



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2017

THESE N° 2017 LYO 1D 63

T H E S E

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 07.12.17

par

Lionel CARDONA

Né le 18 Avril 1983, à Lyon (69)

Titre de la Thèse

**Intérêts du cone beam lors du diagnostic et du traitement des lésions
inflammatoires périapicales d'origine endodontique**

JURY

Mr le Professeur MAURIN Jean-Christophe

Président

Mme le Docteur VEYRE-GOULET Sophie

Assesseur

Mr le Docteur VIENNOT Stéphane

Assesseur

Mme le Docteur SALIASI Ina

Assesseur

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université

M. le Professeur F. FLEURY

Président du Conseil Académique

M. le Professeur H. BEN HADID

Vice-Président du Conseil d'Administration

M. le Professeur D. REVEL

Vice-Président de la Commission Recherche

M. F. VALLEE

du Conseil Académique

Vice-Président de la Commission Formation Vie Universitaire M. le Professeur P. CHEVALIER

du Conseil Académique

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est

Directeur : M. le Professeur G.

RODE

Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud

Directeur : Mme la Professeure C.

BURILLON

Charles Mérieux

Faculté d'Odontologie

Directeur : M. le Professeur D.

BOURGEOIS

Institut des Sciences Pharmaceutiques et

Directrice : Mme la Professeure C.

Biologiques

VINCIGUERRA

Institut des Sciences et Techniques de la

Directeur : M. X. PERROT, Maître de

Conférences
Réadaptation

Département de Formation et Centre de
A.M. SCHOTT

Directrice : Mme la Professeure

Recherche en Biologie Humaine

1.1.1 SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Faculté des Sciences et Technologies
Maître de Conférences

Directeur : M. F. DE MARCHI,

UFR des Sciences et Techniques des
Professeur Agrégé

Directeur : M. Y. VANPOULLE,

Activités Physiques et Sportives

Institut Universitaire de Technologie Lyon 1

Directeur : M. le Professeur C. VITON

Ecole Polytechnique Universitaire
de l'Université Lyon 1

Directeur : M. E. PERRIN

Institut de Science Financière et d'Assurances
Maître de Conférences

Directeur : M. N. LEBOISNE,

Ecole Supérieure du Professorat et de l'Éducation

Directeur : M. le Professeur

A. MOUGNIOTTE

(ESPE)

Observatoire de Lyon

Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique

Directeur : M. G. PIGNAULT

2 FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyen : M. Denis BOURGEOIS, Professeur des Universités

Vice-Doyen : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités

Vice-Doyen : M. Stéphane VIENNOT, Maître de Conférences

SOUS-SECTION 56-01: PEDODONTIE

Professeur des Universités : M. Jean-Jacques MORRIER

Maître de Conférences : M. Jean-Pierre DUPREZ

Maître de Conférences Associée Mme Christine KHOURY

SOUS-SECTION 56-02 : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY, Mme Claire PERNIER,

SOUS-SECTION 56-03 : PREVENTION - EPIDEMIOLOGIE

**ECONOMIE DE LA SANTE - ODONTOLOGIE
LEGALE**

Professeur des Universités M. Denis BOURGEOIS

Maître de Conférences M. Bruno COMTE

SOUS-SECTION 57-01 : PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mme Kerstin GRITSCH, M. Philippe RODIER,

Maître de Conférences Associée Mme Nina ATTIK

**SOUS-SECTION 57-02 : CHIRURGIE BUCCALE - PATHOLOGIE ET
THERAPEUTIQUE**

ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION

Maîtres de Conférences : Mme Anne-Gaëlle CHAUX-BODARD, M. Thomas FORTIN,

M. Arnaud LAFON

SOUS-SECTION 57-03 : SCIENCES BIOLOGIQUES

Professeur des Universités : M. J. Christophe FARGES

Maîtres de Conférences : Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, M. François VIRARD

SOUS-SECTION 58-01 : ODONTOLOGIE CONSERVATRICE - ENDODONTIE

Professeurs des Universités : M. Pierre FARGE, M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Dominique SEUX

Maîtres de Conférences : M. Thierry SELLI, M. Cyril VILLAT

SOUS-SECTION 58-02 : PROTHESE

Professeurs des Universités : M. Guillaume MALQUARTI, Mme Catherine
MILLET

Maîtres de Conférences : M. Maxime DUCRET M. Christophe JEANNIN, M.
Renaud NOHARET,

M. Gilbert VIGUIE, M. Stéphane VIENNOT

Maîtres de Conférences Associés M. Hazem ABOUELLEIL,

**SOUS-SECTION 58-03 : SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES
OCCLUSODONTIQUES, BIOMATERIAUX,
BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE**

Professeurs des Universités : Mme Brigitte GROSGOGEAT, M. Olivier
ROBIN

Maîtres de Conférences : M. Patrick EXBRAYAT, Mme Sophie VEYRE-
GOULET

**SECTION 87 : SCIENCES BIOLOGIQUES
FONDAMENTALES ET CLINIQUES**

Maître de Conférences Mme Florence CARROUEL

Remerciements :

A notre Président de jury,

Monsieur le Professeur MAURIN Jean-Christophe

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maîtrise en Sciences Biologiques et Médicales

Diplôme d'Etudes Approfondies

Docteur de l'Université Claude Bernard Lyon 1

Habilité à Diriger des Recherches

Responsable de la sous-section Odontologie Conservatrice - Endodontie

*Nous vous remercions d'avoir accepté de diriger ce travail et de le présider aujourd'hui.
Nous tenons à vous témoigner notre profonde reconnaissance pour votre patience, votre
disponibilité constante et votre soutien durant notre cursus universitaire et dans la
réalisation de cette thèse.*

A nos jurés,

Madame le Docteur VEYRE-GOULET Sophie

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancienne Interne en Odontologie

Docteur de l'Université Lyon I

Vous nous faites l'honneur et le plaisir de siéger à notre jury de thèse. Votre gentillesse et votre engagement pédagogique suscitent en nous une profonde admiration et inspiration.

Merci pour votre compétence et votre sens pédagogique tant universitaire que clinique.

Nous vous remercions de la confiance que vous nous avez accordée.

Monsieur le Docteur VIENNOT Stéphane

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Interne en Odontologie

Docteur de l'Université Lyon I

Vice-Doyen à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Nous vous remercions d'avoir accepté de juger ce travail. Nous tenons à vous témoigner notre profonde reconnaissance pour votre disponibilité, votre bonne humeur et vos conseils avérés au cours de ces années. Veuillez trouver ici l'expression de notre gratitude et de notre profond respect.

Madame le Docteur SALIASI Ina

Assistante Associée à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Ancienne Assistante hospitalo-universitaire associée au CSERD de Lyon

Diplômée en Chirurgie Dentaire

Nous vous remercions d'avoir accepté de siéger parmi notre jury. Veuillez trouver ici l'expression de notre profond respect pour votre accompagnement.

Table des matières

Introduction	1
1. Le cone beam	2
1.1.Généralités.....	2
1.2.Principe de fonctionnement.....	3
1.3.Indications du cone beam en endodontie	5
1.4.Inconvénients	6
2. Lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique	8
2.1.Généralités.....	8
2.2.Diagnostic	8
2.3.Traitement	10
2.3.1 Préparation canalaire	11
2.3.2 Irrigation.....	11
2.3.3 Obturation.....	11
2.3.4 Chirurgie endodontique.....	11
3 Intérêt du cone beam dans le diagnostic des lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique (LIPOE)	12
3.1 Evaluation du volume de la lésion	12
3.1.1 Modification osseuse péri apicale	12
3.1.2 Évaluation de la lésion inflammatoire péri-apicale d'origine endodontique.....	13
3.2 Diagnostic étiologique.....	18
3.2.1 Fractures, fêlures radiculaires.....	19
3.2.2 Résorption externe précoce	21
3.2.3 Résorption interne	23
4 Intérêt du cone beam dans la thérapeutique	25
4.1.Bilan pré chirurgical.....	25
4.2.Visualisation de l'anatomie endodontique	25
4.2.1 Image préopératoire.....	27
4.2.2 Imagerie peropératoire	27

4.2.3	Évaluation postopératoire.....	28
5	Discussion.....	28
6	Conclusion.....	30
	Bibliographie	31

Table des illustrations

Figure 1 : Dispositif du cone beam d'après [1].....	2
Figure 2 : Mode de fonctionnement du Cone Beam Computed Tomography CBCT d'après [2]	3
Figure 3 : Formation de l'image numérique d'après [3]	4
Figure 4 : Les différents champs d'exploration d'après [7].....	4
Figure 5 : Vue d'ensemble des différents types de CBCT selon leur champ d'exploration d'après [9].....	5
Figure 6: Mise en évidence d'artefacts avec le cone beam dû à la présence de métal d'après [16]...	7
Figure 7 : Apport du cone beam dans la mise en évidence d'une LIPOE d'après [14]	9
Figure 8 : Comparaison radiographie conventionnelle et CBCT d'après [23].....	10
Figure 9 : Résection apicale réalisée afin de supprimer le dépassement sur la 25 d'après [24].....	12
Figure 10 : Une radioclarité située en regard de 31 montre une parodontite d'origine endodontique d'après [24]	12
Figure 11 : Péri Apical Index d'après [32].....	14
Figure 12 : Radiographie rétroalvéolaire montrant différents stades de parodontite apicale selon le PAI d'après [32].....	15
Figure 13 Echelle CBCTPAI d'après [33]	17
Figure 14 Incisives maxillaires montrant tous les scores du CBCTPAI d'après [33].....	18
Figure 15 : Schématisation des différentes voies de contamination bactérienne pulpo-parodontales d'après [34].	19
Figure 16 :Comparaison des radiographies en deux dimensions et le CBCT dans la mise en évidence d'une fracture transversale d'après [39].....	20
Figure 17 : Visualisation d'une radiographique 2D/3D d'une fracture radiculaire d'après [41]	21
Figure 18 : Figure montrant une lésion de type résorption externe, sur une 45 et mise en évidence par une radiographie conventionnelle d'après [44].	22
Figure 19: Balayage tomодensitométrique par faisceau coniques d'après [44].....	23
Figure 20 : Traitement d'une résorption externe d'après [44].	23
Figure 21 : Résorption externe avec extension jusqu'au réseau canalaire d'après [42]	24
Figure 22 Mise en évidence par CBCT d'un deuxième canal mésio-vestibulaire sur une 26 par CBCT d'après [43].....	26
Figure 23 : Visualisation de la courbure des racines entre le CBCT à gauche et la radiographie conventionnelle à droite d'après [44].	26
Figure 24 : Arbre décisionnel permettant de poser les indications d'un Cone Beam dans le diagnostic et le traitement d'une LIPOE	29

Introduction

Depuis les années 1990, le nombre de cabinets dentaires équipés d'appareils de type cone beam est en constante augmentation. En effet, l'imagerie par technique Cone Beam a connu une forte révolution depuis ses dernières années avec la mise au point d'appareillages permettant leur utilisation au travers de diverses indications allant de l'implantologie à l'endodontie.

La pratique de l'endodontie est indissociable de l'imagerie. Actuellement, deux types d'examen sont principalement utilisés dans cette discipline : la radiographie conventionnelle intra-orale, et la technologie d'imagerie 3D dite Tomographie Volumique à Faisceau Conique (TVFC) ou cone beam.

En endodontie, l'analyse des clichés radiographiques rétro-alvéolaires est une étape complémentaire à l'analyse clinique. Cependant, cet examen peut s'avérer insuffisant pour visualiser avec précision les lésions radiculaires et les atteintes des structures périradiculaires, car il ne fournit qu'une image tronquée de la réalité anatomique, résultant de la distorsion et de la superposition des éléments anatomiques.

