clinique du patient, un interrogatoire doit impérativement précéder. L'anamnèse rassemble les informations générales du patient comme :

- l'âge,
- le sexe,
- les habitudes de vie,
- les antécédents médicaux et chirurgicaux personnels et familiaux,
- les allergies éventuelles,
- les thérapeutiques suivies par le patient et ses traitements médicaux.

Toutes ses informations sont à rapporter dans le dossier médical du patient [11].

3.1.3 Examen clinique

En odontologie, lors de l'examen clinique, l'inspection et la palpation sont des étapes préliminaires indispensables avant tout examen complémentaire [13].

3.1.3.1 Examen exo-buccal

Il consiste à faire une observation méticuleuse du visage du patient. Dans le cas d'un acte de chirurgie endodontique, il est surtout important d'observer la présence éventuelle de :

- fistules cutanées,
- tuméfactions,
- ganglions [45,63].

3.1.3.2 Examen endo-buccal

3.1.3.2.1 Examen des tissus mous

L'observation des tissus mous minutieuse est indispensable. Cet examen comprend un examen visuel, de palpation et de sondage approfondi. L'inspection de la tonicité des joues, le parodonte, la muqueuse buccale, les lèvres, la langue, la position de la ligne du sourire doit être faite. Chaque anomalie détectée est à noter dans le dossier.

Il sera recherché une présence éventuelle de :

- décoloration,
- inflammation,
- ulcération,
- fistule (mise en évidence à l'aide d'un cône de gutta-percha).

Cet examen permet d'identifier également les éventuelles difficultés que le praticien peut rencontrer lors de l'intervention [27,63].



Figure 12 – Radiographie rétro-alvéolaire mettant en évidence une fistule apicale à l'aide d'un cône de gutta-percha [35].

3.1.3.2.2 Examen dentaire

L'observation des dents se fait à l'aide de la sonde droite, de la sonde parodontale et d'un miroir. Dans le cas de la chirurgie endodontique, il faut observer la présence éventuelle :

- d'une fracture,
- d'une poche parodontale (le diagnostic d'une éventuelle lésion endo-parodontale doit être fait pour ajuster au mieux le protocole opératoire) [63].

3.1.4 Examens radiologiques

Tout au long de la prise en charge du patient, la radiographie est indispensable. Les principaux domaines où elle est essentielle sont : le diagnostic, la phase thérapeutique et le suivi postopératoire [63].

L'imagerie médicale permet une évaluation anatomique non invasive du massif maxillo-facial permettant de visualiser les éléments squelettiques et dentaires. L'imagerie radiographique est donc indissociable de l'endodontie. À ce jour, deux principaux examens radiographiques sont utilisés : la radiographie intra-orale 2D et l'imagerie 3D [13,34].

La radiologie entraîne l'utilisation de rayons X. Cette utilisation doit respecter les principes de justification, d'optimisation et de limitation des doses de rayonnements. Ces principes font partie intégrante de la radioprotection [13].

Avant tout acte chirurgical, la réalisation d'un cliché radiographique préopératoire est obligatoire [46].

3.1.4.1 Imagerie bi-dimensionnelle

L'imagerie 2D intra- ou extraorale est un examen complémentaire souvent indispensable pour l'obtention d'un diagnostic précis ou pour un suivi thérapeutique. Il faut cependant obtenir une image de bonne qualité [13].

3.1.4.1.1 La radiographie rétro-alvéolaire

Aujourd'hui, la majorité des cabinets utilise l'imagerie numérique intra-orale comme examen complémentaire de choix.

En endodontie, l'utilisation privilégiée de ce type de radiographie est en pré-opératoire. En effet, une estimation de la longueur de travail peut être effectuée [13].

C'est également l'imagerie de premier choix pour évaluer l'évolution de la parodontite apicale après un traitement par voie orthograde, pour la planification du traitement et de la surveillance [67].

Ce cliché permet de visualiser les différentes structures anatomiques :

- l'ensemble de la dent et son péri-apex,
- la position et la forme des racines,
- la taille de la lésion,
- les structures anatomiques adjacentes (position du nerf alvéolaire inférieur et du foramen mentonnier, contours du sinus) [27,46].

Les limites restent :

- les problèmes de positionnement qui entraînent des clichés non exploitables (déformation, agrandissement, mauvaise angulation),
- le traitement de l'image qui n'est pas toujours optimal [13].

La radiographie rétro-alvéolaire permet donc d'obtenir des informations initiales essentielles mais souvent insuffisantes.

3.1.4.1.2 La radiographie panoramique

Cette radiographie réalise une coupe du massif maxillo-mandibulaire. Elle permet de visualiser verticalement la symphyse mentonnière jusqu'à la base inférieure des sinus maxillaires et des fosses nasales. Horizontalement, les deux articulations temporo-mandibulaires sont affichées. C'est une méthode d'exploration tomographique.

La panoramique permet de visualiser :

- la situation des apex des molaires mandibulaires par rapport à la position du canal mandibulaire dans le sens vertical. En revanche si une superposition des apex avec ce canal est constatée sur la radiographie, cette dernière ne permet pas l'analyse des rapports anatomiques dans le sens vestibulo-lingual,
- le rapport des sinus par rapports aux dents antrales,
- la position du foramen mentonnier,
- les problèmes parodontaux en rapport avec la dent concernée par la chirurgie.

La limite de ce cliché est la difficulté de positionnement du patient lors de l'acquisition car en cas de mauvaise posture, il y a un risque de déformation, d'asymétrie ou d'agrandissement. C'est pour cela que le positionnement de la tête du patient doit être parfaitement exécuté grâce aux dispositifs appropriés [13,46].

3.1.4.2 L'imagerie tridimensionnelle

3.1.4.2.1 Cone Beam Computed Tomography (CBCT)

C'est une forme de tomographie numérisée qui avec un faisceau de rayons X unique, permet d'obtenir une imagerie des différentes structures tissulaires [63].

La tomographie volumique à faisceau conique permet de visualiser une zone de la cavité orale prédéfinie auparavant dans les trois dimensions de l'espace. Cette radiographie délivre une dose de rayons X limitée. En effet, cette dose est supérieure aux doses délivrées par la radiographie bidimensionnelle mais est inférieure à celle d'un scanner [27].

Les limites du CBCT sont :

- il se contente d'une simple modulation du noircissement et du contraste, il a donc du mal à discriminer les variations de densité contrairement au scanner. Ceci n'est cependant pas gênant pour la pratique dentaire. En effet, l'étude porte généralement sur des structures contrastées comme l'os et la dent,
- l'utilisation n'est pas indiquée pour l'exploration des parties molles comme pour un bilan d'extension d'une tumeur, ou encore pour rechercher une adénopathie [65].

Cet examen permet d'obtenir une visualisation 3D de l'examen radiographique 2D. Le CBCT aide le praticien à mieux appréhender le système endodontique de la dent à traiter. Les données recueillies sont très précises par rapport à celles obtenues par une radiographie conventionnelle [9].

En effet, le CBCT fournit une visualisation augmentée de la morphologie du canal et du desmodonte. Il permet également d'apprécier les structures anatomiques adjacentes [23].

Il est de ce fait un outil indispensable à la chirurgie endodontique permettant l'identification nette de la lésion ainsi que la planification de l'intervention pour le traitement de la lésion.

3.1.4.2.2 Tomodensitométrie (TDM) ou « Dentascanner »

C'est une machine puissante qui étudie les densités sur l'échelle de « Hounsfield ». Le scanner a un pouvoir supérieur par rapport au CBCT de discerner les variations de densité au sein des structures étudiées. Elle a un champ d'exploration plus large que le CBCT. Le scanner peut être prescrit pour l'exploration des parties molles.

En revanche une des limites de cette imagerie est qu'il est impossible pour le scanner de discerner des structures proche du métal car elle a une sensibilité aux éléments prothétiques métalliques et aux métaux (couronne, inlay-core, amalgame), cela crée des artéfacts qui empêchent l'exploration des structures anatomiques [65].

3.1.5 Recueil du consentement éclairé

C'est une obligation légale. Il doit être expliqué, s'assurer qu'il soit compris et signé le jour de la consultation, avant tout acte chirurgical. Il recueille l'indication, les alternatives du traitement, les risques et les suites postopératoires [27].

3.1.6 Prescriptions pré- et post-opératoires

3.1.6.1 Prescriptions pré-opératoires

- la prise d'AINS une heure avant l'intervention peut se révéler utile pour limiter la douleur post opératoire pour un patient en bonne santé. Les AINS de type Ibuprofène ont une efficacité antalgique,
- l'antibioprophylaxie chez un patient aplasique ou immunodéprimé est indispensable. En revanche, l'antibioprophylaxie n'a pas d'intérêt chez un patient sain car le risque infectieux n'est pas plus élevé sans antibiotique [43].
- la prescription d'un bain de bouche à base de chlorhexidine 0,12% ou 0,2% à faire une trentaine de minute avant le RDV ou juste avant l'acte est recommandée [59].

3.1.6.2 Prescriptions post-opératoires

- Une prescription antibiotique est recommandée car il y a une manipulation de l'os intra-buccal, l'amoxicilline est la molécule de choix. La posologie recommandée est : 1g, 2 fois par jour pendant 7 jours
En cas d'allergie à l'amoxicilline, la clindamycine devra être prescrite. La posologie recommandée est : 600mg, 2 fois par jour pendant 7 jours,
- Une prescription d'AINS qui a pour but d'être antalgique pour un patient en bonne santé et dont la chirurgie est simple : 400mg, 3 fois par jour (toutes les 8 heures) pendant 3 jours [27].
- Une prescription de bain de bouche à base de chlorhexidine (0,12%) [53].
- Une brosse à dents chirurgicale 15/100^{ème} par exemple,
- Une application de froid pour limiter l'œdème postopératoire.

3.1.7 Instrumentation

La réussite de l'endodontie rétrograde peut être expliquée par les techniques chirurgicales modernes, les aides visuelles grossissantes, aux instruments de microchirurgie, aux inserts à ultrasons et aux matériaux utilisés pour l'obturation à rétro [40].

Avant toute intervention chirurgicale, la connaissance et la maîtrise du plateau technique est primordiale. Tous les instruments nécessaires à l'intervention doivent être disposés sur une table-pont ou transthoracique qui est elle-même couverte par un champ stérile à usage unique. Le patient sera également recouvert par un champ stérile jetable avec un trou pour que la zone d'intervention soit accessible. Les instruments doivent être positionnés selon la séquence chronologique de l'acte chirurgical [27].

Un kit chirurgical de base est nécessaire mais chaque praticien peut avoir ses propres préférences pour certains instruments [15].

3.1.7.1 Les instruments chirurgicaux

Voici la liste exhaustive des instruments manuels nécessaire à l'intervention :

- sonde d'examen DG16,
- miroir,
- une seringue pour l'anesthésie locale,
- une aiguille atraumatique standard à triple biseau pour l'anesthésie locale,
- un porte-lame (ou bistouri à usage unique),
- des lames (15, 15C),
- des décolleurs (de Molt, de Prichard),
- des écarteurs (de Rubinstein, de Farabeuf, deCarr),
- des curettes,
- des fouloirs,
- une paire de précelles à tissu atraumatique,
- un porte-aiguille,
- une paire de ciseaux à sutures [15,27].

3.1.7.2 Les micro-instruments

Le développement des micro-instruments permet une meilleure visualisation du champ opératoire avec un encombrement qui est moindre. Il existe différents instruments avec diverses fonctionnalités.

- Micromiroirs : ils sont petits pour pouvoir entrer au niveau de la cavité radiculaire apicale, ils permettent de la visualiser en vision indirecte pour la recherche éventuelle de fêlure, la propreté des parois [43].

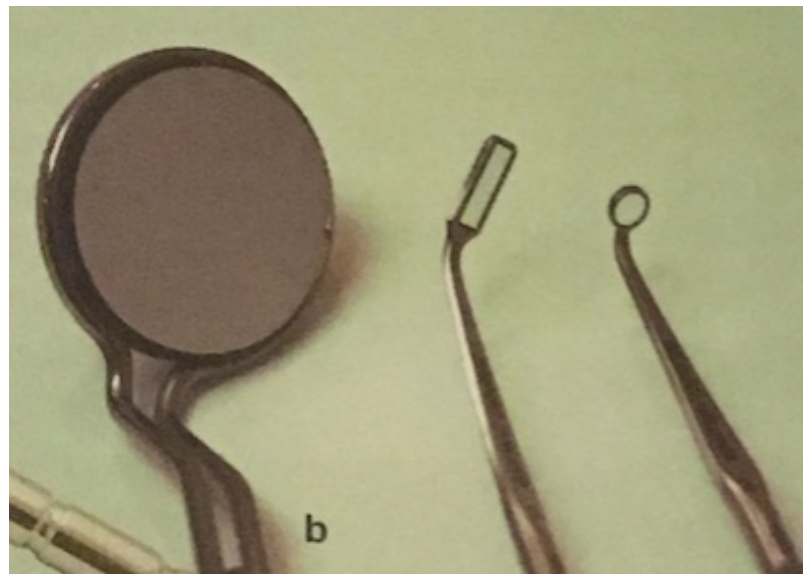


Figure 13 – Micromiroir rectangulaire et rond comparés au miroir d'examen [43].

- Des mini-spatules, des micro-fouloirs, des mini-curettes existent également qui pallient à la mauvaise visibilité empêchant une obturation correcte.

