

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année : 2015

Thèse n° 2015-TOU3-3040

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Jérémy BEISSON

Le 23 Juin 2015

Images pathologiques d'origine endodontique et anatomies dentaires particulières : analyse par CBCT petit champ de vue

Directeur de thèse : Dr GURGEL-GEORGELIN Marie

JURY

Président :

Professeur Cathy NABET

1^{er} assesseur :

Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN

2^{ème} assesseur :

Docteur Franck DIEMER

3^{ème} assesseur :

Docteur Jérôme MICHETTI





Faculté de Chirurgie Dentaire



→ DIRECTION

ADMINISTRATEUR PROVISOIRE

Mr Hugues CHAP

ASSESEURS DU DOYEN

♦ ENSEIGNANTS :

Mr CHAMPION Jean
Mr HAMEL Olivier
Mr POMAR Philippe

♦ PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE :

Mme GRIMOUD Anne-Marie

♦ ÉTUDIANT :

Mr HAURET-CLOS Mathieu

CHARGÉS DE MISSION

Mr PALOUDIER Gérard
Mr AUTHER Alain

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme MORICE Marie-Christine

→ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section : Mr VAYSSE

Professeur d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER
Maîtres de Conférences : Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mr VAYSSE
Assistants : Mme DARIES, Mr MARTY
Chargés d'Enseignement : Mr DOMINÉ

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section : Mr BARON

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG
Assistants : Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES
Chargés d'enseignements : Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section : Mr HAMEL

Professeur d'Université : Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU
Maître de Conférences : Mr HAMEL, Mr VERGNES
Assistant : Mlle BARON
Chargés d'Enseignement : Mr DURAND, Mr PARAYRE

→ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr LAGARRIGUE Jean +
Mr LODTER Jean-Philippe
Mr PALOUDIER Gérard
Mr SOULET Henri

→ ÉMERITAT

Mme GRÉGOIRE Geneviève
Mr PALOUDIER Gérard

57.01 PARODONTOLOGIE**Chef de la sous-section : Mr BARTHET**

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN
 Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL
 Chargés d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION**Chef de la sous-section : Mr CAMPAN**

Professeur d'Université : Mr DURAN
 Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY
 Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI
 Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)**Chef de la sous-section : Mr KEMOUN**

Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT
 Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET
 Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mme PESUDO, Mme SOUBIELLE
 Chargés d'Enseignement : Mr BLASCO-BAQUE, Mr SIGNAT, Mme VALERA

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE**Chef de la sous-section : Mr GUIGNES**

Maîtres de Conférences : Mr DIEMER, Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
 Assistants : Mr ARCAUTE, Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI
 Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)**Chef de la sous-section : Mr CHAMPION**

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR
 Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS
 Assistants : Mr CHABRERON, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO, Mme SELVA
 Chargés d'Enseignement : Mr BOGHANIM, Mr DESTRUHAUT, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mr POGÉANT, Mr RAYNALDY, Mr GINESTE

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE**Chef de la sous-section : Mme JONIOT**

Professeurs d'Université : Mme GREGOIRE
 Maîtres de Conférences : Mme JONIOT, Mr NASR
 Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT
 Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mr ETIENNE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.

(Délibération en date du 12 mai 1891).

Mise à jour au 1^{er} avril 2015

Remerciements

Papa et Maman, pour votre amour et votre soutien sans faille pendant ces longues années d'étude. Le bonheur et l'équilibre que vous avez su m'apporter me sont précieux. J'espère que vous êtes fiers du chemin accompli et de la personne que je suis.

Caro, ma Crocro, ma petite sœur adorée. Tous nos délires et nos chamailleries me manquent un peu maintenant que tu es exilée à Paris ! Je suis heureux que tu aies trouvé ta voie, ta générosité et ton grand cœur méritent ce bonheur.

Papy et Mamie, merci pour tous ces étés inoubliables. Les valeurs que vous m'avez transmises ont forgé mon caractère, le goût de la lecture restera votre plus beau cadeau.

Laura, pour l'amour que tu m'apportes depuis toutes ces années. Ton sourire et ta joie de vivre illuminent ma vie, tu es la personne la plus chère à mon cœur. Une nouvelle aventure commence pour nous deux, l'occasion de cultiver notre complicité et de réaliser nos rêves ! Et promis plus de surnoms...

Antho, mon grand frère, j'ai beaucoup d'admiration pour la façon dont tu conduis ta vie. Esther, Ella, Chiara et toi formez tous les quatre une très belle famille.

Marjo, ma grande sœur, la battante toujours sur tous les fronts. Ta force de caractère est un modèle pour moi. J'espère avoir le temps maintenant de venir dans le Sud-Est plus souvent profiter de ta petite famille !

Les potos du lycée, finalement les gamins qu'on était en seconde ont plutôt bien réussi ! BO, BA, Hugal, Bourgui, Caro, Don, Cancio, Pierrot, merci pour toutes ces bonnes tranches de rigolade ! De Pardailhan à San Sebastian en passant (et repassant un nombre incalculable de fois) par les banquettes miteuses du Clover Pub, que de souvenirs resteront ! Mention spéciale à Baya pour ton humour cinglant et ton amitié sans failles ! Le mot de la fin à Baptou, mon plus fidèle ami, tu me fais tant rire depuis 26 ans, il n'y a que toi pour répandre la bonne humeur de cette façon !

JC, Cés', Aurore, pour tous ces bons moments de montagne, parce que « ça passe » toujours !
Bon repas, bonne humeur et dénivelé, une belle façon d'entretenir une amitié.

Colin, binomous, on a bien rigolé toutes ces années, en clinique et en dehors ! J'aurai eu du mal à fonctionner avec un autre binôme et j'imagine que toi aussi !

Xav' le Lourdais toujours motivé, **Julie-Julie**, ta bonne humeur dynamique et ton caractère bien trempé, **Deudeuh**, binôme 22 juin, de crânes et de squash de temps à autres, **Flo**, fidèle Nantais et Ninja professionnel, **Clément**, mon ami philosophe, pour les discussions passionnantes et les voyages à venir, **Christelle, Romain, Caro, Sonia et tous les autres dentaires !**

Jérèm, ton rire qui nous manque tellement...

Les filles de L'Isle-Jourdain, le Dr Vieu et le Dr Lubespère : pour avoir fait confiance au jeune praticien que je suis.

Un remerciement particulier est adressé au Dr Rami Hamdan pour avoir accepté de participer à ce travail. Votre aide aura été précieuse dans la lecture des CBCT et j'espère que notre collaboration se poursuivra au-delà de cette thèse.

A notre Président du Jury,

Madame le Professeur NABET Cathy

- Professeur des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme d'Etudes Approfondies de Santé Publique – Epidémiologie
- Docteur de l'Université Paris XI,
- Habilitation à Diriger des Recherches (HDR),
- Lauréate de la Faculté de Médecine,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

*Nous sommes très honorés que vous ayez accepté de présider ce jury de thèse.
Nous avons apprécié votre disponibilité auprès des étudiants tout au long de nos études.*

Soyez assurée de nos considérations et de notre plus profond respect.

A notre Directrice de Thèse,

Madame le Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Doctorat d'Université – Université d'Auvergne-Clermont I,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- D.E.A. MASS Lyon III,
- Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

Nous vous remercions chaleureusement d'avoir accepté de diriger ce travail de thèse.

Votre disponibilité et votre engagement auront été d'un grand secours tout au long de ce travail.

Vos compétences et votre gentillesse auront été un repère durant toutes nos études et votre investissement auprès des étudiants très apprécié.

Veillez accepter notre profonde gratitude et notre reconnaissance.

A notre Jury de Thèse,

Monsieur le Docteur DIEMER Franck

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.E.A. de Pédagogie (Education, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,
- Habilitation à diriger des recherches (H.D.R.),
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Vous nous faites un grand honneur que de siéger à ce jury de thèse.

La rigueur et la qualité de votre enseignement nous ont donné une grande motivation tout au long de notre cursus.

Votre investissement lors de nos années cliniques aura largement contribué à l'amélioration de nos compétences, en particulier dans le domaine de l'endodontie.

Veillez accepter notre reconnaissance et notre respect le plus sincère.

A notre Jury de Thèse,

Monsieur le Docteur MICHETTI Jérôme

- Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 1 Biosanté,
- Master 2 Recherche « Radiophysique et Imagerie Médicales »,

Nous tenons à vous remercier de siéger à notre jury de thèse.

Nous sommes honorés de la confiance que vous nous avez accordée, au sein de votre propre cabinet dentaire mais aussi dans l'encadrement de vos étudiants.

Nous vous remercions des bonnes habitudes que vous nous avez transmises et qui contribuent à améliorer la qualité de nos soins.

Veillez agréer notre sincère gratitude et notre profonde sympathie.

Table des matières

Introduction.....	14
-------------------	----

Première partie : Rappels

1. Généralités sur le CBCT.....	15
1.1. Principe du CBCT.....	15
1.2. Unité de volume et champs de vue.....	16
1.3. Autres caractéristiques du CBCT.....	17
1.4. Applications du CBCT à l'endodontie.....	19
2. Lésions péri-apicales et CBCTPAI.....	22
3. Rappels sur l'anatomie radulaire et canalaire.....	26

Deuxième partie : Etude

1. Matériels et méthodes.....	32
1.1. Matériels.....	32
1.1.1. Constitution de l'échantillon d'étude.....	32
1.1.2. Matériels utilisés.....	33
1.2. Méthodes.....	34
1.2.1. Acquisition des CBCT.....	34
1.2.2. Anonymisation des CBCT.....	34
1.2.3. Analyse des CBCT.....	35
1.2.4. Analyse statistique.....	36
2. Résultats.....	37
2.1. Concordance inter- et intra-observateur.....	37
2.2. Description de l'échantillon d'analyse.....	37
2.3. Anatomie radiculaire et canalaire de la population étudiée.....	38
2.4. Variabilité canalaire de la population étudiée.....	48
2.5. Autres variables de l'échantillon d'analyse.....	49
2.6. Quantification des lésions apicales d'origine endodontique.....	51
2.7. Approche qualitative des lésions apicales d'origine endodontique.....	53
2.8. Facteurs associés aux lésions apicales d'origine endodontique.....	55

3. Discussion.....	58
3.1. Discussion sur les matériels et méthodes.....	59
3.2. Discussion sur les résultats.....	59
3.2.1. Anatomie radiculaire et configuration canalaire.....	59
3.2.2. Prévalence du MV2.....	61
3.2.3. Parodontites apicales et facteurs associés.....	61
Conclusion.....	63
Bibliographie.....	64

Introduction

L'anatomie endodontique est un réseau complexe et très variable. C'est donc un paramètre particulièrement important à prendre en compte dans la réalisation d'un traitement endodontique. En effet, l'anatomie déterminera l'aménagement de la voie d'accès coronaire et canalaire au travers des techniques de cathétérisme-ampliation et d'obturation à mettre en œuvre. Il est donc nécessaire pour le praticien d'identifier préalablement les difficultés qu'il risque de rencontrer au cours de la thérapeutique. L'imagerie est un outil indispensable à une bonne appréhension de l'anatomie individuelle. Aussi l'imagerie tridimensionnelle clinique, au travers notamment du CBCT, est un outil diagnostique mais aussi un outil d'anticipation thérapeutique et pronostic qui apporte une aide précieuse au praticien. Cet outil tridimensionnel, lorsqu'il exploite un petit champ, apporte de grandes précisions anatomiques en termes de nombre de racines, de nombre de canaux en fonction du type de dent étudié.

L'objectif principal de ce travail est de décrire en détail l'anatomie endodontique d'une population hospitalière. Les objectifs secondaires sont de quantifier les lésions péri-apicales présentes et d'analyser les facteurs notamment associés à ces lésions.

Ce travail présentera tout d'abord des rappels théoriques, puis une partie consacrée à l'étude scientifique.

Première partie : Rappels

1. Généralités sur le CBCT

1.1. Principe (1-5)

La tomographie volumique numérisée à faisceau conique, ou Cone Beam Computed Tomography, est une technique d'imagerie sectionnelle récente essentiellement dédiée à la sphère oro-faciale. Elle est à l'heure actuelle de plus en plus utilisée dans les cabinets dentaires.

Un générateur de rayons X émet un faisceau conique traversant l'objet à explorer avant d'être analysé par un système de détection. Le faisceau est ouvert, permettant au CBCT de balayer le volume à explorer en une seule révolution. Le tube rayons X et l'aire de détecteurs sont solidaires et alignés. Ils réalisent autour de l'objet à explorer une rotation de 180 à 360°, permettant d'acquérir des données numériques dans les différents plans de l'espace. On obtient donc des images planes numérisées issues de la trajectoire circulaire de l'appareil qui sont ensuite transmises à un ordinateur pour une reconstruction volumique et une interprétation.

Les images natives produites par le CBCT sont donc des projections 2D du volume exploré, à rapprocher de la radiologie conventionnelle. Les projections 2D successives, réalisées sur une rotation de 180° minimum, permettent de reconstituer un volume composé de voxels. Une valeur de gris est attribuée au voxel selon le théorème de Radon.

Les données informatiques obtenues après reconstitution du volume sont enregistrées au format universel DICOM, exportable et exploitable à l'aide de lecteurs spécifiques.

En règle générale, la lecture et l'analyse se font sur une image de reconstruction multiplanaire (image 2D dans différents plans de l'espace) et non pas une image 3D.

1.2. Unité de volume et champs de vue (1-5)

L'unité de volume du CBCT est le voxel. Le voxel du CBCT est cubique (qualifié d'isotropique) et son arête définit la résolution spatiale. Les coupes obtenues ont la même résolution spatiale quelle que soit leur orientation ainsi qu'une excellente fidélité dimensionnelle du fait de l'isotropie.

Trois contraintes antagonistes influent sur les caractéristiques du volume exploré :

- Taille du cylindre
- Taille des voxels
- Temps de reconstruction informatique

Pour un temps de reconstruction donné, la taille des voxels augmente avec le volume exploré, entraînant une diminution de la résolution spatiale.

La résolution spatiale est intrinsèquement liée à la notion de champs de vue. Ceux-ci peuvent être classés en trois grandes catégories.

	Grand champ	Moyen champ	Petit champ
Définition	250 à 300 μm	200 μm	80 μm
Volume englobé	Deux arcades dentaires et viscérocrâne (supérieur à 15 cm)	Deux arcades dentaires (entre 10 et 15 cm)	Groupe de dents (inférieur à 10 cm)
Application	ATM, orthodontie, CMF, exploration sinusienne, reconstructions 3D de la face, foyers infectieux...	Recherche foyers infectieux, études de prévalence, implantologie...	Implantologie, parodontologie, endodontie+++...

(6)(7)(8)(9)(10)

Tableau 1 : Principales applications du CBCT en fonction du champ de vue

Les applications sont multiples et peuvent concerner plusieurs champs de vue. Aujourd'hui, un même appareil peut prendre en charge plusieurs champs de vue. La tendance est à l'élargissement des champs de vue pour explorer des structures plus vastes et volumineuses tout en essayant de conserver une résolution spatiale satisfaisante. Il est quand même encore admis que la résolution d'image est meilleure sur un appareil petit champ.

La qualité de l'image et sa cohérence dépendent de l'ensemble de la chaîne radiologique. La définition affichée par le constructeur ne peut garantir à elle seule la qualité de l'image, il faut considérer l'image obtenue. Ainsi, le système numérique génère un bruit de fond qui altère la résolution et impacte la détection des structures les plus fines. Le bruit de fond est généré par deux sources :

- Le bruit quantique : lié à la fluctuation du faisceau de rayons X, qui prédomine aux faibles doses et diminue avec la majoration du rayonnement.
- Le bruit du système : lié à l'amplificateur de signal et au convertisseur numérique-analogique et qui est renforcé par la majoration du rayonnement.

Les appareils modernes et leurs capteurs-plans arrivent à réduire sinon supprimer le bruit de fond.

1.3. Autres caractéristiques du CBCT (1,2,11)

- Artefacts métalliques : certains éléments très denses (comme des éléments prothétiques) créent des stries radiales dégradant fortement la qualité de l'image. Les capacités de reconstruction informatique sont dépassées par les coefficients d'absorption très élevés. Néanmoins, la sensibilité du CBCT aux artefacts métalliques est moindre que le scanner.

- Artefacts cinétiques : ils sont créés par les mouvements volontaires ou involontaires du patient au cours de l'acquisition, la durée de celle-ci étant plus élevée pour le CBCT. Un système de contention efficace et une durée d'exposition plus courte permettent de minorer ces artefacts. Certains fabricants proposent même des appareils où l'acquisition se fait allongée (QR NewTom 5G®), améliorant ainsi la qualité des examens pour les patients à besoins spécifiques (personnes âgées, enfants, situation de handicap).