En se référant aux données bibliographiques disponibles sur l'imagerie en endodontie l'apport d'une 3^{ème} dimension, semble être une bonne alternative permettant une mise en évidence plus aisée des lésions péri-apicales.

Le but de ce travail a donc été de rechercher à situer la place du cone beam dans le dépistage, l'évaluation et le traitement des lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique.

Après une description du cone beam et de son mode de fonctionnement, nous aborderons les difficultés inhérentes au diagnostic et au traitement des lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique. Nous étudierons également l'apport du cone beam dans le dépistage et l'établissement du diagnostic des lésions péri-apicales. Enfin, une dernière partie sera consacrée à son intérêt dans la démarche thérapeutique de façon à fournir au praticien toutes les clés de la réussite dans le succès thérapeutique des traitements endodontiques complexes auxquels il peut être confronté.

1. Le cone beam

1.1. Généralités

Le terme « cone beam » est le diminutif de Cone Beam Computed Tomography (CBCT) que l'on pourrait traduire par Imagerie volumétrique par faisceau conique. Cette technique repose sur les principes de base de la radiographie, représentés par la mesure de l'absorption des rayons X par les tissus. Elle se distingue de la radiographie classique par sa numérisation et du scanner par son faisceau ouvert qui lui permet de balayer en une fois le champ à étudier.



Figure 1 : Dispositif du cone beam d'après [1]

Le cone beam (ou CBCT) est une nouvelle technique de radiographie numérisée apparue vers la fin des années 1990. Comme son nom l'indique, il utilise un faisceau d'irradiation de forme conique. Cet appareil présente notamment l'avantage d'être plus précis que le panoramique dentaire en offrant une résolution similaire, voire supérieure à celle du scanner, avec la possibilité d'une reconstitution numérique en 3D.

Le cone beam apporte également des indications plus détaillées sur les petites structures osseuses, difficiles à visualiser au scanner. A l'inverse de celui-ci, il permet de balayer en un seul passage l'ensemble du volume à radiographier, en étant moins irradiant. Il offre par ailleurs la possibilité de localiser le champ d'examen sur la zone à étudier (quelques dents, une mâchoire), ce qui permet d'éviter d'irradier inutilement les autres parties du crâne.

Les applications du cone beam sont nombreuses allant de la chirurgie buccale, en passant par l'orthodontie, la chirurgie maxillo-faciale et l'ORL. Il est de plus en plus utilisé en odontologie pour l'examen des tissus minéralisés (dents, cartilages, os). Il permet d'identifier les lésions osseuses, les fractures, les infections, les kystes et les corps étrangers.

1.2.Principe de fonctionnement

Le dispositif se compose d'un générateur à rayons X émettant un faisceau conique, d'un détecteur plan et d'un système informatique permettant de traiter les images. (Cf. figure N°2)

L'émetteur à rayon X et le détecteur sont solidaires. Ils effectuent une rotation autour de la tête du patient lors de l'acquisition du volume des structures anatomiques.

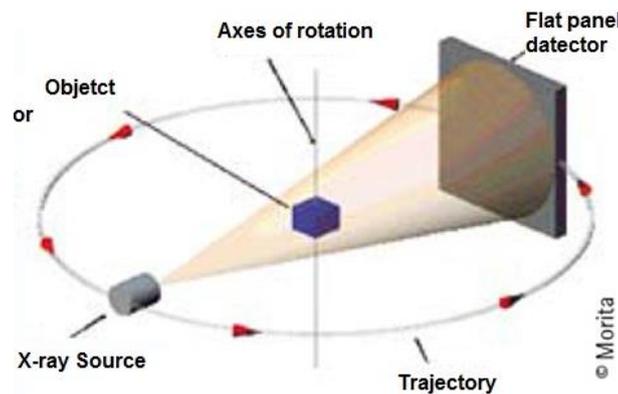


Figure 2 : Mode de fonctionnement du Cone Beam Computed Tomography CBCT d'après [2]

Le CBCT utilise un faisceau conique, lui permettant en une seule révolution, de balayer l'ensemble de la zone à radiographier.

A chaque degré de rotation, l'émetteur libère une impulsion de rayons X qui traversent les corps anatomiques et sont réceptionnés par le détecteur.

L'information recueillie constitue les données brutes. Elles seront ensuite exportées vers un ordinateur, lequel restitue l'objet selon ses pixels et réalise les différentes reconstitutions dans tous les plans de l'espace. Un logiciel utilisant des systèmes d'algorithmes permet d'obtenir une reconstitution en trois dimensions par conversion de pixels en voxels.

Ces images peuvent être exportées au format standard DICOM.

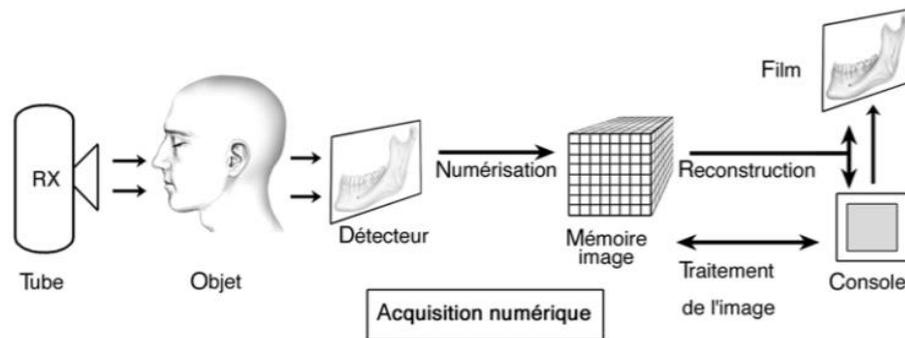


Figure 3 : Formation de l'image numérique d'après [3]

La résolution spatiale est définie par la taille du voxel (volume élément) qui est l'unité de volume. Il a la forme d'un parallélépipède caractérisé par les dimensions de ses trois arêtes. Le volume d'un examen CBCT a la particularité d'être « isotope » c'est-à-dire que les trois arêtes sont de dimension identique, le voxel est donc cubique contrairement à celui du scanner conventionnel qui lui est anisotrope (une arête est de longueur différente des deux autres), apportant ainsi une meilleure résolution spatiale à l'imagerie Cone Beam. [4]

L'imagerie par Cone Beam est sûre à 98% avec une marge d'erreur comprise entre 0 et 1,99 mm pour la prévision de la hauteur et la largeur de la mandibule. [5]

Il existe des variations importantes selon les machines sur l'exactitude des mesures. D'après Cavezian et Pasquet [6] « Il n'y a pas un appareil mais des appareils Cone Beam ». En effet pour balayer l'ensemble des indications en odontologie, il existe différents CBCT selon leur champ d'exploration ou FOV pour Field Of View :

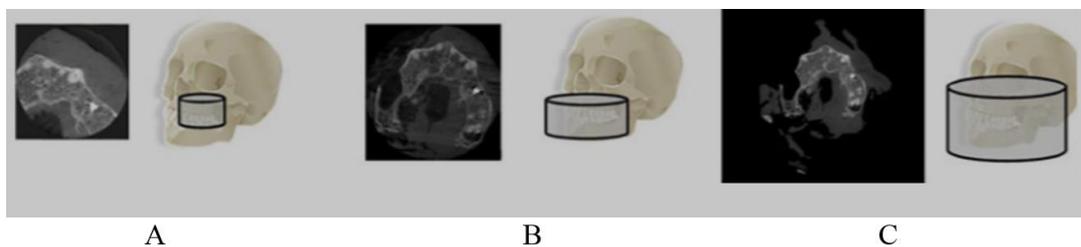


Figure 4 : Les différents champs d'exploration d'après [7]

A : les petits champs : inférieurs à 10cm

B : les champs moyens : entre 10 et 15 cm

C : les grands champs : supérieurs à 15cm

En endodontie, on utilise les petits champs qui sont à haute résolution, ils présentent des voxels de très petite taille jusqu'à 0,08 mm [8]. Les moyens et grands champs (voxels entre 0.2 et 0.64 mm) sont destinés à l'ensemble du massif facial et couvrent le reste des indications.

Plus le champ d'exposition est important, plus la taille du voxel augmente et moins bonne est la résolution.

Resolution	Voxel size mm ³	Field of View (α.h, cm)	Examination
Fine	0.08 - 0.125	Small, eg 4 × 4	endodontics, localised periodontal problems, short span implant related applications, complex extractions
	0.125 - 0.25	Medium, eg 8 × 5	multiple implants or impactions associated with vital anatomical structures, generalised periodontal problems
General	>0.3	Medium eg 10 × 5-10 × 10	3-D modelling, single or dual full arch implant assessment/bilateral TMJ assessment
	>0.3	Large, eg >10 × 10 cm	3-D modelling, cephalometric and craniofacial applications, bilateral TMJ assessment

Figure 5 : Vue d'ensemble des différents types de CBCT selon leur champ d'exploration d'après [9]

De ce fait, plusieurs catégories d'appareils existent sur le marché. Les appareils diffèrent essentiellement par le type de capteur utilisé, d'amplificateur de brillance ou de détecteur plan [10], la taille du champ exploré, la résolution spatiale et la polyvalence de l'équipement (CBCT seul ou double modularité tomographie volumique « petit champ» et panoramique). [4]

Mais la tendance actuelle des constructeurs est d'augmenter la résolution des appareils moyens et grands champs et d'augmenter la zone de dépoliarisation des petits champs tout en gardant au maximum leur haute résolution [6]. Ainsi, peu à peu ont été développées des machines capables de couvrir toutes les indications de la sphère maxillo-faciale avec des dispositifs ayant la capacité de faire varier le champ d'exploration passant du grand champ à un petit champ.

1.3. Indications du cone beam en endodontie

Les avantages de la tomographie tridimensionnelle à faisceau conique sont déjà bien établis dans certaines spécialités dentaires. Le CBCT montre son intérêt quand les informations recueillies par l'examen clinique et la radiologie conventionnelle ne sont pas suffisantes pour établir un diagnostic.

L'utilisation d'une image tridimensionnelle est ainsi recommandée depuis 2009 par la HAS pour plusieurs indications en endodontie : [11]

- Un bilan péri-apical pré-chirurgical particulièrement dans la région maxillaire postérieure ou dans la région du foramen mentonnier,
- La recherche et la localisation d'un canal radiculaire supplémentaire,
- Le bilan d'une pathologie radiculaire type fracture, résorption et/ou péri-apicale.

Le recours à l'imagerie CBCT ne saurait se justifier s'il n'améliore pas dans ces cas précis la prise en charge et le pronostic de la dent.

Le CBCT permet également d'analyser l'anatomie canalaire en déterminant la morphologie, l'angulation canalaire et radiculaire ainsi que le nombre de racines.

Suite à la mise en évidence d'une pathologie, le cone-beam aide au diagnostic des échecs et des complications (expliquant la présence de lésions péri-apicales), en vérifiant la qualité de l'obturation, la présence de canaux non traités, la présence de fausses routes ou de calcifications. [12-15]

Le recours à la tomodensitométrie tridimensionnelle semble donc devenir un outil important dans l'arsenal thérapeutique du praticien. Elle permet à la fois d'affiner le diagnostic, d'anticiper les complications d'un traitement et donc de réaliser une meilleure prise en charge.