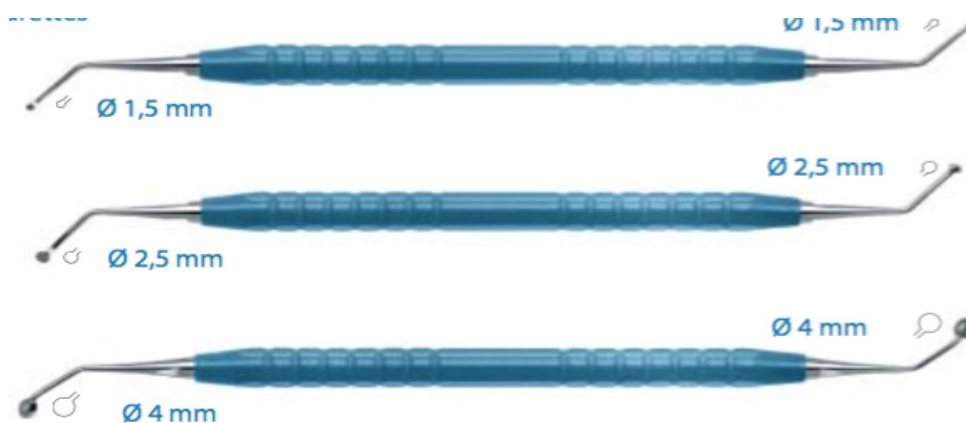


Figure 14 – Mini-curettes de chez Stoma®

3.1.7.3 Les instruments rotatifs et ultrasoniques pour l'ostéotomie

- Turbine chirurgicale angulée à 45° : pour la réalisation de l'ostéotomie, l'utilisation d'une turbine chirurgicale avec une fraise long mandrin sous irrigation abondante d'eau stérile. Par rapport aux pièces à main à basse vitesse utilisée dans le temps, il y a une cicatrisation osseuse plus rapide, un gain de temps, absence de vibration, absence de pression, le confort du patient est amélioré. Les fraises utilisées peuvent être : fraise boule long col, fraise chirurgicale, la fraise Zekrya™ chirurgicale [27,43].
- Pièce à main à ultrasons dédiée à la chirurgie (Piezotome) où des inserts sont montés. C'est utile lorsque la corticale est épaisse et dissociée de l'os spongieux alvéolaire. Un volet cortical peut être réalisé pour accéder à la lésion. Cela est surtout possible dans le secteur molaire mandibulaire. Le volet osseux (après découpe des bords) peut être conservé dans du sérum physiologique, puis replacé dans sa position initiale en fin d'intervention. Cette technique favorise la cicatrisation [27].

3.1.7.4 Les instruments à ultrasons pour la préparation radiculaire

Dans le passé, une fraise ronde en carbure était utilisée pour la résection radiculaire avec un biseau à 45 degrés. Le but du biseau était de permettre un meilleur accès visuel de l'extrémité radiculaire pendant la chirurgie.

La démocratisation des inserts ultrasoniques pour la chirurgie endodontique a permis de palier aux inconvénients des préparations conventionnelles. Ces dernières utilisent des fraises rotatives sur une turbine chirurgicale. Le principal problème qui peut être engendré est un risque de perforation linguale de la racine à cause d'un accès difficile à l'apex dans certaines régions. Cela est dû au fait que la préparation de la cavité n'est pas parallèle au canal [16].

Les avantages avérés de l'utilisation des inserts ultrasoniques sont :

- une partie travaillante exclusivement sur leurs derniers millimètres, une vibration à haute fréquence des inserts sur les parois canalaire, ce qui permet l'élimination du tissu dentinaire,
- une amélioration de l'accès aux apex dans un espace de travail qui est limité,
- une cavité rétrograde qui est réduite grâce aux différentes angulations et à la petite taille des inserts ultrasonores,
- un meilleur contrôle visuel grâce à la petite taille des inserts,
- d'éviter de créer des zones propices aux fêlures en harmonisant les contours de la cavité avec le contour externe de la racine (moins fragilisant pour les parois dentinaires résiduelles) [16,43].

Ces embouts possèdent des formes variées pour pouvoir s'adapter aux contraintes qui concernent l'accès à la région apicale des racines dentaires [63].

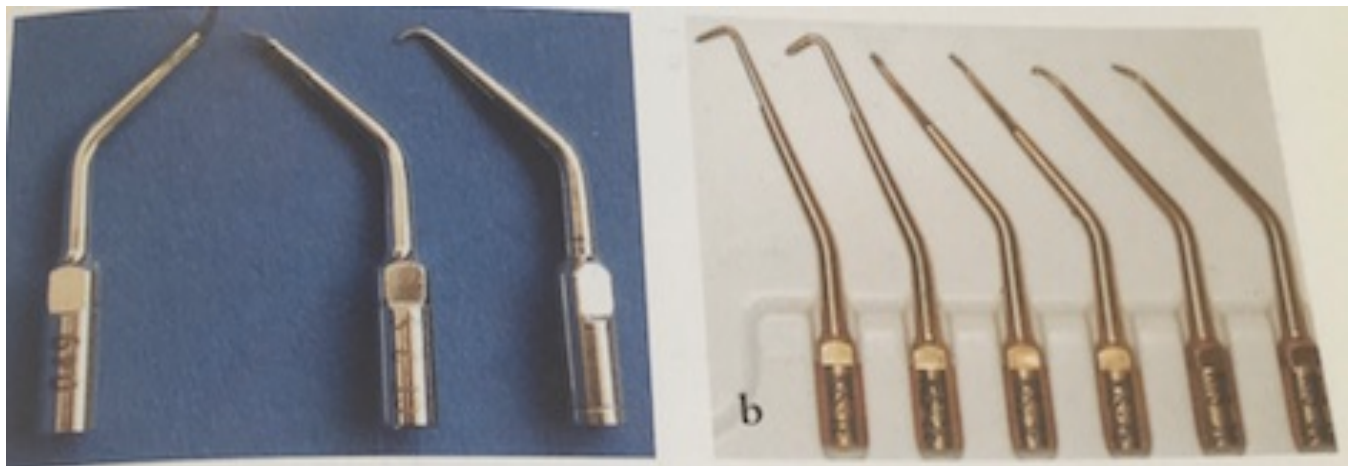


Figure 15 – Assortiments d'inserts ultrasoniques microchirurgicaux. À gauche en acier inoxydable, à droite diamantés [15]

Les inserts diamantés permettent d'optimiser le pouvoir abrasif afin de minimiser les risques de fêlures apicales. Ils peuvent également être recouverts de zircone [43].

Il est possible de se constituer son propre kit d'instruments. Cependant, un kit spécialement conçu pour la microchirurgie endodontique existe. Le kit du Docteur Bertrand Khayat rassemble des instruments Hu-Friedy [27].

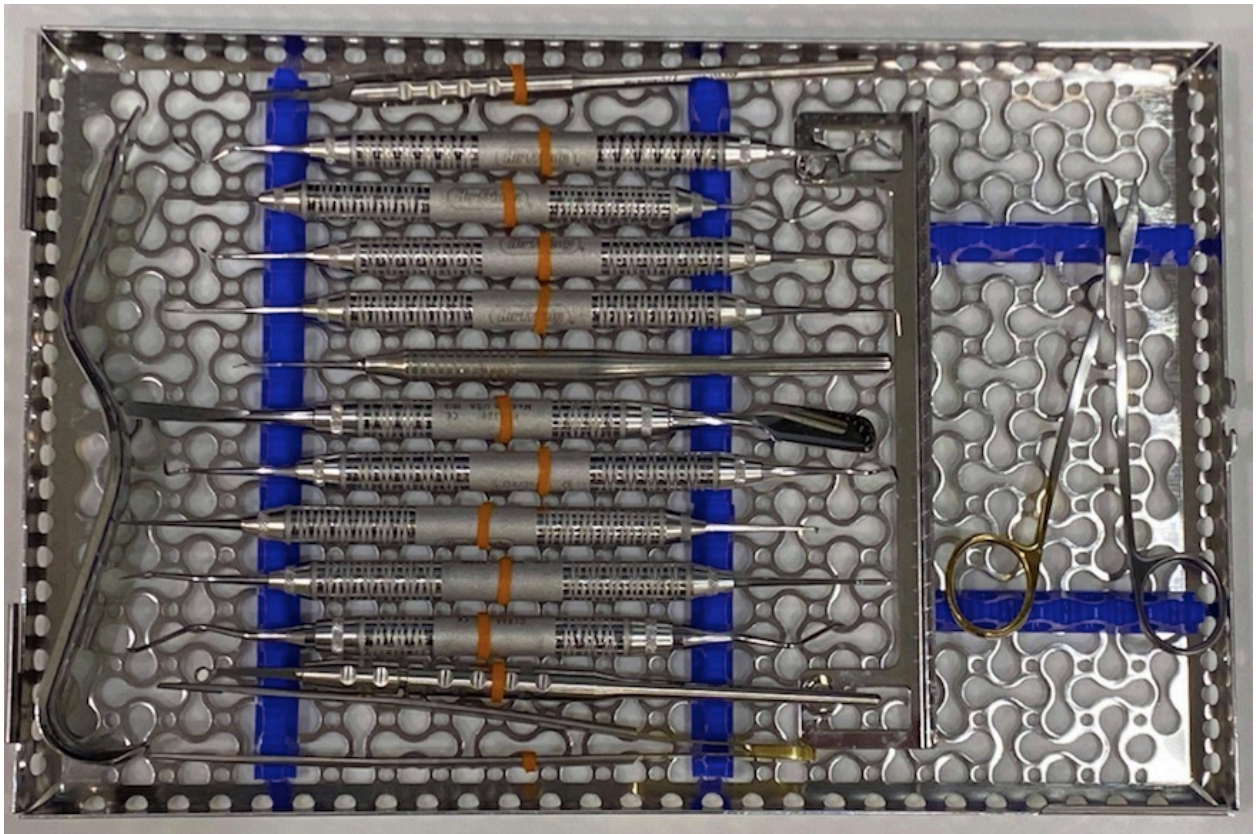


Figure 16 – Kit d'instruments Hu-Friedy de microchirurgie endodontique du Docteur Khayat (photographie personnelle du Docteur Demetriou)

3.1.8 Matériaux d'obturation

Les procédures de résection de l'apex comprennent l'utilisation d'un matériau de remplissage placé à l'extrémité de la racine qui permet d'assurer une étanchéité efficace. Cela favorise le processus de cicatrisation et de régénération des tissus périradiculaires. Ces matériaux d'obturation sont en contact étroit avec les tissus vitaux entourant le périapex durant de longues périodes [5].

Par conséquent, ils doivent remplir les qualités suivantes :

- fournir une étanchéité maximale (pour prévenir d'une éventuelle percolation bactérienne),
- être biocompatibles,
- être précurseurs de la formation carbonate-apatite (favoriser la minéralisation des tissus),
- être non résorbable,
- avoir une insertion aisée (manipulation clinique aisée),
- ne pas être altéré par l'humidité,
- être visible radiologiquement (opacité radiologique différente de celle de la dentine).

Cela a pour but d'entraîner la formation d'un ligament parodontal à l'interface ciment et dentine [51,63].

3.1.8.1 Amalgame

Dans le passé, l'amalgame était le matériau de choix pour l'obturation à rétro. Actuellement, l'utilisation de l'amalgame est controversée, son manque d'étanchéité a été mis en évidence [47].

L'utilisation de ce matériau a des répercussions esthétiques dans le secteur antérieur comme l'apparition d'un tatouage gingival en regard de l'apex [3].

3.1.8.2 Ciments oxyde de zinc-eugéol renforcés

- IRM : L'IRM (Intermediate Restorative Material) est un ciment zinc-eugéol modifié par l'adjonction de polyméthacrylate dans la poudre. Il est considéré comme un matériau très cytotoxique. Cela peut être expliqué par la présence d'eugéol qui se révèle toxique pour les fibroblastes [5,35].
- Super EBA : Le superEBA (Super ethoxybenzoic acid) est un ciment IRM amélioré. L'eugéol liquide est partiellement remplacé par l'acide éthoxybenzoïque et de l'oxyde d'aluminium est ajouté à la poudre [35].

3.1.8.3 Matériaux biocéramiques

- MTA (Agrégat de trioxyde minéral) : il fait partie de la famille des silicates de calcium. La poudre de MTA est constituée de fines particules hydrophiles qui durcissent en présence d'eau [1]. Les avantages du MTA sont : une forte capacité d'étanchéité, une mise en place en milieu humide, une activité bactéricide, biocompatible, capable d'induire la formation de ciment et d'os. En revanche ce matériau peut être controversé par son prix élevé, un temps de prise très long (environ 3 heures), ainsi que des caractéristiques de manipulations médiocres (consistance qui ressemble à du sable mouillé) [37].
- Biodentine™ : Ses caractéristiques biologiques sont similaires à celles du MTA. Elle s'obtient par le mélange d'une poudre et d'un liquide. La poudre contient du silicate tricalcique, du silicate dicalcique et du carbonate de calcium. L'élément qui la rend radio-opaque est l'oxyde de zirconium. Le liquide est constitué de chlorure de calcium (l'accélérateur de prise) en solution aqueuse et d'un mélange de polycarboxylate. Ces produits contribuent à une prise du matériau plus rapide (12 minutes), à une amélioration des propriétés de manipulation et à une forte résistance. En revanche, la radio-opacité est faible. C'est un matériau de choix en tant que matériaux d'obturation à rétro [40].
- TotalFill Putty : aussi appelé TotalFill Root Repair Material (RRM) Putty se présente sous deux formes :
 - un pot de 2,5 g à prise normale (2 à 4 heures),
 - une seringue de 0,3 g à prise rapide (20 minutes).

Il a une consistance de type mastic qui s'approche de celle des ciment oxyde de zinc-eugénol. Les propriétés biologiques s'apparentent à celles du MTA. Son avantage est d'être prémixé [27].

En conclusion, c'est le développement de ciments biocompatibles qui a fait de cet acte chirurgical, une alternative viable pour la conservation de la dent en tant qu'unité fonctionnelle. Les ciments oxyde de zinc-eugénol renforcés ont aussi un taux de succès satisfaisant [51].

3.1.9 Les aides visuelles

Aujourd'hui, le traitement endodontique est considéré comme un acte microchirurgical.

La microchirurgie est basée sur la découverte que la main du praticien peut effectuer de remarquables micromanipulations complexes, à condition que l'œil puisse voir un champ opératoire très précis et qu'il puisse guider les gestes du praticien [10].

Il est indispensable d'utiliser des aides optiques pour pouvoir effectuer le geste chirurgical avec précision. Cela permet d'agrandir un champ de traitement spécifié au delà de l'œil nu [10,43].

3.1.9.1 Les loupes

Les loupes sont le système de grossissement le plus utilisé en odontologie. Des lentilles convergentes sont utilisées pour former une image agrandie. Dans la pratique courante, ce sont les loupes à une seule lentille qui sont utilisées, des loupes rabattables. Elles ont pour avantage d'être légères car elles sont en plastique et leur coût est moins élevé. En revanche, elles fournissent une distance de travail définie qui n'est pas modifiable, cela peut entraîner une compensation par une mauvaise posture, pouvant entraîner des douleurs, tensions musculaires dans le dos ou au niveau du cou.