- Résolution en densité : elle dépend essentiellement du rapport signal/bruit (voxels utiles et voxels parasites). Le CBCT est à limiter à l'étude des structures denses. Les tissus mous, demandant une plus grande précision, sont préférentiellement explorés par le scanner.

- Obligation d'optimisation des examens utilisant des radiations ionisantes : Le CBCT permet de choisir un champ approprié à l'examen, limitant ainsi l'irradiation inutile des tissus voisins par rapport à un scanner. La dose effective est ainsi bien moins importante dans le cadre du CBCT par rapport au scanner. Toutefois elle est bien plus importante que celle de la radiologie conventionnelle.

- Coût du matériel : le coût est globalement moindre que celui d'un scanner, tant du point de vue de l'achat que de celui de l'entretien. La diffusion de machines petites champs au sein des cabinets dentaires est plus importante car le prix du CBCT est directement lié à la taille du capteur.

1.4. Applications à l'endodontie (11–14)

Les applications du CBCT dans la pratique quotidienne sont multiples : implantaire et chirurgicale au rang des plus connues mais aussi parodontologie. L'endodontie est une discipline qui profite aussi très largement de la diffusion des machines CBCT :

- ✓ Exploration de la morphologie canalaire : variabilité et configuration du réseau canalaire, foramen apical, rayons de courbure (7,8,15)

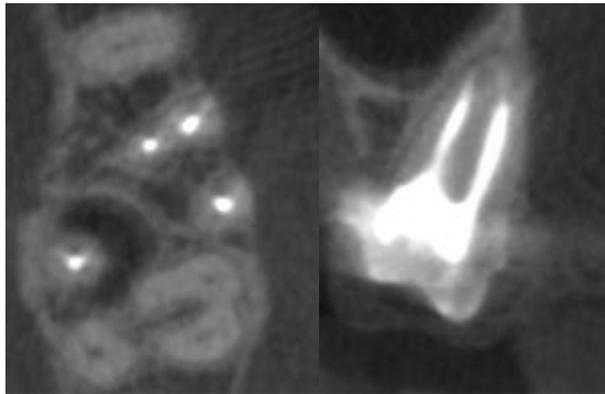


Figure 1 : coupe horizontale de 26 présentant un MV2 traité et de 27 présentant un MV2 non traité ; coupe frontale du MV2 traité de 26 (examen NV85F)

- ✓ Recherche de fractures : tant horizontales que longitudinales (16–18)

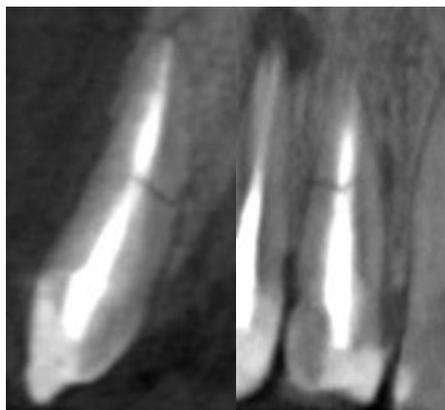


Figure 2 : Fracture horizontale de 11 en coupe sagittale et frontale (examen CM85M)

- ✓ Recherche de gestes iatrogènes : perforations, zipping, stripping (19,20)

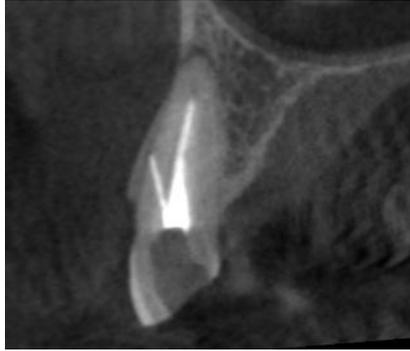


Figure 3 : Fausse route traitée sur 13 (examen LG35M)

- ✓ Recherche d'images péri-apicales : diagnostic, bilan d'extension, contrôle de cicatrisation(21,22)

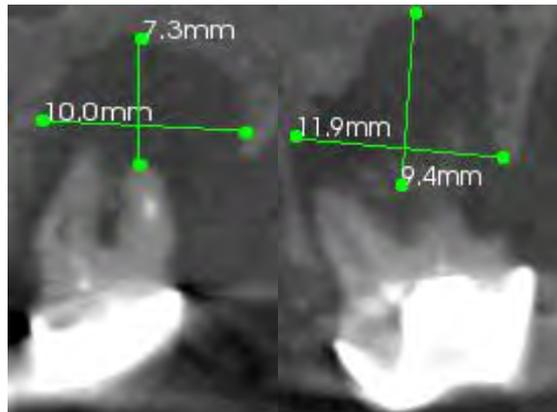
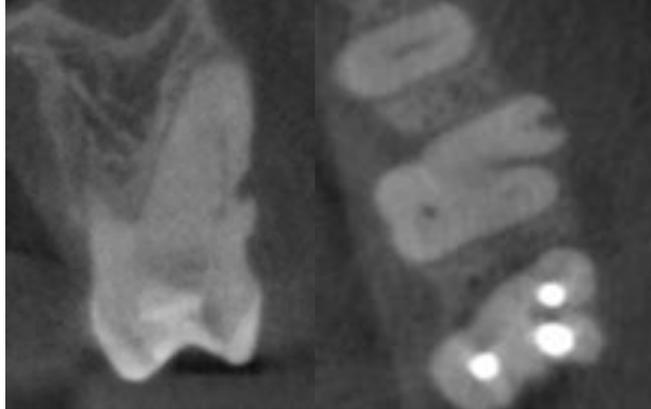


Figure 4 : Mesures d'une lésion péri-apicale sur 27 en coupe sagittale et frontale
(examen LM65F)

- ✓ Planification d'intervention de chirurgies endodontiques : localisations anatomiques, mesures(23)
- ✓ Recherche de résorptions radiculaires : internes ou externes (24,25)



*Figure 5 : Résorption externe sur racine MV d'une 26 en coupe frontale et horizontale
(examen BC46F)*

- ✓ Caractérisation histologique de lésions (26)

2. Lésions péri-apicales et CBCTPAI

Les lésions péri-apicales d'origine endodontique (LIPOE) ou parodontites apicales (PA) sont la conséquence des pulpopathies ou bien consécutives à leurs traitements (27). Il s'agit de lésions inflammatoires, aiguës ou chroniques, induisant une modification de la structure osseuse péri-apicale. Cette résorption osseuse se traduit radiographiquement par une radioclarité qui doit correspondre à deux fois la largeur du desmodonte pour être qualifiée de parodontite apicale(22). La radiologie étudie des images radio-claires, le diagnostic définitif des lésions est histologique (Gold-standard)(28), des études essayant néanmoins d'associer des niveaux de gris au contenu liquidien ou tissulaire de la lacune osseuse.

Même si la radiographie rétro-alvéolaire reste l'examen complémentaire radiologique le plus utilisé face à une symptomatologie clinique évoquant une parodontite apicale, la littérature montre bien les limites de cet examen :

- distorsion géométrique : si impossibilité ou non-utilisation de la technique parallèle (qui conserve les dimensions)(2)
- superposition anatomique : une corticale épaisse peut conduire à une sous-estimation de la taille de la lésion.(2)
- sensibilité moyenne : les lésions confinées à l'os spongieux sont peu ou pas visibles, contrairement à une atteinte corticale.(22)



Figure 6 : Cliché rétro-alvéolaire incisives maxillaires VS coupe coronale CBCT du même patient (examen SI67F)

De plus, la détection des parodontites apicales est permise à un stade plus précoce par le CBCT. La détection des lésions est augmentée de par rapport à la rétro-alvéolaire et la sensibilité est largement supérieure à celle de l'orthopantomogramme(22,29). Il apparait ainsi que le CBCT peut être considéré comme un Gold-Standard car il augmente le taux de détection des lésions, tout en s'affranchissant des écueils de la radiologie conventionnelle et en offrant de nombreuses informations supplémentaires (proximité nerveuse, réactions sinusiennes...)(30).

La nécessité d'évaluer la sévérité d'une parodontite apicale ainsi que sa fréquence, pour les études épidémiologiques et cliniques, a conduit à l'invention d'un indice PAI (Peri Apical Index) par Brynolf en 1967(31), modifié par Ørstavik en 1986(32).

Le PAI est défini comme un système d'enregistrement et d'évaluation de la parodontite apicale, sous forme d'échelle de 1 à 5 suivant la sévérité d'atteinte. L'évaluation est basée sur des références radiographiques nécessitant une observation minutieuse et un observateur aguerri. Le PAI originel présente un caractère aléatoire, avec des erreurs de reproductibilité inter- et intra-observateur. Les variations morphologiques, la densité osseuse, l'angulation des rayons X et le contraste sont des facteurs pouvant influencer l'interprétation radiographique.

En 2008, Estrella et Al. ont développé un indice PAI basé sur le CBCT. Le CBCTPAI repose sur une échelle à six degrés, corrélés au diamètre de la radioclarité et complété éventuellement par une variable évaluant l'atteinte corticale(33).

Score	Evaluation quantitative de l'altération de la structure osseuse
0	Structures péri-apicales intactes
1	Diamètre de la radio-clarté compris entre 0.5 et 1 mm
2	Diamètre de la radio-clarté compris entre 1 et 2 mm
3	Diamètre de la radio-clarté compris entre 2 et 4 mm
4	Diamètre de la radio-clarté compris entre 4 et 8 mm
5	Diamètre de la radio-clarté supérieur à 8 mm
Score (n)+E	Expansion de la lésion à l'os cortical péri-apical
Score (n)+D	Destruction de l'os cortical péri-apical par la lésion

Tableau 2 : Echelle de l'index CBCTPAI (33)

La taille des radioclarités est mesurée à l'aide de l'outil dédié du logiciel utilisé et ce dans les trois dimensions de l'espace.

Le CBCTPAI est ainsi plus facile d'utilisation car le score est directement issu de mesures objectives et précises, minimisant le rôle de l'observateur.

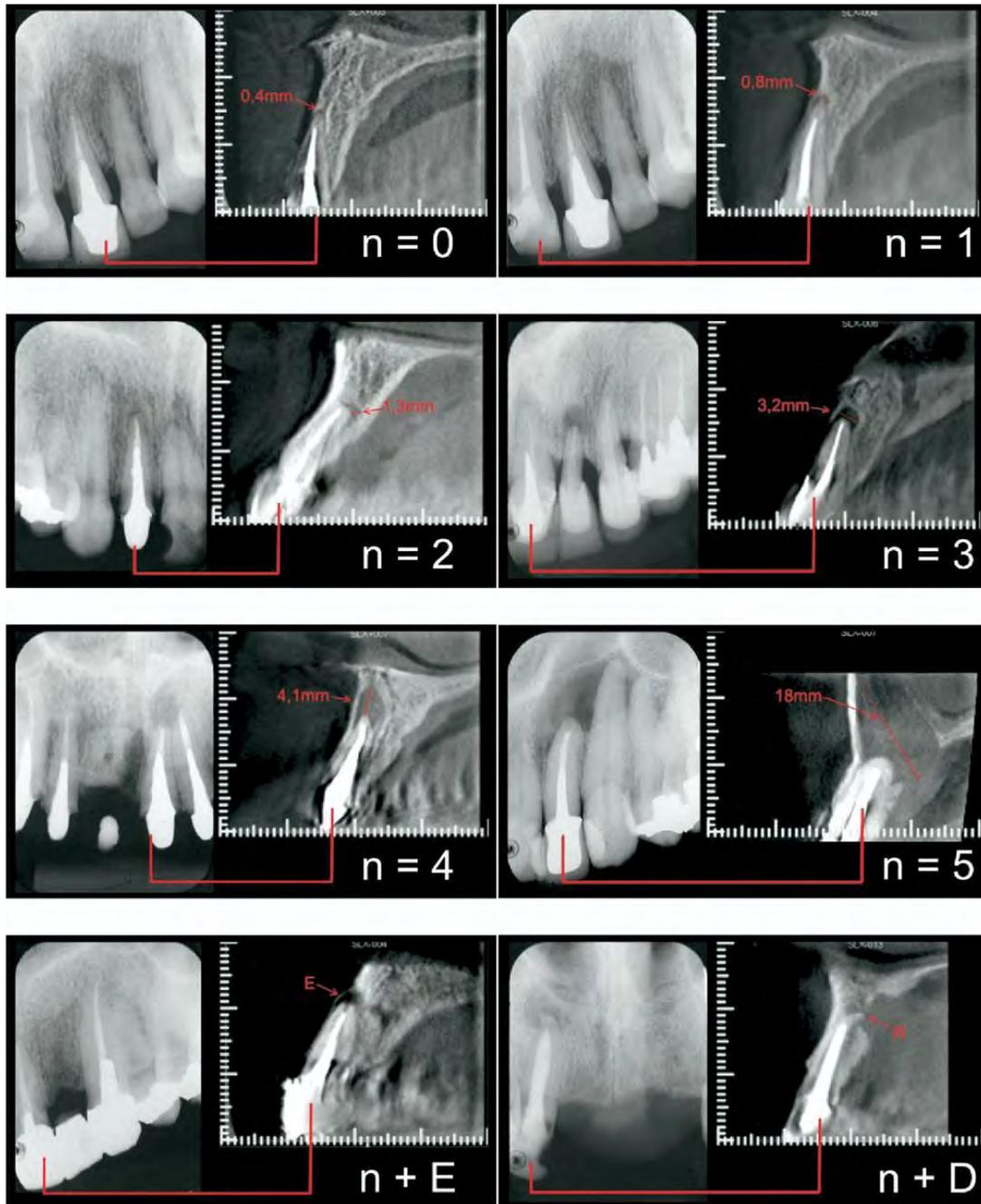


Figure 7 : Cas cliniques d'incisives maxillaires montrant tous les scores utilisés et les deux variables additionnelles (expansion et destruction de l'os cortical)(33)

3. Rappels sur l'anatomie radiculaire et canalaire

L'anatomie canalaire est un réseau complexe, comportant des deltas, des anastomoses... et non pas un simple tuyau creux cylindrique(34). Ce réseau doit être nettoyé de façon chimique et mécanique puis obturé de façon étanche pour garantir la réussite de la thérapeutique endodontique. Le chirurgien-dentiste doit donc connaître l'anatomie canalaire et radiculaire mais aussi être conscient de sa grande variabilité afin de localiser et traiter correctement l'ensemble de l'endodonte.

De nombreuses études ont porté sur le nombre de canaux et de racines retrouvés au niveau de chaque dent, utilisant différentes techniques (essentiellement *ex vivo*). L'exploration de l'anatomie canalaire et radiculaire est aujourd'hui possible à l'aide de la radiographie tridimensionnelle, notamment du CBCT.

Il existe différentes classifications de l'endodonte, les plus utilisées sont celles de CARAMES de APRILE et celle de VERTUCCI.

✓ Classification de CARAMES DE APRILE (35)

Selon la classification de CARAMES de APRILE, la configuration canalaire peut épouser huit trajectoires différentes.

Ramifications longitudinales (A, B, C, D) :

- Type A : canaux parallèles au principal,
- Type B : canaux bifurqués,
- Type C : canaux fusionnés,
- Type D : canaux bifurqués et fusionnés.

Ramifications collatérales (E, F, G) :

- Type E : canaux obliques,
- Type F : canaux intercalaires,
- Type G : canaux récurrents.

Ramifications apicales :

- Type H : delta.

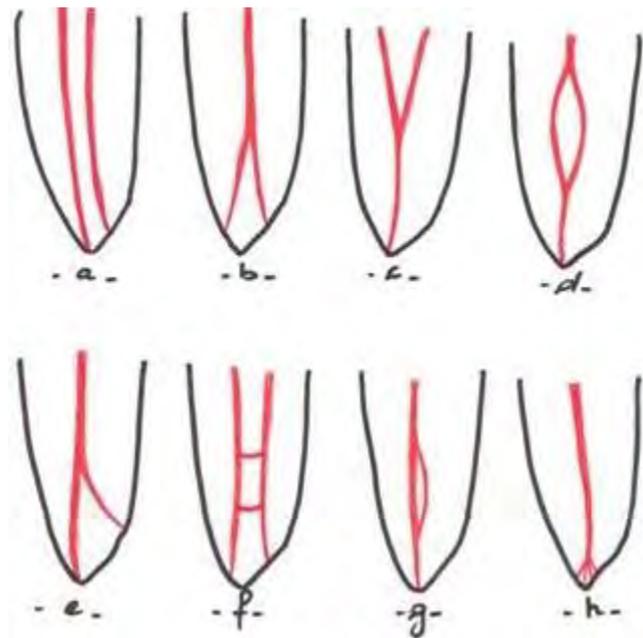


Figure 8 : Configurations canales retrouvées dans la classification de Caramez de Aprile

✓ Classification de VERTUCCI (36)

Selon la classification de VERTUCCI, le système canalaire peut épouser 8 trajectoires différentes :

- type I : un canal unique depuis la chambre pulpaire jusqu'à l'apex,
- type II : deux canaux séparés partant de la chambre pulpaire et se rejoignant peu avant l'apex pour former un canal,
- type III : un canal quittant la chambre pulpaire, se divisant en deux canaux qui se rejoignent pour sortir en un canal,
- type IV : deux canaux distincts depuis la chambre pulpaire jusqu'à l'apex,
- type V : un canal quittant la chambre pulpaire et se divisant peu avant l'apex en deux canaux séparés avec deux foramina apicaux,
- type VI : deux canaux séparés quittant la chambre pulpaire, s'unissant dans la racine et se divisant près de l'apex pour sortir par deux canaux distincts,
- type VII : un canal quittant la chambre pulpaire, se divisant puis se réunissant dans la racine pour finalement se diviser à nouveau près de l'apex en deux canaux distincts,
- type VIII : trois canaux séparés depuis la chambre pulpaire jusqu'à l'apex.