1.4. Inconvénients

Le CBCT présente quelques limites :

- La présence de certains éléments très denses (comme des éléments prothétiques) crée des stries radiaires dégradant fortement la qualité de l'image, créant des artéfacts métalliques. 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. [16]

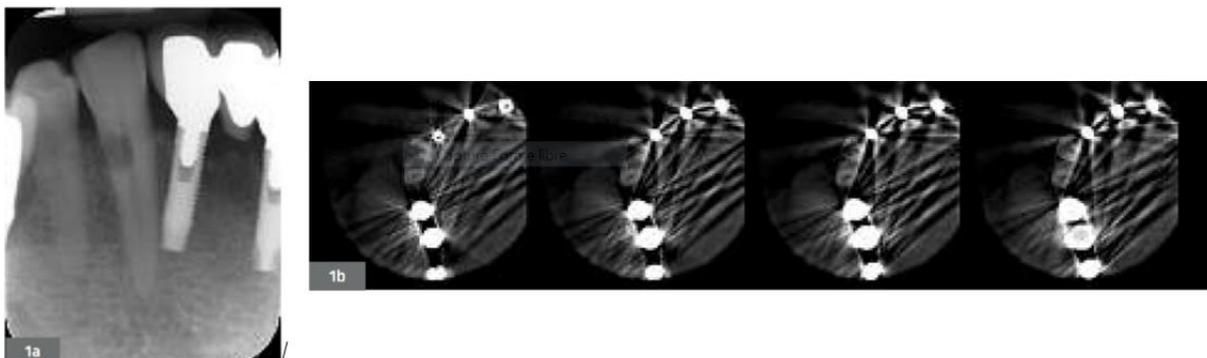


Figure 6: Mise en évidence d'artefacts avec le cone beam dû à la présence de métal d'après [16]

1a : la présence d'une résorption externe sur la 43 est mise en évidence par la radiographie rétro-alvéolaire.

1b : La lecture de la lésion est limitée par les artefacts des implants et couronnes adjacentes à la lésion.

Lors de l'acquisition par CBCT, le patient est placé en position debout. Des mouvements involontaires de la part du patient, lors de la rotation de l'appareil, produisent des artefacts cinétiques.

Un système de contention efficace et une durée d'exposition plus courte permettent de minorer ces artefacts. Certains fabricants proposent ainsi des appareils où l'acquisition s'effectue en position allongée (QR NewTom 5G®), améliorant ainsi la qualité des examens pour les patients à besoins spécifiques (personnes âgées, enfants, situation de handicap). 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. [17]

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 de petits champs au sein des cabinets dentaires est plus importante car le prix du CBCT est directement lié à la taille du capteur.

Dans son rapport sur *la tomographie volumique à faisceau conique de la face*, publié en 2009 [11], l'HAS souligne que la dose délivrée par les appareils CBCT est inférieure à celle du scanner mais reste néanmoins plus élevée que celle de la radiographie dentaire conventionnelle, panoramique et intra-orale. Il faut donc prendre en considération le principe du ratio bénéfique/risque.

2. Lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique

2.1.Généralités

Les lésions péri-apicales sont des inflammations du parodonte profond (desmodonte et os alvéolaire), résultant d'une agression bactérienne ayant pour origine soit une infection de la pulpe vivante évoluant en nécrose pulpaire, soit une colonisation bactérienne secondaire d'une pulpe nécrosée. [18]

Le processus infectieux présent dans la pulpe s'étend vers la région du péri-apex, source d'irritation et d'inflammation. Cette progression provoque une réponse inflammatoire de défense des tissus péri-apicaux qui tend à circonscrire l'infection et à l'empêcher de se diffuser dans l'organisme. [19]

2.2.Diagnostic

Le diagnostic d'une lésion inflammatoire périradiculaire d'origine endodontique (LIPOE) est réalisé lors de l'examen clinique par des signes subjectifs comme la douleur qui peut être spontanée, continue et exacerbée par le contact occlusal.

Les tests diagnostiques ont un intérêt primordial ; ils doivent reproduire la symptomatologie ressentie par le patient.

Les tests de sensibilité renseignent sur la fonction sensitive de la dent. Plusieurs tests peuvent être mis en œuvre comme, le test thermique au froid (chlorure d'éthyle, dichlorodifluorométhane, spray) ou au chaud (gutta percha chauffée, heat carrier), le test électrique où la réponse dépend du placement de l'électrode sur la dent, de l'âge du patient, de l'épaisseur de la dentine et de l'émail et du milieu. Le test cavitaire peut également être envisagé.

Un test de sensibilité pulpaire négatif témoigne d'une perte de sensibilité. Cependant, ces tests diagnostiques présentent des limites avec la présence de faux négatifs ou de faux positifs.

Selon Simon et coll [20], les tests au froid seraient plus fiables que les tests au chaud. De plus, ils renseignent uniquement sur la fonction nerveuse (et notamment sensitive) et non sur l'état de vascularisation de la pulpe.

En plus des tests de sensibilité, des tests de percussion peuvent être pratiqués. En cas de réaction du patient, ils témoignent d'une souffrance du parodonte.

Des tests de palpation, de mobilité, de sondage parodontal, de morsure ou de transillumination permettent également de mettre en évidence la dent causale.

Le diagnostic, la recherche de l'étiologie ainsi que l'évaluation de l'étendue des lésions péri-apicales nécessitent une image radiologique la plus précise possible.

Bender et Seltzer [21] ont montré qu'une radiographie intrabuccale de type rétro-alvéolaire permet de révéler la présence d'une lésion péri-apicale seulement si les corticales osseuses sont altérées, ce qui correspond à un stade déjà avancé de la lésion.

Lofthag-Hansen et coll. [22] en réalisant une étude sur 46 molaires, ont diagnostiqué 38 % de lésions péri-apicales avec le CBCT 3D (résolution de 125µm) comparé à la radiographie conventionnelle. Le cone beam permet de révéler des radioclarités aux apex, jouxtant d'autres structures anatomiques. Les lésions de petite taille qui passent souvent inaperçues avec l'imagerie bidimensionnelle, sont visibles avec l'imagerie tridimensionnelle.

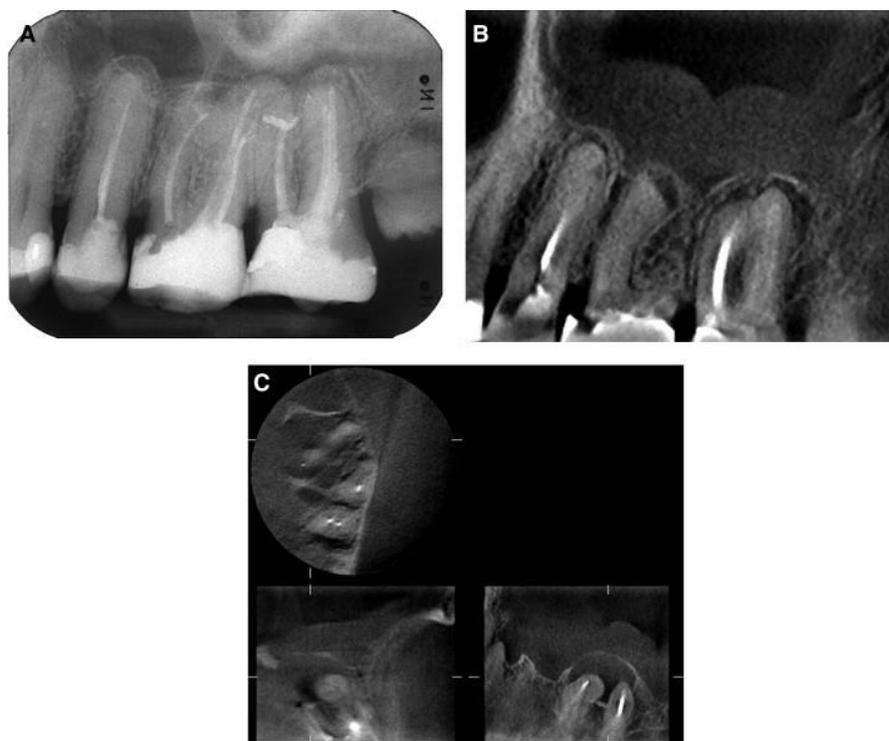


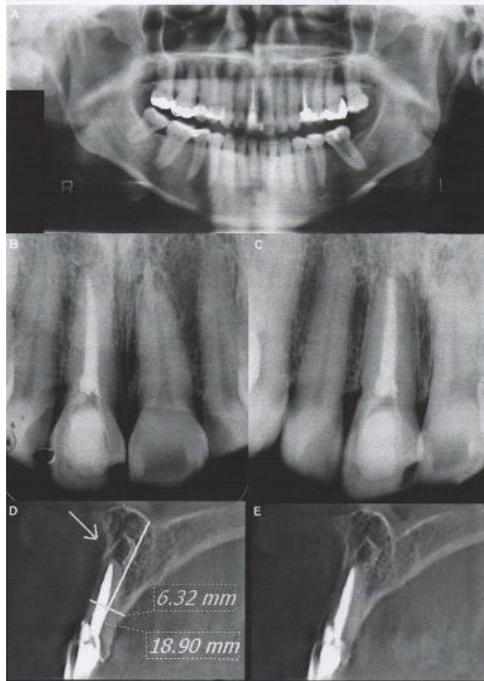
Figure 7 : Apport du cone beam dans la mise en évidence d'une LIPOE d'après [14]

A : Radiographie rétro-alvéolaire des 1^{ère} et 2^{ème} molaire maxillaire ne détectant pas de lésions péri-apicales.

B : Cone beam mettant en évidence des lésions péri-apicales sur ces mêmes dents.

C : Visualisation dans les trois dimensions de la lésion sur la 2^{ème} molaire.

Estrela et coll. (2008) ont comparé l'efficacité diagnostique de la radiographie rétro-alvéolaire, de la radiographie panoramique et du CBCT sur 1508 dents. Ils ont montré que le diagnostic des lésions péri-apicales avec le cone beam peut être deux fois plus important comparé à celui établi à partir de radiographies bidimensionnelles : [23]



A : Radiographie panoramique ne suggérant pas de LIPOE sur la 11

B, C : radiographie rétro-alvéolaire orthocentrée sur la 11 ne montrant pas de LIPOE

D, E : obtention d'une image par CBCT mettant en évidence une LIPOE de la 11

Figure 8 : Comparaison radiographie conventionnelle et CBCT d'après [23]

Le cone beam paraît donc être un examen complémentaire essentiel dans le diagnostic des lésions péri-apicales.

2.3. Traitement

L'objectif du traitement dans la LIPOE est de diminuer la charge bactérienne au sein de l'endodonte, afin de replacer la dent dans un contexte favorable pour la cicatrisation osseuse péri-apicale.

Le traitement endodontique est réalisé sous champ opératoire étanche afin d'empêcher l'inhalation de liquide ou d'instrument et d'éviter toute contamination bactérienne par la salive. Le champ opératoire permet également d'obtenir un confort opératoire.

2.3.1 Préparation canalaire

La préparation canalaire doit répondre à deux objectifs :

- a. Biologique pour l'élimination des microorganismes et de la dentine infectée.
- b. Mécanique afin de faire circuler la solution désinfectante dans le système endodontique et de réaliser une obturation tridimensionnelle.

La mise en forme permet de faire progresser la solution d'irrigation le plus apicalement possible.

La mise en forme et la désinfection constituent ainsi deux principes indissociables, conduisant au concept de la préparation chimio-mécanique.

2.3.2 Irrigation

L'irrigation a une double action :

- a. Action physique par la lubrification des instruments de mise en forme, la mise en suspension et l'élimination par le flux de débris organiques et minéraux, des bactéries en suspension.
- b. Action chimique par une action solvante des tissus organiques, l'élimination des microorganismes.