L'utilisation de loupes avec un système optique à plusieurs lentilles (système optique galiléen) est alors conseillée. Les avantages par rapport au système à une seule lentille sont : un grossissement plus élevé, une profondeur de champ plus importante, une distance de travail améliorée et une meilleure résolution optique. Le grossissement optimal conseillé avec les loupes télescopiques est x2,5. En effet, c'est un compromis entre le poids, le coût et les performances optiques. Les inconvénients par rapport aux loupes à une seule lentille sont le poids et le coût plus élevés. Au fur et à mesure que le grossissement augmente, un éclairage supplémentaire optimal est nécessaire. Des sources lumineuses portables à pinces existent pour palier au manque de luminosité [10].

3.1.9.2 Le microscope

L'utilisation d'un microscope chirurgical est fortement indiquée dans ce type d'intervention. Cette utilisation est aujourd'hui considérée comme une nécessité en endodontie. En effet, le microscope permet une inspection du champ chirurgical à l'aide d'un fort grossissement, d'un éclairage puissant et d'une focalisation adéquat. Cet outil permet la détection d'éléments que l'examen clinique visuel ne me pas en évidence (comme la révélation de canaux supplémentaires, d'éventuelles fissures, fractures, perforations), de mettre en évidence la présence de canaux latéraux qui peuvent alors être préparés et obturés. Il permet également d'identifier les structures anatomiques adjacentes importantes [7,26].

Les microscopes microchirurgicaux permettent de réaliser des interventions microchirurgicales avec la mise en évidence plus aisée des apex radiculaires, une ostéotomie moins volumineuse [56].

Comme les loupes, le microscope utilise le système de lentilles Galiléen [10].



Figure 17 – Posture de travail ergonomique avec un microscope [27].

3.1.10 Le travail à 4 mains

Pour une meilleure ergonomie, la chirurgie endodontique requière la présence d'une aide opératoire pour pouvoir aider au mieux le praticien. Cette aide est précieuse pour l'aspiration. Concernant les écarteurs (principal et secondaire), ils sont tenus soit par le praticien soit par l'aide opératoire selon la dent à traiter. La position des 4 mains changent selon le secteur intéressé [27].

L'idéal est d'avoir une deuxième assistante qui n'est pas habillée en stérile et qui peut délivrer du matériel qui ne serait pas préalablement préparé sur la table d'opération (un travail à six mains).



Figure 18 – Position des mains du praticien et de l'assistante [27].

D'après les éléments décrits précédemment, la chirurgie endodontique classique peut présenter certaines limites. De nombreuses difficultés peuvent être rencontrées lors de cette chirurgie, notamment l'accès à la région apicale des dents surtout pour la région molaire, que ce soit au maxillaire ou à la mandibule. Il est en effet difficile d'accéder à la région apicale lorsque la lésion n'a pas créé de perforation de la corticale. Par ailleurs, la proximité de structures anatomiques nobles comme le nerf alvéolaire inférieur, le foramen mentonnier ou encore les fosses nasales peuvent créer des complications chirurgicales [2,9].

Auparavant, à moins qu'une fistule soit présente, les techniques qui permettaient de suivre l'origine de la pathologie apicale, la localisation de l'apex ou l'évaluation du site d'accès, étaient limitées à l'utilisation de la radiographie bidimensionnelle traditionnelle. Plus récemment, la reconstruction de modèles tridimensionnels basée sur la tomographie à faisceau conique (CBCT) ouvre une nouvelle voie dans l'application d'un diagnostic personnalisé et précis. Néanmoins, la localisation directe intra-orale de l'apex radiculaire sur la base des informations 3D reste très difficile. À main levée, le retrait d'une quantité importante d'os est inévitable [29].

Pour remédier à ces problèmes, la microchirurgie endodontique s'est fortement développée grâce à l'utilisation d'aides optiques, de micro-instruments, aux inserts à ultrasons et aux matériaux compatibles biologiquement. Cependant, des efforts doivent encore être mis en place pour améliorer la précision et localiser l'apex de la dent pour accéder à la lésion [21].

Grâce aux nouvelles technologies, une planification endodontique adéquate avec la création d'un guide chirurgical pour accompagner le praticien lors de l'intervention, peut s'avérer indispensable dans de nombreux cas. Cette méthode dérive du guide chirurgical destiné à l'implantologie [9].

4 Planification d'un guide chirurgical et temps opératoires

Précédemment, il a été décrit que la procédure d'endodontie rétrograde consiste à réaliser l'exérèse de la lésion inflammatoire ou kystique ainsi qu'une résection apicale. Pour cela, l'ablation de l'os buccal souvent intacte est nécessaire [29].

Les objectifs d'un guide chirurgical sont :

- de fournir un accès précis et fiable de l'apex radiculaire d'une dent,
- de réduire au maximum les risques de léser les structures anatomiques nobles à proximité de la zone à traiter,
- de préserver l'os cortical et les structures adjacentes,
- d'effectuer une chirurgie endodontique la moins invasive possible avec néanmoins une efficacité maximale [9].

La production d'un modèle chirurgical guidé par CAD/CAM (conception assistée par ordinateur / fabrication assistée par ordinateur) en endodontie chirurgicale permet une localisation précise d'un apex radiculaire à l'aide d'une ostéotomie guidée. Il peut se révéler très utile pour un environnement anatomique compliqué. D'ordinaire, les modèles chirurgicaux utilisant la CAO/FAO et l'impression 3D sont surtout utilisés en chirurgie implantaire, mais ces techniques se développent de plus en plus pour la chirurgie endodontique [4].

4.1 Etapes de création d'un guide chirurgical

4.1.1 L'examen en 3D

Après avoir réalisé les examens cliniques et radiographiques conventionnels (radiographie panoramique et rétro-alvéolaire), l'examen CBCT est nécessaire. Pour la réalisation d'un guide endodontique, un CBCT petit champ (50x50 ou 50x80 mm) de haute résolution (0,15 ou 0,2 mm) est suffisant. L'idée est d'obtenir un maximum de détails en ayant une dose d'irradiation minimale pour le patient [9].

4.1.2 L'empreinte optique

Cette empreinte est utilisée pour l'obtention d'une représentation des surfaces dentaires et muqueuses. Les données numériques de l'anatomie du patient sont obtenues à l'aide d'un scanner intra-oral. À la suite de l'empreinte, un fichier stéréolithographie (STL) est obtenu.

Liste non exhaustive des scanners intra-oraux utilisés au fauteuil :

- Trios (3Shape),
- PrimeScan et Omnicam (DentsplySirona),
- i500 (Medit),
- CS3600 (CareStream).

Concernant la création d'un guide pour chirurgie endodontique guidée, la prise d'empreinte optique reste compliquée. En effet, il faut un enregistrement des tissus mous très précis. La réalisation d'une empreinte conventionnelle à l'alginate (hydrocolloïde irréversible) ou au silicone (polyvinyl siloxane) peut s'avérer nécessaire. Le modèle physique obtenu est ensuite scanné [9].

4.1.3 Obtention d'un modèle 3D

Le modèle 3D s'obtient soit par l'empreinte optique directement, soit par la numérisation d'un modèle en plâtre conventionnel. Le modèle d'étude est donc transformé en données numériques. Les données numériques relevées sont importées dans un logiciel CAO afin de planifier le traitement et de produire le guide [9,29].



Figure 19 – Image radiographique panoramique issue d'un CBCT en haut. Image de reconstruction 3D de l'arc mandibulaire issue des données STL en bas [9].

Les images ci-dessus, issues du logiciel SICAT Endo, peuvent être fusionnées en identifiant 3 points de repère.

4.1.4 Logiciel de planification

Le logiciel doit permettre l'analyse du CBCT et celle de l'empreinte optique ainsi que leur superposition. La planification se fait sur la même base que la planification implantaire [9].

En effet, le logiciel en 3D utilisé pour la planification pré-chirurgical implantaire peut être utilisé pour la chirurgie endodontique rétrograde. Il permet, entre autre, d'éviter de léser la dent adjacente et de déterminer avec précision la position de la zone affectée. Ces logiciels permettent un contrôle efficace de la position et de la profondeur du forage [29].

Grâce au logiciel de planification, la fusion est faite entre les fichiers CBCT DICOM et les fichiers d'empreinte numérique.

Voici une liste non exhaustive de logiciels de planification :

- Ondemand3D, In2Guid (Cybermed),
- Blue Sky Plan 3 (Blue Sky Bio),
- coDiagnostix (Dental Wings).

À l'heure actuelle, le seul logiciel spécialisé pour l'endodontie est Sicat Endo (Sicat) [9].

4.1.5 Les étapes pour la planification virtuelle de l'accès microguidé

- 1/ placer des « implants fictifs » afin de cibler les apex dentaires,
- 2/ ajuster la profondeur de guidage pour que « l'implant fictif » atteigne la région apicale de la dent,
- 3/ ajuster l'angulation de « l'implant fictif » pour éviter d'interférer avec la lèvre et la face buccale de la joue,
- 4/ contrôler la profondeur de pénétration et l'angulation du foret par un arrêt,
- 5/ préplanifier le volume de l'ostéotomie, le degré d'angulation du biseau et le niveau de résection apicale des racines [9].

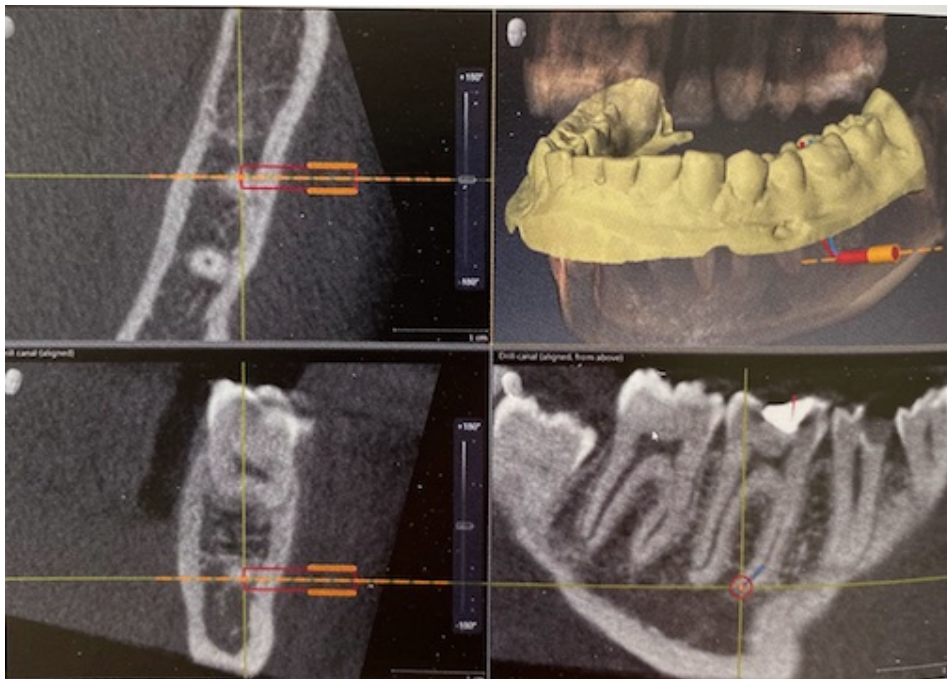


Figure 20 – Planification virtuelle de l'accès pour le forage par rapport à l'apex concerné (Sicat Endo) [9].

Concernant la planification, deux techniques ont été décrites à ce jour :

- réaliser un volet osseux et dentaire cumulé en un seul temps chirurgical. L'intérêt est la simplicité de la procédure pour l'accès aux apex des racines palatines.
- réaliser un forage *a minima* en direction précise de l'apex radiculaire. Le forage sera élargi par la suite. L'intérêt est la sécurité et l'efficacité de la procédure [9].

4.1.6 Création d'un modèle de travail

Une fois la planification virtuelle réalisée, il faut générer et exporter les fichiers STL vers une imprimante 3D. Un modèle de travail est alors réalisé [9].

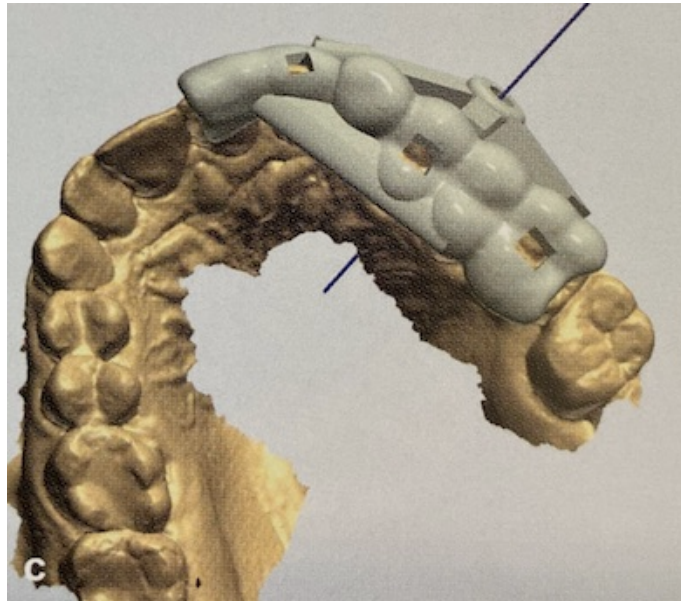


Figure 21 – Modélisation virtuelle du guide chirurgical après coordination des fichiers STL et DICOM (logiciel 3Shape) [9].

4.1.7 Impression du guide

Une fois la planification virtuelle effectuée, des fichiers STL sont générés pour être exportés vers une imprimante 3D qui imprime le modèle à l'aide d'une résine photopolymérisable.

Liste non exhaustive d'imprimantes 3D :

- Objet Eden 260 V (Stratasys),
- Objet350 Connex (Stratasys),
- FABPRO 1000 (BDSYSTEMS),
- PLANMECA CREO® C5 (PLANMECA).

Les deux premières de la liste sont utilisées surtout en endodontie mais toute imprimante 3D utilisée en implantologie peut être utilisée [4,9].

4.2 Les qualités d'un guide chirurgical pour endodontie rétrograde

Pour les applications en chirurgie apicale, il faut que le guide soit :

- fabriqué à l'aide de matériaux transparents,
- être assez résistant pour éviter les déformations,
- avoir un positionnement sur les dents facile et reproductible,
- pouvoir être stérilisé de façon identique que les autres dispositifs médicaux [9].

Différents exemple de guide endodontique pour une chirurgie endodontique rétrograde :



Figure 22 – Guide chirurgical en polylactide [44].