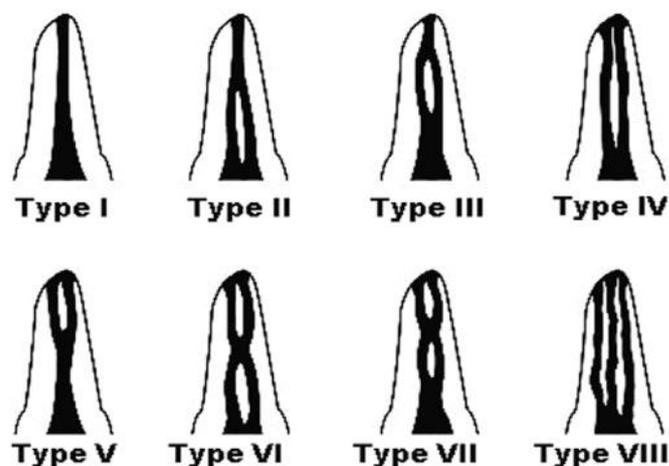


Figure 9 : Configurations canales retrouvées dans la classification de Vertucci

✓ Classification de WEINE ou MACHTOU (37)

- Type I (Weine) ou A (Machtou) : canal unique avec une entrée et un foramen
- Type II (Weine) ou D (Machtou) : 2 entrées canalaires et un foramen commun
- Type III (Weine) ou E (Machtou) : 2 canaux distincts avec deux entrées et deux sorties foraminales
- Type IV (Weine) ou type B (Machtou) : canal unique avec division apicale (deux sorties foraminales).
- Type C (Machtou) : 2 entrées canalaires se réunissant au milieu de la racine en un seul canal qui se divise ensuite en 2 canaux (deux sorties foraminales)
- Type F (Machtou) : configuration canalaire en "C" ou "cloisonnée en ruban".

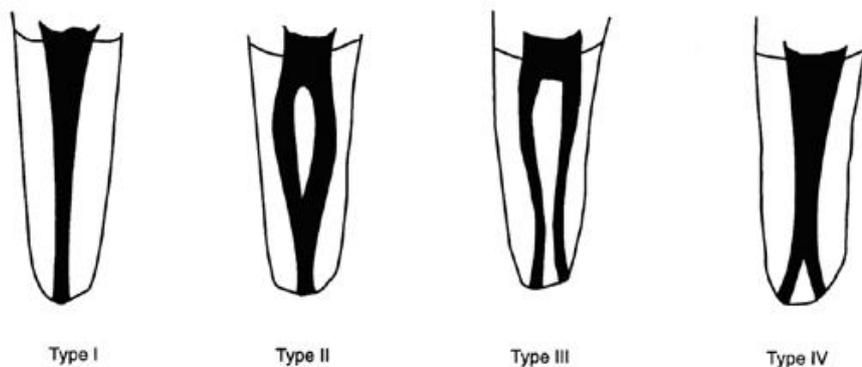


Figure 10 : Configurations canalaires retrouvées dans la classification de Weine

L'anatomie canalaire dent par dent peut-être synthétisée ainsi, telle qu'enseignée en deuxième et troisième cycle des études odontologiques(34,38) :

Dent	Nombre de racines	Classification de Weine
Incisive centrale maxillaire	1 racine	Type I
Incisive latérale maxillaire	1 racine	Type I
Canine maxillaire	1 (2 coalescentes de façon exceptionnelle)	Type I
1 ^{ère} prémolaire maxillaire	1 racine (39% des cas)	Type III très fréquent Type II moins fréquent Type I rare
	2 racines (60% des cas)	Type I
	3 racines (exceptionnelle, 1%)	Type I
2 ^{ème} prémolaire maxillaire	1 racine (85% des cas)	Type I très fréquent Type II moins fréquent Type III et IV peu fréquents
	2 racines (15% des cas)	Type I
1 ^{ère} molaire maxillaire	3 racines habituellement	Type I, II, III, rarement IV (racine MV) Type I (racines DV et P)
2 ^{ème} molaire maxillaire	3 racines (90% des cas)	Type I très fréquent, type II moins fréquent, type III peu fréquent et type IV très rare (racine MV) Type I (racines DV et P)
	2 racines (10% des cas)	Type I très fréquent, type II moins fréquent, type III rare (racine MV) Type I (racines DV et P)

Tableau 3 : Anatomie radiculaire et canalaire des dents du maxillaire supérieur

Dent	Nombre de racines	Classification de Weine
Incisive centrale mandibulaire	1 racine	Type I très fréquent, type II moins fréquent, type III peu fréquent (2 canaux dans 40% des cas)
Incisive latérale mandibulaire	1 racine	Type I très fréquent, type II moins fréquent, type III peu fréquent (2 canaux dans 40% des cas)
Canine mandibulaire	1 racine, exceptionnellement 2 racines	Type I très fréquent Type II moins fréquent Type III peu fréquent
1 ^{ère} prémolaire mandibulaire	1 racine généralement, 2 racines rarement et 3 racines exceptionnellement.	Type I si 2 ou 3 racines Si 1 racine, type I très fréquent, type II moins fréquent, type IV peu fréquent
2 ^{ème} prémolaire mandibulaire	1 racine généralement, très rarement 2 racines	Type I si 2 racines Si 1 racine, type I très fréquent, type II et III rare et type IV très rare
1 ^{ère} molaire mandibulaire	2 racines généralement, exceptionnellement 3 racines	Type III (90% des cas) et type II (10% des cas) pour la racine M Type I surtout mais aussi II, III, IV pour la racine D
2 ^{ème} molaire mandibulaire	2 racines (74% des cas)	Type III très fréquent et type II moins fréquent (racine M) Type I très fréquent et types II et III rares (racine D)
	1 racine (25% des cas)	Type II très fréquent Type I moins fréquent Type III peu fréquent
	3 racines (1% des cas)	Type I pour chaque racine

Tableau 4 : Anatomie canalaire et radiculaire des dents du maxillaire inférieur

Deuxième partie : Etude

1. Matériels et méthodes

1.1. Matériels

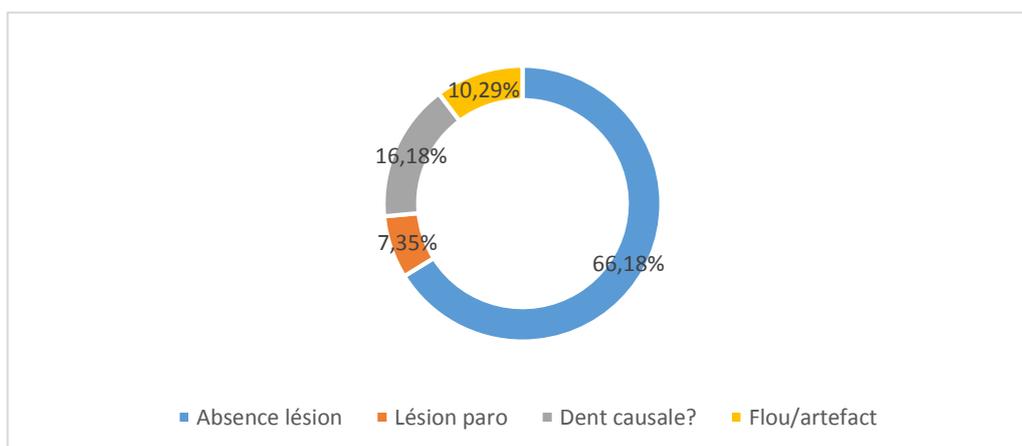
1.1.1. Constitution de l'échantillon d'étude

L'échantillon étudié se compose d'images CBCT « petit champ de vue » de la région maxillo-faciale, issues de la base de données radiologiques du Pole Odontologie Ranguel du CHU de Toulouse. L'échantillon initial se compose de 168 examens qui ont été sélectionnés suivant les critères d'inclusion suivants :

- Patient âgé de plus de 18 ans
- Examen « petit champ de vue » de la région maxillo-faciale réalisé avec le Kodak 9000 3D (Carestream Health Incorporation, Marne-La-Vallée, France) avec une résolution de 76 μ m
- Indications évoquant l'endodontie : « à visée diagnostique » et « recherche de foyers infectieux » ; exclusion des examens référencés en « visée implantaire », « contrôle implantaire, « rapport avec le nerf », « recherche d'ostéite » ou encore « odontome ».

Après anonymisation préalable à l'analyse et examen, 68 CBCT ont été exclus pour les motifs suivants :

- Absence de lésion (45 examens)
- Lésion parodontale seule (5 examens)
- Impossibilité de définir la dent causale (11 examens)
- Présence d'un flou ou d'artefacts trop importants (7 examens)



Graphique 1 : examens exclus après analyse

L'échantillon d'étude, après application des critères d'inclusion et d'exclusion, se compose de 100 examens CBCT.

Dans le respect des principes fondamentaux de radioprotection (justification, optimisation et limitation) des examens à rayonnements ionisants, aucun examen CBCT n'a été prescrit spécialement afin de constituer l'échantillon d'étude. Aussi, tous les examens avaient été interprétés préalablement à notre étude.

Conformément avec la législation française : « tout examen radiologique réalisé dans un but diagnostique ou thérapeutique et exploité secondairement à visée de recherche, ne nécessite pas une demande d'accord à un comité d'éthique ni n'exige un consentement éclairé du patient ».

1.1.2. Matériels utilisés

Les acquisitions ont été réalisées avec le Kodak 9000 3D. Les patients étaient adressés pour la plupart de l'activité de deuxième et troisième cycle des Centres de Soins et de Recherche en Chirurgie-Dentaire de Rangueil et de l'Hotel-Dieu mais aussi de l'activité libérale de la région Toulouse.

L'analyse des examens au format DICOM (Digital Imaging for Communication in Medicine) a été réalisée à l'aide du logiciel « CS3D Imaging Software » version 3.3.9 (Carestream Health Incorporation, Marne-La-Vallée, France) installé sur un ordinateur ASUS N72JF à dalle brillante de 17,3 pouces de résolution 1600x900 (ASUSTeK Computer Incorporation, Taiwan).

La compilation des données a été réalisée dans un tableur Microsoft Excel version Office 365 Université (Microsoft Incorporation, Redmond, WA).

1.2. Méthodes

1.2.1. Acquisition des CBCT

Les paramètres d'acquisition de chaque cliché volumique sont les suivants :

- Tension de 90kV
- Ampérage de 10 mA

L'acquisition a été effectuée selon le protocole recommandé par le fabricant, pour une exposition minimum nécessaire à une qualité d'image suffisante, toujours dans le respect des principes de radioprotection.

L'acquisition est faite patient debout, tête immobilisée et la machine effectue une rotation de 360° autour du patient.

1.2.2. Anonymisation des CBCT

L'anonymisation est réalisée par le biais du « Kodak Dental Software ». La référence patient pour la création du dossier informatique est constituée des initiales du nom et du prénom suivies de l'année de naissance et du sexe (Ex : Jérémie Beisson né en 1988 devient JB88M). En cas d'examen multiples, un indice (x) est ajouté où x correspond au numéro d'examen.

Le patient est recherché dans la base de données en rentrant le nom/prénom et le fichier est ensuite ouvert dans le logiciel.

Une fois sur l'examen, le protocole est le suivant :

- 1 : cliquer sur « exporter vers ».
- 2 : cocher les cases « One file per slice » et « Anonymise ».
- 3 : cliquer sur « Browse » et choisir le dossier anonymisé correspondant au patient.
- 4 : cliquer sur « Export » et attendre la fin du transfert

1.2.3. Analyse des CBCT

L'examen CBCT est ouvert par défaut sur l'onglet « coupes orthogonales » du logiciel. Après avoir basculé sur l'onglet « coupes curvilignes », une première analyse succincte est réalisée. Il s'agit ici de se familiariser avec l'examen, en repérant les dents présentes, traitées endodontiquement ou non, les ancrages, les lésions péri-apicales les plus visibles... Ensuite, une analyse fine, dent par dent est réalisée dans l'onglet « coupes obliques ».

Les paramètres de visualisation tels que contraste ou luminosité sont laissés sur la définition par défaut à l'ouverture du logiciel.

Les données collectées par examen sont les suivantes :

- ✓ Caractéristiques générales : Age, sexe, nombre de dents présentes ou absentes, nombre de restes radiculaires.
- ✓ Caractéristiques détaillées : relevées au niveau de chaque dent et de chaque racine pour les dents pluriradiculées.
 - la configuration canalaire suivant la classification de Weine
 - la présence ou non d'un canal surnuméraire
 - la présence ou non d'une lésion péri-apicale
 - la présence ou non d'un traitement endodontique ainsi que sa complétude
 - la bonne longueur du traitement endodontique
 - le CBCTPAI
 - la présence ou non d'un ancrage
 - la présence ou non d'une réaction sinusienne
 - les éventuelles remarques

Un traitement canalaire est considéré comme adapté s'il est situé en retrait de 0.5 à 2 mm par rapport au dôme radiologique. En-deçà de 2 mm, il est considéré comme court et au-delà du dôme radiologique il est considéré comme long.(39,40)

L'étude de la densité des traitements endodontiques est écartée, car le CBCT a tendance à surestimer la densité du matériau d'obturation canalaire, rendant son évaluation imprécise(41).

L'utilisation du CBCTPAI permet une évaluation efficace et reproductible des lésions. Chaque lésion découverte est mesurée dans les 3 sens de l'espace, après alignement des axes et de la trajectoire canalaire dans les plans frontaux et sagittaux. Expansion ou destruction de la corticale sont également relevées le cas échéant. Un indice EP pour endo-parodontal a été ajouté au CBCTPAI originel, afin de relever les lésions d'origine à la fois endodontique et parodontale.

1.2.4. Analyse statistique

Les variables descriptives ont été étudiées en quantités et proportions.

Il a été réalisé une analyse statistique bivariée à l'aide du test de Khi2 de Pearson (sans correction de Yates).

Nous n'avons pas conduit d'analyse multivariée.

2. Résultats

2.1. Concordance intra- et inter-observateur

Deux opérateurs (JB et RH) ont examiné un total de 10 CBCT afin de déterminer la reproductibilité de l'analyse (K de Cohen non pondéré) :

- Analyse intra-observateur : 0.82, qualifié d'excellent.
- Analyse inter-observateur : 0.65, qualifié de bon.

2.2. Description de l'échantillon d'analyse

Notre échantillon comporte 100 CBCT issus d'une sélection non-aléatoire, la population étudiée pouvant être définie comme une « population française normale ».

Ces 100 examens nous amènent à un total de 567 dents étudiées, soit une moyenne de 5.67 dents par examen (le minimum étant de 3 et le maximum de 11).

L'échantillon est composé de 52% d'hommes et de 48% de femmes avec une moyenne d'âge de 46.5 ans (23 à 80 ans)

Au maxillaire, nous retrouvons 201 dents pour le groupe incisivo-canin et 224 dents pour le groupe prémolo-molaires.

A la mandibule, nous retrouvons 50 dents pour le groupe incisivo-canin et 92 dents pour le groupe prémolo-molaire.

On observe donc un déséquilibre en faveur des dents maxillaires qui représentent 75% de notre échantillon, contre seulement 25% pour les dents mandibulaires.

2. 3. Anatomie radiculaire et canalaire de la population étudiée

Incisive centrale maxillaire

51 dents ont été observées, toutes monoradiculées. Une configuration canalaire de type Weine I est retrouvée dans 100% des cas.