2.3.3 Obturation

L'obturation est le remplissage du système canalaire afin de maintenir l'asepsie obtenue par les techniques précédentes.

2.3.4 Chirurgie endodontique

Ce traitement chirurgical est indiqué dans plusieurs situations cliniques :

- L'absence de guérison après retraitement endodontique après une période de six mois à un an.
- La présence d'une obturation impénétrable.
- Pour éviter la dépose d'une reconstitution prothétique.
- Pour supprimer un dépassement de matériau d'obturation endodontique à l'origine de la lésion.

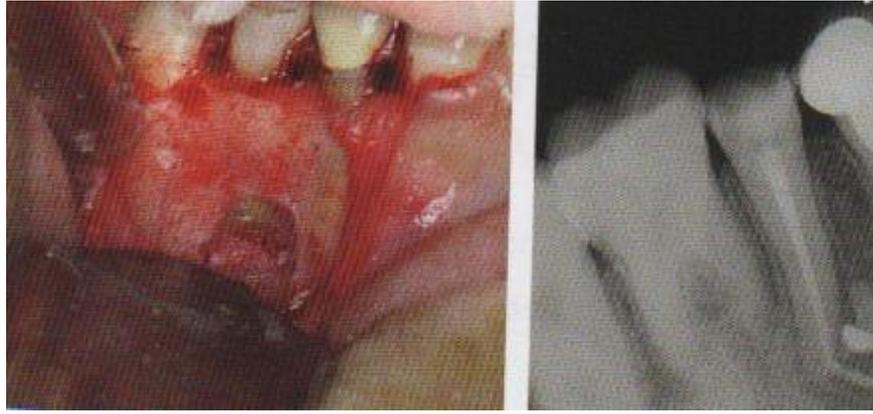


Figure 9 : Résection apicale réalisée afin de supprimer le dépassement sur la 25 d'après [24]

3 Intérêt du cone beam dans le diagnostic des lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique (LIPOE)

3.1 Evaluation du volume de la lésion

3.1.1 Modification osseuse péri apicale

La présence d'une inflammation entraîne, dans la zone péri-apicale, la destruction du tissu osseux médullaire et /ou cortical, provoquant une diminution voire une disparition des trabécules osseuses. Le tissu osseux est progressivement remplacé par des tissus inflammatoires et des fluides, aboutissant à une baisse de la densité minérale. [19]

Au niveau radiologique, cette baisse de densité minérale se manifeste par une zone de radioclarité.

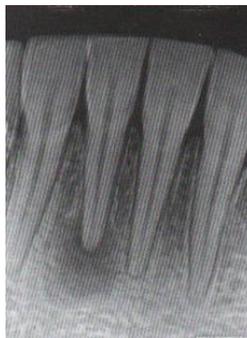


Figure 10 : Une radioclarité située en regard de 31 montre une parodontite d'origine endodontique d'après [24]

3.1.2 Évaluation de la lésion inflammatoire péri-apicale d'origine endodontique

La LIPOE est une conséquence de l'infection du système canalaire, impliquant une modification de la structure osseuse péri-apicale. Les remaniements tissulaires peuvent être visualisés par une radio-transparence sur les radiographies. [25]

Le CBCT est nettement plus sensible que la radiographie conventionnelle [26-27].

En effet, la détection des LIPOE est sous-estimée par la radiographie conventionnelle de manière significative avec des valeurs de faux négatifs de près de 40 %. [23,41].

La plupart des LIPOE ne sont pas détectées si la corticale osseuse couvrant la lésion est épaisse. [28].

La radiographie conventionnelle en deux dimensions possède une sensibilité moyenne. En effet, les lésions confinées à l'os spongieux sont peu ou pas visibles, contrairement à une atteinte corticale. [29].

La radiographie rétro-alvéolaire nécessite la technique des plans parallèles par le biais d'un angulateur afin d'éviter toute déformation. [30].

Une LIPOE peut être visualisée par une radiographie conventionnelle. Les critères de diagnostic radiologique d'une LIPOE sont l'augmentation de volume de l'espace desmodontal qui se manifeste par un épaissement du desmodonte, une interruption de la lamina dura et la présence d'une image radioclaire.

Ces critères permettent de diagnostiquer des lésions déjà existantes. En revanche, ils ne permettent pas de distinguer les lésions débutantes ou les processus de cicatrisation dans leurs phases terminales. En effet, il est impossible sur une image radiographique de faire la différence entre une déminéralisation ou une reminéralisation en cours. Seule, la comparaison à distance de clichés superposables et réalisés à distance dans le temps permet d'indiquer qu'il s'agit d'un processus en régression ou en extension. Les difficultés de diagnostic surviennent lorsque les signes radiologiques sont peu nombreux ou discrets, soit parce que la lésion est naissante, soit parce qu'elle est masquée par les structures anatomiques.

La nécessité d'évaluer l'importance d'une parodontite apicale ainsi que sa fréquence a conduit à la mise en place d'un indice PAI (Peri Apical Index) décrit par Brynolf en 1967 [31] et modifié par Ørstavik en 1986. [32]

Ørstavik et coll. ont proposé une classification des états péri apicaux incorporant un support visuel. Pour cela, ils ont superposé une image radiographique type à chaque stade histologique décrit par Brynolf.

Le PAI est défini comme un système d'évaluation de la parodontite apicale, sous forme d'échelle de 1 à 5 suivant la sévérité d'atteinte :

Score 1 : une structure péri-apicale normale.

Score 2 : Petite modification de la structure osseuse.

Score 3 : Modification structurale et perte minérale.

Score 4 : Parodontite apicale avec image radioclaire bien définie.

Score 5 : Parodontite apicale sévère avec exacerbation.

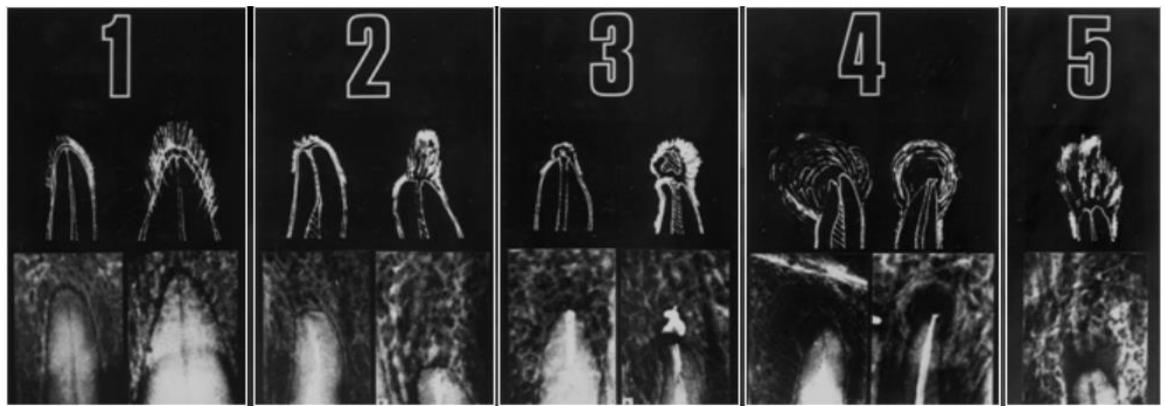


Figure 11 : Péri Apical Index d'après [32]

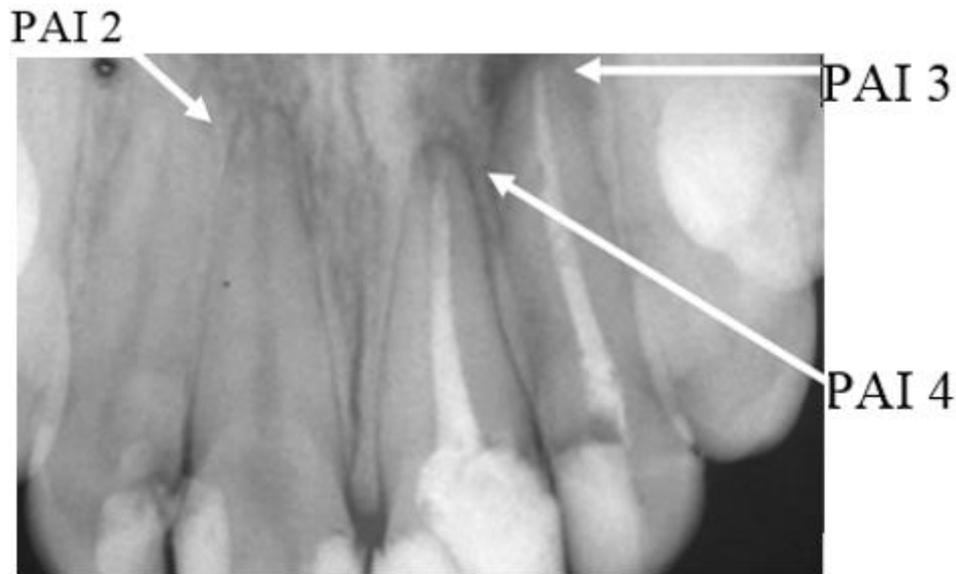


Figure 12 : Radiographie rétroalvéolaire montrant différents stades de parodontite apicale selon le PAI d'après [32]

L'évaluation est basée sur des références radiographiques nécessitant une observation minutieuse et un observateur aguerri. Le PAI originel présente 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. [32]

Par la suite, Estrela et al [33] ont développé une nouvelle classification des images péri-apicales (PeriApical Index ou CBCTPAI) spécifique au cone beam qui prend en compte le caractère tridimensionnel de la lésion. La mesure tridimensionnelle des radioclartés est réalisée à l'aide d'un logiciel. 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.

Le CBCTPAI offre une méthode d'évaluation plus précise que le PAI basé sur les radiographies conventionnelles. Il établit une échelle de 6 « scores » ou degrés :

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.

La lettre E est ajoutée à chaque score si la lésion atteint la corticale et la lettre D si la lésion est responsable de destruction d'une corticale.