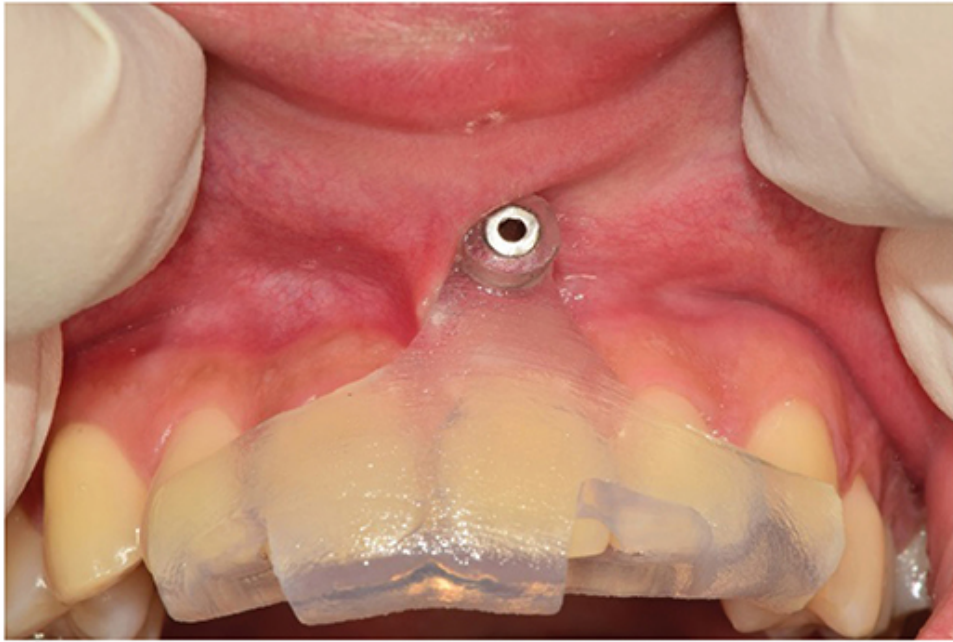


Figure 23 – Guide chirurgical pour la chirurgie de l'incisive centrale maxillaire gauche [29].



Figure 24 – Guide chirurgical pour la chirurgie de la première prémolaire maxillaire gauche [9].

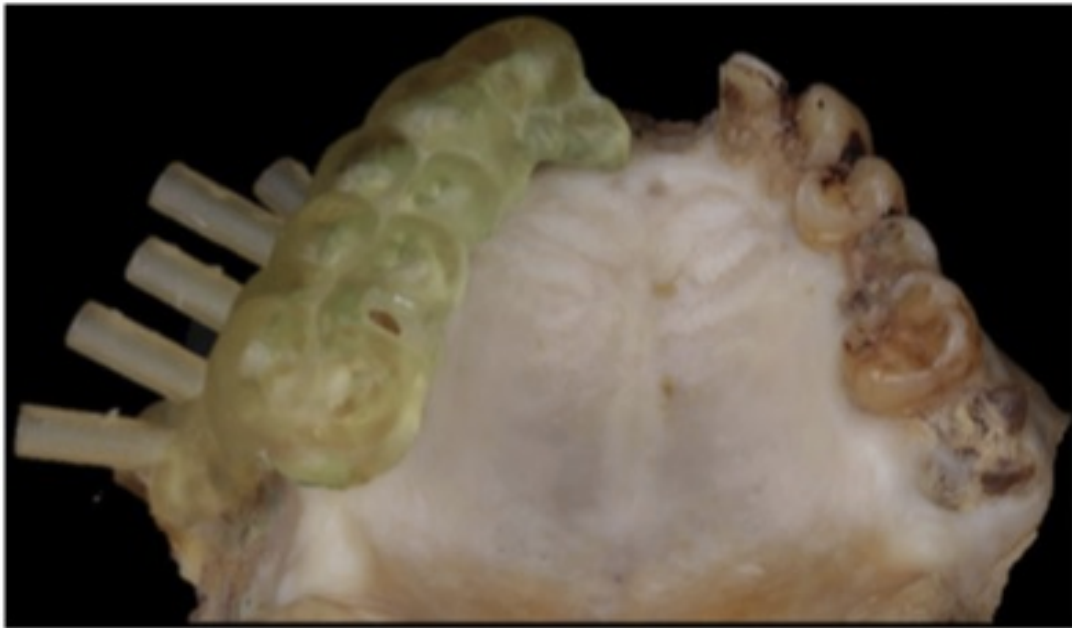


Figure 25 – Guide chirurgical pour une expérimentation sur cadavre fabriqué en Dental Surgical Guide Resin (fabriqué) l'aide de l'imprimante 3D Form 2 [2].



Figure 26 – Guide chirurgical pour chirurgie de la deuxième molaire mandibulaire droite en résine (photographie personnelle)

4.3 Les étapes de la chirurgie endodontique

4.3.1 La désinfection du site

Le patient se rince la bouche à l'aide d'une solution de chlorhexidine à 0,2%. Une antiseptie cutanée peut être réalisée à l'aide d'un badigeonnage soigné de la zone péri-orale à l'aide d'une solution à base de povidone iodée (Bétadine® jaune dermique à 10%) si aucune allergie n'est connue [44,58].

4.3.2 Anesthésie

Cette chirurgie se déroule sous anesthésie locale qui suit les principes généraux de l'anesthésie intra-buccale. Des spécificités existent cependant, le praticien qui opère se doit de les connaître. Contrairement à l'endodontie orthograde, il est difficile de réanesthésier au cours de l'intervention. L'anesthésie doit être efficace et suffisante d'emblée. Cette étape est également importante pour obtenir une bonne hémostase grâce aux vasoconstricteurs, c'est indispensable pour l'obturation à rétro.

L'articaïne est la molécule de choix pour ce type d'acte chirurgical car elle a une faible toxicité permettant d'utiliser une plus grande quantité de molécule active (4%). Le dosage préférentiellement utilisé est : 40 mg/ml d'articaïne adrénalinée à 1/100000. La concentration plus élevée en vasoconstricteur permet une hémostase de qualité, ainsi qu'une durée plus longue de l'anesthésie. L'injection doit être lente avec un test d'aspiration.

Une anesthésie efficace se fait en injectant 3 à 4 cartouches, 10 à 15 minutes avant la première incision, la vasoconstriction est ainsi meilleure. L'anesthésie en vestibulaire péri-apicale s'effectue en 3 points :

- en distal de la lésion,
- centrée sur la lésion,
- en mésial de la lésion [27].

4.3.3 Le temps muqueux

4.3.3.1 Tracés d'incision et lambeaux

L'incision doit :

- être réalisée sur un parodonte assaini. Avant toute acte d'endodontie chirurgicale, le parodonte du patient doit être sain. Les dents doivent être détartrées au préalable et une prescription de bain de bouche doit être réalisée,
- respecter le réseau vasculaire nourricier, cela permet une meilleure cicatrisation [43].

En ce qui concerne la chirurgie endodontique, le lambeau doit être un lambeau muco-périosté. Il est composé généralement d'une incision horizontale et au moins d'une incision verticale de décharge. Cette dernière permet un meilleur accès à la zone apicale [28].

Le lambeau est choisi en fonction du biotype parodontal du patient.

On distingue deux lambeaux principalement :

- lambeau triangulaire : c'est celui qui le plus utilisé en endodontie chirurgicale. Il est indiqué pour tout type de parodonte. Il est composé d'une incision horizontale intra sulculaire et d'une incision verticale de décharge, en respectant la papille [43].

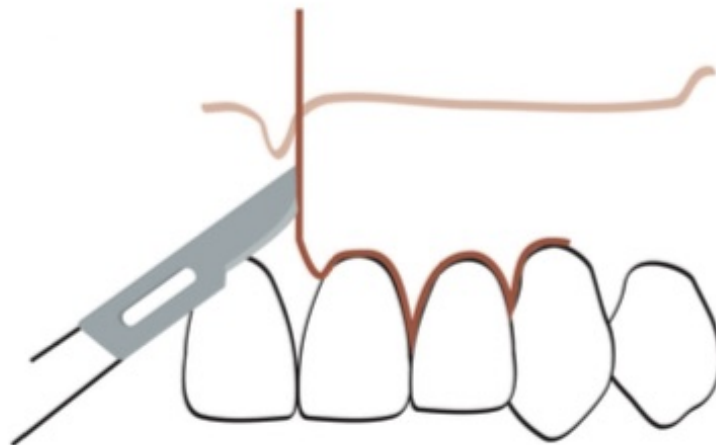


Figure 27 – Illustration du lambeau triangulaire [66].

- lambeau rectangulaire et trapézoïdal : il est composé d'une incision horizontale et de deux incisions verticales. À savoir que l'incision horizontale peut être intra sulculaire ou à distance, au niveau de la gencive attachée seulement si sa hauteur est suffisante. Il est préférable de réaliser ce lambeau sur un biotype gingival épais [28].

Ce qui différencie le lambeau rectangulaire du trapézoïdal, c'est le degré de divergence des deux incisions de décharge verticales [66].

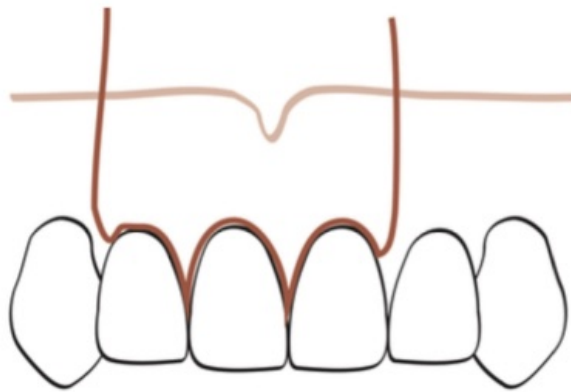


Figure 28 – Illustration du lambeau rectangulaire intra sulculaire [66].

- lambeau de Luebke-Ochsenbein : il est composé d'une incision horizontale située à distance du bord gingival, festonnée et parallèle au contour gingival et de une ou deux incisions verticales proximales. Ce lambeau doit être utilisé lorsqu'il existe une large zone de gencive attachée (ou kératinisée) avec un minimum de 2 mm. Il est utilisé lorsque le risque de récession est élevé (biotype fin, présence d'une couronne prothétique avec une limite juxta-gingivale) [43,66].

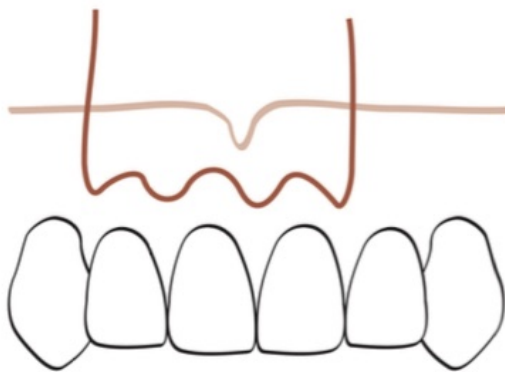


Figure 29 – Illustration du lambeau de Luebke-Oschsenbein [66].

4.3.3.2 Décollement

Cette étape est importante car elle contribue à une bonne visibilité du site chirurgical et à une hémostase de qualité. Les tissus mous doivent être manipulés avec grande précaution afin de ne pas être dilacérés. En effet, le praticien doit pouvoir les repositionner pour pouvoir les suturer. Le lambeau est d'épaisseur totale, le décolleur doit donc toujours être au contact osseux et soulever l'ensemble du lambeau muco-périosté [27].

4.3.4 Temps osseux

4.3.4.1 Ostéotomie

Elle sera facilitée par le guide chirurgical. Le forage est effectué à l'aide d'un foret pilote à travers le guide chirurgical. La fenêtre osseuse peut ensuite être élargie grâce aux instruments rotatifs décrits ci-dessus.

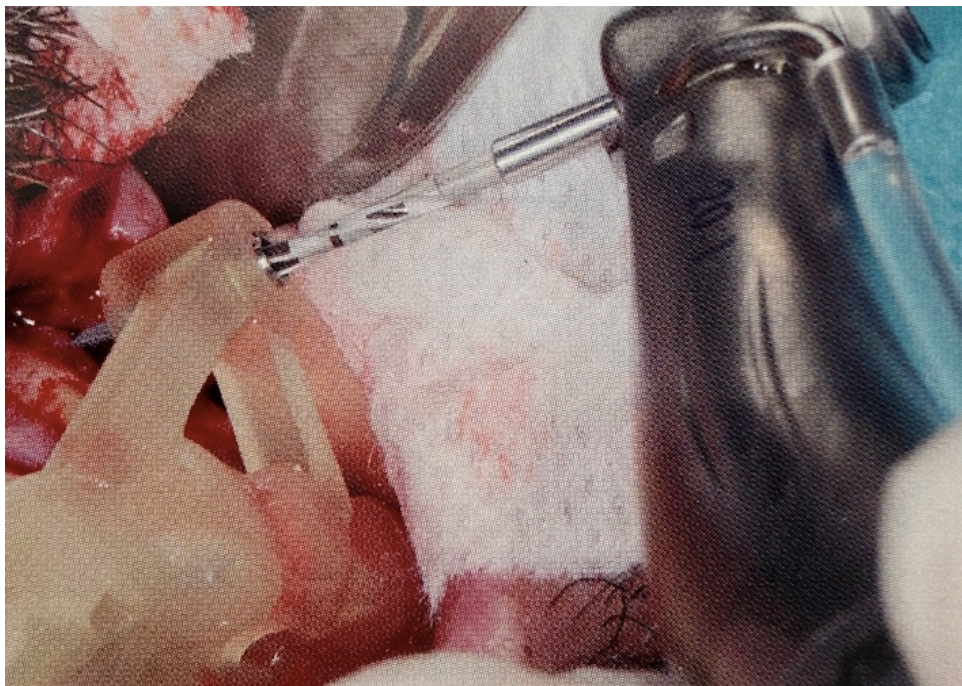


Figure 30 – Forage à l'aide d'un forêt pilote à travers le guide chirurgical [9].

4.3.4.2 Curetage et biopsie de la lésion

La cavité osseuse péri-radicaire est curetée. L'utilisation du microscope est vivement conseillée pour optimiser la visibilité. Une biopsie des tissus mous dont le praticien fait l'exérèse peut être réalisée pour être analysée en anathomo-pathologie [43].

4.3.5 Temps radicaire

4.3.5.1 Résection apicale

Cette étape permet de mettre en évidence le système canalaire de la dent à soigner. Elle est réalisée à l'aide de la turbine chirurgicale sous spray, une fraise Zekrya chirurgicale ou fissure permet de réaliser ce geste. La hauteur pour la partie à réséquer recommandée est de 3mm. En effet, il a été prouvé que les variations canalaires apicales (deltas apicaux, canaux accessoires, bifurcations basses) se trouvent généralement dans les trois derniers millimètres. Un canal lingual plus court peut également être englobé. L'étanchéité apicale n'est donc possible qu'à partir de 3 mm d'obturation. Il a été mis en évidence que les matériaux d'obturation restent perméables dans le premier millimètre et demi. Cette résection s'effectue par abrasion horizontale ou avec un biseau maximal de 10°.

Le temps pré-opératoire passé pour l'analyse radiologique est important car selon l'angle de coupe de la racine, un canal peut être oublié [26,28,43].

4.3.5.2 Préparation canalaire

Le seul acte qui permet de nettoyer et de décontaminer le système canalaire est la préparation mécanique du canal. Elle consiste également à obtenir une forme de convenance adaptée au matériau d'obturation. Cet acte est fait après hémostase du site. Elle est effectuée sous spray grâce aux inserts à ultrasons décrits ci-dessus. [27,43].

4.3.5.3 Obturation à rétro

La partie du canal qui a été préparée doit être séchée à l'aide de pointes de papier stériles préparées au diamètre de la préparation (comme celles utilisées en endodontie classique), d'une microcanule d'aspiration. La meilleure façon de sécher est d'utiliser un micro-embout de seringue précourbé adaptable à la seringue air/eau (adaptateur de Stropko).

Le matériau d'obturation choisi selon le cas doit être spatulé pour atteindre une consistance épaisse pour être façonné en petit cône. Puis le matériau est prélevé à l'aide d'une fine spatule de bouche spécifique. Il est ensuite placé dans le canal préparé. Chaque apport est foulé avant l'insertion d'un nouvel apport pour éviter les bulles d'air. Le dernier apport est légèrement en excès pour obturer le dernier millimètre. L'élimination des excès peut se faire avec la spatule. Concernant les matériaux à prise rapide (IRM ou Super EBA), les excès peuvent être éliminés à l'aide de la fraise Zekrya ou des ultrasons. Des curettes peuvent être passées à la toute fin pour raviver le saignement et ainsi favoriser la formation du caillot sanguin pour une meilleure cicatrisation [43].

4.3.6 Sutures

C'est l'acte qui permet de replacer le lambeau (délimité par l'incision) dans sa position initiale de façon passive, ce qui permet une cicatrisation optimale. Elle permet soit une fermeture hermétique du site soit un simple rapprochement des berges. Le but est d'obtenir une cicatrisation de première intention. Une compression de 10 minutes sur la zone est recommandée après avoir suturé [58].

5 Cas clinique

Cas clinique réalisé par le Docteur Pierre-Olivier PAMELARD au sein de son cabinet dentaire.

5.1 Anamnèse du patient

- Mr J. âgé de 70 ans.
- Motif de consultation : adressé en premier lieu par son dentiste traitant pour la prise en charge d'une lésion péri-apicale sur la deuxième prémolaire supérieure gauche (25) après une tentative de dépose prothétique.
RDV de contrôle à 6 mois : plus de douleurs sur 25 et une bonne cicatrisation est visible en bord de zone d'intervention. Cependant, le patient s'est plaint de douleurs au niveau de la deuxième molaire mandibulaire droite (47),
- antécédents médicaux et médicamenteux : infarctus du myocarde 2 ans auparavant, hypertension artérielle, hypothyroïdie. Sous coaprovel, lévothyrox et bisoprolol,
- examen exobuccal : absence de tuméfaction, absence de ganglions, absence de fistule cutanée.

- examen endobuccal de la zone d'intervention

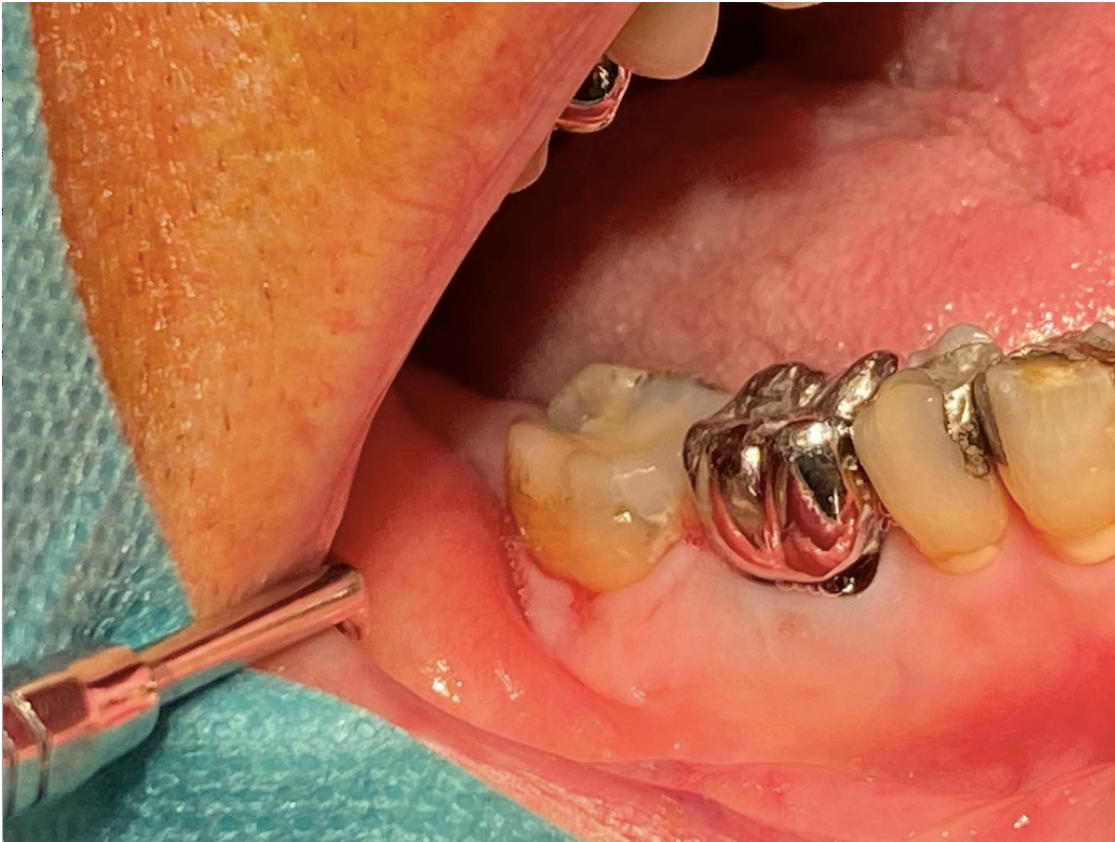


Figure 31 – Photographie intrabuccale centrée sur le secteur molaire mandibulaire droit (photographie personnelle).

Le parodonte concernant la zone était sain. Le sondage parodontal a montré une absence de poche parodontale (sondage à l'aide d'une sonde parodontale inférieur à 3 mm). L'examen endobuccal a également mis en évidence une absence de fistule.

5.2 Examens radiographiques pré-opératoires

5.2.1 Radiographie panoramique pré-opératoire

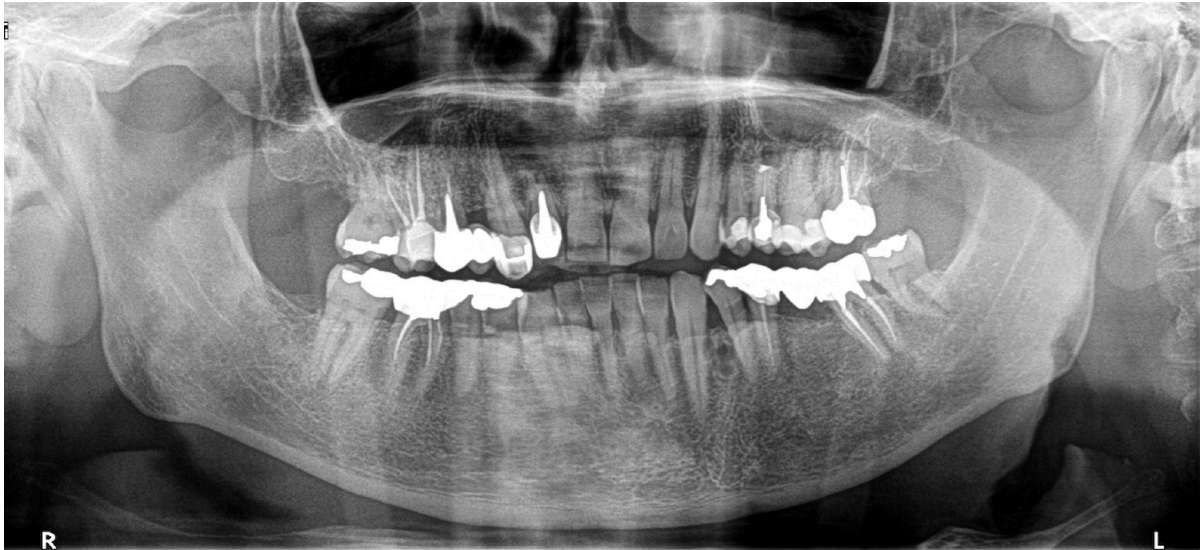


Figure 32 – Radiographie panoramique faite 8 mois avant la chirurgie apicale pour contrôler une ancienne résection apicale faite au niveau de la première prémolaire maxillaire gauche (iconographie personnelle).

5.2.2 CBCT

Un CBCT a été réalisé pour visualiser la lésion apicale avant le traitement endodontique lors du RDV de contrôle de la 25 à cause des douleurs exprimées par le patient. Le patient a été adressé vers son dentiste traitant pour réaliser le traitement endodontique.

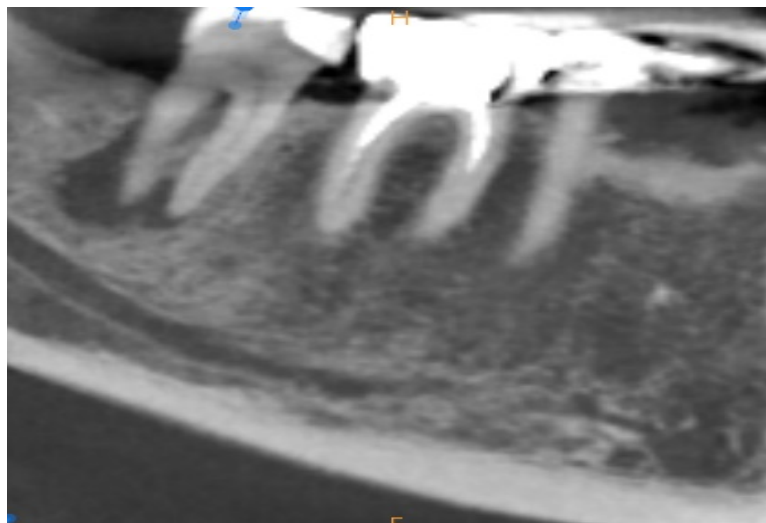


Figure 33 – CBCT centré sur la 2^{ème} molaire inférieure droite mettant en évidence la lésion péri-apicale (iconographie personnelle).

5.3 CBCT après traitement endodontique orthograde à 6 mois

Malgré le traitement endodontique orthograde dense, allant à l'apex, réalisé sous digue, les douleurs ont persisté même 6 mois après le traitement endodontique par voie orthograde. La décision de réaliser la chirurgie apicale a été prise.

L'accès visuel étant difficile sur une deuxième molaire, le choix d'utiliser un guide s'est avéré nécessaire.



Figure 34 – CBCT de la deuxième molaire mandibulaire droite à 6 mois après le traitement endodontique initial (iconographie personnelle).

5.4 Planification du guide

Le logiciel qui a été utilisé pour ce cas est Carestream Dental's CS 3D Imaging.

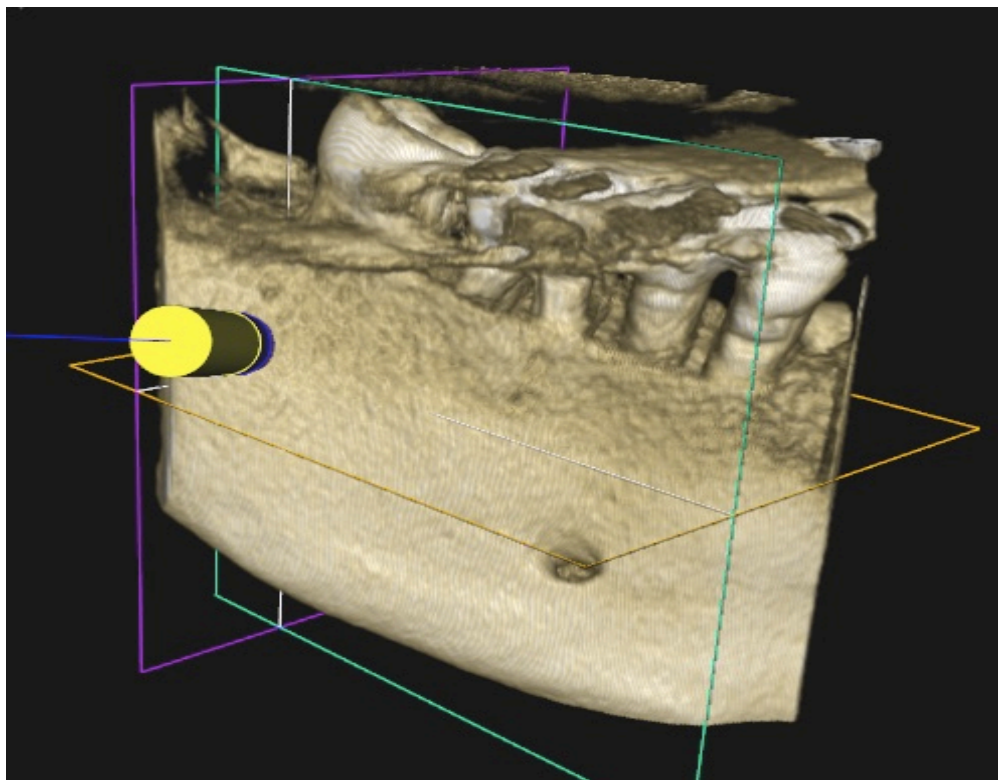
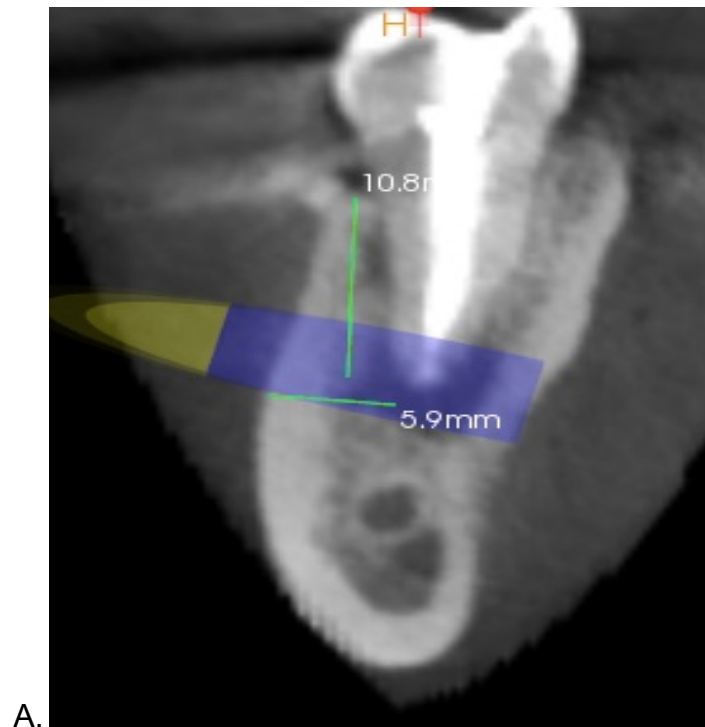


Figure 35 (A) et 36 (B) – Planification pour la microchirurgie endodontique (iconographie personnelle).