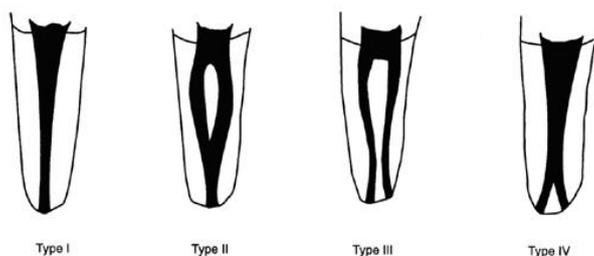


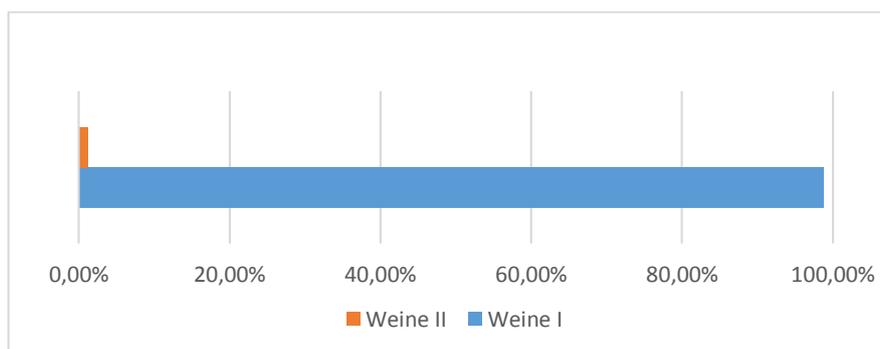
Figure 10 : Configurations canales retrouvées dans la classification de Weine

Incisive latérale maxillaire

64 dents ont été observées, toutes monoradiculées. Une configuration canalaire de type Weine I est retrouvée dans 100% des cas.

Canine maxillaire

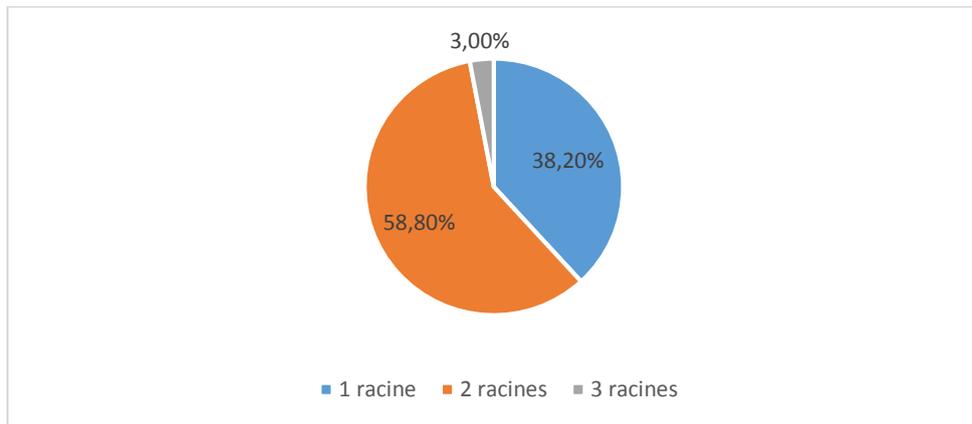
86 dents ont été observées, toutes monoradiculées. Une dent présente une configuration canalaire de type Weine II, les 85 autres sont de type Weine I.



Graphique 2 : Configuration canalaire canine maxillaire

Première prémolaire maxillaire

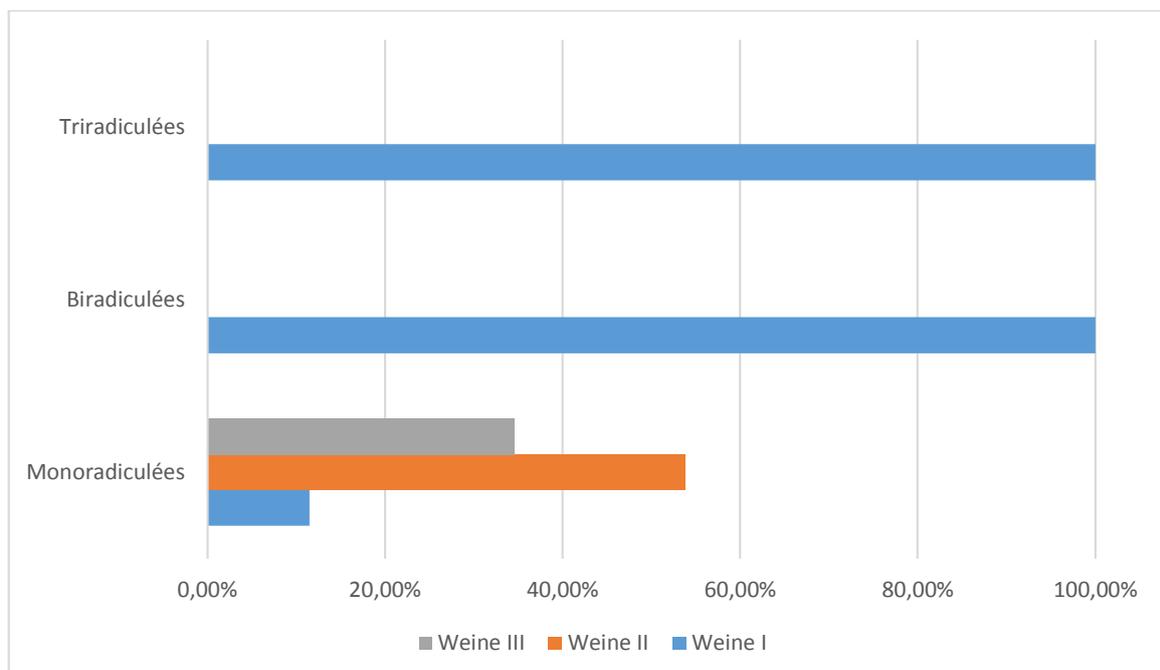
68 dents ont été observées avec 40 biradiculées, 26 monoradiculées et 2 triradiculées.



Graphique 3 : Répartition du nombre de racines de la première prémolaire maxillaire

Les dents biradiculées et triradiculées présentent toutes une configuration canalaire de type Weine I.

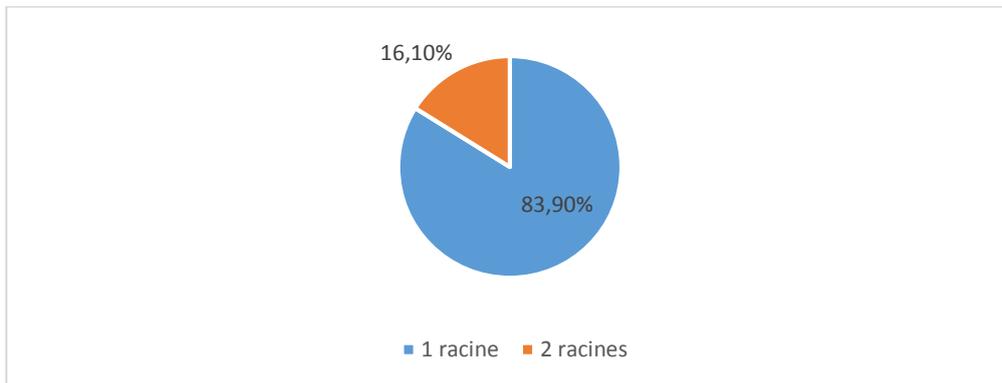
Pour les dents monoradiculées, la variabilité est plus importante et l'on retrouve un type I de Weine (3 dents), un type II (14 dents) et un type III (9 dents).



Graphique 4 : Configuration canalaire première prémolaire maxillaire

Deuxième prémolaire maxillaire

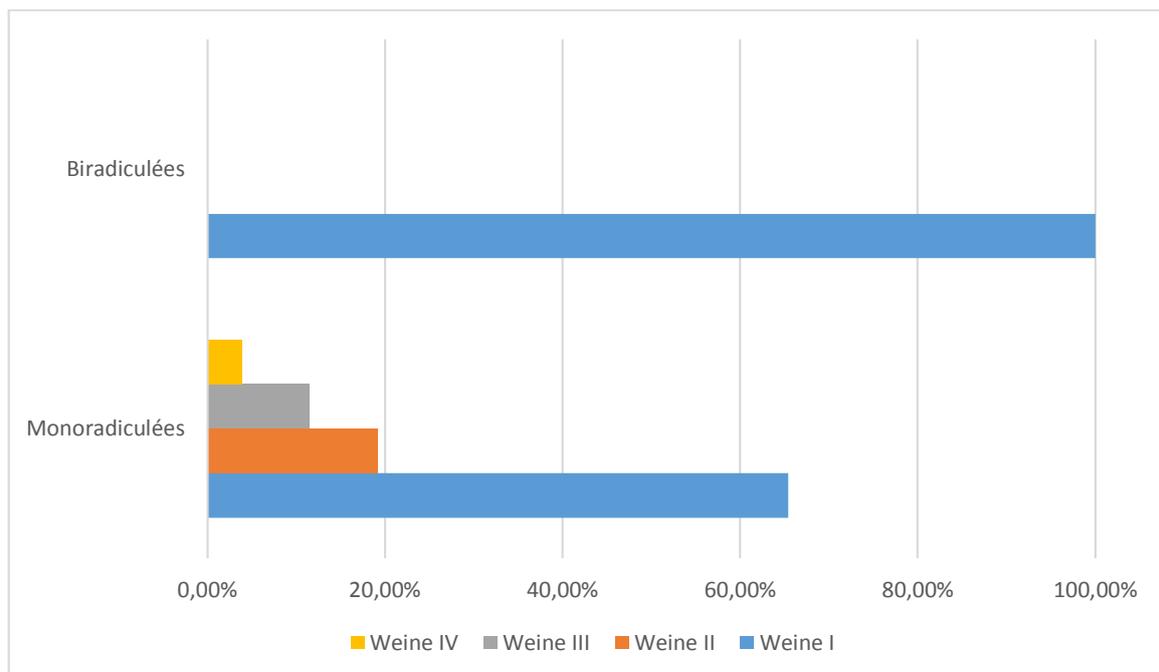
62 dents ont été observées avec 52 monoradiculées et 10 biradiculées.



Graphique 5 : Répartition du nombre de racines de la deuxième prémolaire maxillaire

Les dents biradiculées présentent toutes une configuration canalaire de type I.

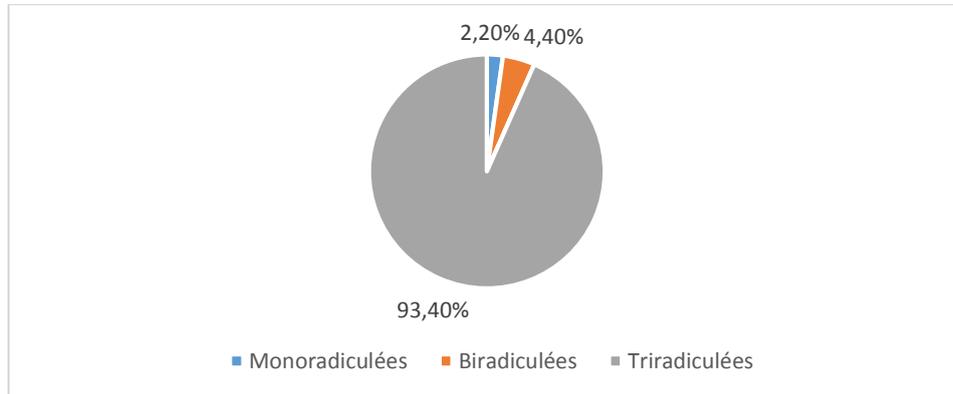
Pour les monoradiculées, la variabilité est plus importante et l'on retrouve un type I (34 dents), un type II (10 dents), un type III (6 dents) et type IV (2dents).



Graphique 6 : Configuration canalaire de la deuxième prémolaire maxillaire

Première molaire maxillaire

47 dents ont été observées avec 43 triradiculées, 2 biradiculées, 1 monoradiculée et une dent présentant une amputation radiculaire de la racine MV.

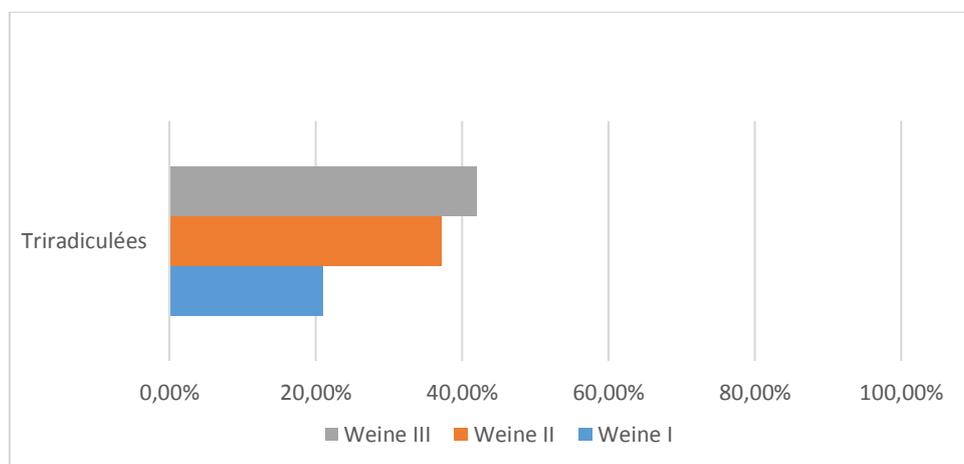


Graphique 7 : Répartition du nombre de racines de la première molaire maxillaire

Les dents triradiculées présentent une configuration canalaire de type I (9 dents), de type II (16 dents) ou de type III (18 dents) en ce qui concerne la racine MV et de type I en totalité pour les racines DV et P.

Les dents biradiculées présentent une configuration canalaire de type I (1 dent) et une configuration canalaire indéfinie (1 dent) qui se rapprochent très fortement du type II en MV et du type I en D et P, si les racines vestibulaires n'avaient pas été fusionnées.

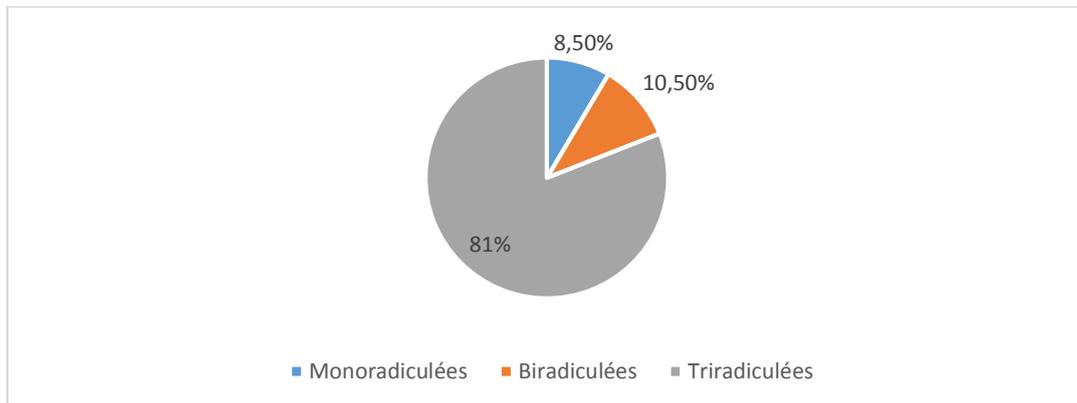
La dent monoradiculée présente une configuration canalaire indéfinie avec 3 canaux.



Graphique 8 : Configuration canalaire des premières molaires maxillaires triradiculées

Deuxième molaire maxillaire

47 dents ont été observées dont 38 triradiculées, 5 biradiculées et 4 monoradiculées.

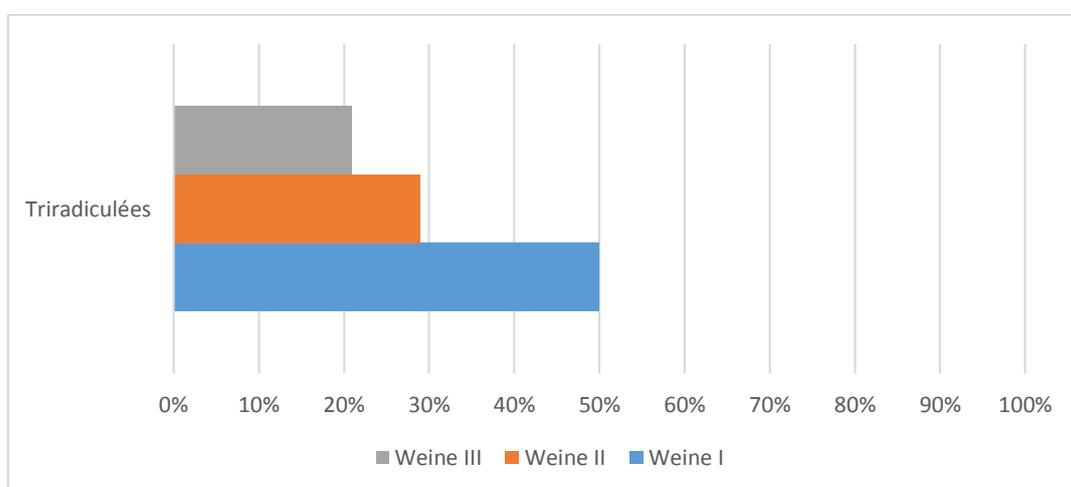


Graphique 9 : Répartition du nombre de racines de la deuxième molaire maxillaire

Les triradiculées présentent une configuration canalaire de type I (19 dents), de type II (11 dents) et de type III (8 dents).