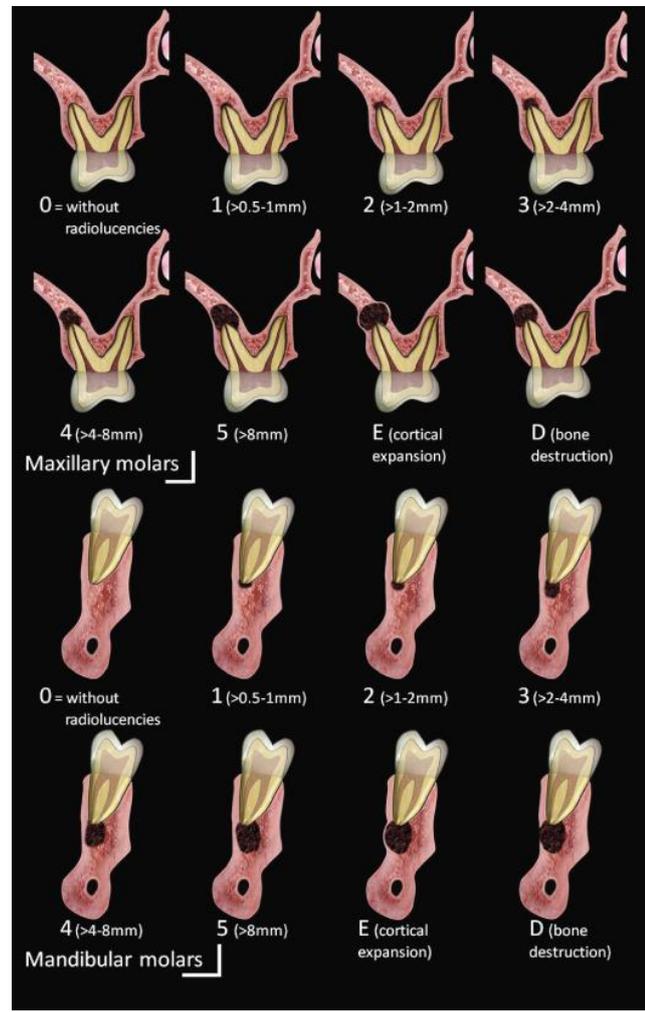
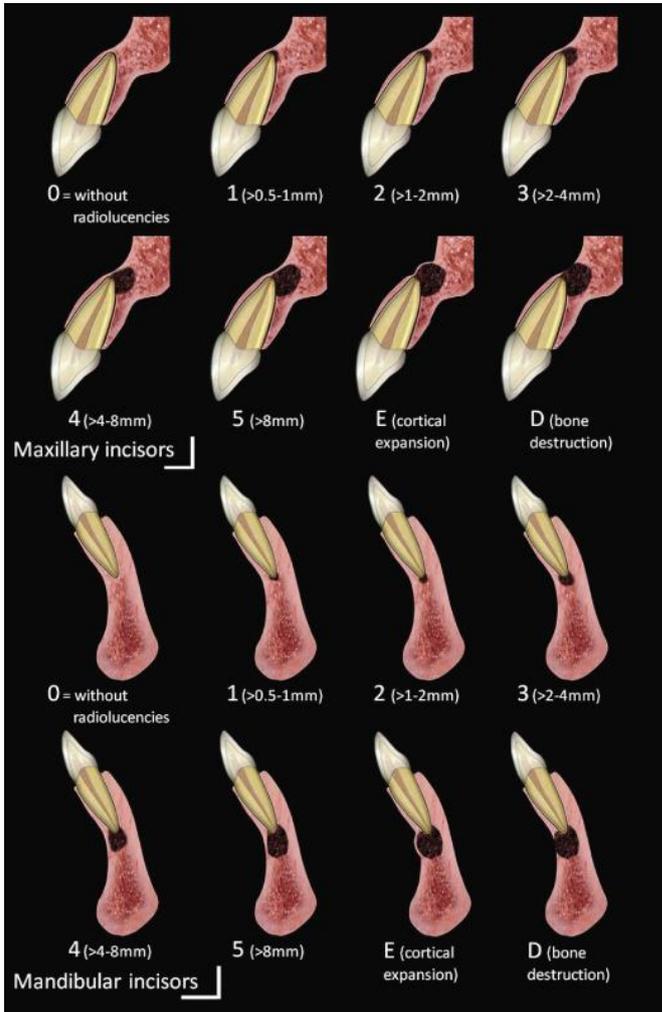


Figure 13 Echelle CBCTPAI d'après [33]



Figure 14 Incisives maxillaires montrant tous les scores du CBCTPAI d'après [33]

3.2 Diagnostic étiologique

L'étiologie d'une infection endodontique est multiple et fait intervenir plusieurs voies.

La dentine possède une structure tubulaire. Lors d'une perte amélaire, une voie de communication directe s'établit entre l'environnement externe et le tissu pulpaire. Cette perte amélaire peut-être dû à une lésion carieuse, une fracture, une fêlure, une perte de substance non carieuse (attrition, abrasion, érosion), une restauration non étanche, une zone de dénudation radiculaire, une anomalie dentaire.

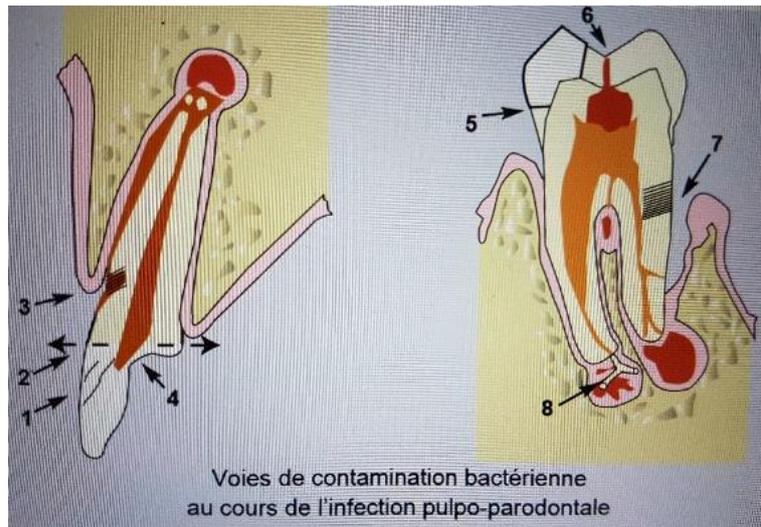


Figure 15 : Schématisation des différentes voies de contamination bactérienne pulpo-parodontales d'après [34].

- (1) Pénétration transcanaliculaire due aux micro-craquelures et fêlures.
- (2) Exposition pulpaire par fracture.
- (3) Exposition des canalicules dentinaires cervicaux due à la disparition de la barrière cutanéomuqueuse et cémentaire, d'origine pathologique ou iatrogénique (surfaçage radiculaire).
- (4) Abrasions, attritions, érosions.
- (5) Micro-infiltrations bactériennes sous les restaurations non étanches.
- (6) Caries.
- (7) Maladie parodontale (défauts en continuité avec les canalicules radiculaires, les canaux latéraux et apicaux).
- (8) Infection par anachorèse, bactériémie sanguine d'origine systémique et iatrogénique.

3.2.1 Fractures, fêlures radiculaires

Dans le cadre de l'identification de fêlures ou de fractures verticales profondes, les signes cliniques et radiographiques ne sont pas forcément identifiables [31]. La radio-transparence, caractéristique d'une fracture verticale profonde apparaît seulement lorsqu'une destruction osseuse significative s'est produite.

La radio-clarté est également présente lors d'une lésion inflammatoire péri-radicaire d'origine endodontique et peut donc induire une erreur de diagnostic. [35-36]

Le diagnostic des fractures radiculaires est souvent difficile à établir à l'examen clinique.

Le trait de fracture, souvent situé dans le grand axe de la dent, passe inaperçu sur le cliché rétro-alvéolaire. Par une analyse des différents plans de coupe, le cone beam apporte donc une aide précieuse dans la localisation des fractures radiculaires. Cependant, du fait d'une résolution spatiale insuffisante, les fêlures ne sont pas visibles au cone beam. [37,19]

Le cone beam est considéré comme étant plus efficace que les différentes radiographies rétro-alvéolaires pour la détection des fractures horizontales radiculaires. [38]

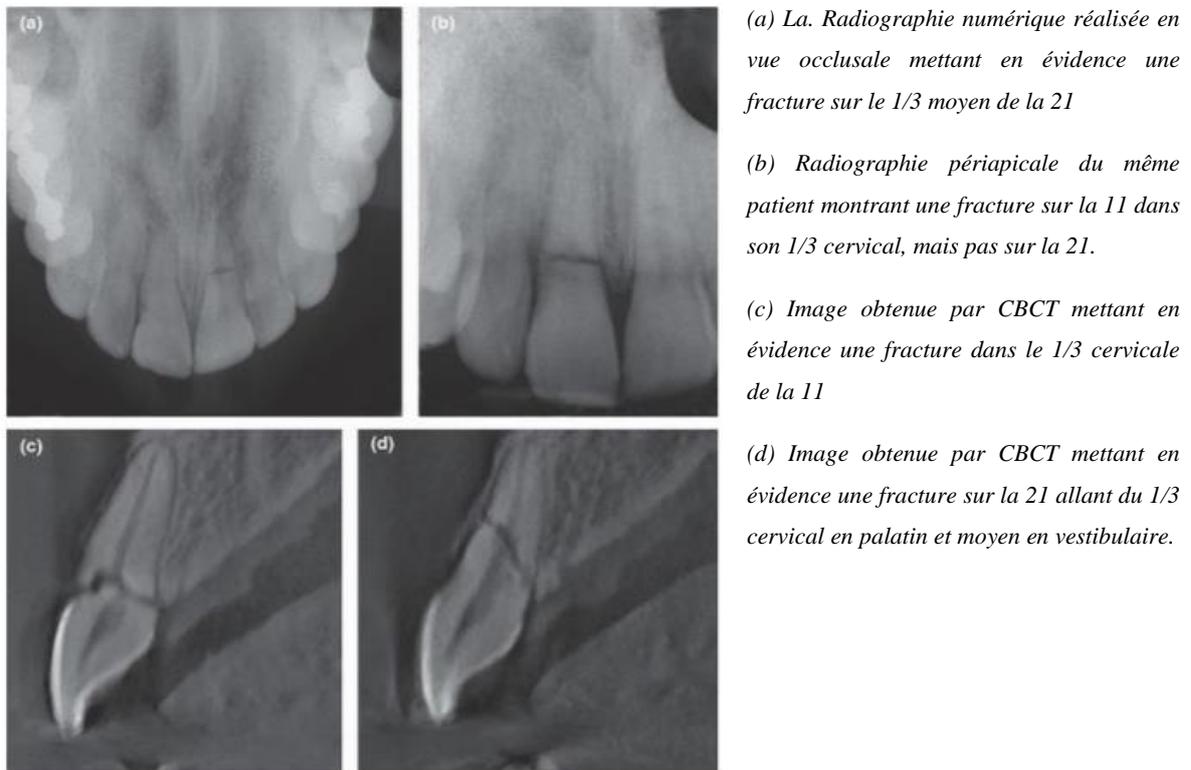
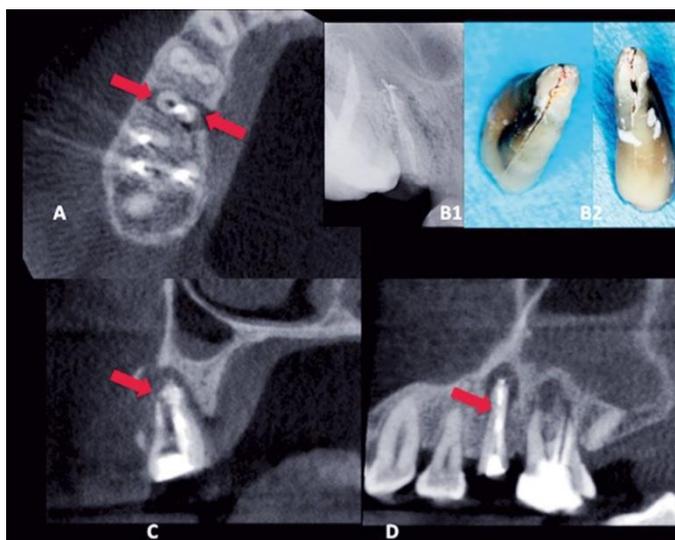


Figure 16 : Comparaison des radiographies en deux dimensions et le CBCT dans la mise en évidence d'une fracture transversale d'après [39]

Le CBCT a pu mettre en évidence la présence de fractures sur 11 et 21 tandis que leur visualisation sur un cliché radiographique traditionnel est plus difficile à établir.



A, B, C : Mise évidence d'une perte de continuité dentinaire apicale obtenue par acquisition au cone beam montrée par les flèches rouge sur une coupe coronale (A), une coupe transversale (C) et une coupe sagittale (D).

B1 : radiographie rétroalvéolaire d'une dent ayant subi un retraitement endodontique le mois précédent et devenue symptomatique à la pression mais sans sondage parodontal positif.