5.5 Guide fabriqué par le laboratoire



Figure 37 – Photographie du guide chirurgical sur le modèle (photographie personnelle).

5.6 Intervention chirurgicale

5.6.1 Plateau technique utilisé

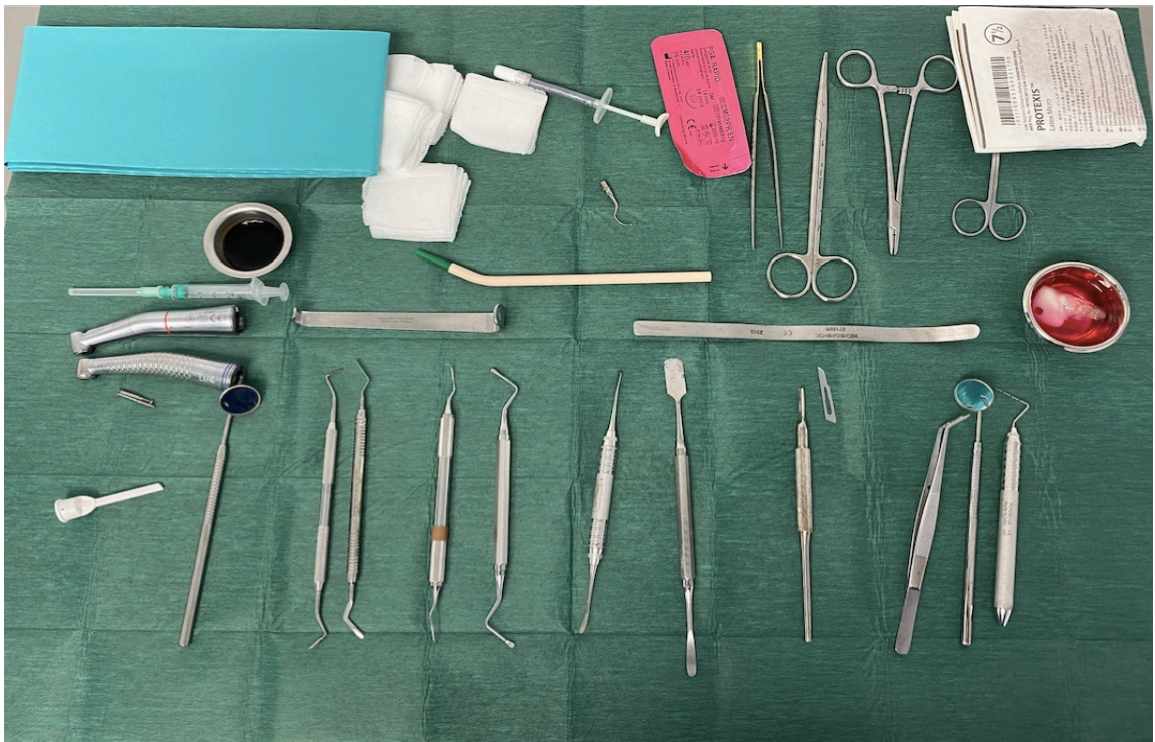


Figure 38 – Photographie du plateau technique utilisé (photographie personnelle).

5.6.2 Levée du lambeau

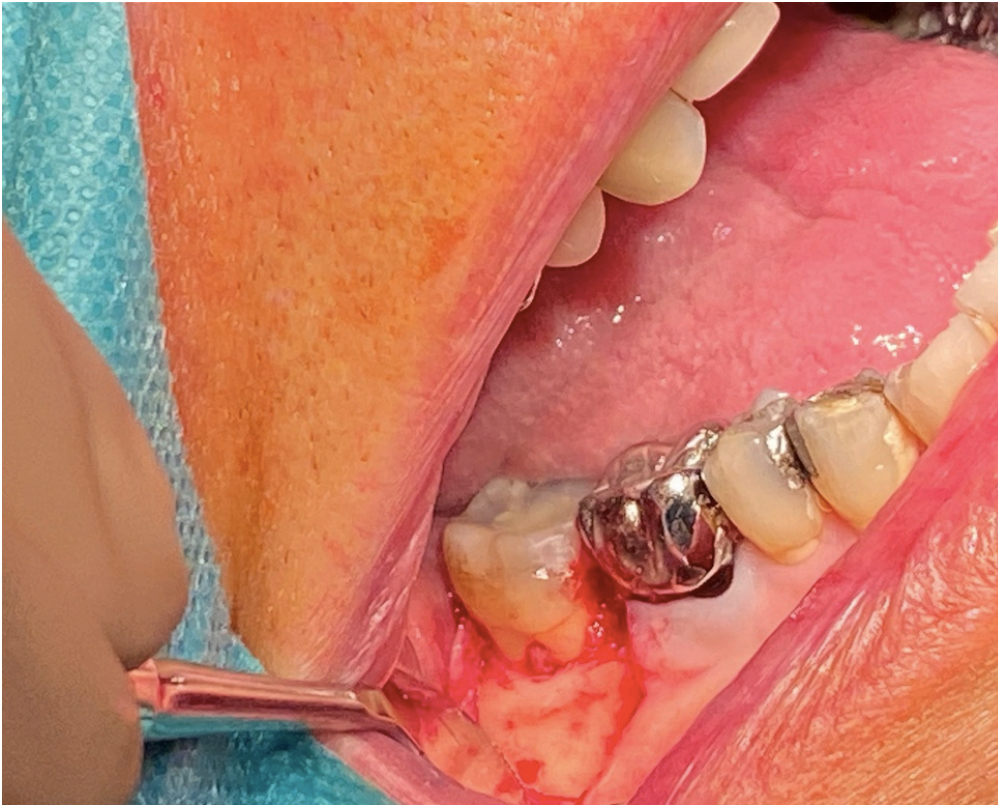


Figure 39 - Photographie endobuccale centrée sur la deuxième molaire mandibulaire droite après levée du lambeau (photographie personnelle).

Le lambeau réalisé est un lambeau triangulaire avec une incision sulculaire horizontale et une incision verticale de décharge mésiale à l'aide d'une lame. La corticale osseuse est saine, aucune fenestration osseuse n'est observable.

5.6.3 Positionnement du guide chirurgical avant forage

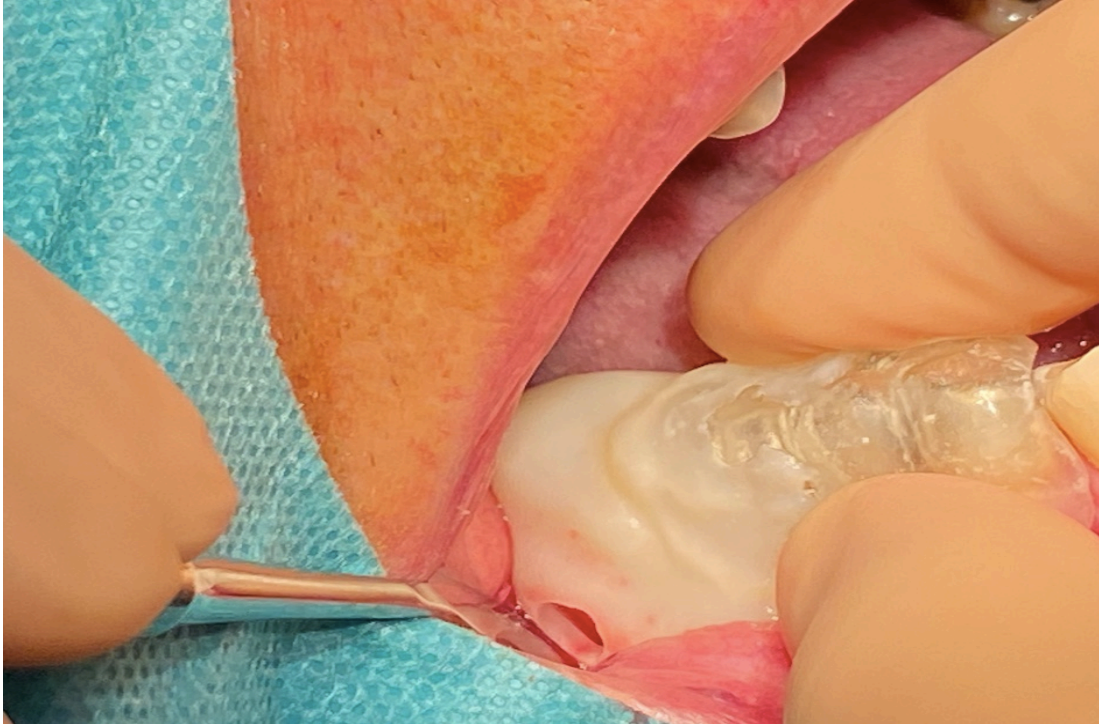


Figure 40 – Photographie endobuccale du guide chirurgical positionné sur l'arcade dentaire (photographie personnelle).

5.6.4 Positionnement du guide après forage

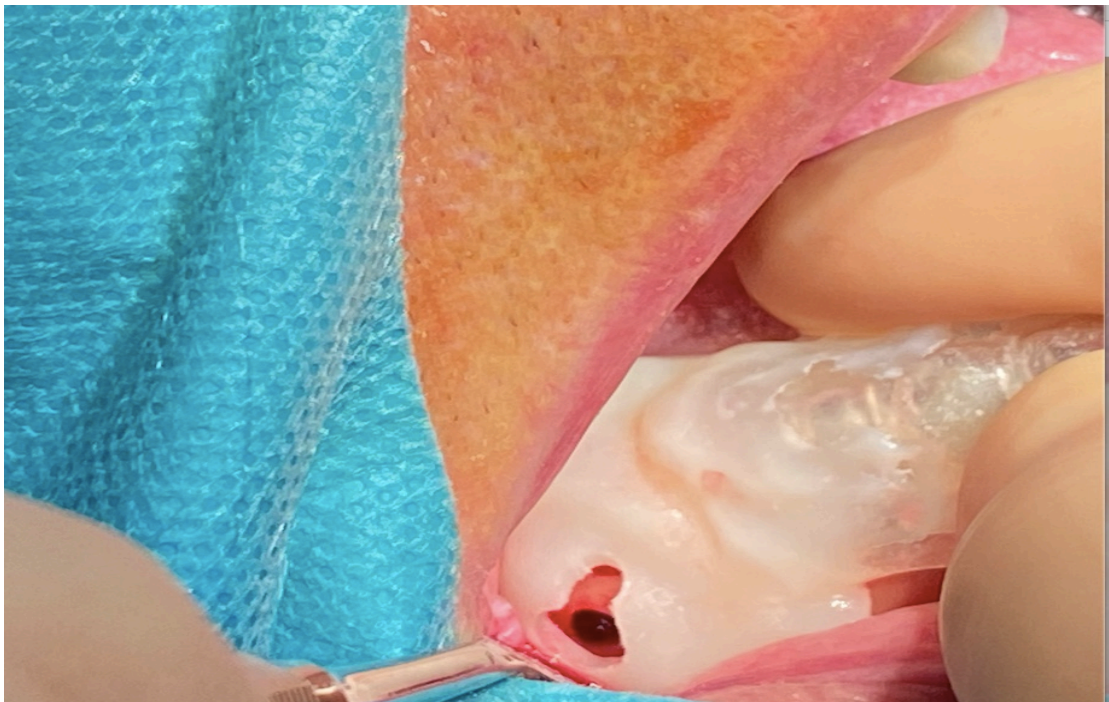


Figure 41 - Photographie endobuccale du guide chirurgical positionné sur l'arcade dentaire après trépanation osseuse (photographie personnelle).

5.6.5 Ostéotomie

L'ostéotomie a été faite à l'aide d'une fraise chirurgicale montée sur turbine avec irrigation



Figure 42 - Photographie endobuccale centrée sur la deuxième molaire mandibulaire droite après ostéotomie (photographie personnelle).

5.6.6 Sutures

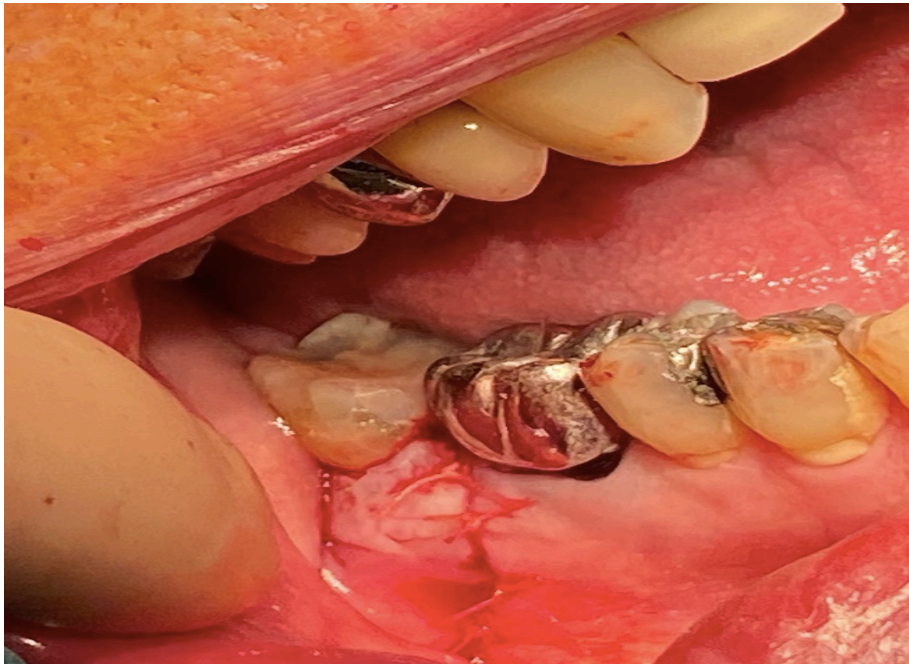


Figure 43 – Photographie endobuccale centrée sur la deuxième molaire mandibulaire droite après réalisation des sutures (photographie personnelle).

5.6.7 Radiographie post-opératoire

Juste après l'intervention, une radiographie panoramique a été réalisée car la prise de radiographie rétro-alvéolaire n'a pas été possible. Le matériau d'obturation (TotalFill Putty) est visible (radio-opacité sur la radiographie). La lésion et les apex ont été réséqués.



Figure 44 – Radiographie panoramique post-opératoire (iconographie personnelle).

Le patient a été revu 15 jours après pour enlever les fils, il n'y avait plus de douleurs.

5.6.8 Radiographie de contrôle à 6 mois



Figure 45 – Coupe du CBCT à 6 mois (iconographie personnelle).

Le patient a été revu à 6 mois, aucune douleur à signaler, aucune gêne.

6 Discussion de l'intérêt du guide

6.1 *Analyse entre les résultats d'une chirurgie endodontique avec ou sans guide*

Les limites et les inconvénients de la chirurgie endodontique classique peuvent être dépassés grâce aux progrès rapides technologiques. Les raisons qui expliquent les limites de la chirurgie classique sont :

- la radiographie conventionnelle ne montre que des images en 2D, ce qui ne représente pas la réalité comme décrit plus haut,
- la recherche de l'apex en direction trop coronale de l'extrémité radiculaire augmente de manière significative les dommages et les risques pour le tissu osseux environnant non pathologique et peut entraîner un risque pour les structures nobles adjacentes,
- il est difficile pour un praticien non expérimenté de faire la balance entre la limitation des dommages des structures environnantes et l'obtention d'un accès visuel et chirurgical pour la résection et l'obturation.

Basé sur le CBCT, la CAD/CAM et l'impression en 3D, ces limites peuvent être résolues [68].

Setzer et coll. ont dit dans une méta-analyse datant de 2010 que les techniques micro-chirurgicales ont une réussite de 94% contre 59% pour les techniques traditionnelles de retraitement [48].

6.2 Intérêt du guide chirurgical

Il a été rapporté que le guide chirurgical utilisé dans le cas de résection apicale démontre :

- une amélioration de la précision pour localiser l'apex radiculaire,
- une amélioration de la précision pour éviter de léser les structures anatomiques nobles, les racines des dents adjacentes,
- une utilité dans les cas où l'accès visuel est limité (le cas des deuxièmes molaires),
- une diminution de la taille de l'ostéotomie qui entraîne moins de dommage au niveau des tissus osseux,
- une diminution du risque hémorragique lors de la chirurgie (grâce à l'ostéotomie à minima),
- une réduction de l'inconfort du patient,
- une diminution du temps opératoire de 30%,
- une réduction du gonflement post-opératoire,
- une amélioration des suites opératoires (au niveau de l'œdème et de la douleur),
- une amélioration du pronostic,
- qu'il peut agir comme un rétracteur des tissus mous afin d'éviter les lésions iatrogènes des tissus mous [2,29,30].

6.3 Limites du guide chirurgical

L'utilisation d'un guide est un concept relativement récent. Certaines limites peuvent néanmoins être mises en évidence quant à l'utilisation de cette technique.

Les limites de la chirurgie endodontique guidée :

- le guide doit être stable et doit prendre appui à la fois sur la dent concernée et sur les dents adjacentes, attention en cas d'édentement important. Une mauvaise stabilité du guide peut entraîner une modification de l'axe du foret pilote,

- un décalage peut exister entre la planification et la situation clinique, la précision du CBCT et de l'empreinte optique doit être effectivement fiable,
- le guide peut subir de légères modifications dimensionnelles lors de la polymérisation,
- d'ordre matériel car cette technique nécessite un cone-beam, une caméra optique, un logiciel de planification. Parfois une imprimante 3D peut être nécessaire, c'est un investissement coûteux,
- le temps passé pour la préparation pré-opératoire qui nécessite des procédures qui prennent beaucoup de temps par rapport à l'approche traditionnelle,
- peu de publications cliniques sur l'utilisation de guides chirurgicaux à l'heure actuelle, se limitant à quelques rapports de cas cliniques [9].
- une contamination par les particules plastiques du guide lors du forage peut se faire, une utilisation de manchon métallique autour de l'orifice de forage peut cependant éviter ce problème. La question de l'asepsie peut être posée quant à la stérilisation adéquate du guide chirurgical [57].
- il y a parfois la nécessité de réagencer la cavité malgré tout car l'accès pour les inserts à ultra-sons n'est pas suffisant.

Conclusion

Dans ce travail, nous avons mis en évidence, en fonction des différents rappels anatomiques, des principes de la chirurgie endodontique et des prérequis nécessaires au succès de celle-ci que la chirurgie endodontique conventionnelle est un acte qui peut être considéré comme complexe dans certaines situations. L'une des difficultés de cette thérapeutique réside dans la localisation de l'apex radiculaire en étant le moins délabrant possible afin de ne pas léser les structures nobles de la sphère orale. La chirurgie endodontique couplée à un guide chirurgical ainsi que les technologies 3D permettent de répondre en partie à cette problématique.

L'utilisation de guides chirurgicaux à visée endodontique est un véritable tournant pour cette thérapeutique. Issue de la technique des guides chirurgicaux implantaires, cette utilisation de guides 3D pourrait s'avérer être la technique de référence pour résoudre les difficultés d'accès des traitements de microchirurgie endodontique. Nous avons donc détaillé les étapes de la planification d'un guide chirurgical et son application dans les différents temps opératoires. Cette procédure élimine l'imprévisibilité de l'ostéotomie et de la résection radiculaire. Elle réduit le temps opératoire, améliore la précision, améliore le confort du patient ainsi que le pronostic. Cela rend une procédure clinique qui est techniquement difficile en une technique relativement simple à gérer. Le guide sécurise cet exercice.

Cependant, le problème actuellement est le manque de documentation suffisante sur cette technique. En effet, même si elle est comparée à l'implantologie, la planification endodontique est à l'heure actuelle en phase initiale. Le coût, le temps, l'irradiation, l'expérience requise pour utiliser le logiciel peuvent décourager de nombreux praticiens. Cette thérapeutique est donc indiquée en général pour les cas les plus complexes. Un cas clinique personnel illustre certaines de ces étapes.

Table des figures

Figure 1 : Vue de face des os du crâne et de la face [38].....	18
Figure 2 : Vue palato-latérale de l'os maxillaire [55].....	19
Figure 3 : Dissection latérale de la région nasale centrée sur le sinus maxillaire [38].....	20
Figure 4 : Vue inférieure d'une coupe transversale du palais dur [55].....	21
Figure 5 : Vue linguale d'une hémisection mandibulaire [55].....	22
Figure 6 : Radiographie rétro-alvéolaire d'une première prémolaire mandibulaire droite où le foramen mentonnier se superpose à la lésion [27].....	23
Figure 7 : Vue sagittale du trajet du nerf maxillaire [55].....	26
Figure 8 : Vue sagittale du trajet du nerf mandibulaire [55].....	28
Figure 9 : Dent incisive : coupe sagittale avec l'alvéole et l'appareil ligamentaire [55].....	30
Figure 10 : Schéma des lésions endo-parodontales selon Simon, Glick et Franck...33	
Figure 11 : Trajet de l'artère palatine au niveau du palais [27].....	40
Figure 12 : Radiographie rétro-alvéolaire mettant en évidence une fistule apicale à l'aide d'un cône de gutta-percha [35].....	43
Figure 13 : Micromiroir rectangulaire et rond comparés au miroir d'examen [43]....	51
Figure 14 : Mini-curettes de chez Stoma®.....	51
Figure 15 : Assortiments d'inserts ultrasoniques microchirurgicaux [15].....	53
Figure 16 : Kit d'instruments Hu-Friedy de microchirurgie endodontique du Docteur Khayat (courtoisie du Docteur Demetriou).....	54
Figure 17 : Posture de travail ergonomique avec un microscope [27].....	58
Figure 18 : Position des mains du praticien et de l'assistante [27].....	59
Figure 19 : Image radiographique panoramique issue d'un CBCT. Image de reconstruction 3D de l'arc mandibulaire issues des données STL [9].....	63
Figure 20 : Planification virtuelle de l'accès pour le forage par rapport à l'apex concerné [9].....	65
Figure 21 : Modélisation virtuelle du guide chirurgical après coordination des fichiers STL et DICOM [9].....	66
Figure 22 : Guide chirurgical en polyactide [44].....	67

Figure 23 : Guide chirurgical pour la chirurgie d'une incisive centrale maxillaire gauche [29].....	68
Figure 24 : Guide chirurgical pour la chirurgie de la première prémolaire maxillaire gauche [9].....	68
Figure 25 : Guide chirurgical pour une expérimentation sur cadavre fabriqué en Dental Surgical Guide Resin (fabriqué) l'aide de l'imprimante 3D Form 2 [2].....	69
Figure 26 : Guide chirurgical pour chirurgie de la deuxième molaire mandibulaire droite en résine (photographie personnelle).....	69
Figure 27 : Illustration du lambeau triangulaire [66].....	71
Figure 28 : Illustration du lambeau rectangulaire intra-sulculaire [66].....	72
Figure 29 : Illustration du lambeau de Luebke-Oschsenbein [66].....	72
Figure 30 : Forage à l'aide d'un forêt pilote à travers le guide chirurgical [9].....	73
Figure 31 : Photographie intra-buccale centrée sur le secteur molaire mandibulaire droit (photographie personnelle).....	77
Figure 32 : Radiographie panoramique faite 8 mois avant la chirurgie apicale pour contrôler une ancienne résection apicale faite au niveau de la première prémolaire maxillaire gauche (iconographie personnelle).....	78
Figure 33 : CBCT centré sur la 2 ^{ème} molaire inférieure droite mettant en évidence la lésion péri-apicale (iconographie personnelle).....	78
Figure 34 : CBCT de la deuxième molaire mandibulaire droite à 6 mois après le traitement endodontique initial (iconographie personnelle).....	79
Figure 35 (A) et 36 (B) : Planification pour la microchirurgie endodontique (iconographie personnelle).....	80
Figure 37 : Photographie du guide chirurgical sur le modèle (photographie personnelle).....	81
Figure 38 : Photographie du plateau technique utilisé (photographie personnelle).....	81
Figure 39 : Photographie endobuccale centrée sur la deuxième molaire mandibulaire droite après levée du lambeau (photographie personnelle).....	82
Figure 40 : Photographie endobuccale du guide chirurgical positionné sur l'arcade dentaire (photographie personnelle).....	83
Figure 41 : Photographie endobuccale du guide chirurgical positionné sur l'arcade dentaire après trépanation osseuse (photographie personnelle).....	83
Figure 42 : Photographie endobuccale centrée sur la deuxième molaire mandibulaire droite après ostéotomie (photographie personnelle).....	84

Figure 43 : Photographie endobuccale centrée sur la deuxième molaire mandibulaire droite après réalisation des sutures (photographie personnelle).....84

Figure 44 : Radiographie panoramique post-opératoire (iconographie personnelle).85

Figure 45 : Coupe du CBCT à 6 mois (iconographie personnelle).....85

Références bibliographiques

1. Abusrewil SM, McLean W, Scott JA. The use of bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *Saudi Dent J*. 2018;30(4):273-82.
2. Ackerman S, Aguilera FC, Buie JM, Glickman GN, Umorin M, Wang Q, et al. Accuracy of 3-dimensional-printed endodontic surgical guide: a human cadaver study. *J Endod*. 2019;45(5):615-8.
3. Aguirre-Zorzano LA, García-De-La-Fuente AM, Estefanía-Fresco R. Treatment of amalgam tattoo with a new technique: mucoabrasion and free connective tissue graft. *Clin Adv Periodontics*. 2019;9(3):120-4.
4. Ahn S-Y, Kim N-H, Kim S, Karabucak B, Kim E. Computer-aided Design/Computer-aided manufacturing-guided endodontic surgery: guided osteotomy and apex localization in a mandibular molar with a thick buccal bone plate. *J Endod*. 2018;44(4):665-70.
5. Akbulut MB, Arpaci PU, Eldeniz AU. Effects of four novel root-end filling materials on the viability of periodontal ligament fibroblasts. *Restor Dent Endod*. 2018;43(3):e24.
6. Al-Amery SM, Nambiar P, Jamaludin M, John J, Ngeow WC. Cone Beam Computed Tomography assessment of the maxillary incisive canal and foramen: considerations of anatomical variations when placing Immediate implants. *PLOS ONE*. 2015;10(2):e0117251.
7. von Arx T. Apical surgery: A review of current techniques and outcome. *Saudi Dent J*. 2011;23(1):9-15.
8. Attal Stym-Popper S. Choix de la stratégie de réintervention une approche philosophique. *Réal Clin*. 2016;27(4):233-241.
9. Aubeux D, Gaudin A. Guides et planification endodontique. *Réal Clin*. 2019;30(4):254-62.
10. Bahcall JK. Visualization in endodontics. *Eur J Gen Dent*. 2013;2(2):96.
11. Barthélémy I, Brix M. Collège Hospitalo-Universitaire français de chirurgie maxillofaciale et stomatologie : Chirurgie Maxillofaciale et Stomatologie. 4ème éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson SAS; 2017.
12. Bercy P, Tenenbaum H. Parodontologie: du diagnostic à la pratique. Bruxelles: De Boeck; 1997.
13. Bonnet E, Chauvel B. Examens radiographiques dentomaxillaires : principes, matériels et indications. *Réal Clin*. 2014;25(2):93-102.

14. Bouchard P. Parodontologie et dentisterie implantaire. Paris: Lavoisier; 2014. 722 p.
15. Chong BS. Managing endodontic failure in practice. London: Quintessence; 2004.
16. De Paolis G, Vincenti V, Prencipe M, Milana V, Plotino G. Ultrasonics in endodontic surgery: a review of the literature. *Ann Stomatol (Roma)*. 2010;1(2):6-10.
17. Drikes S, Delcampe P, Sabin P, Lavis J-F, Cordier G, Vacher C, et al. Étude tomodensitométrique du trajet intra-mandibulaire du nerf alvéolaire inférieur. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2008;109(6):358-62.
18. Ducommun J, Bornstein MM, Wong MCM, von Arx T. Distances of root apices to adjacent anatomical structures in the anterior maxilla: an analysis using cone beam computed tomography. *Clin Oral Investig*. 2019;23(5):2253-63.
19. El Ouarti I, Sakout M, Abdallaoui F. Les lésions périradiculaires d'origine endodontique : Enjeux diagnostiques et thérapeutiques. *Afr J Dent Implantol*. 2019;(15):55-66.
20. Ewers R. The incisal foramen as a means of insertion for one of three ultra-short implants to support a prosthesis for a severely atrophic maxilla - A short-term report. *Heliyon*. 2018;4(12):e01034.
21. Fan Y, Glickman GN, Umorin M, Nair MK, Jalali P. A novel prefabricated grid for guided endodontic microsurgery. *J Endod*. 2019;45(5):606-10.
22. Fonseka MCN, Hettiarachchi PVKS, Jayasinghe RM, Jayasinghe RD, Nanayakkara CD. A cone beam computed tomographic analysis of the greater palatine foramen in a cohort of Sri Lankans. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2019;9(4):306-10.
23. Giacomino CM, Ray JJ, Wealleans JA. Targeted endodontic microsurgery: a novel approach to anatomically challenging scenarios using 3-dimensional-printed guides and trephine burs-a report of 3 cases. *J Endod*. avr 2018;44(4):671-7.
24. Kamina P. Anatomie clinique, Tome II, Tête, cou, dos. 3rd ed. Paris: Éditions Maloine; 2013.
25. Karumaran CS, Ramachandran AK, Venkatesan R. Chronic sinusitis of odontogenic origin due to an undiagnosed displaced root fragment in the maxillary sinus and the role of cone beam computed tomography in successful management. *Indian J Dent Res*. 2018;29(6):847.
26. Khayat B. Chirurgie endodontique ou endodontie chirurgicale ? *Inf Dent*. 28 juin 2006;(26):1523-7.
27. Khayat B, Jouanny G. La chirurgie endodontique. Paris; 2016.

28. Khayat B, Michonneau J-C. Endodontie chirurgicale une chance supplémentaire. *Inf Dent.* juin 2010;(22):119-24.
29. Kim J-E, Shim J-S, Shin Y. A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology. *Restor Dent Endod.* 2019;44(3):e29.
30. Lai P-T, Yang S-F, Lin Y-M, Ho Y-C. Computer-aided design-guided endodontic microsurgery for a mandibular molar with hypercementosis. *J Formos Med Assoc Taiwan Yi Zhi.* 2019;118(10):1471-2.
31. Leston JM. Anatomie fonctionnelle du nerf trijumeau. *Neurochirurgie.* 2009;55(2):99-112.
32. Liao W-C, Lee Y-L, Tsai Y-L, Lin H-J, Chang M-C, Chang S-F, et al. Outcome assessment of apical surgery: A study of 234 teeth. *J Formos Med Assoc Taiwan Yi Zhi.* 2019;118(6):1055-61.
33. Lieblich SE. Current concepts of periapical surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am.* 2015;27(3):383-92.
34. Maret D, Diemer F. Apport de l'imagerie cone beam en endodontie. *Réal Clin.* 2014;25(2):139-46.
35. Merino EM, Machtou P. Endodontic microsurgery. London; Paris; Chicago: Quintessence Pub.; 2009. 340 p.
36. Monaghan L, Jadun S, Darcey J. Endodontic microsurgery. Part one: diagnosis, patient selection and prognoses. *Br Dent J.* juin 2019;226(12):940-8.
37. Moradi S, Disfani R, Ghazvini K, Lomee M. Sealing ability of orthograde MTA and CEM Cement in apically resected roots using bacterial leakage method. *Iran Endod J.* 2013;8(3):109-13.
38. Netter FH, Hansen JT, Kamina P. Atlas d'anatomie humaine. 5ème éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2011.
39. Nguyen J, Duong H. Anatomy, Head and Neck, Alveolar Nerve. In: *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019.*
40. Pawar AM, Kokate SR, Shah RA. Management of a large periapical lesion using BiodentineTM as retrograde restoration with eighteen months evident follow up. *J Conserv Dent JCD.* 2013;16(6):573-5.
41. Piagkou M, Demesticha T, Skandalakis P, Johnson EO. Functional anatomy of the mandibular nerve: Consequences of nerve injury and entrapment. *Clin Anat.* 2011;24(2):143-50.
42. Pinsky HM, Champleboux G, Sarment DP. Periapical surgery using CAD/CAM guidance: preclinical results. *J Endod.* 2007;33(2):148-51.

43. Pommel L, Pertot W-J. La réintervention endodontique chirurgicale. *Réal Clin.* 2016;27(4):275-90.
44. Popowicz W, Palatyńska-Ulatowska A, Kohli MR. Targeted endodontic microsurgery: computed tomography-based guided stent approach with platelet-rich fibrin graft: A Report of 2 Cases. *J Endod.* 2019;45(12):1535-42.
45. Prédine-Hug F, Boisramé-Gastrin S. Examen au fauteuil. In: *Odontologie.* Paris: Elsevier Masson SAS; 2009.
46. Salmon B, Martinez H. Applications de l'imagerie en chirurgie orale : modalités et indications. *Réal Clin.* 2014;25(2):155-66.
47. Saxena P, Gupta SK, Newaskar V. Biocompatibility of root-end filling materials: recent update. *Restor Dent Endod.* 2013;38(3):119-27.
48. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature - part 1: comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod.* 2010;36(11):1757-65.
49. SFCO. Gestion péri-opératoire des patients traités par antithrombotiques en chirurgie orale. 2015.
50. Shafique S, M Das J. Anatomy, Head and Neck, Maxillary Nerve. In: *StatPearls [Internet].* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542277/>
51. Silva SR da, Silva JD da, Schnaider TB, Veiga DF, Novo NF, Mesquita M, et al. The use of a biocompatible cement in endodontic surgery. A randomized clinical trial 1. *Acta Cir Bras.* 2016;31(6):422-7.
52. Simon JHS, Glick DH, Frank AL. The relationship of endodontic-periodontic lesions. *J Endod.* 2013;39(5):e41-46.
53. Simon S. L'endodontie de A à Z: traitement et retraitement. Rueil-Malmaison: CDP; 2018. 293 p.
54. Simon S, Machtou P, Pertot W-J. Endodontie. Rueil-Malmaison: CDP; 2012. 514 p.
55. Sobotta J, Putz R, Pabst R, Putz R, Bedoui S. Head, neck, upper limb. 14. ed. München: Urban & Fischer; 2006. 419 p.
56. Strbac GD, Schnappauf A, Giannis K, Moritz A, Ulm C. Guided modern endodontic surgery: a novel approach for guided osteotomy and root resection. *J Endod.* 2017;43(3):496-501.
57. Sutter E, Lotz M, Rechenberg D-K, Stadlinger B, Rücker M, Valdec S. Guided apicoectomy using a CAD/CAM drilling template. *Int J Comput Dent.* 2019;22(4):363-9.

58. Tarragano H, Roche PM Franck Moyal, Benjamin Illouz, Yvon. La chirurgie orale. Rueil-Malmaison: Initiatives Sante; 2015. 1228 p.
59. Taschieri S, Testori T, Azzola F, Del Fabbro M, Valentini P. Régénération tissulaire guidée en chirurgie endodontique. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 2008;109(4):213-7.
60. Thakur AR, Burde K, Guttal K, Naikmasur VG. Anatomy and morphology of the nasopalatine canal using cone-beam computed tomography. Imaging Sci Dent. 2013;43(4):273-81.
61. Tilotta F, Lazaroo B, Gaudy J-F. Gestion des risques anatomiques liés à la mise en place de minivis palatines. Int Orthod. 2008;6(2):169-79.
62. Tilotta F, Lévy G, Lautrou A. Anatomie dentaire. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Health Sciences; 2018. 319 p.
63. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF, Levy G. Endodontie: principes et pratique. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2016. 500 p.
64. Vacher C. Bases anatomiques de l'abord du sinus maxillaire pour l'implantologie. Actual Odonto-Stomatol. 2013;(265):19-23.
65. Vallaey K, Hodez C. Imagerie dentomaxillaire par faisceau conique : principes, matériels, indications et dosimétrie. Réal Clin. 2014;25(2):103-14.
66. Velvart P, Peters CI. Soft Tissue Management in Endodontic Surgery. J Endod. 2005;31(1):4-16.
67. Yasin-Ertem S, Altay H, Hasanoglu-Erbasar N. The evaluation of apicectomy without retrograde filling in terms of lesion size localization and approximation to the anatomic structures. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2019;24(2):e265-70.
68. Ye S, Zhao S, Wang W, Jiang Q, Yang X. A novel method for periapical microsurgery with the aid of 3D technology: a case report. BMC Oral Health. 2018;18.

Annexe

Annexe 1 : Gestion péri-opératoire des patients traités par antithrombotiques en chirurgie orale selon la SFCO

Société Française de Chirurgie Orale

sfco

Gestion péri-opératoire des patients traités par antithrombotiques en chirurgie orale en collaboration avec la Société Française de Cardiologie et le Groupe d'Intérêt en Hémostase Péri-Opératoire

ANNEXES
Annexe 1

Annexe 1 : Stratification du risque hémorragique en fonction du type de chirurgie et mesures préventives.

Type de chirurgies et actes invasifs		Mesures préventives des complications hémorragiques
Actes sans risque hémorragique		
<ul style="list-style-type: none"> Anesthésie locale Détartrage 		- Hémostase mécanique simple par pression
Chirurgies et actes à faible risque hémorragique		
(Chirurgies pour lesquelles une hémorragie extériorisée est facilement contrôlable par une hémostase chirurgicale conventionnelle *)		
<ul style="list-style-type: none"> Avulsion simple Avulsions multiples dans 1 même quadrant Chirurgie endodontique, périapicale, énucléation de kystes et tumeurs bénignes (lésion < 3cm) Chirurgie muco-gingivale (hors greffe gingivale avec prélèvement palatin) Chirurgie pré-orthodontique d'une dent enclavée, incluse Implant unitaire Dégagement implant(s) (pilier cicatrisation) Biopsie-exérèse muqueuse orale (≤1 cm) 		<ul style="list-style-type: none"> Mesure d'hygiène bucco-dentaire et détartrage Hémostase chirurgicale conventionnelle Acide tranexamique
Chirurgies et actes invasifs à risque hémorragique élevé		
(Chirurgies pour lesquelles des pertes sanguines significatives et/ou transfusions plaquettaires sont rapportées dans la littérature, interventions d'une durée opératoire > 1 heure, interventions critiques par leurs localisations (sinus maxillaire, plancher buccal) et/ou difficilement contrôlables par une hémostase chirurgicale conventionnelle *).		
<ul style="list-style-type: none"> Avulsions multiples dans plusieurs quadrants Avulsion de dent(s) incluse(s) Implants multiples dans plusieurs quadrants Élévation du sinus (voie crestale, voie latérale) Greffes osseuses d'apposition (en onlay) Grefe osseuse particulaire et régénération osseuse guidée Chirurgie des tissus mous (lithiase salivaire) Chirurgie endodontique, périapicale, énucléation de kystes et tumeurs bénignes (lésion > 3cm) Fermeture d'une communication bucco-sinusienne Exérèse des pseudotumeurs et tumeurs bénignes de la muqueuse buccale (> 1 cm) 		<ul style="list-style-type: none"> Même mesure préventive que pour une chirurgie à risque hémorragique faible à modéré Médicaments dérivés du sang, à base de fibrinogène et thrombine humains Electrocoagulation mono et bipolaire Privilégier les chirurgies mini-invasives (flapless et chirurgie implantaire guidée, abord du sinus par voie crestale...) Imagerie 3D préopératoire (sinus, région symphysaire) en cas de pose d'implant

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année [2020] – N°:

Intérêt d'un guide chirurgical pour l'endodontie rétrograde /
LE GUERN Maëlle.- p. (98) : ill. (45) ; réf. (68).

Domaine : Endodontie, Chirurgie Orale, Parodontologie

Mots clés Rameau: Endodontie ; Microchirurgie

Mots clés FMeSH: Endodontie ; Microchirurgie ; Parodontite péri-apicale

Mots clés libres : Chirurgie guidée ; Guide chirurgical ; LIPOE

Résumé de la thèse :

Traditionnellement, la chirurgie endodontique est considérée comme l'ultime chance de conservation d'une dent face à la persistance d'une pathologie péri-apicale. Ce terme a ensuite évolué en « microchirurgie endodontique » grâce à l'essor du microscope opératoire, des loupes binoculaires et des inserts ultrasonores.

Cependant l'accès aux apex radiculaires tout en respectant les structures nobles reste une des difficultés principales. Grâce aux principes de la chirurgie implantaire guidée adaptés à l'endodontie, la chirurgie endodontique guidée se développe. L'association de l'imagerie tridimensionnelle et du flux numérique ouvre des perspectives pour planifier les cas complexes.

L'objectif de cette thèse est centré sur l'intérêt d'un guide chirurgical lors de la réalisation d'un acte de chirurgie endodontique. Les différentes étapes de conception du guide chirurgical permettant sa bonne utilisation y sont exposées.

Ce travail présente les différentes structures nobles à ne pas léser, les étapes de la chirurgie endodontique, les objectifs du guide chirurgical et fait état de ses intérêts et de ses limites. Un cas clinique personnel illustre l'intérêt du guide chirurgical pour l'endodontie rétrograde à destination des praticiens soucieux d'améliorer leur protocole.

IURY :

Présidente : Madame le Professeur Elisabeth DELCOURT-DEBRUYNE

Assesseurs : Monsieur le Docteur Thibault BECAVIN

Monsieur le Docteur Lieven ROBBERECHT

Monsieur le Docteur Alexandre DEMETRIOU