Les biradiculées présentent une configuration très variable : 2 canaux, 3 canaux, 3 canaux fusionnant en 2 voire 4 canaux fusionnant en 3 puis 2 canaux.

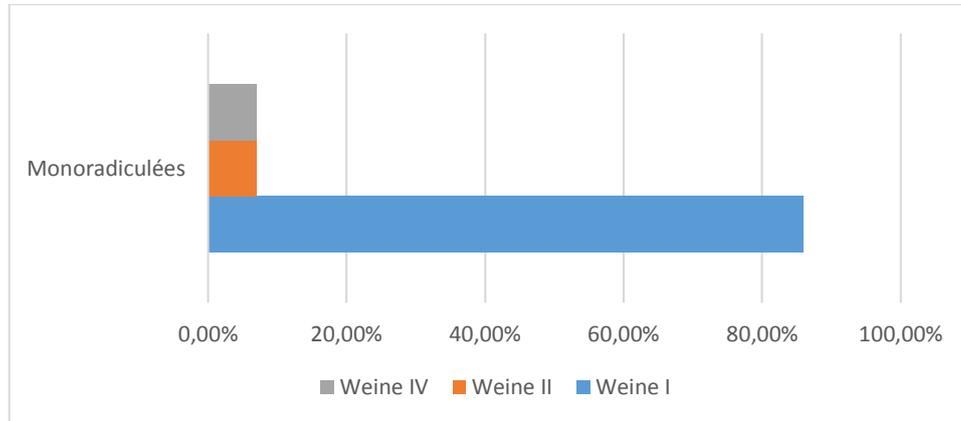
Les monoradiculées présentent de même une configuration très variable : 2 canaux, 3 canaux ou 4 canaux fusionnant en 3 puis 2 canaux.



Graphique 10 : Configuration canalaire des deuxièmes molaires maxillaires triradiculées

Incisives centrales mandibulaires

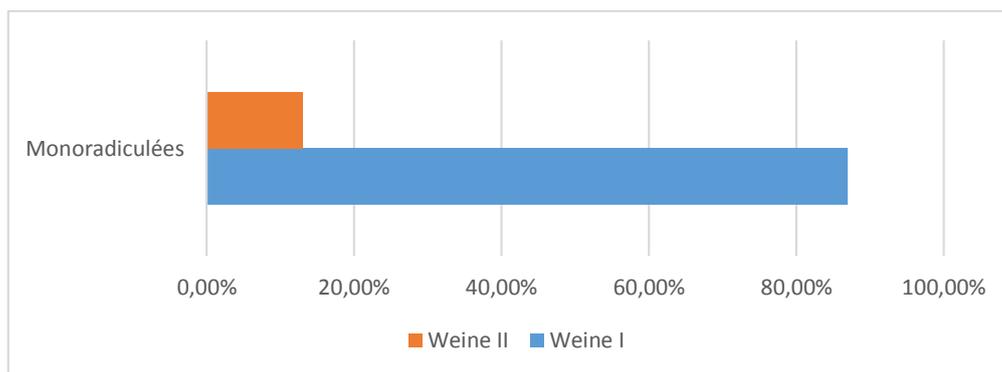
14 dents ont été observées, toutes monoradiculées. Les configurations canales retrouvées sont de type I (12 dents), de type II (1 dent) et de type IV (1 dent).



Graphique 11 : Configuration canalaire des incisives centrales mandibulaires

Incisives latérales mandibulaires

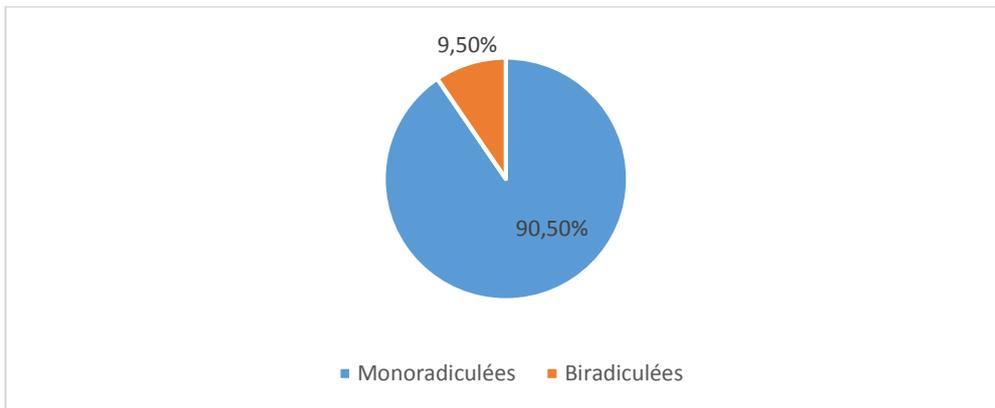
15 dents ont été observées, toutes monoradiculées. Les configurations canales retrouvées sont de type I (13 dents) et de type II (2 dents).



Graphique 12 : Configuration canalaire des incisives latérales mandibulaires

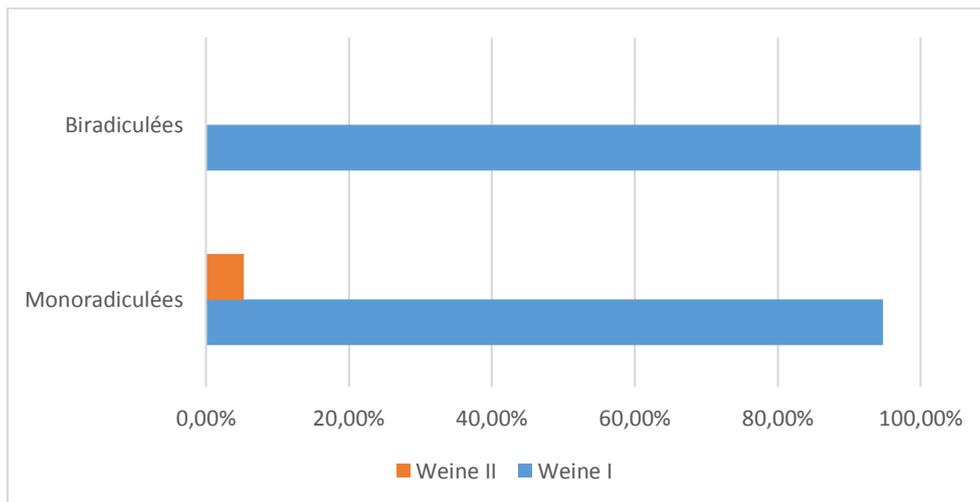
Canine mandibulaire

21 dents ont été observées, 19 monoradiculées et 2 biradiculées.



Graphique 13 : Répartition du nombre de racines de la canine mandibulaire

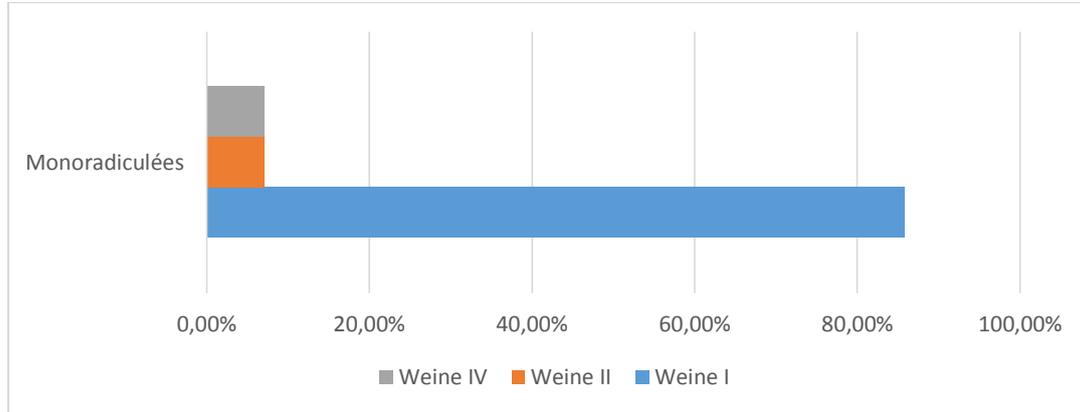
Les biradiculées présentent toutes une configuration canalaire de type I. Les monoradiculées présentent un type I (18 dents) et un type II (1 dent).



Graphique 14 : Configuration canalaire de la canine mandibulaire

Première prémolaire mandibulaire

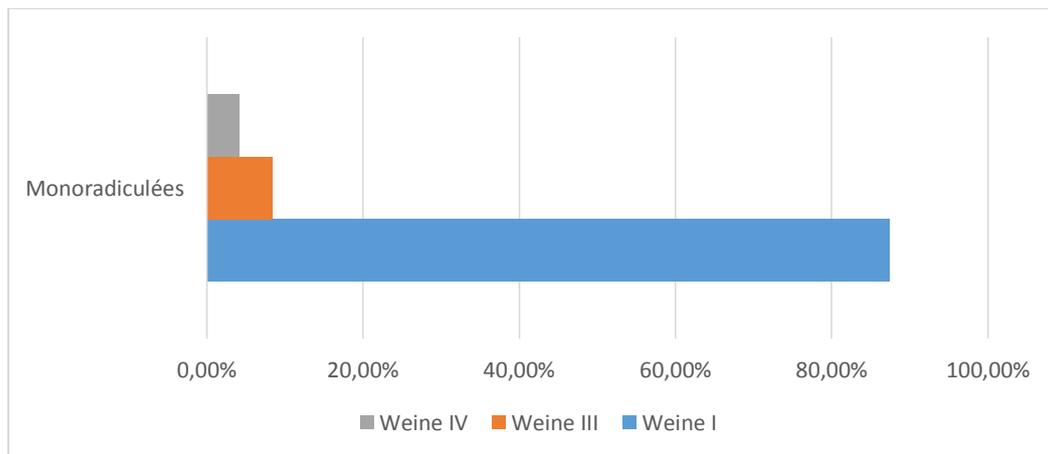
28 dents ont été observées, toutes monoradiculées. Les configurations canales retrouvées sont de type I (24 dents), de type II (2 dents) et de type IV (2 dents).



Graphique 15 : Configuration canalaire de la première prémolaire mandibulaire

Deuxième prémolaire mandibulaire

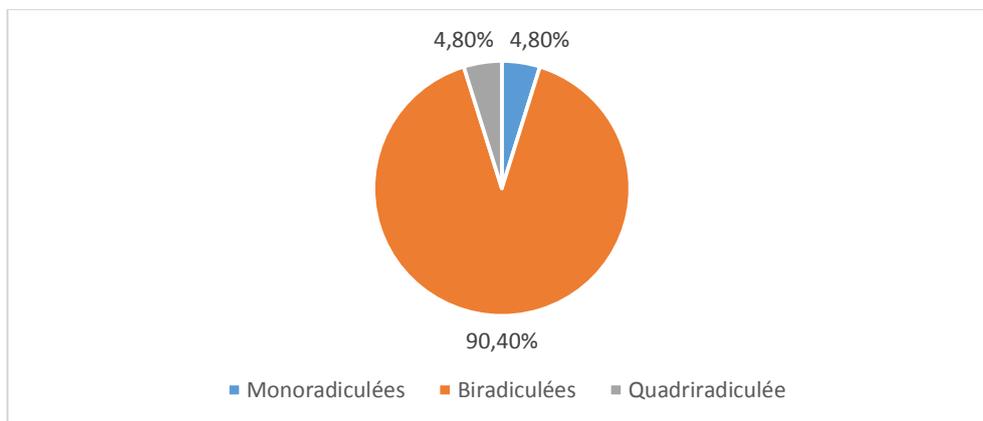
24 dents ont été observées, toutes monoradiculées. Les configurations canales retrouvées sont de type I (21 dents), de type III (2 dents) et de type IV (1 dent).



Graphique 16 : Configuration canalaire de la deuxième prémolaire mandibulaire

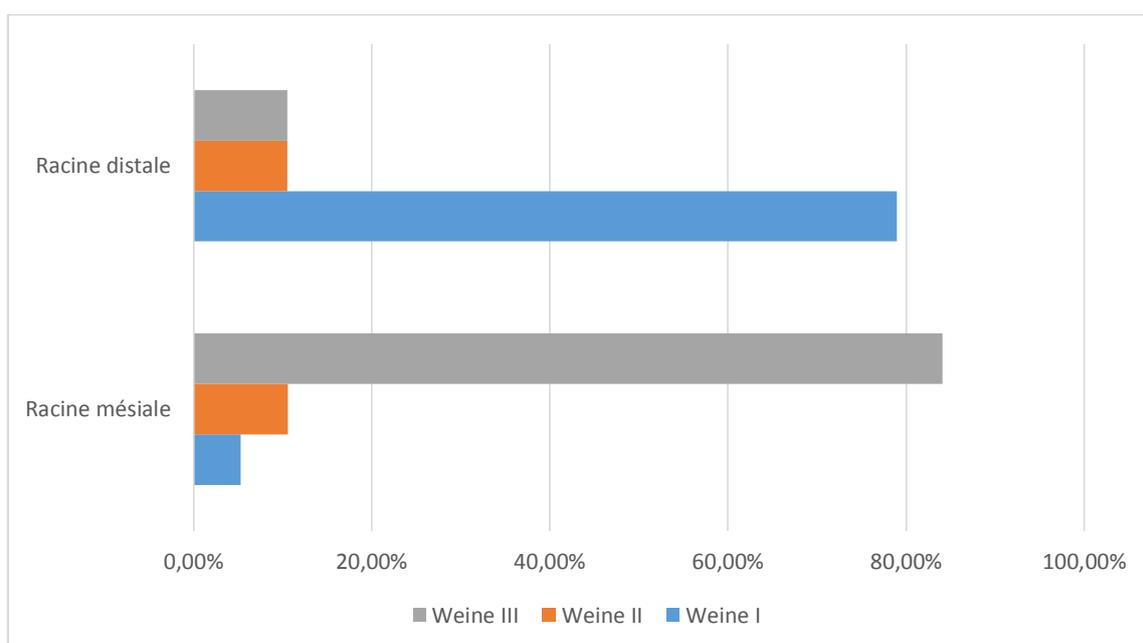
Première molaire mandibulaire

22 dents ont été observées, 19 biradiculées, 1 monoradiculée, 1 quadriradiculée et une dent présentant une hémisection.



Graphique 17 : Répartition du nombre de racines de la première molaire mandibulaire

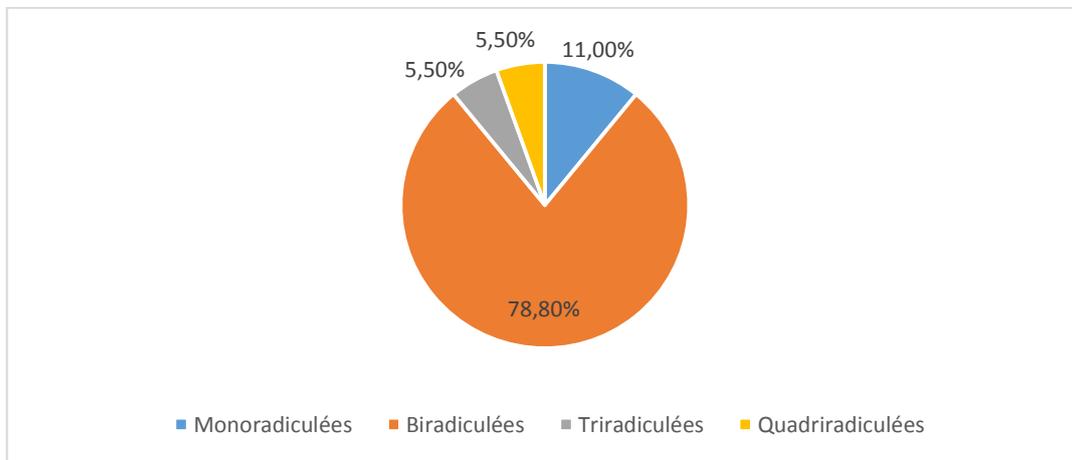
La dent monoradiculée présente un type II et la quadriradiculée un type I. Les configurations canales retrouvées pour les biradiculées sont pour la racine mésiale de type I (1 dent) de type II (2 dents) et de type III (16 dents). Pour la racine distale, sont présents le type I (15 dents), le type II (2 dents) et le type III (2 dents).