B2 Confirmation d'une fracture radiculaire d'origine apicale visible après avulsion.

Figure 17 : Visualisation d'une radiographie 2D/3D d'une fracture radiculaire d'après [41]

3.2.2 Résorption externe précoce

La résorption est localisée sur la surface de la racine entraînant une perte cémentaire exposant la dentine. A ce stade de résorption, le diagnostic repose exclusivement sur la radiographie puisque la lésion reste asymptomatique. [41]

Le phénomène de résorption peut rapidement évoluer. Une résorption radiculaire complète peut être observée en quelques mois. Lors d'un traumatisme, il est donc de rigueur d'instaurer une surveillance radiologique. [41]

La détection d'une résorption précoce est un facteur qui améliore le pronostic.

Cependant, le diagnostic fondé sur la radiographie conventionnelle peut être retardé en raison de la superposition des structures anatomiques, des déformations, et par la compression d'une anatomie tridimensionnelle sur deux dimensions. [42-43]

La TVFC est le seul examen complémentaire capable de réaliser une analyse tridimensionnelle du défaut dentinaire dès les premiers stades d'évolution. L'analyse volumétrique est déterminante pour fixer le pronostic et le plan de traitement adéquat.

Les traumatismes dentaires représentent donc des situations cliniques où le cone beam pourrait être justifié pour évaluer, dans le cadre du suivi, la présence de résorption externe, avant que le processus ne devienne apparent sur les radiographies conventionnelles.

Patel et coll. [43] ont montré l'apport du cone beam dans une lésion cervicale :

Chez un patient de 32 ans qui ne présentait aucun symptôme, une lésion sur la 45 a été révélée lors d'une radiographie panoramique de contrôle. Le patient consultait régulièrement son dentiste et avait eu un traitement orthodontique au début de son adolescence.

Une radiographie rétroalvéolaire a confirmé une lésion cervicale sur sa 45.

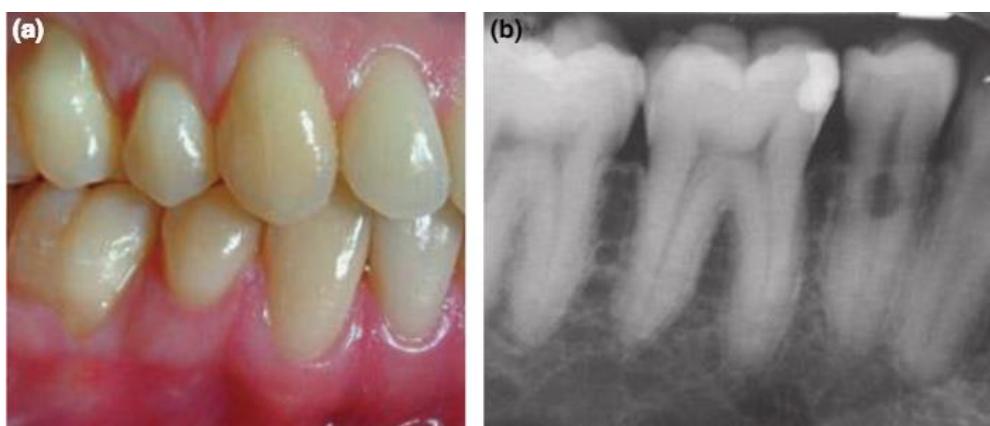
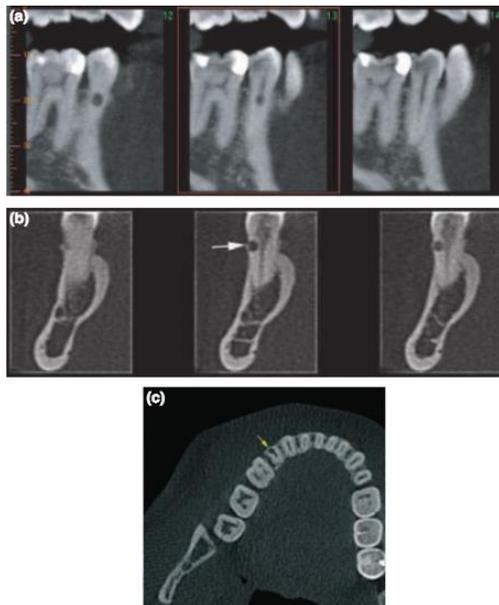


Figure 18 : Figure montrant une lésion de type résorption externe, sur une 45 et mise en évidence par une radiographie conventionnelle d'après [44].

(a) : Photo du quadrant inférieur droit.

(b) : Radiographie rétro alvéolaire du quadrant inférieur droit révélant la radioclarité cervicale sur la 45.

Un examen radiologique réalisé par imagerie cone beam a mis en évidence une résorption externe sur sa 45 dans la partie vestibulaire du tiers cervical. La lésion ne semble pas communiquer avec le canal radiculaire.

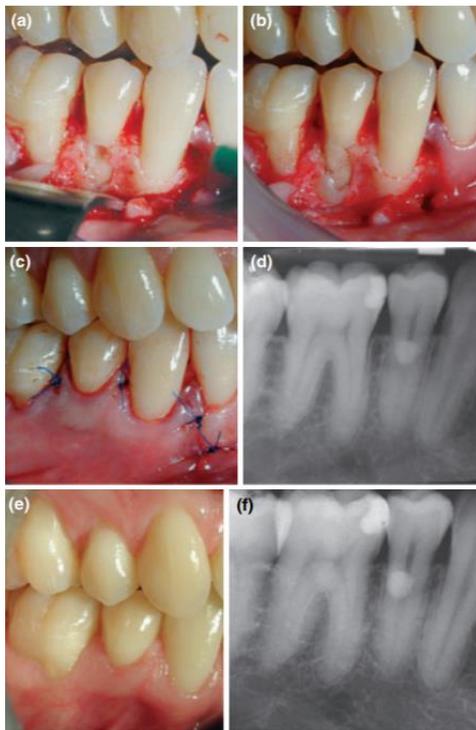


(a) : Coupes sagittales montrant une résorption sur la 45.

(b) : Coupes transversales montrant une lésion n'ayant pas perforé le canal radiculaire.

(c) : coupe axiale montre une fine couche d'os cortical recouvrant la lésion (flèches jaunes).

Figure 19: Balayage tomodensitométrie par faisceau coniques d'après [44]



Un lambeau muco-périosté a été réalisé avec une décharge à hauteur de la canine. La corticale recouvrant la lésion a été enlevée ainsi que le tissu granulomateux. Un ciment verre ionomère a été mis en place et poli.

(a) : Eviction de la lésion après un lambeau muco périosté.

(b) : Restauration de la lésion par un ciment verre ionomère

(c) : Suture du lambeau avec du 5-0

(d) : Radiographie immédiatement après le traitement

(e) : Photo 1 an après intervention;

(f) : Vue radiographique à 1 an d'examen

Figure 20 : Traitement d'une résorption externe d'après [44].

3.2.3 Résorption interne

Le tissu dentaire peut être résorbé, les résorptions internes ont un point de départ à l'intérieur de la cavité pulpaire, alors que le point de départ des résorptions externes se situe dans le parodonte.

Le meilleur moyen pour faire la distinction entre résorption interne et externe est d'utiliser la méthode radiologique comparant un cliché orthocentré et un cliché excentré. [45]. Dans le cas d'une résorption interne, l'image de la lésion ovale reste centrée sur le canal quel que soit le cliché. Dans le cas d'une résorption externe, la lésion confondue avec le canal sur le cliché orthocentré se dissociera du canal sur un cliché réalisé avec une angulation différente. [46]

En respectant les règles de déplacement du générateur, l'utilisation de la règle de Clark (l'image de l'objet le plus vestibulaire est déplacée dans la direction du rayon incident) permet de localiser la lésion sur la surface radiculaire en vestibulaire ou lingual. Cependant, la radiographie intra-orale ne peut pas fournir d'indications sur la véritable dimension de la lésion. [46]

En effet, la résorption peut s'étendre dans les trois sens de l'espace. [43]

Le CBCT offre l'avantage d'une visualisation 3D de la lésion et facilite la détermination de son emplacement, de la porte d'entrée et de l'extension de la résorption. Le diagnostic et la planification pré-opératoire deviennent alors plus simples et le taux de réussite est augmenté. Ayant de nombreux renseignements sur les tissus lésés, le praticien peut ainsi adapter son plan de traitement à la situation clinique. [42]

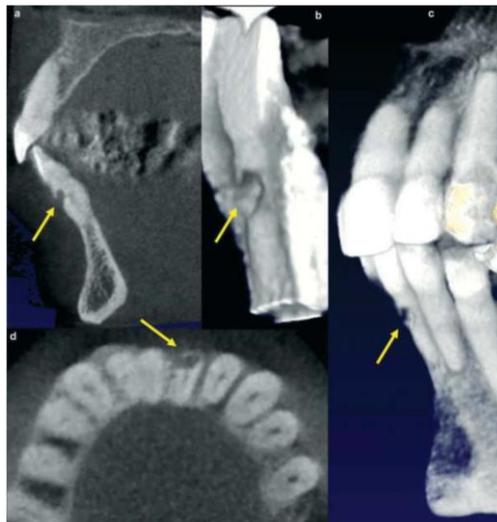


Figure 21 : Résorption externe avec extension jusqu'au réseau canalaire d'après [42]

4 Intérêt du cone beam dans la thérapeutique

4.1. Bilan pré chirurgical

Le CBCT a été reconnu comme un outil extrêmement utile dans la planification du traitement endodontique chirurgical. [43]

La visualisation des images dans les trois plans de l'espace permet d'évaluer les rapports des structures environnantes telles que les sinus maxillaires, le foramen mentonnier ou le canal mandibulaire. [22]

Le cone beam permet d'apprécier la morphologie d'une dent ainsi que son environnement.

En effet, l'angulation radiculaire peut être anticipée, l'épaisseur de la corticale osseuse peut être appréciée, ainsi que la localisation exacte de la résorption favorisant la voie d'accès.

Le CBCT permet de visualiser les distances avec les structures environnantes comme le foramen mentonnier, le canal alvéolaire inférieur, ou le sinus maxillaire.

Ces éléments permettent de préparer le protocole opératoire, d'anticiper une meilleure gestion du risque et de diminuer les actes iatrogènes au cours de la chirurgie endodontique. [43]

4.2. Visualisation de l'anatomie endodontique

Avant la réalisation d'un traitement endodontique non chirurgical, l'identification de la totalité des canaux est difficile à réaliser sur des radiographies conventionnelles. [44-45] Néanmoins, la visualisation de la présence ou de l'absence de canaux supplémentaires avant le début du traitement, permet d'éviter de passer à côté d'un canal. De plus, la mise en évidence de la morphologie du canal améliore les étapes peropératoires. [44-45]

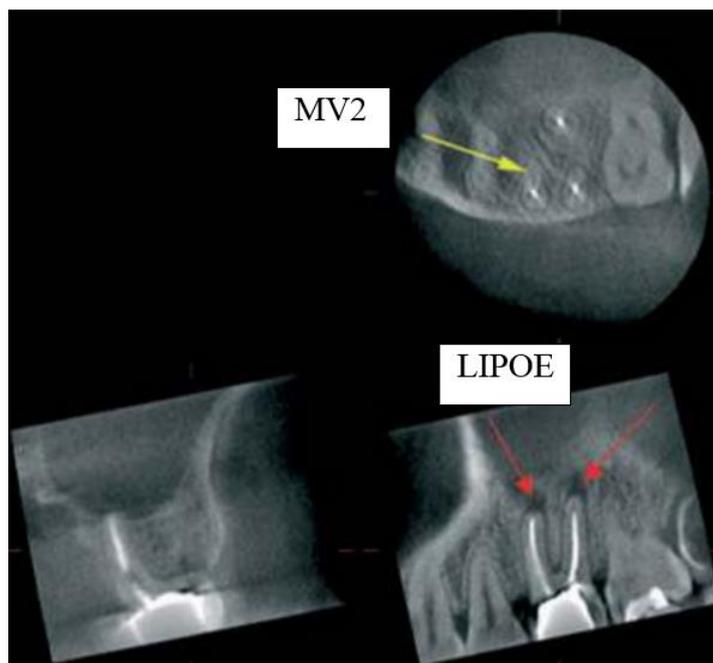


Figure 22 Mise en évidence par CBCT d'un deuxième canal mésio-vestibulaire sur une 26 par CBCT d'après [43]

La CBCT est également un outil fiable permettant d'évaluer avec précision le degré de courbure radiculaire. [28]

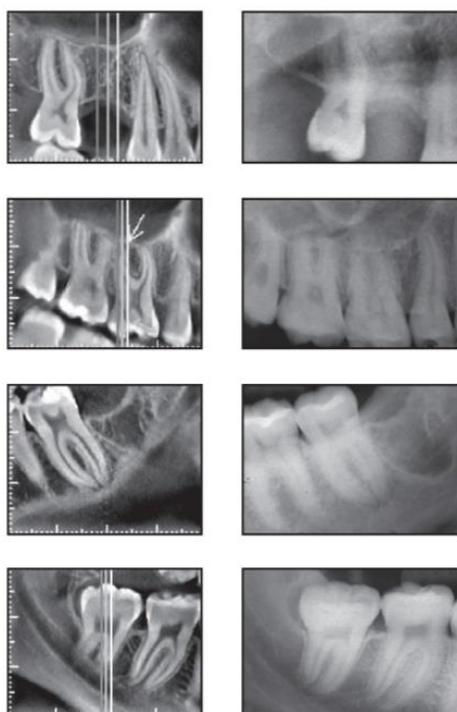


Figure 23 : Visualisation de la courbure des racines entre le CBCT à gauche et la radiographie conventionnelle à droite d'après [44].

Le CBCT ayant un petit champ d'exploration est capable de mettre en évidence les particularités endodontiques nécessaires au traitement ou retraitement canalaire telles que le nombre de canaux, la présence d'isthmes, d'anastomoses ou de canaux en C. [44-45]

La tomographie volumique est aussi le seul moyen d'évaluer l'anatomie extrêmement complexe des dents présentant une invagination (dens invaginatus ou dens in dente). [44-45]

Le cone beam permet également la mise en évidence des calcifications intracanales. [44-45]

4.2.1 Image préopératoire

Actuellement, le cone beam n'est pas considéré comme une méthode standard permettant la visualisation, de manière systématique, de l'anatomie canalaire avant la réalisation d'un traitement endodontique. Cependant, la TVFC petit champ avec une haute résolution est indiquée lorsque les radiographies conventionnelles ne fournissent pas suffisamment d'informations sur l'anatomie canalaire pour planifier et optimiser le traitement endodontique. [44]

Ceci est particulièrement vrai pour les dents pluriradiculées. Cet examen est justifié dans le cas où la planification du traitement endodontique est compliquée par la présence de facteurs tels que des lésions parodontales, endodontiques, des perforations ou de la présence de matériaux d'obturation atypiques.

4.2.2 Imagerie peropératoire

Au cours du traitement endodontique, le praticien doit déterminer la longueur de travail. La méthode d'évaluation de cette longueur de travail peut être discutée mais le meilleur moyen d'y parvenir précisément est d'utiliser un localisateur électronique d'apex (LEA). La radiographie rétro-alvéolaire permettra éventuellement de confirmer les longueurs indiquées par le LEA ou simplement de valider la position et l'adaptation des maîtres cônes juste avant l'étape d'obturation canalaire. L'imagerie 2D est donc la seule technique à être utilisée, si nécessaire, pendant l'acte endodontique.

4.2.3 Évaluation postopératoire

Une radiographie rétro-alvéolaire reste nécessaire pour visualiser l'obturation du système canalaire radiculaire. Le suivi post-opératoire se fera généralement avec une imagerie 2D sauf dans certains cas particuliers.

5 Discussion

L'exploration radiographique du réseau canalaire radiculaire est indispensable en endodontie. La visualisation de l'endodonte et de son environnement osseux peut être réalisée à l'aide de l'imagerie conventionnelle en deux dimensions (2D) et en trois dimensions (3D).

La radiographie conventionnelle intra-orale a longtemps été le seul examen complémentaire utilisé en endodontie, lors du diagnostic et du suivi postopératoire.

Bien que communément utilisée, la radiographie conventionnelle ne montre que des images en 2D d'un système originellement en 3D. Depuis plusieurs années, l'apport de la technologie d'imagerie 3D appelée Tomographie Volumique à Faisceau Conique (TVFC) ou Cone Beam Computerized Tomography (cone beam) a profondément modifié la pratique de l'endodontie. [44-45]

Les informations extraites à partir des acquisitions TVFC modifient la démarche diagnostique et pronostique et posent la question de la place de la tomographie volumique en endodontie. Initialement prescrit en seconde intention, de nombreux travaux scientifiques [45] et la Haute Autorité de Santé (HAS) [4] montrent que l'examen TVFC est devenu nécessaire dans certaines situations cliniques intéressant l'endodontie.

Les indications spécifiques, combinées à la réduction de la taille du matériel des appareils cone beam et des coûts, ont permis le développement accru de ce type d'imagerie dans les cabinets dentaires au cours des dernières années. Cependant, il est important de préciser que la prescription d'un examen cone beam soit soumise au principe de justification (le bénéfice doit être supérieur au risque potentiel) et au principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable) [52,55]. L'examen TVFC doit être uniquement envisagé si les examens conventionnels fournissent des informations limitées et que d'autres détails et structures radiologiques s'avèrent indispensables pour le diagnostic, le plan de traitement et le suivi postopératoire.

Le cone beam ne peut pas être utilisé en première intention pour toute situation clinique. Il représente néanmoins un outil puissant pour améliorer la pratique endodontique. [47]

Lorsqu'une LIPOE est diagnostiquée à l'aide du cone beam et que le suivi est évalué avec une radiographie conventionnelle, une véritable appréciation de l'évolution de la lésion ne peut être obtenue. Idéalement, pour une évaluation plus précise, il faudrait des examens cone beam post-traitement pour pouvoir comparer avec l'état initial préopératoire. Dans une étude clinique comparant les résultats du traitement endodontique, Liang et al. [44] ont rapporté des taux de réussite de 87 % pour les cas évalués à l'aide des radiographies conventionnelles intra-orales et de 74 % lorsque la TVFC était utilisée. La période d'examen était de 2 ans. Il est donc probable qu'il y ait une surestimation des taux de réussite lors des suivis de cicatrisation osseuse suite à une LIPOE à partir de radiographies conventionnelles.

Considérant l'ensemble de ces éléments, un arbre décisionnel peut être établi pour situer la place du cone beam dans le dépistage, l'évaluation et le traitement des lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique (cf. figure 24).

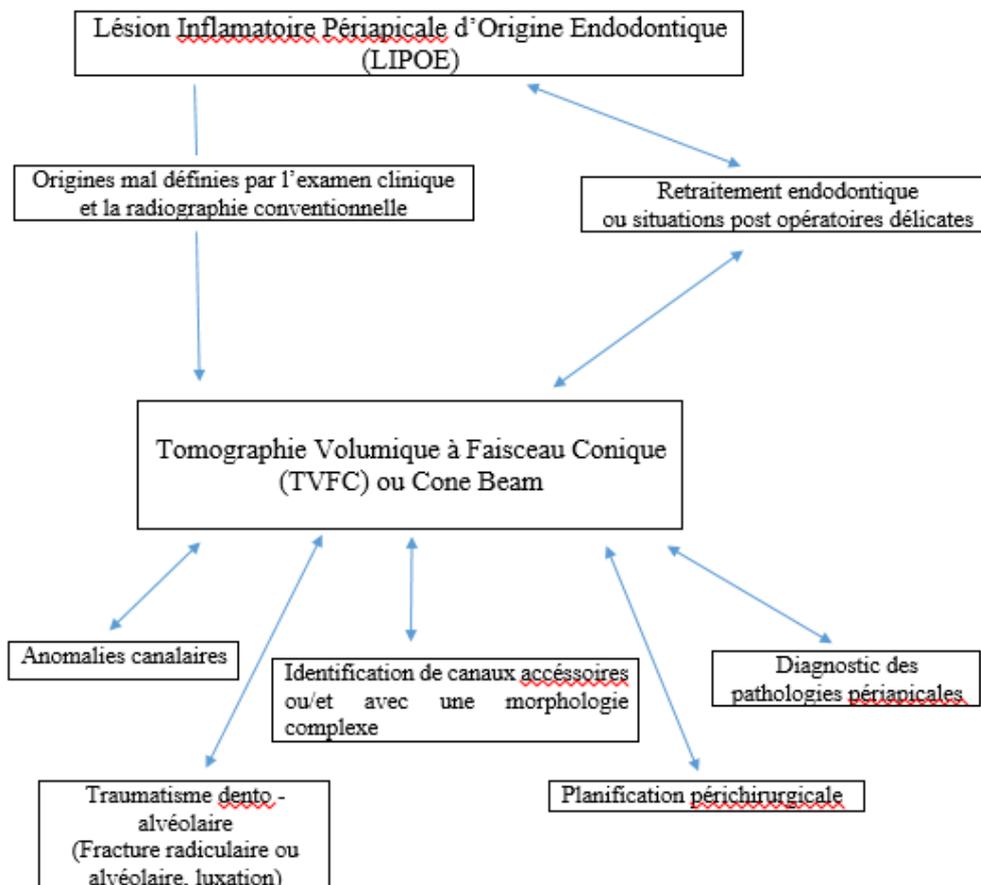


Figure 24 : Arbre décisionnel permettant de poser les indications d'un Cone Beam dans le diagnostic et le traitement d'une LIPOE

6 Conclusion

La tomographie volumique à faisceau conique apparaît comme un examen complémentaire utile dans l'arsenal de la pratique endodontique.

Comparativement à la radiographie conventionnelle, la TVFC fournit des informations supplémentaires cliniquement pertinentes. Il existe des situations cliniques où la TVFC peut être envisagée en première intention car les limites de la radiographie conventionnelle sont réellement démontrées et le bénéfice attendu est considéré comme supérieur au risque potentiel.

Actuellement, le cone beam reste cependant une imagerie plus irradiante que la radiographie conventionnelle, ne pouvant donc pas le positionner comme un examen complémentaire de choix systématique et standard. La radioprotection souligne l'importance de l'optimisation et de la limitation des doses de rayonnements sans empêcher une utilisation adaptée de la TVFC. En effet, le praticien se doit de proposer à ses patients l'examen le mieux adapté à la situation clinique. Si le cone beam présente un avantage lors de la phase diagnostique ou lors du pronostic, sa prescription est indiquée. Les indications en endodontie concernent généralement une ou deux dent (elles concernent les traitements endodontiques, retraitements endodontiques, diagnostic d'une LIPOE et ses complications). Les appareils cone beam à petit champ ou ayant la possibilité de réduire leur champ d'exploration restent donc les plus appropriés.