Graphique 18 : Configuration canalaire des premières molaires mandibulaires biradiculées

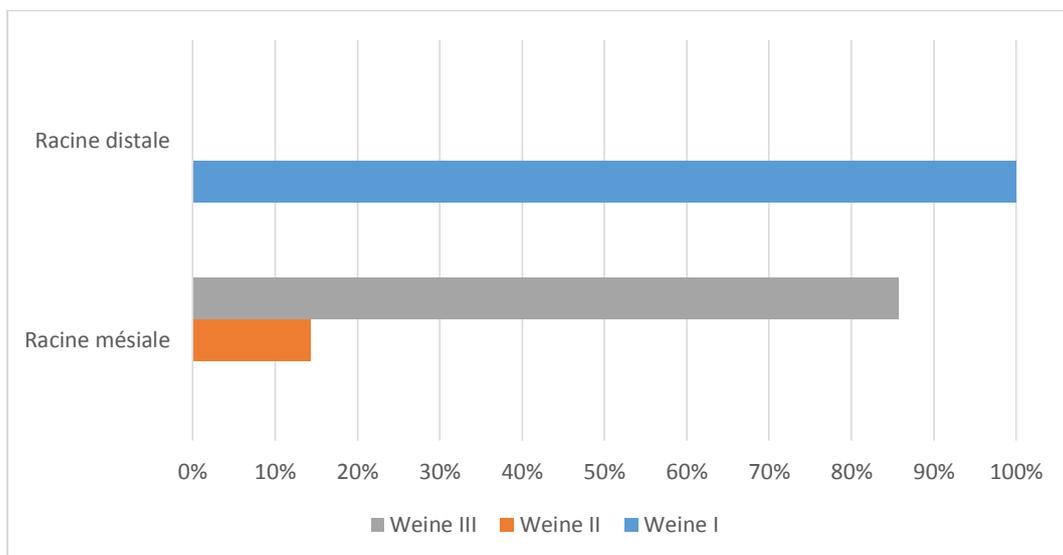
Deuxième molaire mandibulaire

18 dents ont été observées dont 2 monoradiculées, 14 biradiculées, 1 triradiculée et 1 quadriradiculée.



Graphique 19 : Répartition du nombre de racines de la deuxième molaire mandibulaire

Les dents triradiculées et quadriradiculée présentent toutes un type I. Les monoradiculées présentent 2 canaux (type II) pour une dent et 3 canaux pour une dent. Les racines mésiales des triradiculées présentent un type II (2 dents) et un type III (12 dents). Les racines distales présentent toutes un type I.



Graphique 20 : Configuration canalaire des deuxièmes molaires mandibulaires biradiculées

2.4. Variabilité canalaire de la population étudiée

Il a été choisi d'explorer la configuration canalaire à l'aide de la classification de Weine(37), qui présente l'avantage d'être simple d'utilisation. Le terme de canal surnuméraire a été abandonné car le taux de présence important de certains canaux, en particulier le MV2 des molaires maxillaires rend ce terme inadéquat.

Toutes les racines ne présentant pas une configuration canalaire de type I de Weine (à l'exception de la racine mésiale des molaires mandibulaires) ont été considérées comme répondant positivement au critère de présence d'une variabilité canalaire ainsi que les dents dont le nombre de racines s'écarte de la norme enseignée pendant le cursus odontologique.

Dans notre population, au maxillaire, la variabilité se concentre essentiellement au niveau du secteur prémolo-molaire. Ainsi les incisives ne présentent aucune variabilité et les canines seulement 1% de variabilité. Les prémolaires présentent une variabilité de 41% (PM1) à 45% (PM2) et les molaires une variabilité de 60.5% (M2) à 79% (M1).

A la mandibule, la variabilité des incisives est de l'ordre de 15% tout comme les canines et les prémolaires. Les molaires quant à elles présentent une variabilité de 33% (M2) à 43% (M1).

Ce sont donc essentiellement les dents pluriradiculées qui concentrent les plus forts taux de variabilité.

Cette étude confirme donc la présence d'une grande variabilité intra-populationnelle pour l'anatomie radiculaire et canalaire.

Cas particulier du MV2

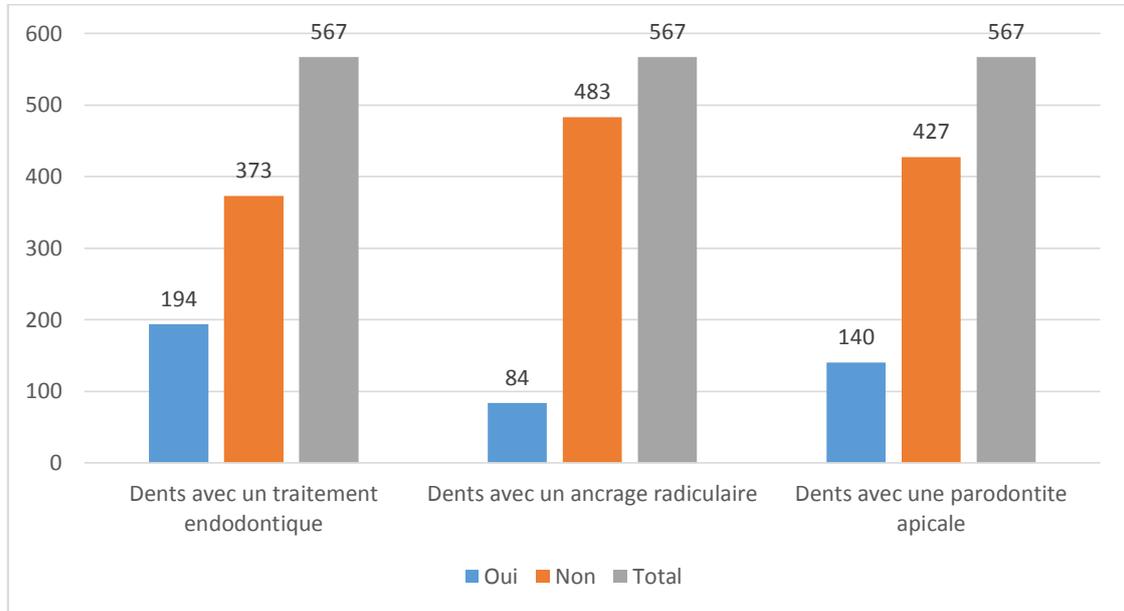
Dans notre population, le MV2 est présent dans 72.3% des cas pour la première molaire et 40.5% des cas pour la deuxième molaire.

L'anatomie canalaire est strictement identique entre 1^{ère} et 2^{ème} molaire dans 57% des cas.

Pour ce qui est de la présence du MV2, s'il est présent dans la 1^{ère} molaire, il est retrouvé dans 62,5% des cas dans la deuxième molaire. S'il est présent dans la 2^{ème} molaire, il sera retrouvé dans 93.5% des cas dans la 1^{ère} molaire.

2.5. Autres variables de l'échantillon d'analyse

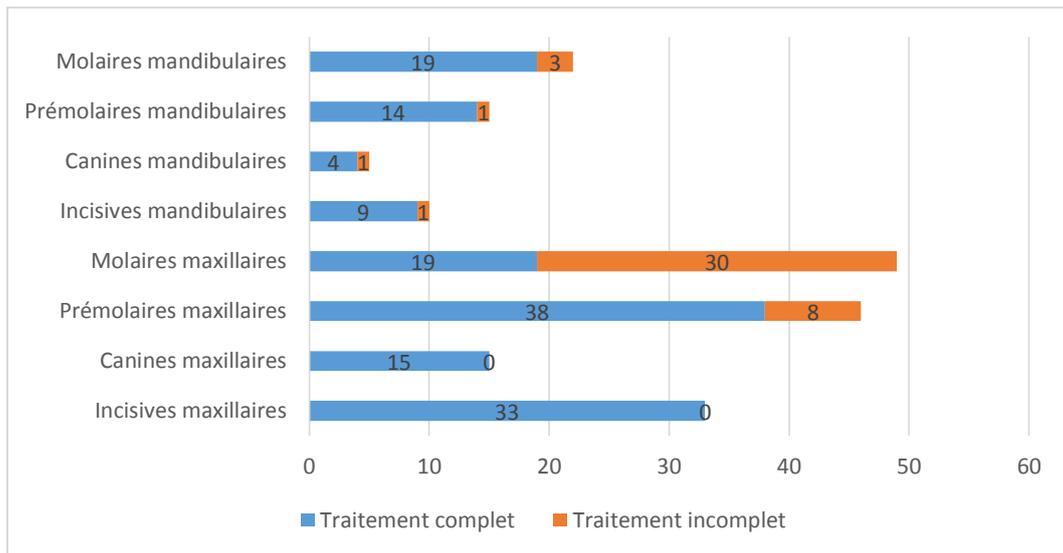
Les autres variables relevées ont été rassemblées dans le graphique suivant :



Graphique 21 : Autres variables de l'échantillon d'analyse

Dans la population étudiée, 34.2% des dents sont traitées endodontiquement, 14.8% présentent un ancrage radiculaire et 24.7% présentent une lésion péri-apicale. 43.3% des dents traitées endodontiquement présentent un ancrage radiculaire.

32% des dents traitées endodontiquement présentent un traitement incomplet (traitement où un canal visible radiologiquement n'est pas traité). Les molaires maxillaires représentent près de la moitié des traitements incomplets.



Graphique 22 : Complétude des traitements canaux

88.6% des dents dont l'obturation est incomplète présentent une variabilité canalaire.

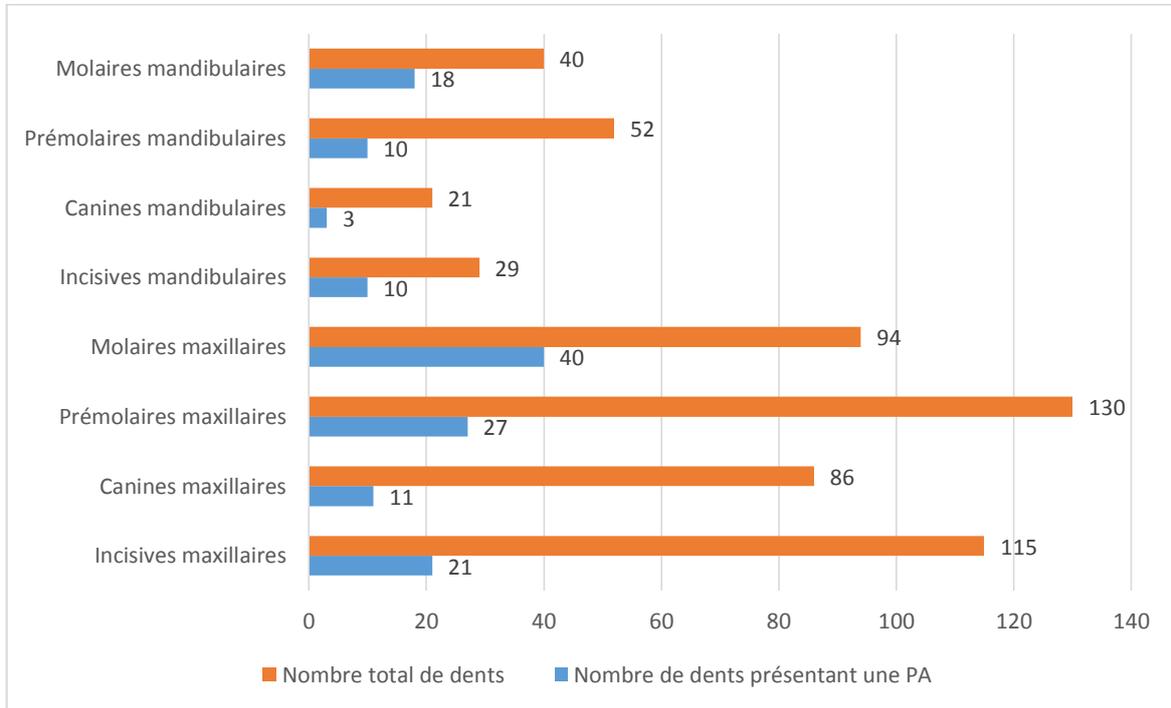
55.7% des dents traitées endodontiquement sont obturées à la bonne longueur, 28.9% montrent un traitement trop court et 15.4% un traitement trop long. Les obturations inadéquates sont représentées dans 65% des cas par un traitement jugé trop court et à 35% des cas par un traitement jugé trop long.

Si l'on tient compte des deux paramètres évaluant la qualité du traitement (longueur adéquate et complétude du traitement), 72.9% des traitements endodontiques de notre échantillon ne répondent pas aux attentes d'un traitement endodontique correct.

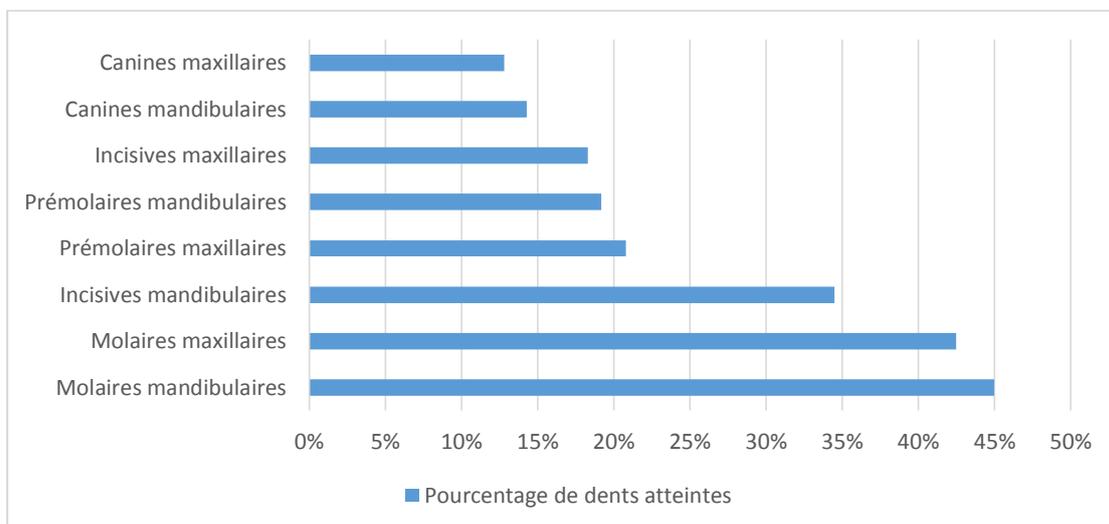
Sur l'ensemble des dents présentant une parodontite apicale, 75.7% sont traitées endodontiquement et 24,3% sont non traitées.

2.6. Quantification des lésions apicales d'origine endodontique

Sur notre échantillon de 567 dents, 140 lésions apicales ont été détectées et se répartissent de la manière suivante :



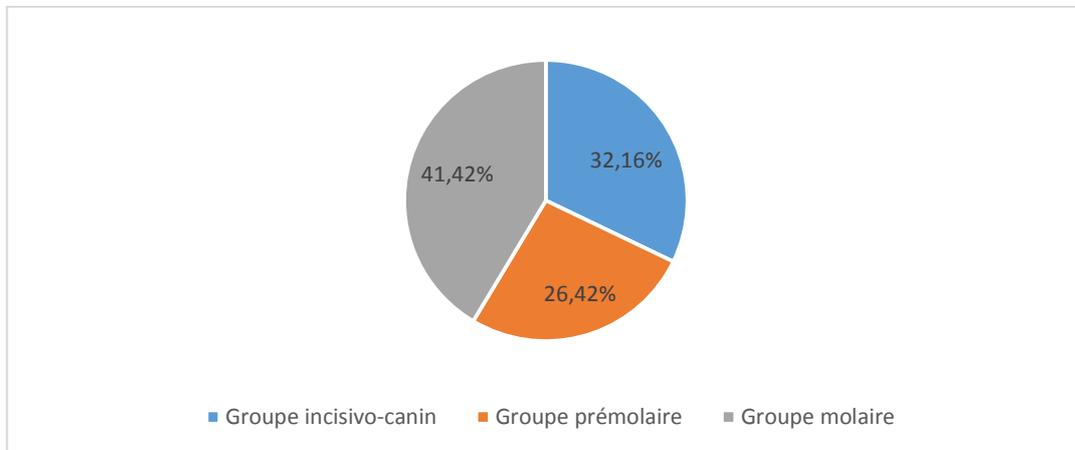
Graphique 23 : Distribution par groupe de dents des parodontites apicales



Graphique 24 : Pourcentage de dents atteintes par groupe de dents

Ce sont de manière générale les molaires qui présentent le plus haut taux d'atteinte, celui-ci dépassant 40%. Les incisives centrales mandibulaires sont atteintes également dans plus d'un tiers des cas. Les autres dents présentent un pourcentage moindre, oscillant entre 15 et 20%.