Enfin, comme tout examen, la réalisation d'une TVFC nécessite la rédaction d'un compte rendu.

Actuellement, les perspectives de recherche visent à réduire la dosimétrie et limiter les artefacts, principales limites du cone beam. Leurs améliorations conduiront vraisemblablement à une diffusion accrue de ce type d'imagerie et à la proposition de nouveaux protocoles cliniques incluant directement la TVFC.

Bibliographie

1. <http://www.planmeca.com/fr/Imagerie-dentaire/Imagerie-3D/Planmeca-ProMax-3D-Max>.
2. <http://www.en.meteks.com.tr/urun-detay/53/cone-beam-ct-for-foot-ankle>.
3. Hauret L. et coll. *Imagerie dento-maxillo-faciale. Radiologie conventionnelle analogique et numérique. Échographie*. 2006.
4. HAS. *Tomographie volumique a faisceau conique de la face (cone beam computerized tomography) Rapport d'évaluation technologique*. 2009 (p. 74).
5. Maloney K., Bastidas J., Freeman K., Olson T. R., & Kraut R. *Cone beam computed tomography and SimPlant materialize dental software versus direct measurement of the width and height of the posterior mandible: an anatomic study*. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2011, 69(7), 1923–9. 65.
6. Cavézian R & Pasquet G. *Cone beam : imagerie diagnostique en odontostomatologie. Principes, résultats et perspectives*. Elsevier Masson 2011 ; 1 : 272.
7. Vandenberghe B., Jacobs R., Bosmans H. *Modern dental imaging: à review of the current technology and clinical applications in dental practice*. *European radiology*, 2010; 20, (11):2637-55.
8. Hitaku W., Vetui J., Azeedo B. & al. . *Appliatios of conebeam computed tomography in fractures of the maxillofacial complex*. *Dental Traumatology*, 2009, 25, 358–366.
9. Dawood A, Patel S, Brown J. *CONE BEAM CT IN DENTAL PRACTICE*. *British dental journal*, 2009; 207(1):23-8.
10. Bellaihe N. *“cone beam et tomographie à faisceau conique: Quelle méthode d'imagerie choisir en odonstomatologie? 2007 ; 27, 16– 28.*
11. HAS. (2009). *Tomographie volumique a faisceau conique de la face (cone beam computerized tomography)*. 2009 ; *Avis sur les actes*.

12. Ball RL, Barbizam JV, Cohenca N. Intraoperative endodontic applications of cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2013 ; 39: 548–557.
13. Mao T, Neelakantan P. Three-dimensional imaging modalities in endodontics. *Imaging Science in Dentistry.* 2014; 44: 177-183.
14. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *International Endodontic Journal;* 2015; 48: 3–15.
15. Shah N et coll. Recent advances in imaging technologies in dentistry. *World Journal of Radiology.*2014; 6: 794-807.
16. Cavézian R, Pasquet G. Imagerie Cone Beam et implants. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale.* 2012 ; 113: 245–258.
17. Hodez C, Griffaton-Taillandier C, Bensimon J-L. Imagerie par faisceau conique « cone beam ». Applications en ORL. *Annales françaises d’Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale.*2011 ; 128: 77–91.
18. Lasfargues J.J. Le diagnostic clinique des parodontites apicales. *REALITES CLINIQUES.*2001; 12: 149–162.
19. Kaqueler J-C, Le May O. *Anatomie pathologique bucco-dentaire.* Paris, France: Masson, 1998.
20. S. Simon, P. Machtou, *Endodontie, JPIO* 2012.
21. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and Direct Observation of Experimental Lesions in Bone: II†. *Journal of Endodontics.*2003; 29(11): 707–12.

22. Lofthag-Hansen S, Huumonen S, Gröndahl K, Gröndahl H-G. Limited cone beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103:114-119.

23. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic radiography for the detection of apical periodontitis. *J Endod* 2008; 34:273-279.

24. R. Zunzarren, *Guide Clinique d'odontologie, 2ème édition, Elsevier Masson.*2011

25. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: Part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J.* 2009; 42:447-462.

26. Lennon S, Patel S, Foschi F, Wilson R, Davies J, Mannocci F. Diagnostic accuracy of limited volume cone beam computed tomography in the detection of periapical bone loss: 360° scans versus 180° scans. *Int Endod J.* 2011; 44:1118-1127.

27. Wu MK, Dummer PMH, Wesselink PR. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *Int Endod J.* 2006; 39:343-56.

28. Katebzadeh N, Hupp J, Trope M. Histological periapical repair after obturation of infected root canals in dogs. *J Endod.* 1999; 25:364-8.

29. 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.

30. Hodez C, Bravetti P. Imagerie dento-maxillo-faciale par faisceau conique : “Cone Beam”: Journée de Nancy du 13 mars 2010. *Sauramps médical;* 2010. 251.

31. Brynolf I. A histological and roentgenological study of the periapical region of human upper incisors. *Odontologisk revy.* 1967; 18(11).

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. 2008; 34(11):1325–31.*
34. Lasfargues J.J. *Le diagnostic clinique des parodontites apicales. REALITES CLINIQUES 2001 12: 149–162.*
35. Durack C, Patel S. *Cone Beam computed tomography in endodontics. Braz Dent J. 2012;23: 179-191.*
36. Tamse A, Kaffe I, Lustig J, Ganor J, Fuss Z. *Radiographic features of vertically fractured endodontically treated mesial roots of mandibular molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006; 101:797-802.*
37. Low MTL, Dula KD, Bürgin W, von Arx T. *Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. J Endod. 2008; 34:557-562.*
38. Kamburoğlu K, Cebeci AR, Gröndahl HG. *Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal. root fracture. Dent Traumatol. 2009; 25:256-261.*
39. Bornstein.M, Wolner-Hanssen B, Pedram Sendi, Von Arx T. *Comparaison of intraoral and limited cone beam computed tomography for the assessment of root-fre fractured permanent teeth. Dent Traumatol 2009; 25(6):571-577.*
40. Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J. *An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. J Endod. 1999; 25:506-508.*
41. N. Davido, K.Yasukawa, *odontologie conservatrice et endodontie. edition Maloine, 2015.*

42. Cohenca N. & Simon J. *Clinical indications for digital imaging in dento- alveolar trauma. Part 2: root resorption. Dental traumatology.* 2007; 23, 105–113.
43. 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; 40:818-30.
44. Patel S, Dawood A. *The use of cone beam computed tomography in the management of external cervical resorption lesions. International Endodontic Journal.* 2007; 40, 730–737.
45. M Haapasalo et coll, *Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. Endodontic Topics.* 2006;14(1):60-79
46. Patel p ford, *Is the resorption external or internal,* 2007; 34(4):218-20, 222, 224-6, 229.
47. E.Kim et coll. *Computed tomography as a Diagnostic aid for Extracanal Invasive Resorption. J Endo.* 2003 ; 29(7) :463-5.
48. Tu M-G, Tsai C-C, Jou M-J, Chen W-L, Chang Y-F, Chen S-Y, et al. *Prevalence of three-rooted mandibular first molars among Taiwanese individuals. J Endod.* 2007; 33:1163-1166.
49. Zheng QH1, Zhou XD, Jiang Y, Sun TQ, Liu CX, Xue H, Huang DM. *Radiographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in Chinese mandibular permanent incisors. J Endod.* 2009; 35:175-178.
50. Durack C, Patel S. *The use of cone beam computed tomography in the management of dens invaginatus affecting a strategic tooth in a patient affected by hypodontia: a case report. Int Endod J.* 2011; 44:474-483.

51. C.Estrela et coll. *Method for Determination of Root Curvature Radius Using Cone-Beam Computed Tomography*; *Braz Dent J* 2008; 19(2):114-118.
52. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV. *Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root canal morphology*. *J Endod.* 2010; 36:1547-51.
53. De Toubes KM, Côrtes MI, Valadares MA, Fonseca LC, Nunes E, Silveira FF. *Comparative analysis of accessory mesial canal identification in mandibular first molars by using four different diagnostic methods*. *J Endod.* 2012; 38:436-41.
54. Patel S. *The use of cone beam computed tomography in the conservative management of dens invaginatus: a case report*. *Int Endod J.* 2010; 43:707-713.
55. Durack C, Patel S. *The use of cone beam computed tomography in the management of dens invaginatus affecting a strategic tooth in a patient affected by hypodontia: a case report*. *Int Endod J.* 2011; 44:474-483.
56. Vier-Pelisser FV, Pelisser A, Recuero LC, Só MV, Borba MG, Figueiredo JA. *Use of cone beam computed tomography in the diagnosis, planning and follow up of a type III dens invaginatus case*. *Int Endod J.* 2012; 45:198-208.
57. Kfir A, Telishevsky-Strauss Y, Leitner A, Metzger Z. *The diagnosis and conservative treatment of a complex type 3 dens invaginatus using cone beam computed tomography (CBCT) and 3D plastic models*. *Int Endod J.* 2013; 46:275-88.
58. *SEDENTEXCT projet. Radiation protection n°172. Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology (Evidence-based guidelines). European commission, 2012.*

59. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. *Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc.* 2006; 72:75-80.
60. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. *Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. J Endod* 2007; 33:1121-32.
61. Liang Y-H, Li G, Wesselink PR, Wu M-K. *Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. J Endod.* 2011;37:326-331.

CARDONA Lionel - Intérêts du cone beam lors du diagnostic et du traitement des lésions inflammatoires périapicales d'origine endodontique

Résumé :

La pratique de l'endodontie est indissociable de l'imagerie. Actuellement, deux types d'examen sont principalement utilisés dans cette discipline : la radiographie conventionnelle intra-orale, et la technologie d'imagerie 3D dite Tomographie Volumique à Faisceau Conique (TVFC) ou cone beam. Bien que communément utilisée, la radiographie conventionnelle ne montre que des images en 2D d'un système originellement en 3D. Les informations extraites à partir de l'imagerie par cone beam modifient la démarche diagnostique et pronostique en fournissant au praticien des informations cliniquement pertinentes, non décelables à la radiographie conventionnelle. Le diagnostic des lésions inflammatoires péri-apicales d'origine endodontique peut s'avérer difficile à établir par l'examen clinique et la radiographie conventionnelle. Le cone beam trouve donc son intérêt dans cette démarche diagnostique en tant qu'examen complémentaire. Il apporte également un gain d'information lors des situations post-opératoires délicates, des retraitements endodontiques ou lors de la planification pré-chirurgicale endodontique. Les indications en endodontie concernent généralement une ou deux dents. Les appareils cone beam à petit champ ou ayant la possibilité de réduire leur champ d'exploration restent donc les plus appropriés. Cependant le cone beam est une imagerie plus irradiante que la radiographie conventionnelle et doit rester un examen complémentaire. La radioprotection souligne l'importance de l'optimisation et de la limitation des doses de rayonnements sans empêcher une utilisation adaptée de la TVFC. Les perspectives de recherche visent à réduire la dosimétrie et limiter les artefacts, principales limites du cone beam. Leurs améliorations conduiront vraisemblablement à une diffusion accrue de ce type d'imagerie et à la proposition de nouveaux protocoles cliniques incluant directement la TVFC.

Mots-clés en français :

- Cone beam
- Lésion inflammatoire périapicales d'origines endodontiques
- Endodontie

Jury :

Président : Monsieur le Professeur Jean-Christophe MAURIN
Assesseur : Madame le Docteur Sophie VEYRE-GOULET
Monsieur le Docteur Stéphane VIENNOT
Madame me Docteur Ina SALIASI

Adresse de l'auteur :

Cardona Lionel
27 bis montée de la Garde
69340 Francheville