Sans faire de distinction entre les arcades maxillaire et mandibulaire, la distribution entre groupes de dents se fait ainsi :



Graphique 25 : Répartition par groupe de dents sans distinction de l'arcade des parodontites apicales

Ce sont sans surprise les molaires qui regroupent le plus de lésions.

2.7. Approche qualitative des lésions apicales d'origine endodontique

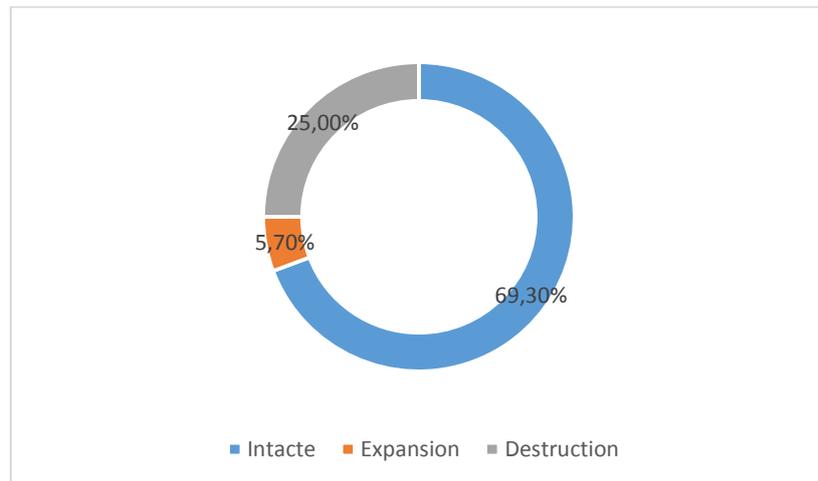
Après mesure dans les 3 plans de l'espace, les lésions ont été classées selon l'indice CBCTPAI.

Score CBCTPAI	Nombre de dents	Pourcentage de dents
0	427	75.307
1	18	3.173
2	28	4.938
2D	3	0.531
3	43	7.583
3E	7	1.232
3D	7	1.232
4	6	1.062
4D	22	3.880
5	2	0.354
5E	1	0.177
5D	3	0.531
Total :	567	100.00

Tableau 5 : Répartition des dents de l'échantillon en fonction du score CBCTPAI

11 lésions sur 140 sont de type « EP » endo-parodontal soit 7.9% des lésions.

Les atteintes de la corticale osseuse concomitantes aux parodontites apicales de notre échantillon peuvent se résumer comme suit :



Graphique 26 : répartition de l'atteinte osseuse corticale

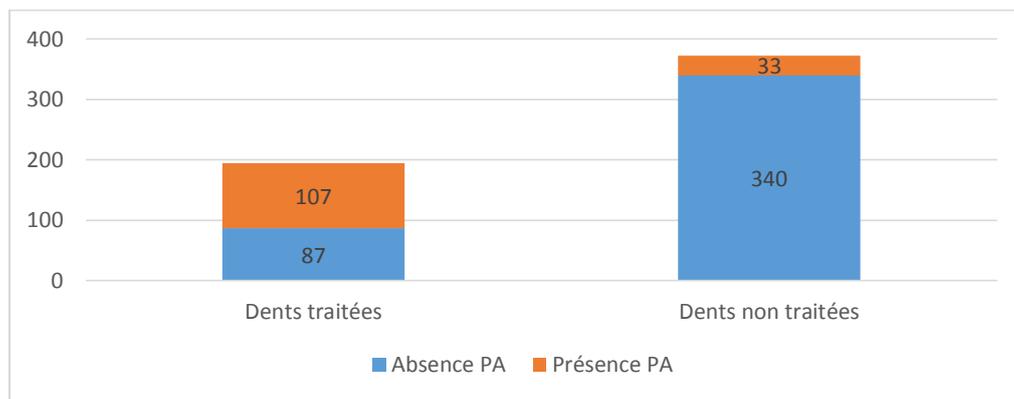
La répartition par taille des lésions de la population étudiée, sans tenir compte de l'état de la corticale, est synthétisée dans le tableau suivant :

Taille de la lésion en mm (score CBCTPAI)	Nombre de lésions	Pourcentage de lésions
0.5 à 1 mm (1)	18	12.9%
1 à 2 mm (2)	31	22.1%
2 à 4 mm (3)	57	40.7%
4 à 8 mm (4)	28	20.0%
Supérieure à 8 mm (5)	6	4.3%
Total	140	100.0%

Tableau 6 : répartition des lésions en fonction de la taille

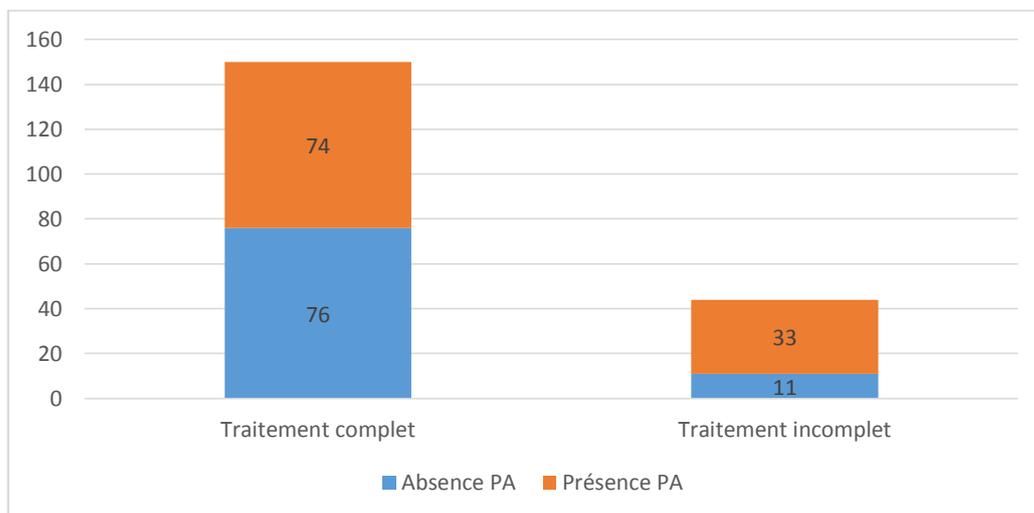
2.8. Facteurs associés à la parodontite apicale d'origine endodontique

Si l'on étudie la distribution des PA en fonction de la présence d'un traitement endodontique, nous observons que 8.85% des dents non traitées présentent une PA contre 55.15% des dents traitées.



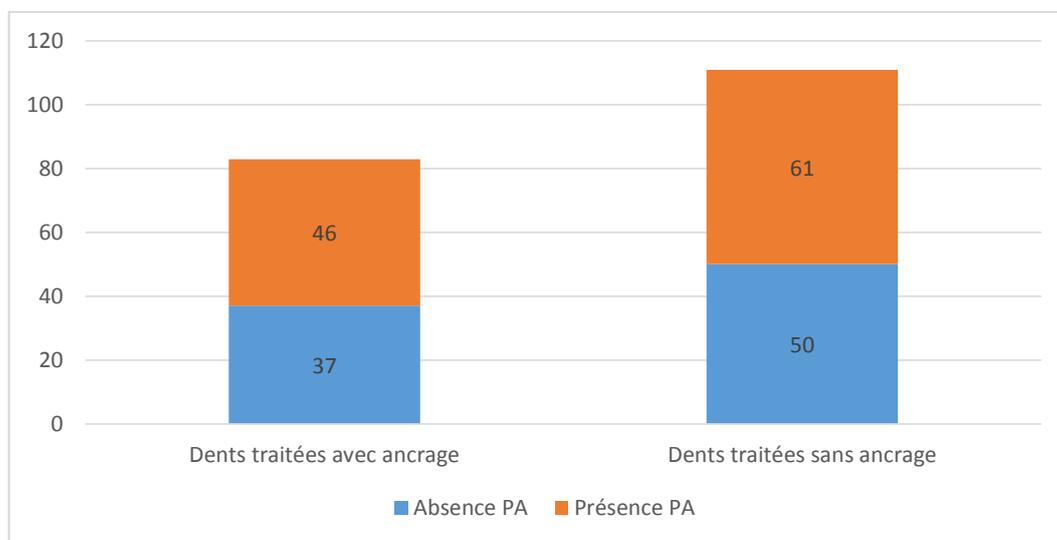
Graphique 27 : Présence de parodontites apicales en fonction de la présence d'un traitement

Si l'on observe la distribution des PA en fonction de la complétude du traitement canalaire, nous observons que 49.33% des traitements complets présentent une PA contre 75% pour les traitements incomplets.



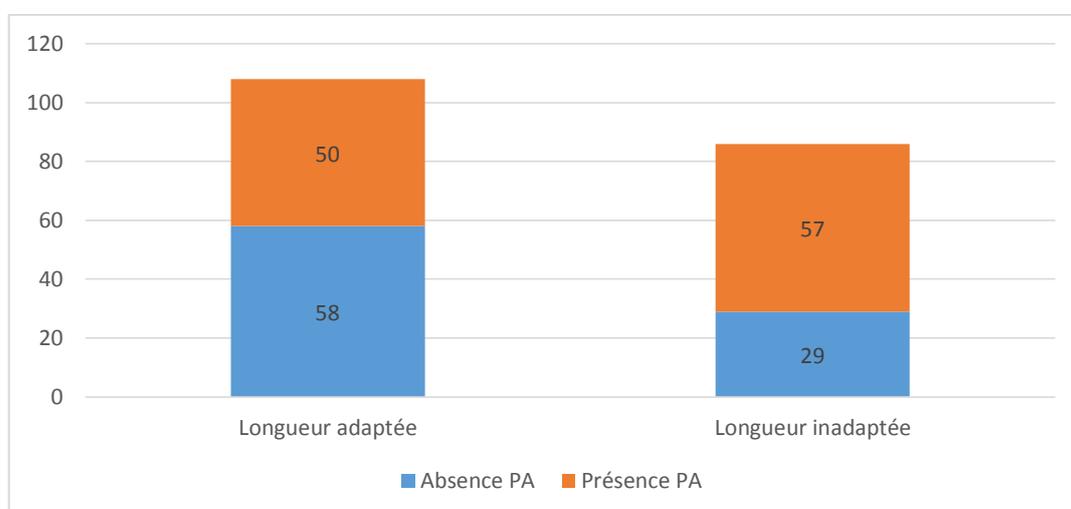
Graphique 28 : Présence de parodontites apicales en fonction de la complétude du traitement

Si l'on étudie la distribution des PA en fonction de la présence d'un ancrage sur les dents traitées, nous observons que 55.42% des dents présentant un ancrage ont une PA contre 54.95% pour les dents sans ancrage. Ces chiffres sont très proches de ceux concernant les dents traitées endodontiquement.



Graphique 29 : Présence de parodontites apicales en fonction de la présence d'un ancrage

Si l'on observe la distribution des PA en fonction de la longueur du traitement, nous constatons que 66.28% des dents avec un traitement de longueur inadaptée présentent une PA contre 46.29% pour les dents présentant un traitement de longueur adaptée.



Graphique 30 : Présence de parodontites apicales en fonction de la longueur du traitement

Une analyse statistique bivariée réalisée à l'aide du test du χ^2 de Pearson (sans correction de Yates) a été conduite pour tester la significativité de l'association entre deux variables. Classiquement, il a été considéré une valeur-seuil de significativité de $p=0.05$. Il apparaît ainsi que sur notre échantillon d'étude :

- ✓ La présence de parodontites apicales est très significativement liée à la présence d'un traitement endodontique ($p=7,15 \cdot 10^{-34}$).
- ✓ La présence de parodontites apicales est significativement liée à un traitement endodontique incomplet ($p=0.0027$).
- ✓ La présence de parodontites apicales est significativement liée à une longueur inadéquate du traitement endodontique ($p=0.005$).
- ✗ La présence de parodontites apicales n'est pas significativement liée à la présence d'un ancrage radiculaire ($p=0.95$).

3. Discussion

3.1. Discussion sur les matériels et méthodes

Cette étude fait suite aux travaux de thèse des Dr Lemagner (9), Maury (10) et Truong (42). Nous avons ici sélectionné de façon non-aléatoire des examens « petit champ de vue » d'une définition de 76 μm . Il s'agissait de compléter le champ d'investigation offert par l'analyse d'examens CBCT, en particulier par l'augmentation de la précision des informations recueillies. Tant sur le plan de l'anatomie canalaire que de l'exploration des lésions péri-apicales et des facteurs associés, le CBCT « petit champ » apporte un confort de lecture indéniable.

Des variables comme la longueur du traitement, la configuration canalaire ou les lésions de très petites tailles (CBCTPAI 1 et 2) ont ainsi pu être explorées précisément.

A contrario, le champ restreint du CBCT « petit champ » (5.67 dents en moyenne) ne nous a pas permis d'effectuer d'étude de prévalence des variables ni de tenter de mettre en évidence une éventuelle symétrie dans l'anatomie canalaire entre secteurs contro-latéraux. L'exploration systématique des sinus est apparue compliquée également, ceux-ci n'étant que souvent partiellement visibles.

La sélection non-aléatoire d'examens présentant au moins une lésion constitue un biais qui ne permet pas d'évaluer le pourcentage de patient présentant au moins une lésion au sein d'une population. Contrairement à l'hypothèse évoquée par le Dr Truong dans la thèse « Images pathologiques d'origine endodontiques et facteurs associés : analyse par CBCT petit champ »(42) , la proportion de PA au sein de l'échantillon n'est pas augmentée par ce biais. Elle est même diminuée, étant de 24.70% dans notre étude contre 27.70% pour celle du Dr Truong. Ceci peut éventuellement s'expliquer par le fait que le nombre de dents moyens par examen de notre échantillon est plus élevé (5.67 contre 4.83) : pour le même nombre d'examens, 84 dents de plus ont été analysées.

La méthode d'analyse par le CBCTPAI a été retenue pour améliorer la reproductibilité de lecture et diminuer le risque d'erreur d'interprétation. Cette normalisation permet également la comparaison avec d'autres études portant sur la même thématique. L'indice EP a été conservé même s'il ne concerne qu'environ 10% des lésions examinées.

Le choix de la classification de Weine pour étudier la variabilité canalaire est critiquable : sa simplicité la rend facile d'apprentissage et d'utilisation mais certaines dents ont été classées en indéfinies car ne rentrant pas dans la classification. Créée originellement pour l'étude du MV2 des molaires maxillaires, la classification de Weine ne semble pas adaptée aux variabilités les plus complexes. La classification de Vertucci semble plus exhaustive et sera à préférer pour des travaux de recherche ultérieurs. Elle est également la plus utilisée dans la littérature internationale (43,44).

3.2. Discussion sur les résultats

3.2.1. Anatomie radiculaire et configuration canalaire

Pour les dents maxillaires, nos résultats sont sensiblement équivalents à ceux de la thèse du Dr Maury (10). Au niveau de la mandibule, les résultats sont très proches également. Le pourcentage de canines biradiculées est légèrement plus élevé dans notre étude (6.2 et 2.1% contre 9.5%) et nous décrivons des molaires monoradiculées et quadriradiculées en faible pourcentage (absentes dans l'autre étude). A l'inverse, toujours à la mandibule les premières prémolaires ont un pourcentage plus élevé dans la configuration 2 canaux que notre étude (20% contre 15%) et nous ne décrivons pas de prémolaires biradiculées ni de molaires triradiculées, présentes en faible pourcentage dans l'étude du Dr Maury. Ces similitudes semblent confirmer que nous sommes en présence du même type de population.

Dans la littérature internationale, nous pouvons retrouver de nombreuses configurations canalaires différentes :

- Une haute fréquence de prémolaires maxillaires à deux racines et une variabilité importante du nombre de canaux dans les prémolaires maxillaires monoradiculées d'une population espagnole. (44)
- Une majorité de premières prémolaires maxillaires à 2 racines et 2 canaux et une majorité de deuxième prémolaire à une racine et un canal dans une population turque. (43)
- Une majorité de prémolaires mandibulaires à 2 canaux dans une population sud-indienne.(45)
- Une fréquence significative de molaires mandibulaires à 3 racines et de canaux en C dans une population chinoise. (46)
- Une faible fréquence de deuxièmes molaires mandibulaires à 3 racines et une haute fréquence de canaux en C dans une population coréenne. (47)
- Une haute fréquence de molaires mandibulaires à 2 racines et 3 canaux et une basse fréquence des molaires mandibulaires à 3 racines et des canaux en C dans une population brésilienne. (48)

3.2.2. Prévalence du MV2

Notre étude montre une prévalence du MV2 de 72.3% pour la première molaire maxillaire et de 40.5% pour la deuxième molaire maxillaire dans le cadre d'une exploration radiologique.

Dans la littérature internationale, nous retrouvons :

- Respectivement pour les premières et deuxièmes molaires, 30% et 19.6% de MV2 dans une population sud-Indienne, à partir d'une méthode de diaphanisation (49).
- 78% et 58% dans une population irlandaise, à partir d'une méthode de diaphanisation (50).
- 46.5% et 33.5% dans une population indienne, à partir d'acquisitions CBCT (51).
- 63.6% et 34.9% dans une population sud-coréenne, à partir d'acquisitions CBCT (52).
- 44% et 34.3% dans une population brésilienne, à partir d'acquisitions CBCT (53).

L'anatomie canalaire présente donc une importante variabilité inter- et intra-populationnelle, tant pour le nombre de racines que pour la configuration canalaire.

3.2.3. Parodontites apicales et facteurs associés

En accord avec les études de Lemagner (9) et Truong (42) ainsi que la littérature internationale (54–58), la prévalence des lésions apicales est plus élevée sur les dents traitées endodontiquement. Le traitement endodontique est significativement relié à la présence de lésions apicales.

75.7% des dents atteintes de notre échantillon sont traitées endodontiquement, ce qui est largement supérieur aux résultats retrouvés par Lemagner (9) et Dutta (57) (respectivement 41.1% et 47.4%) et légèrement supérieur aux résultats de Truong (42). Cette différence s'explique en grande partie par le fait que notre échantillon est sélectionné non-aléatoirement avec un critère d'inclusion d'au moins une lésion apicale par examen.

La présence de parodontites apicales a été significativement reliée aux traitements incomplets et inadéquats mais aucun lien n'a pu être établi avec la présence d'ancrage radiculaire, ce qui recoupe les travaux de thèse précédents.

Nous retrouvons également 82.7% de dents traitées endodontiquement dans les molaires présentant une lésion apicale, ce qui confirme la difficulté d'obtenir un traitement endodontique de qualité sur ces dents.

Notre étude est en accord avec les résultats de Lemagner (9) pour la répartition de la taille des lésions : majorité relative de lésion de score 3 (40.7%) et part importante de score 2 (22.1%). Elle diffère par contre de celles de Truong (42) qui présente une répartition relativement homogène entre lésions de score 2,3 et 4 et Paes Da Silva (54) qui présente une majorité de lésion de score 4.

La similarité de notre résultat avec celui de Lemagner peut s'expliquer par le fait que nous avons utilisé son essai de standardisation du protocole pour notre étude. Le critère d'inclusion d'au moins une lésion par examen ne semble pas avoir d'influence sur la répartition de taille des lésions.

La proportion d'atteinte de la corticale osseuse est sensiblement équivalente dans notre étude et cela confirme le fait que de nombreuses lésions apicales ne sont pas détectées par les radiographies rétro-alvéolaires (29). Une perte osseuse de 30 à 50% est nécessaire pour être visible à la radiographie rétro-alvéolaire (59).

Il convient de plus de garder en mémoire que ce travail n'étudie que des images radiologiques à un instant donné : en l'absence d'accès aux données cliniques ou radiologiques ultérieures, la dynamique d'évolution (cicatrisation ou expansion) ne peut être connue. Nous n'avons de plus pas accès aux conditions de réalisation de l'acte endodontique : irrigation, pose de la digue... qui sont autant de facteurs pouvant influencer sur le taux de succès.

Conclusion

La grande complexité du traitement endodontique n'est plus à démontrer, néanmoins la recherche scientifique s'applique à en identifier les difficultés.

Notre étude aura montré l'intérêt du CBCT « petit champ de vue » dans l'observation fine de l'endodonte mais aussi des lésions apicales et des facteurs associés à celles-ci.

Une grande variabilité inter et intra-populationnelle a été démontrée, en particulier au niveau du groupe prémolo-molaire maxillaire. Le praticien doit garder en permanence à l'esprit cette variabilité et être attentif aux aberrations observées lors de clichés rétro-alvéolaires réalisés en première intention. Par exemple, un rétrécissement brutal de la lumière canalaire doit faire évoquer une bifurcation canalaire. En cas de doute, le CBCT, et en particulier le petit champ, est un excellent moyen d'obtenir des informations complètes et précises sur l'anatomie radulaire et la configuration canalaire.

Les informations fournies par le CBCT doivent aussi être l'occasion pour le praticien d'évaluer sa capacité technique à réaliser l'acte nécessaire. Ainsi, certaines anatomies complexes ou des retraitements endodontiques difficiles nécessitent le recours à un spécialiste possédant un plateau technique plus spécifique et des compétences approfondies en endodontie.

Nous avons pu mettre en évidence un fort taux de dents traitées endodontiquement parmi les dents présentant une lésion apicale et plus de 2/3 de traitements endodontiques non satisfaisants. Les variables « présence d'un traitement endodontique », « traitement endodontique incomplet » et « longueur du traitement inadaptée » ont pu être reliées significativement à la présence de parodontites apicales. A contrario, nous n'avons pas pu démontrer de lien significatif avec la variable « présence d'un ancrage radulaire ».

Vu le directeur de Thèse,

Vu le président du Jury,

Bibliographie

1. Cavézian R, Pasquet G. Cone beam : Imagerie diagnostique en odontostomatologie: Principes, résultats et perspectives. Elsevier Masson; 2012. 394 p.
2. Hodez C, Bravetti P. Imagerie dento-maxillo-faciale par faisceau conique : “Cone Beam”: Journée de Nancy du 13 mars 2010. Sauramps médical; 2010. 251 p.
3. Martin-Duverneuil N, Ruhin B. “Cone Beam CT”: techniques et principales indications en imagerie dento-maxillo-faciale chez l’adulte. Radiol Imag Médicale-Musculosquelettique-Neurol-Maxillofac. 2014;9((2)):1–11.
4. G. Pasquet RC. Moyens diagnostiques en imagerie odonto-stomatologique cone beam : résultats. J Radiol - J RADIOL. 2009;90(5):618–23.
5. Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and How Does it Work? Dent Clin North Am. 2008 Oct;52(4):707–30.
6. Saint-Pierre F. Tomographie volumique à faisceau de la face (Cone Beam Computed Tomography): avis sur les actes. Haute Autorité de Santé; 2009 Décembre.
7. Michetti J, Maret D, Mallet J-P, Diemer F. Validation of Cone Beam Computed Tomography as a Tool to Explore Root Canal Anatomy. J Endod. 36(7):1187–90.
8. Hassan BA, Payam J, Juyanda B, van der Stelt P, Wesselink PR. Influence of scan setting selections on root canal visibility with cone beam CT. Dento Maxillo Facial Radiol. 2012 Dec;41(8):645–8.
9. Lemagner F, Georgelin M. Prévalence et facteurs associés aux lésions apicales d’origine endodontique : analyse C.B.C.T. [Internet]. [Toulouse]:Université Paul Sabatier, Toulouse 3; 2014.
10. Maury E. Étude du nombre de racines et de canaux à partir d’acquisitions C.B.C.T. dans une population française [Internet]. [Toulouse]: Université Paul Sabatier, Toulouse 3; 2014.
11. Tyndall DA, Rathore S. Cone-Beam CT Diagnostic Applications: Caries, Periodontal Bone Assessment, and Endodontic Applications. Dent Clin. 52(4):825–41.
12. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. Int J Dent. 2009
13. Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. Int Endod J. 2007;40(10):818–30.

14. Taylor P Cotton TMG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007;33(9):1121–32.
15. Estrela C, Bueno MR, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *Braz Dent J.* 2008;19(2):114–8.
16. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth by a Cone Beam Computed Tomography Scan. *J Endod.* 2009 May 1;35(5):719–22.
17. Kamburoğlu K, İlker Cebeci AR, Gröndahl HG. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. *Dent Traumatol.* 2009 Jun 1;25(3):256–61.
18. İlgüy D, İlgüy M, Fisekcioglu E, Bayirli G. Detection of jaw and root fractures using cone beam computed tomography: a case report. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2009 Mar 1;38(3):169–73.
19. Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu M-K. The Use of Cone-beam Computed Tomography and Digital Periapical Radiographs to Diagnose Root Perforations. *J Endod.* 37(4):513–6.
20. Haghanifar S, Moudi E, Mesgarani A, Bijani A, Abbaszadeh N. A comparative study of cone-beam computed tomography and digital periapical radiography in detecting mandibular molars root perforations. *Imaging Sci Dent.* 2014 Jun;44(2):115–9.
21. Patel S, Wilson R, Dawood A, Foschi F, Mannocci F. The detection of periapical pathosis using digital periapical radiography and cone beam computed tomography - part 2: a 1-year post-treatment follow-up. *Int Endod J.* 2012 Aug;45(8):711–23.
22. Patel S, Wilson R, Dawood A, Mannocci F. The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography - part 1: pre-operative status. *Int Endod J.* 2012 Aug;45(8):702–10.
23. Kurt SN, Üstün Y, Erdogan Ö, Evlice B, Yoldas O, Öztunc H. Outcomes of periradicular surgery of maxillary first molars using a vestibular approach: a prospective, clinical study with one year of follow-up. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2014 Jun;72(6):1049–61.
24. Oenning ACC, Neves FS, Alencar PNB, Prado RF, Groppo FC, Haiter-Neto F. External root resorption of the second molar associated with third molar impaction: comparison of panoramic radiography and cone beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2014 Aug;72(8):1444–55.
25. Maini A, Durning P, Drage N. Resorption: within or without? The benefit of Cone-Beam Computed Tomography when diagnosing a case of an internal/external resorption defect. *Br Dent J.* 2008 Feb 9;204(3):135–7.

26. Simon JHS, Enciso R, Malfaz J-M, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod.* 2006 Sep;32(9):833–7.
27. Kemoun P. Cours Anatomopathologie DCEO1. 2008.
28. De Paula-Silva FWG, Wu M-K, Leonardo MR, da Silva LAB, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod.* 2009 Jul;35(7):1009–12.
29. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod.* 2008 Mar;34(3):273–9.
30. Patel S, Dawood A, Mannocci F, Wilson R, Pitt Ford T. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *Int Endod J.* 2009;42(6):507–15.
31. Brynolf I. A histological and roentgenological study of the periapical region of human upper incisors. 1967;
32. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dent Traumatol.* 1986 Feb 1;2(1):20–34.
33. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A New Periapical Index Based on Cone Beam Computed Tomography. *J Endod.* 34(11):1325–31.
34. Diemer F. Cours Anatomie canalaire DCEO1. 2010.
35. Carames de Aprile E. Anatomie topographique des canaux radiculaires par la méthode de diaphanisation. *Rev Stomatol.* 1959;60(146):52.
36. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984 Nov;58(5):589–99.
37. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1969 Sep;28(3):419–25.
38. Cours Anatomie radiculaire et canalaire DIUE. 2005.
39. Moura MS, Guedes OA, De Alencar AHG, Azevedo BC, Estrela C. Influence of Length of Root Canal Obturation on Apical Periodontitis Detected by Periapical Radiography and Cone Beam Computed Tomography. *J Endod.* 35(6):805–9.
40. Schaeffer MA, White RR, Walton RE. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *J Endod.* 2005 Apr;31(4):271–4.

41. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Braz Dent J.* 2012;23(3):179–91.
42. Truong H-D. Images pathologiques d'origine endodontique et facteurs associés : analyse par C.B.C.T. petit champ. [Internet].[Toulouse]: Université Paul Sabatier, Toulouse 3; 2015
43. Altunsoy M, Ok E, Nur BG, Aglarci OS, Gungor E, Colak M. A cone-beam computed tomography study of the root canal morphology of anterior teeth in a Turkish population. *Eur J Dent.* 2014 Jul;8(3):302–6.
44. Abella F, Teixidó LM, Patel S, Sosa F, Duran-Sindreu F, Roig M. Cone-beam Computed Tomography Analysis of the Root Canal Morphology of Maxillary First and Second Premolars in a Spanish Population. *J Endod.* 2015 May 5;
45. Shetty A, Hegde MN, Tahiliani D, Shetty H, Bhat GT, Shetty S. A three-dimensional study of variations in root canal morphology using cone-beam computed tomography of mandibular premolars in a South Indian population. *J Clin Diagn Res JCDR.* 2014 Aug;8(8):ZC22–4.
46. Zhang R, Wang H, Tian Y-Y, Yu X, Hu T, Dummer PMH. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. *Int Endod J.* 2011 Nov;44(11):990–9.
47. Kim SY, Kim BS, Kim Y. Mandibular second molar root canal morphology and variants in a Korean subpopulation. *Int Endod J.* 2015 Feb 3;
48. Silva EJNL, Nejaim Y, Silva AV, Haiter-Neto F, Cohenca N. Evaluation of root canal configuration of mandibular molars in a Brazilian population by using cone-beam computed tomography: an in vivo study. *J Endod.* 2013 Jul;39(7):849–52.
49. Singh S, Pawar M. Root canal morphology of South Asian Indian maxillary molar teeth. *Eur J Dent.* 2015 Mar;9(1):133–44.
50. Al Shalabi RM, Omer OE, Glennon J, Jennings M, Claffey NM. Root canal anatomy of maxillary first and second permanent molars. *Int Endod J.* 2000 Sep;33(5):405–14.
51. Neelakantan P, Subbarao C, Ahuja R, Subbarao CV, Gutmann JL. Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of maxillary first and second molars in an Indian population. *J Endod.* 2010 Oct;36(10):1622–7.
52. Kim Y, Lee S-J, Woo J. Morphology of maxillary first and second molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals and the incidence of fusion. *J Endod.* 2012 Aug;38(8):1063–8.
53. Silva EJNL, Nejaim Y, Silva AIV, Haiter-Neto F, Zaia AA, Cohenca N. Evaluation of root canal configuration of maxillary molars in a Brazilian population using cone-beam computed tomographic imaging: an in vivo study. *J Endod.* 2014 Feb;40(2):173–6.

54. Paes da Silva Ramos Fernandes L, Ordinola-Zapata R, Húngaro Duarte M, Alvares Capelozza A. Prevalence of apical periodontitis detected in cone beam CT images of a Brazilian subpopulation. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2013;42(1):20110404.
55. Tavares PBL, Bonte E, Boukpepsi T, Siqueira JF, Lasfargues J-J. Prevalence of apical periodontitis in root canal-treated teeth from an urban French population: influence of the quality of root canal fillings and coronal restorations. *J Endod.* 2009 Jun;35(6):810–3.
56. López-López J, Jané-Salas E, Estrugo-Devesa A, Castellanos-Cosano L, Martín-González J, Velasco-Ortega E, et al. Frequency and distribution of root-filled teeth and apical periodontitis in an adult population of Barcelona, Spain. *Int Dent J.* 2012 Feb;62(1):40–6.
57. Dutta A, Smith-Jack F, Saunders WP. Prevalence of periradicular periodontitis in a Scottish subpopulation found on CBCT images. *Int Endod J.* 2014 Sep 1;47(9):854–63.
58. Archana D, Gopikrishna V, Gutmann JL, Savadamoorthi KS, Kumar ARP, Narayanan LL. Prevalence of periradicular radiolucencies and its association with the quality of root canal procedures and coronal restorations in an adult urban Indian population. *J Conserv Dent JCD.* 2015 Feb;18(1):34–8.
59. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: I. *J Am Dent Assoc.* 1961 Feb 1;62(2):152–60.

Images pathologiques d'origine endodontique et anatomies dentaires particulières : analyse par CBCT petit champ de vue.

Résumé :

Nous avons étudié 168 examens CBCT « petit champ de vue » dans le but d'explorer l'anatomie radiculaire et canalaire mais aussi de quantifier les lésions péri-apicales d'origine endodontique présentes ainsi que leurs facteurs associés. Nous avons mis en évidence une grande variabilité anatomique, à la fois canalaire et radiculaire et atteignant plus particulièrement le groupe prémolo-molaire maxillaire. Nous avons pu relier significativement la présence de lésions péri-apicales d'origine endodontique avec la présence d'un traitement endodontique mais également avec les traitements incomplets et les traitements de longueur inadaptée. Les lésions de score CBCTPAI 3 sont prédominantes et l'on observe une atteinte osseuse corticale dans environ 25% des cas.

C.B.C.T limited F.O.V analysis of particular root canal configurations and apical periodontitis images.

Mots-clés: LIPOE, parodontite apicale, facteurs associés, CBCT, anatomie canalaire, variabilité.

Discipline administrative : Chirurgie-Dentaire

Intitulé et adresse de l'UFR : Université Toulouse III Paul-Sabatier, Faculté de Chirurgie-Dentaire, 3 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cedex

Directeur de thèse : Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN