

-----  
**UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER**

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année: 2013

Thèse n° 2013-TOU3-3024

# **T H E S E**

Pour le

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

par

**ABADIE Benjamin**

Le 04 Avril 2013  
-----

**Quel est l'intérêt de la tomographie à faisceau conique dans  
le diagnostic et le pronostic des maladies parodontales ?**

-----  
**Directeur de thèse: Docteur BARTHET Pierre**  
-----

## **JURY**

Président  
Assesseur  
Assesseur  
Assesseur

Professeur GREGOIRE Geneviève  
Docteur BARTHET Pierre  
Docteur TREIL Jacques  
Docteur VINEL Alexia





## FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

### ➔ DIRECTION

#### DOYEN

Mr SIXOU Michel

#### ASSESEURS DU DOYEN

##### • ENSEIGNANTS :

Mme GREGOIRE Geneviève  
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 GRAPELOUP Claude

### ➔ HONORARIAT

#### DOYENS HONORAIRES

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

### ➔ ÉMÉRITAT

Mr PALOUDIER Gérard

### ➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

#### 56.01 PÉDODONTIE

##### Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

##### Mr VAYSSE

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mr VAYSSE

Mr DOMINÉ, Mme GÖTTLE

Mme BACQUÉ, Mme PRINCE-AGBODJAN, Mr TOULOUSE

#### 56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

##### Chef de la sous-section :

##### Mr BARON

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Mme ELICEGUI, Mme OBACH-DEJEAN, Mr PUJOL

Mr GARNAULT, Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

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

##### Chef de la sous-section :

##### Mr HAMEL

Professeur d'Université :

Maître de Conférences :

Assistant :

Chargés d'Enseignement :

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Mr HAMEL

Mr MONSARRAT

Mr DURAND, Mr PARAYRE, Mr VERGNES

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

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET

Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL

Chargés d'Enseignement : Mr. CALVO, Mme DALICIEUX-LAURENCIN, Mr LAFFORGUE, Mr PIOTROWSKI, 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, Mr FAUXPOINT, Mme FERNET-MAGNAVAL

Chargés d'Enseignement : Mr GANTE, Mr L'HOMME, Mme LABADIE, Mr PLANCHAND, Mr SALEFRANQUE

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

Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET

Assistants : Mr BLASCO-BAQUE, Mme GAROBY-SALOM, Mme SOUBIELLE, Mme VALERA

Chargés d'Enseignement : Mr BARRÉ, Mme DJOUADI-ARAMA, Mr SIGNAT

**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, Mlle DARDÉ, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mme FOURQUET, Mr MICHETTI

Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr BELAID, Mlle BORIES, Mr ELBEZE, Mr MALLET, Mlle PRATS, Mlle VALLAEYS

**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

Assistants : Mr CHABRERON, Mr DESTRUHAUT, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mme SOULES

Chargés d'Enseignement : Mr ABGRALL, Mr DEILHES, Mr FARRÉ, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mr KAHIL, Mme LACOSTE-FERRE, Mme LASMOLLES, Mr LUCAS, Mr MIR, Mr POGÉANT, Mr RAYNALDY

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

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE

Maîtres de Conférences : Mme JONNIOT, Mr NASR

Assistants : Mr AHMED, Mr CANIVET, Mr DELANNÉE

Chargés d'Enseignement : Mme BAYLE-DELANNÉE, 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 4 février 2013*

Je dédie cette thèse,

*A Florence, ton aide dans ce travail m'a été plus que précieuse, permets moi de t'offrir ce travail en gage de tout ce que nous avons encore à construire.*

*A mes parents, pour m'avoir toujours aidé et soutenu, pour les plats qui m'ont permis de survivre tout au long de ces années.*

*A ma sœur pour ton humour si souvent incompris, et qui me fera toujours rire, je sais que je pourrai toujours tout te confier (sauf mes poissons).*

*A grand mère et mamie qui m'ont toujours donné tout leur amour,  
A pépé et papi qui m'ont tant appris et qui me regardent.*

*A mes amis grâce à qui ces années d'études resteront un souvenir inoubliable.*

**A notre Président de thèse,  
Madame le Professeur Geneviève GREGOIRE**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Vice-Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Responsable de la sous-section des Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en Sciences Odontologiques,
- Docteur d'État en Odontologie,
- Diplôme d'Habilitation à diriger des recherches (H.D.R.),
- Lauréate de l'Université René Descartes, Paris V,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier, Toulouse III.

*Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la Présidence de cette thèse. Nous nous souviendrons de la qualité de l'enseignement que vous nous avez prodigué tout au long de nos études. Veuillez trouver l'expression de nos remerciements les plus sincères.*

**A notre directeur de thèse,  
Monsieur le Docteur Pierre BARTHET**

-Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier  
d'Odontologie,

-Responsable de la sous-section : Parodontologie

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Docteur de l'Université Paul Sabatier.

*Nous vous remercions de nous avoir fait l'honneur de bien vouloir  
diriger cette thèse et d'avoir montré le plus grand intérêt à son  
élaboration.*

*Nous nous souviendrons de l'excellent enseignement que vous  
nous avez apporté tant sur le plan théorique que sur le plan  
clinique.*

*Nous vous prions de trouver dans ce travail toute l'expression de  
notre gratitude.*

**A notre jury de thèse,  
Monsieur le Docteur Jacques TREIL**

- Chargé d'Enseignement à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- CES de Radiologie
- Docteur en Médecine

*Nous tenons à vous remercier très chaleureusement d'honorer notre travail de votre attention en acceptant de participer à notre jury de thèse.*

*Veillez croire en l'expression de notre profonde reconnaissance et de notre profond respect.*

**A notre jury de thèse,  
Madame le Docteur Alexia VINEL**

- Assistante hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master1 : Biosanté,
- Master 2 Sciences, technologies, santé à finalité Recherche,  
mention : Biologie, santé, spécialité : Physiopathologie
- Diplôme d'Université de Recherche Clinique en Odontologie,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier

*Nous vous remercions d'avoir accepté de juger ce travail et de siéger parmi les membres du Jury. Veuillez croire en l'expression de notre sincère et profonde gratitude.*

# Quel est l'intérêt de la tomographie à faisceau conique dans le diagnostic et le pronostic des maladies parodontales ?

<b>1. Introduction.....</b>	<b>13</b>
<b>2. L'évolution de la radiologie en odontostomatologie .....</b>	<b>14</b>
2.1. L'imagerie de projection.....	15
2.2. La tomographie conventionnelle.....	16
2.3. Le scanner Rx.....	17
<b>3. La tomographie volumique par faisceau conique.....</b>	<b>21</b>
3.1. Principes .....	22
3.2. Le voxel.....	23
3.3. Les appareils.....	24
3.4. Radioprotection.....	25
3.4.1. Organismes de surveillance des radiations ionisantes.....	25
3.4.2. La réglementation française.....	25
3.4.3. Rapport de L' HAS (Décembre 2009).....	26
3.4.3.1. L'indication en parodontologie .....	26
3.4.3.2. Dosimétrie .....	26
3.4.3.3. Bénéfices diagnostiques et/ou thérapeutiques.....	27
<b>4. Les parodontites .....</b>	<b>28</b>
4.1. Classification des maladies parodontales.....	29
4.2. Signes cliniques.....	31
4.2.1. La perte d'attache .....	31
4.2.2. La poche .....	32
4.2.2.1. Introduction.....	32
4.2.2.2. Classification des défauts infra osseux.....	33
4.2.3. Les atteintes de la furcation .....	34
4.2.3.1. Selon Lindhe, Nyman et Hamp .....	34
4.2.3.2. Selon Tarnow et Fletcher .....	35

<b>4.3. Les récessions.....</b>	<b>36</b>
4.3.1. Classification de Miller .....	36
4.3.2. Classification de Cairo .....	37
<b>4.4. Le biotype parodontal .....</b>	<b>38</b>
4.4.1. Classification de Maynard et Wilson .....	38
4.4.2. Classification de Korbendau et Guyomard .....	38
4.4.3. Classification de Seibert et Lindhe .....	39
<b>4.5. Les moyens de diagnostic.....</b>	<b>40</b>
4.5.1. Le sondage .....	40
4.5.2. La radiographie «conventionnelle » .....	40
<b>5. Diagnostic et traitement des parodontites : radiologie 2D versus radiologie 3D .....</b>	<b>42</b>
<b>5.1. Introduction .....</b>	<b>43</b>
<b>5.2. Les lésions de la furcation .....</b>	<b>44</b>
5.2.1. Largeur d'entrée de furcation.....	50
5.2.2. La longueur du tronc radiculaire .....	51
<b>5.3. Les défauts angulaires .....</b>	<b>52</b>
<b>5.4. L'anatomie des racines .....</b>	<b>57</b>
5.4.1. La longueur .....	57
5.4.2. Les concavités radiculaires.....	58
<b>5.5. Les récessions.....</b>	<b>59</b>
<b>5.6. Les fractures radiculaires.....</b>	<b>62</b>
<b>5.7. Lésions endoparodontales .....</b>	<b>65</b>
<b>5.8. Cas particulier : communication bucco sinusienne .....</b>	<b>68</b>
<b>6. Conclusion .....</b>	<b>69</b>
<b>7. Bibliographie.....</b>	<b>71</b>

## 1. Introduction

Avec la découverte de la tomodensitométrie à rayons X (TDM) dans les années 1960, la tomographie s'est répandue et est aujourd'hui une technique d'imagerie essentielle à la radiologie médicale. C'est une méthode techniquement mûre et largement reconnue dans ses applications cliniques.

Le développement de la TDM hélicoïdale en 1989 et l'introduction des systèmes multi coupes en 1998 ont encore accéléré l'évolution des techniques TDM et ont permis l'acquisition de données volumiques.

Le développement supplémentaire de la tomographie volumique à faisceau conique numérisée (CBCT) s'est poursuivi ces dernières années. On utilise fréquemment cette technologie en radiologie maxillo-faciale, parce qu'elle se caractérise par une faible dose d'irradiation, une forte résolution spatiale et un coût plus faible que la TDM. [44]

Le premier chapitre porte sur l'évolution de la radiologie en général au cours du 20<sup>e</sup> siècle avec l'apparition des nouvelles techniques et notamment le cone beam ces dernières années.

Dans un deuxième temps, nous décrirons la tomographie volumique par faisceau conique (Cone Beam Computed Tomography ou CBCT) un peu plus précisément avec un petit rappel de radioprotection.

Puis nous nous intéresserons un peu plus aux maladies parodontales (ses facteurs de risques, classification des atteintes parodontales, examen du parodonte, diagnostic et pronostic).

Enfin, nous aborderons l'intérêt du CBCT pour le diagnostic et le traitement des dents atteintes de maladie parodontale.

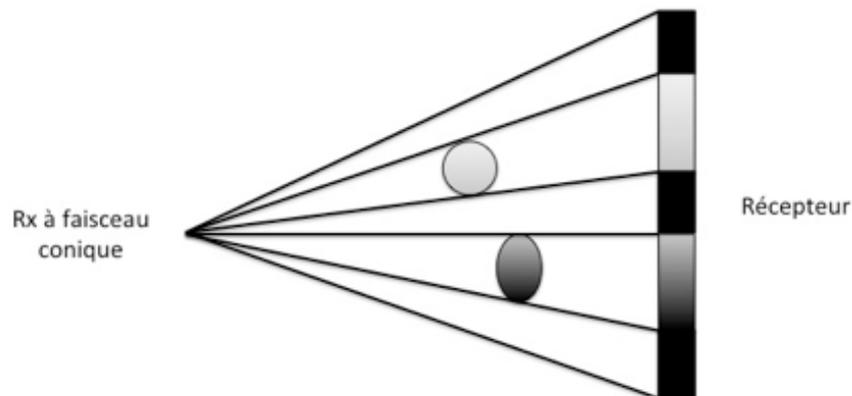
## **2. L'évolution de la radiologie en odontostomatologie**

Les techniques conventionnelles endobuccales analogiques ou numériques proviennent de la projection conique du faisceau de Rx. L'évaluation sectionnelle (imagerie en coupe) dont l'exemple est le scanner Rx, permet en seconde intention, de résoudre les difficultés d'une évaluation anatomique complexe.

La technique à faisceau conique dite cone beam répond à l'exigence d'optimisation des examens d'imagerie. De plus, sur le plan de la radioprotection et compte tenu de la performance de ses résultats, elle s'impose de plus en plus en imagerie dento-maxillaire. [12,13]

## 2.1. L'imagerie de projection

Elle provient de l'absorption du faisceau de rayons X homogène traversant une structure anatomique et dont le rayonnement émergent vient frapper un récepteur qui révèle son image latente. Ce procédé est celui de Roentgen 1895 (la main de son épouse) ou d'Otto Walkhoff 1896 (la première image dentaire). La projection du volume anatomique examiné se traduit par une image en deux dimensions. Cette technique est encore aujourd'hui l'imagerie dentaire la plus fréquente. Ces images varient selon la situation respective du foyer et du récepteur (distance, orthogonalité ou obliquité du rayonnement) et des superpositions gênantes peuvent être difficiles à discriminer. [21]



Principe de l'imagerie à faisceau conique

## **2.2. La tomographie conventionnelle**

Répondant au brevet d'André Boccage (1922), réalisé par Antonio Vallebona (1930), la tomographie offre la possibilité d'une discrimination anatomique analytique par coupes successives.

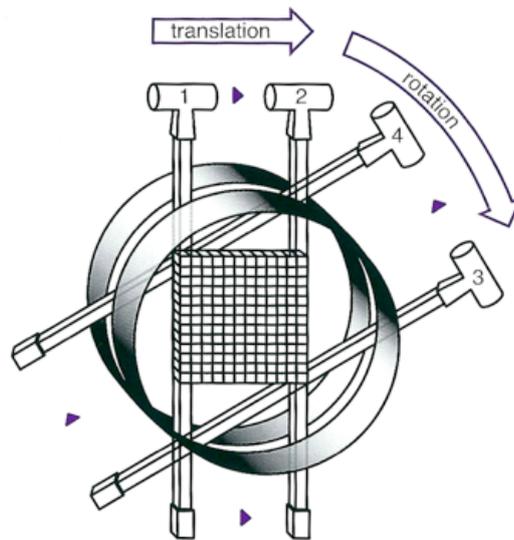
Par son balayage initialement linéaire, elle procède du principe homothétique ou la source de rayons X et le récepteur se déplacent dans la même direction mais en sens inverses. L'image des points situés à même distance du récepteur que l'axe du système est nette ; Les points situés en dehors du plan de coupe auront une image effacée par le flou cinétique.

La modification successive de hauteur du centre d'homothétie, détermine la succession des plans de coupes. L'orthopantomogramme ou panoramique dentaire correspond à ce principe qu'il complète en réalisant une coupe tomographique courbe et épaisse (zonographie) qui intègre, sur un même cliché, l'image des arcades dentaires d'une articulation temporomandibulaire à l'autre. [12]

### 2.3. Le scanner Rx

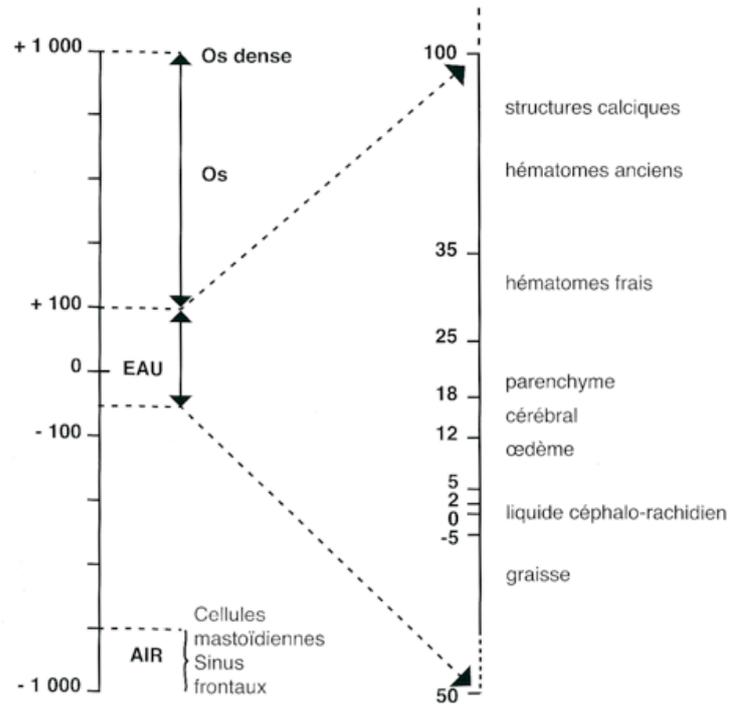
Avec l'invention du scanner Rx présenté en 1972 (Hounsfield et Cormack) l'image devient numérique avec les possibilités de reconstruction 2D et 3D dans le volume acquis. La présence de l'outil informatique signe l'acte de naissance de l'imagerie médicale.

Au terme des acquisitions, l'ordinateur affecte à chaque élément matriciel du volume exploré, le voxel (volume élément), une valeur de densité moyenne à laquelle répond l'équivalent image ou pixel (picture élément) qui assure la visualisation en gamme des gris de chaque coupe. [21]



Principe d'acquisition de la TDM [21]

Les densités se répartissent de part et d'autre de la densité de l'eau (par convention =0), sur l'échelle des densités dite de Hounsfield.



Echelle des densités de Hounsfield [21]

L'image dépend :

- du choix de niveaux des densités : élevés pour les dents et l'os (+1000)  
faibles pour l'air (-1000)
- de la largeur de la fenêtre.

## Le fenêtrage

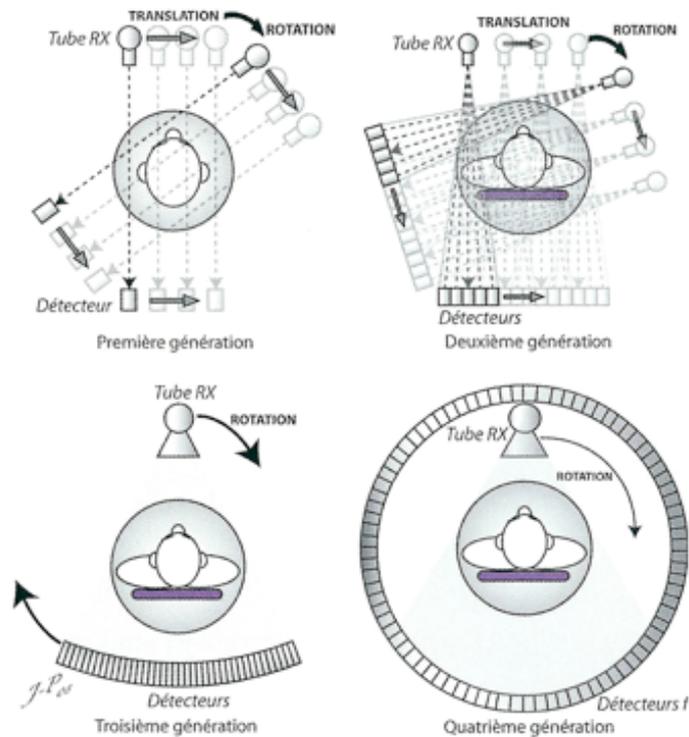
Chaque pixel d'une image en coupe est associé à une valeur d'atténuation du rayonnement donnée en unités Hounsfield (UH). La valeur 0 UH correspond à l'atténuation du rayonnement de l'eau, la valeur -1000 UH correspond à celle de l'air.

L'os a une très forte valeur d'atténuation du rayonnement, il est donc facile à mettre en évidence par une opération de seuillage.

L'échelle Hounsfield s'étend de -1000 UH à +3000 UH ce qui équivaut à 4000 niveaux de gris possible. Hors, l'oeil humain ne possède pas un pouvoir de résolution aussi fin, c'est pourquoi, on réalise une opération de fenêtrage après la collecte des données pour arriver à une échelle avec 256 niveaux de gris. Toutes les valeurs supérieures apparaissent blanches, les valeurs inférieures sont noires.

L'observateur ne différencie que 20 à 35 niveaux de gris sur les 256 de l'image numérique.

L'évolution des appareils va se faire vers la rapidité, une large couverture anatomique, des coupes encore plus fines, une meilleure résolution temporelle, la réduction, voire la suppression des artefacts de mouvement, une meilleure résolution spatiale, une vitesse de traitement toujours plus grande de données toujours plus nombreuses.



### Principe des quatre générations de scanner Rx [21]

Apparue en 1998, le scanner multibarrettes correspond à cette description, sa vocation est l'exploration des organes mobiles et la cartographie vasculaire après injection de produit de contraste à débit élevé.

C'est à l'évidence, une technique surdimensionnée pour l'étage maxillo-dentaire.

Récemment avancées de l'imagerie en coupe, la technique cone beam s'impose sur le terrain de l'implantologie et du diagnostic dentomaxillaire et facial jusque-là réservé au seul scanner. [12,13, 21,44]

### **3. La tomographie volumique par faisceau conique**

Jusqu'à maintenant, les systèmes évoqués sont fondés sur des algorithmes de reconstruction d'image 2D ; les images en volume sont issues de reconstructions à partir de coupes superposées. Avec le cone beam, il est obtenu directement à partir des données initiales des projections 2D.

aboutissement récent de l'imagerie sectionnelle, technique tomographique volumique numérisée dévolue très largement à l'imagerie dentomaxillaire, différente dans sa conception du scanner Rx, la technique a faisceaux coniques ou cone beam , économe en radiations et fiable en résultats, est mondialement reconnue comme le mode d'imagerie sectionnelle numérisée actuel de référence. [44]

### 3.1. Principes

La tomographie volumique par faisceaux coniques dites cone beam se différencie par son principe du scanner. Le faisceau de rayons X a une forme conique comme son nom l'indique. La source effectue une seule rotation autour des structures dentomaxillaires.

Dans l'immense majorité des cas, le faisceau de rayons X est pulsé et non continu comme pour les scanners actuels.

Le cone beam réalise un nombre fini de projection conique, traité par un capteur numérique, sous différents angles de vue successifs autour de la structure anatomique examinée.

Au terme de leur rotation, de nombreuses images planes, numérisées, se répartissent selon la trajectoire circulaire de rotation du système.

Les données numériques de ces projections multiangulaires sont traitées par des algorithmes de reconstruction volumique qui restituent le volume de l'objet selon des voxels.

A partir de cette numérisation, seront élaborés les reconstructions 2D, voire 3D. Les reconstructions 2D seront, comme pour le scanner, axiales, panoramiques pour les appareils à large champ puis verticales et transversales dite transaxiales et restituées en taille réelle.

Le principe du cone beam se situe entre celui de la radiographie conventionnelle et celui du scanner et apparaît particulièrement indiqué pour l'étude des structures de densités élevées. [44]

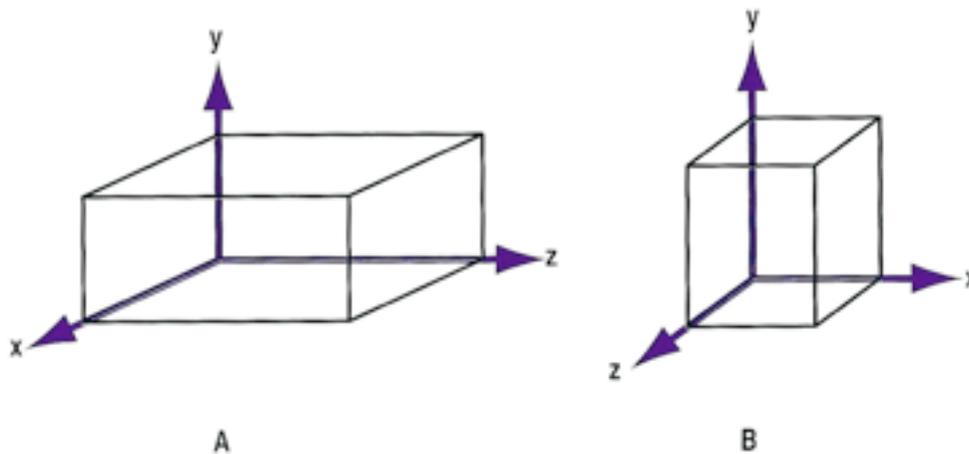
### 3.2. Le voxel

De sa taille dépend la résolution de l'image.

Les données numériques de l'image dépendent de la taille des pixels du détecteur.

Le voxel dans un cone beam est de forme cubique, on parle de voxel isotrope.

Le voxel dans un scanner est un parallélépipède rectangle, sa hauteur dépend de l'épaisseur de la coupe.



Voxel anisotrope du scanner Rx et voxel isotrope du cone beam (cubique) [12]

La forme cubique du voxel permet une meilleure fidélité dimensionnelle fournissant des images dont la résolution peut aller jusqu'à 0.125 mm. Certains logiciels peuvent permettre de pousser cette résolution à 80 $\mu$ m. [12]

### **3.3. Les appareils.**

Il existe différentes sortes de cone beam très différent aussi bien au niveau des modèles qu'au niveau des caractéristiques techniques qui conditionnent leur terrain d'application.

- les appareils à champ réduit (ou petits champs moins de 10 cm)
- les appareillages larges (Grand champ plus de 15 cm)
- les appareils champ moyens (de 10 à 15 cm)

Les appareils petits champs élargissent leur volume d'exploration sans perte de résolution de l'image tout en conservant la possibilité d'évaluation à champ réduit.

Les appareils à champ larges offrent des programmes de reconstruction en petits champs pour une meilleure résolution.

### **3.4. Radioprotection**

#### **3.4.1. Organismes de surveillance des radiations ionisantes**

Le risque des radiations ionisantes est très étudié. Des organismes internationaux publient régulièrement des recommandations de radioprotection qui vont dans le sens d'une restriction toujours plus grande des doses délivrées et qui sont suivies par les législations nationales.

L'IRSN institut de radioprotection et sûreté nucléaire (placé sous l'autorité des ministres de la défense de l'environnement et de l'industrie, de la santé et de la recherche) participe à la recherche et aux expertises internationales, à l'élaboration et recueil des niveaux de référence, à l'enregistrement, l'exploitation ainsi que la conservation des résultats de la dosimétrie des travailleurs.

La DGSNR ou direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection assure le contrôle de la sûreté nucléaire et la radioprotection du public des travailleurs et de l'environnement, sous l'autorité des ministres de l'environnement de l'industrie de la santé.

#### **3.4.2. La réglementation française**

L'ordonnance du 28 mars 2001, relatives à la transposition des directives européennes à modifier le code de la santé publique et le code du travail par plusieurs décrets et arrêtés qui en définissent les modalités. Ces directives instituent deux principes fondamentaux :

- le principe de justification de l'examen (le bénéfice doit être supérieur aux risques supposés)
- le principe d'optimisation de l'examen (pour le même résultat, il faut recourir à la technique la moins irradiante). [13]

### **3.4.3. Rapport de L' HAS (Décembre 2009)**

#### **3.4.3.1. L'indication en parodontologie**

Pour le bilan pré-chirurgical pour le traitement de lésions de la furcation de molaires maxillaires.

« Le CBCT pourrait se substituer à l'avenir à l'examen long cone pour le bilan parodontal et qu'il pourrait présenter un intérêt particulier pour le diagnostic des lésions endo-parodontales avec des signes cliniques et une symptomatologie mal définies ».

#### **3.4.3.2. Dosimétrie**

« Les résultats des études montrent que la dose délivrée par les appareils CBCT est inférieure à celle délivrée par le scanner mais demeure significativement plus élevée que celle délivrée par la radiographie panoramique et intra-orale.

Les doses peuvent varier de 1,5 à 12 par rapport au scanner et de 4 à 42 par rapport au panoramique selon les appareils utilisés, grand ou petit champ.

Avec un même appareil, les doses peuvent aussi varier selon le volume exploré et les paramètres techniques retenus. Elles seront d'autant moins élevées que le champ exploré est réduit et les paramètres abaissés. De la même façon, certains appareils programmés sur mode « haute résolution et champ maximal » (ultra) procurent des doses proches de celle des scanners optimisés. »

Indication clinique	Technique d'imagerie	Dose ( $\mu\text{Sv}$ )
Diagnostic initial d'une dent incluse	OPT	5-45 (numérique) <sup>4,5</sup>
		16-54 (film) <sup>5,6</sup>
Diagnostic d'une dent de sagesse complexe	OPT	7 (numérique) <sup>7</sup>
		1,6-3,4 (numérique) <sup>8</sup>
Plan de traitement implantaire	OPT	5-45
	Coupes transversales	3-12 <sup>9</sup>
	TDM 3D	150-1270 <sup>6,10</sup>
	TVFC 3D	29-330 <sup>4,10</sup>

Comparatif des différentes doses de rayons dans les techniques utilisées en chirurgie dentaire [12]

### 3.4.3.3. Bénéfices diagnostiques et/ou thérapeutiques

« La précision du CBCT a été étudiée, in vivo, pour la mesure linéaire des poches parodontales et pour évaluer les résultats obtenus après un traitement de régénération en les comparant aux mesures obtenues avec la radio intra-orale numérique. Les mesures obtenues avec le CBCT étaient en partie sous-estimées par rapport aux mesures réelles ; toutefois, elles étaient globalement plus précises que celles obtenues avec la radiographie. »

« L'appréciation du degré d'atteinte de la furcation était améliorée avec le CBCT et des différences significatives pour les options de traitement les moins et les plus invasives étaient observées. Ces différences résultaient pour la plupart de découvertes incidentes avec le CBCT telles que des fusions et proximités radiculaires, perforations, lésions endo-parodontales qui conduisaient à modifier le plan de traitement initialement programmé après évaluation clinique et radiographique. »

## **4. Les parodontites**

Les maladies parodontales affectent les tissus de soutien de la dent, à savoir la gencive, le cément, le desmodonte et l'os alvéolaire.

#### **4.1. Classification des maladies parodontales**

Jusqu'en 1999, la nomenclature de l'American Academy of Periodontology (AAP) de 1989 faisait référence.

Mais on lui reprochait de donner trop d'importance à l'âge du patient ou à la date de début de la maladie.

L'European Federation of Periodontology (EFP) a proposé une nouvelle classification en 1993 qui a été modifiée lors d'un Workshop international en 1999-2000 en collaboration avec l'AAP (American Association of Periodontology) : Classification of Periodontal Diseases and Conditions. [4]

##### **❖ Type I Maladies gingivales**

- Maladies gingivales dues à la plaque
  - Gingivite due exclusivement à la plaque dentaire
  - Gingivite modifiée par des facteurs systémiques
  - Gingivite et hyperplasie d'origine médicamenteuse
  - Gingivite modifiée par la malnutrition
- Maladies gingivales non dues à la plaque
  - Maladies gingivales avec étiologie bactérienne spécifique
  - Maladies gingivales d'origine virale
  - Maladies gingivales d'origine mycotique
  - Maladies gingivales d'origine génétique
  - Manifestation gingivale de maladies systémiques
  - Lésions traumatiques chimiques, mécaniques et thermiques
  - Réaction à des corps étrangers
  - Autres

##### **❖ Type II Parodontite chronique**

- Localisée
- Généralisée

- ❖ **Type III Parodontite agressive**
  - Localisée
  - Généralisée
  
- ❖ **Type IV Parodontite comme manifestation de maladies systémiques**
  - Maladies hématologiques
  - Troubles génétiques
  - Autres maladies
  
- ❖ **Type V Maladies parodontales nécrosantes**
  
- ❖ **Type VI Abscès**
  
- ❖ **Type VII Lésion endo-paro**
  
- ❖ **Type VIII Malformations ou Déformations et Conditions acquises**
  - Facteurs favorisants d'origine dentaire
  - Problèmes muco-gingivaux des zones dentées
  - Problèmes muco-gingivaux des zones édentées
  - Traumatisme occlusal

Une parodontite est dite localisée lorsqu'elle affecte moins de 30% des sites. Si elle est plus étendue, on parle de parodontite généralisée.

La gravité est évaluée en fonction de la perte d'attache :

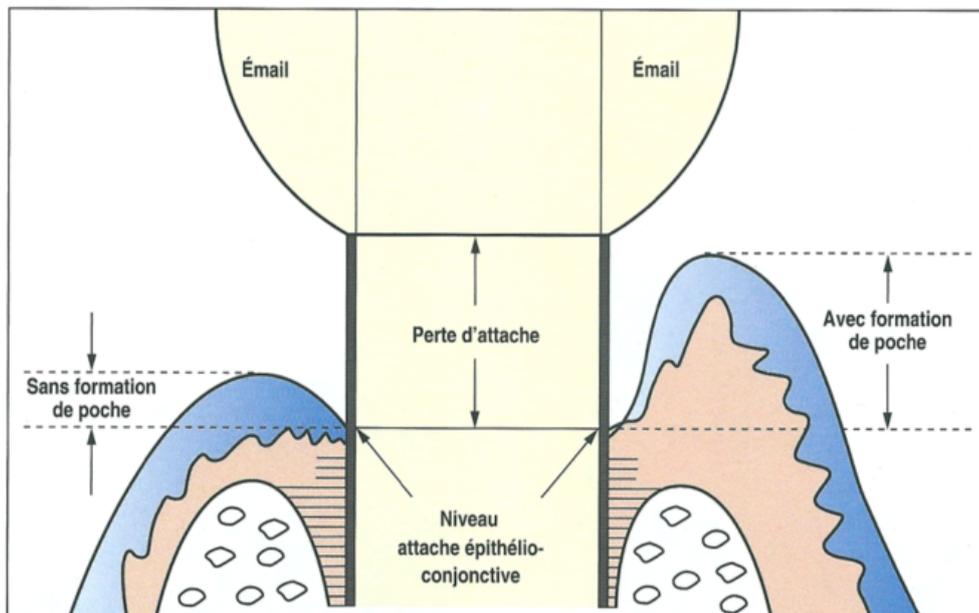
- légère 2mm ou moins
- modérée 3-4mm
- sévère 5mm ou plus.

## 4.2. Signes cliniques

### 4.2.1. La perte d'attache

Toutes les parodontites présentent une même caractéristique : une destruction plus ou moins importante et plus ou moins rapide du système d'attache parodontal.

Cette destruction peut se produire avec ou sans formation de poche parodontale selon la rapidité et la synchronisation de la destruction de tout ou partie des tissus parodontaux.



### La perte d'attache

Perte d'Attache = Récession gingivale + Profondeur de la poche

En fonction de la perte d'attache on évalue le degré de sévérité de la parodontite :

- légère : 2mm ou moins
- modérée 3 - 4 mm
- sévère : 5mm ou plus

## 4.2.2. La poche

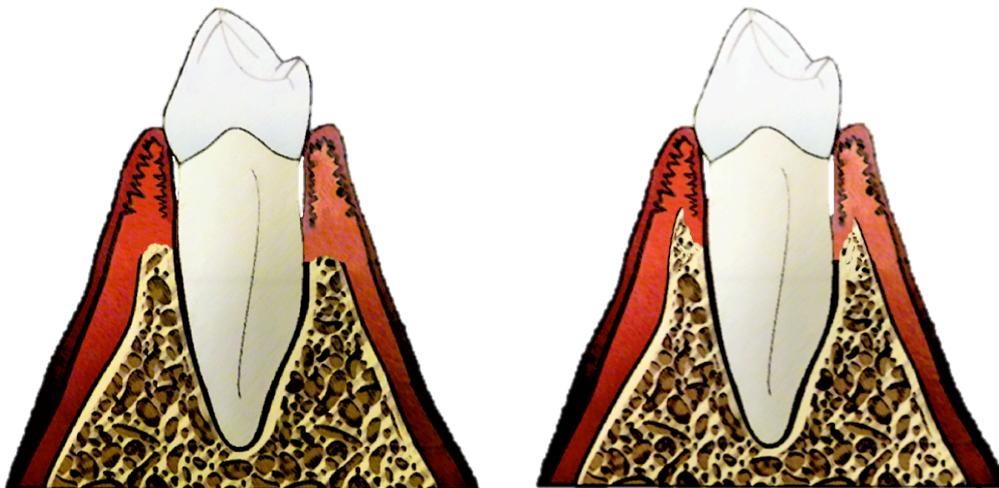
### 4.2.2.1. Introduction

La poche parodontale est un espace délimité en apical par l'attache épithélio-conjonctive, et par deux parois l'épithélium de poche et la racine dentaire. Elle est ouverte en coronaire vers l'orifice buccal et est remplie de fluide gingival, de bactéries, de virus, de parasites, de levures, de polymorphonucléaires, et de cellules épithéliales.

Les caractéristiques de la véritable poche (par opposition aux pseudo poches) parodontale sont la perte d'attache, la prolifération en profondeur de l'épithélium jonctionnel et sa transformation en épithélium de poche.

La poche se présente sous 2 formes :

- La poche supra-alvéolaire avec perte osseuse horizontale
- La poche infra-alvéolaire avec perte osseuse verticale.



Poche supra alvéolaire et poche infra alvéolaire

#### 4.2.2.2. Classification des défauts infra osseux

- Poche osseuse à 3 parois :

1 paroi dentaire et 3 parois osseuses

- Poche osseuse à 2 parois :

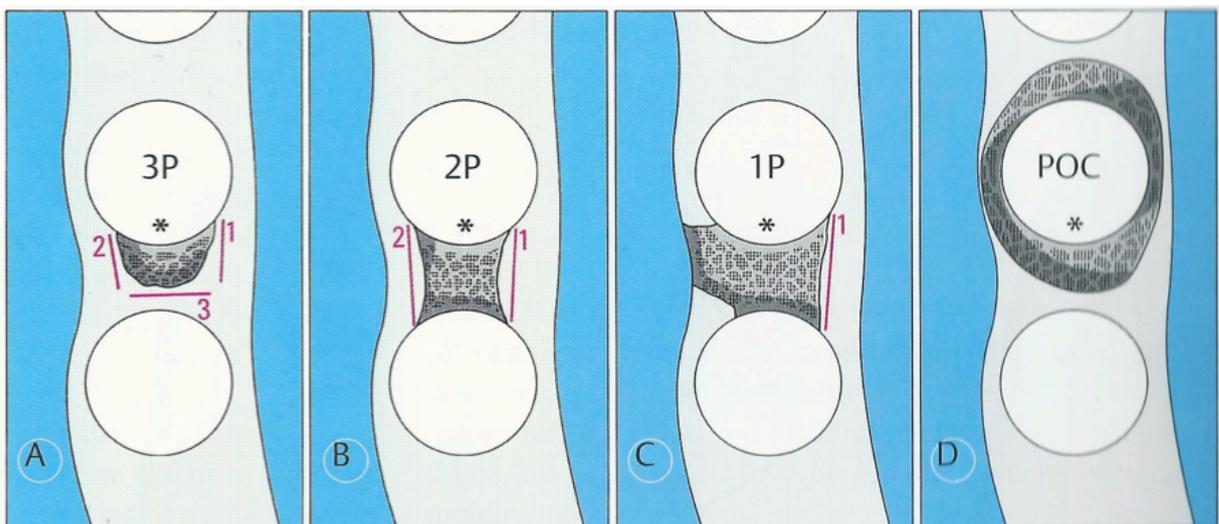
Cratère inter dentaire délimité par 2 parois dentaires et 2 parois osseuses (1 vestibulaire et 1 linguale)

- Poche osseuse à 1 paroi :

2 parois dentaires 1 paroi osseuse vestibulaire ou linguale et des tissus mous.

- Poche osseuse combinée :

Défaut qui entoure la dent, délimité par plusieurs parois d' l dent et de l'os.



Défauts infra osseux

La morphologie de la poche osseuse joue un rôle important pour le pronostic et le plan de traitement.

Plus il y a de parois osseuses disponibles plus on peut espérer une meilleure cicatrisation (régénération).

### 4.2.3. Les atteintes de la furcation

Lorsque la lyse osseuse se produit au niveau des dents pluriradiculées, elle peut mettre à nu la zone de furcation. Le traitement des atteintes est fonction de l'étendue de la destruction osseuse. L'examen se réalise à l'aide d'une sonde courbe (type Nabers 2N).



examen à la sonde d'une lésion de la furcation

On peut classer ces lésions comme suit :

#### 4.2.3.1. Selon Lindhe, Nyman et Hamp [20]

Leur classification est la plus utilisée et comporte 3 classes :

- Classe I : La furcation peut être sondée horizontalement jusqu'à 3mm de profondeur. (F1)
- Classe II : La furcation peut être sondée sur plus de 3mm, mais pas encore traversée. (F2)
- Classe III : La furcation peut être sondée de part en part. (F3)

#### **4.2.3.2. Selon Tarnow et Fletcher [35]**

Tarnow et Fletcher ont décrit une sous classification appréciant la perte verticale d'os inter radiculaire à partir de la furcation :

- A : Profondeur verticale de 1 à 3 mm
- B : Profondeur verticale de 4 à 6 mm
- C : Profondeur verticale de 7 mm ou plus.

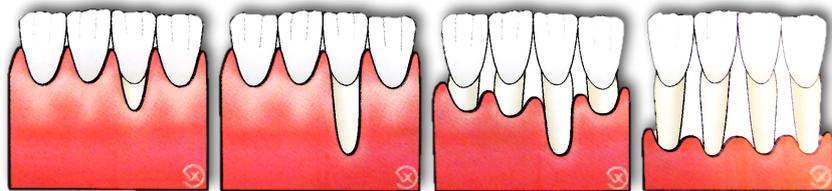
### 4.3. Les récessions

Les récessions gingivales sont liées à la perte de tissu gingival environnant la dent qui entraîne une dénudation radiculaire. On la mesure de la jonction amélocémentaire à la gencive marginale.

#### 4.3.1. Classification de Miller [27]

La classification de Miller tient compte du type de récession et de l'environnement parodontal. De plus elle donne un pronostic de recouvrement.

- Classe I : récession du tissu marginal ne dépassant pas la ligne de jonction mucogingivale. Pas de perte des tissus parodontaux proximaux. Un recouvrement complet peut être espéré.
- Classe II : récession du tissu marginal atteignant ou dépassant la ligne de jonction mucogingivale. Pas de perte des tissus parodontaux proximaux. Un recouvrement complet peut être espéré.
- Classe III : récession du tissu marginal atteignant ou dépassant la ligne de jonction mucogingivale associée à une perte des tissus parodontaux proximaux ou à une malposition de la ou des dents. Un recouvrement partiel est envisageable.
- Classe IV : Récession du tissu marginal atteignant ou dépassant la ligne de jonction mucogingivale. La perte des tissus parodontaux proximaux et/ou la malposition est trop importante pour espérer un recouvrement. On ne peut espérer qu'améliorer l'environnement gingival.



Classification de Miller des récessions

### **4.3.2. Classification de Cairo [11]**

Cette classification des récessions gingivales utilise le niveau d'attache clinique interproximal comme un critère d'identification

- la classe RT1 inclus une récession gingivale sans perte d'attache interproximale
- La classe RT2, la récession a été associée à une perte d'attache interproximale inférieure ou égale au site vestibulaire
- la classe RT3, la perte d'attache interproximale est plus élevée qu'au niveau vestibulaire

L'évaluation du niveau d'attache interproximale clinique peut être utilisée pour classer les récessions gingivales et prédire les résultats finaux de couverture des racines

#### **4.4. Le biotype parodontal**

##### **4.4.1. Classification de Maynard et Wilson [25]**

L'apparition des récessions est liée au type de parodonte du patient, que l'on peut caractériser grâce à la classification de Maynard et Wilson

- Type I : dimension normale de tissu kératinisé (3 à 4 mm : parodonte épais) et épaisseur vestibulolinguale normale du procès alvéolaire.
- Type II : dimension de tissu kératinisé réduite (moins de 2 mm) et épaisseur vestibulolinguale normale du procès alvéolaire.
- Type III : dimension normale de tissu kératinisé (3 à 4 mm : parodonte épais) et épaisseur vestibulolinguale du procès alvéolaire amoindrie.
- Type IV : dimension de tissu kératinisé réduite et épaisseur vestibulolinguale du procès alvéolaire amoindrie ; il existe un fort potentiel de récessions.

##### **4.4.2. Classification de Korbendau et Guyomard [23]**

- type A : le procès alvéolaire est épais, proche de la ligne de jonction amélocémentaire, et la gencive est épaisse et de hauteur suffisante (supérieure à 2 mm) ;
- type B : le procès alvéolaire est mince, proche de la ligne de jonction amélocémentaire et la gencive est assez mince mais de hauteur suffisante (supérieure à 2 mm) ;
- type C : le procès alvéolaire est mince, situé à plus de 2 mm de la ligne de jonction amélocémentaire et la gencive est mince mais de hauteur suffisante (supérieure à 2 mm) ;

- type D : le procès alvéolaire est mince, situé à plus de 2 mm de la ligne de jonction amélocémentaire ; la gencive est mince et de hauteur réduite (inférieure à 1 mm).

Les types C et D représentent des situations à risque d'apparition de récessions parodontales. [33]

#### **4.4.3. Classification de Seibert et Lindhe [31]**

La classification de Seibert et Lindhe en 1989 distingue deux types de parodonte en s'intéressant au complexe muco-gingival :

- un parodonte plat et épais (situation favorable) ;
- un parodonte fin et festonné (situation à risque d'apparition de récessions).

## 4.5. Les moyens de diagnostic

### 4.5.1. Le sondage

Le sondage grâce à une sonde millimétrée permet de mettre en évidence deux paramètres importants : la profondeur de poche et la perte d'attache, ce qui à la fois nous donne une idée sur la gravité des lésions provoquées par la maladie parodontale mais va également nous servir de guide et de repère thérapeutique lors des phases de réévaluation et de maintenance.

### 4.5.2. La radiographie « conventionnelle »

Les résultats cliniques doivent être complétés par des examens radiographiques.

Les radiographies permettent de mettre en évidence :

- La répartition et la localisation de la perte osseuse parodontale
- Le type de perte :
  - Disparition de la lamina dura
  - destruction osseuse horizontale
  - destruction osseuse verticale
- L'étendue de la perte :
  - Distance os/jonction émail-cément
  - Ouverture de furcations
  - Attache restante par rapport à la longueur des racines
- Causes de la perte :
  - Tartre supra et sous-gingival
  - Forme et position de la racine/de la dent (tronc radiculaire, espace inter radiculaire, longueur des racines...)

- Les lésion associées
  - Fissures
  - Fractures
  - Lésions d'origine endodontique
  - L'espace biologique
  - Les prothèses iatrogènes

La radiographie retro alvéolaire et panoramique ne donne des informations qu'en 2 dimensions.

## **5. Diagnostic et traitement des parodontites : radiologie**

### **2D versus radiologie 3D**

## **5.1. Introduction**

L'examen radiologique 2D est important pour le diagnostic des parodontites (contour des poches osseuses, atteinte des furcation) mais aussi pour le traitement qui diffèrera selon l'anatomie des racines, la longueur du tronc radiculaire, l'espace inter radiculaire mais aussi le type de poche selon le nombre de parois.

A travers une revue de la littérature, nous allons analyser le bénéfice qu'apporte le CBCT par rapport à la radiographie 2D pour chaque type de lésion.

## 5.2. Les lésions de la furcation

Les molaires maxillaires avec une perte du tissu parodontal inter radiculaire ont un risque accru de perte d'attache supplémentaire avec un pronostic à long terme affaibli. Une analyse clinique précise des atteintes de furcation est difficile en raison de l'accès limité. [3]

Une compréhension approfondie de l'anatomie radiculaire d'une molaire est essentielle pour de bonnes décisions diagnostiques et thérapeutiques. Des facteurs tels que la longueur du tronc radiculaire, l'entrée de la furcation, l'espace inter radiculaire, et la surface des racines peut affecter le diagnostic et, par conséquent, le choix du traitement approprié pour les molaires avec une atteinte de la furcation.

Il est évident que la détection précise de l'atteinte de la furcation et l'évaluation de la morphologie des racines affecte le diagnostic et est par conséquent essentiel pour le choix du traitement, le pronostic de la dent et les procédures de maintenance.

Les options de traitement vont d'une approche moins invasive, c'est à dire, maintenant l'attache parodontale autant que possible, à une approche plus invasive :

- débridement avec lambeau avec / sans gingivectomie ou lambeau repositionné apicalement et / ou tunnelisation ou régénération
- séparation radiculaire
- amputation radiculaire
- avulsion de la dent entière

La tunnelisation est indiquée lorsque le degré de séparation des racines permet une ouverture de la région inter radiculaire et autorise le passage d'une brosse.

Dès que le système d'attache d'une ou deux racines d'une molaire maxillaire est fortement réduit, l'amputation radiculaire peut être indiquée d'autant que la furcation est ouverte.

Le traitement parodontal des molaires maxillaires présente un ensemble de défis, étant donné la présence de furcations, des proximités des racines, et du sinus maxillaire. D'autres problématiques liées aux caractéristiques anatomiques existent au niveau des molaires, comme les projections d'émail, les concavités de la racine, des rainures de développement sur les troncs des racines, des crêtes inter radiculaire, et le fait que l'entrée de la furcation est plus petit que la plupart des instruments utilisés classiquement (manuels essentiellement).

Par conséquent, une base pour la gestion clinique des dents concernées est d'éliminer toute rétention morphologie de la plaque afin de fournir un accès pour l'enlèvement de la plaque par le patient et pour l'entretien professionnel.  
[40]

Plusieurs auteurs ont signalé des difficultés à estimer correctement les atteintes de la furcation des molaires maxillaires de mesures cliniques et des radiographies péri-apicales (Zappa et coll. 1993, Eickholz 1995) [43, 17]

L'examen clinique des atteintes de la furcation est basé sur une mesure à l'aide d'une sonde de Nabers. Or, en raison de l'accès difficile lié à la présence de trois racines, ces atteintes sont souvent sous estimées.

L'utilisation de radiographie rétro alvéolaire présente l'inconvénient de superposer tous les plans, surtout dans une zone où la racine palatine peut aisément masquer la furcation.

Les approches diagnostiques en trois dimensions à haute résolution tomodensitométrie ont été utilisées en parodontologie, et il a été démontré que les systèmes d'identification CT (Computed Tomography) et les classifications des atteintes de la furcation sont équivalentes à l'évaluation macroscopique.

L'inconvénient de cette technique CT est la forte exposition aux rayonnements. Plus récemment, une bonne qualité d'image a été obtenue avec tomographie à faisceau conique dentaire (CBCT).

Lorsque des mesures par radiographies rétroalvéolaires, panoramiques, CBCT et CT de défauts de furcation ont été comparées avec leurs échantillons histologiques correspondants, il a été constaté que la radiographie intra-orale a été limitée par la visibilité dans le sens vestibulo-lingual, tandis que la qualité d'image (contraste, luminosité, distorsion, la clarté des structures osseuses) a été supérieure à l'aide du CBCT. [40]

Selon une étude de Walter, C., Weiger, R., & Zitzmann, N. (2011) [39] réalisée sur 40 patients souffrants d'une parodontite chronique généralisée à un stade avancé, il a été démontré que les estimations à partir d'un CBCT de l'atteinte de la furcation des molaires maxillaires ont un degré élevé de concordance avec ceux des évaluations intra opératoires. Globalement, 84% des données CBCT ont été confirmées par les conclusions intra opératoires. Alors que 14,7% ont été sous-estimées (CBCT < valeur intra opératoire), les données CBCT ont conduit à une surestimation de seulement 1,3% par rapport à l'analyse intra opératoire. [39]

Par ailleurs, dans une étude publiée en 2009 dans *Journal of Clinical Periodontology* [37] menée sur douze patients atteints d'une parodontite chronique généralisée.

Une analyse clinique à la sonde et un examen CBCT ont été réalisés sur les molaires maxillaires.

L'évaluation des atteintes de la furcation et les recommandations de traitement basées sur des examens cliniques et des radiographies péri-apicales ont été comparés avec les données dérivées d'images CBCT.

Résultats: L'estimation du degré d'atteinte de la furcation en fonction des résultats cliniques a été confirmée dans 27% des sites, tandis que 29% ont été surestimés et 44% ont révélé une sous-estimation selon l'analyse CBCT. Parmi les atteintes de furcation de degré I, 25% ont été sous-estimées, pour les degrés II, la sous-estimation était de 75%, alors que tous les sites avec une atteinte de degré III ont été confirmés avec le CBCT. [37]

La présente étude a démontré que les résultats d'une analyse CBCT 3D ajoute des informations importantes au sujet de la forme de la racine et de la lésion, et oriente son approche thérapeutique.

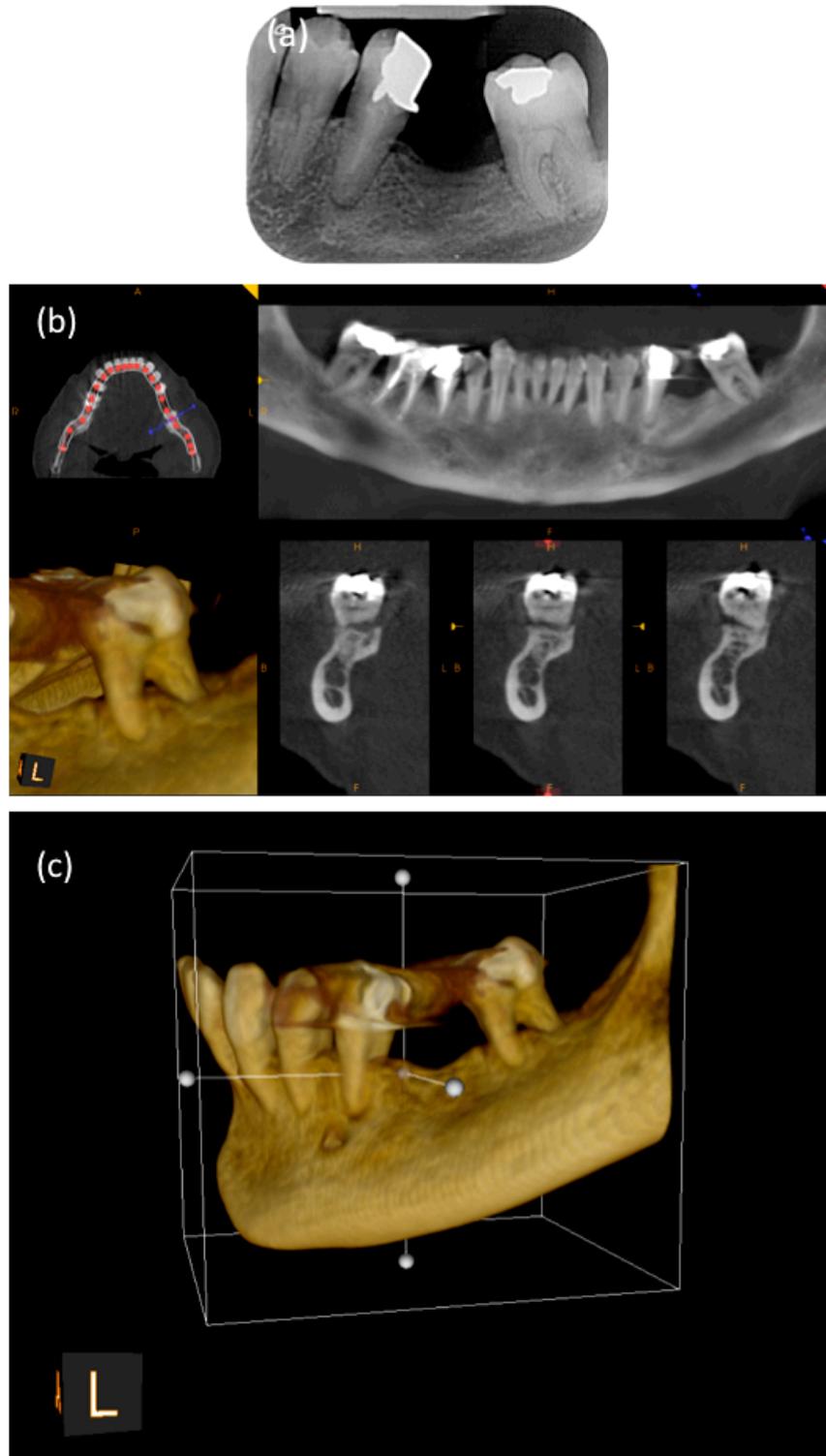
Il a été constaté que dans la majorité des molaires maxillaires, les données cliniques et les radiographies péri-apicales conduisent à deux ou même plusieurs options de traitement différentes, en utilisant les données fournies par l'analyse CBCT on obtient une meilleure base pour la sélection d'un plan de traitement.

En effet, le CBCT facilite la planification du traitement chirurgical plus détaillée avec une décision claire sur les interventions résectives et un cahier des charges pour les racines que l'on prévoit de conserver. [37]

Ces mesures ont donc permis un diagnostic et un pronostic plus fiable de la racine et une planification de traitement plus adéquat. Le choix de la thérapie appropriée est d'une grande importance, en particulier lorsque la dent ou les

racines restantes sont prévues comme des éléments supports pour une prothèse dentaire.

En employant cet outil radiographique pour la planification du traitement de la zone de furcation des molaires maxillaires on affine le diagnostic clinique et ainsi cela nous permet d'éviter les interventions chirurgicales ou endodontiques redondantes



### Radiographie secteur 3 postérieur

- (a) radiographie rétroalvéolaire : on retrouve une petite image radioclaire au niveau de la furcation de 37
- (b) CBCT : Vues axiale et coronale et reconstruction de type panoramique montrant une atteinte de la furcation
- (c) Reconstruction volumique 3D mettant en évidence la lésion

### Lésion de la furcation sur 37

### **5.2.1. Largeur d'entrée de furcation**

Bower et coll. (1979) [9], a indiqué que 81% de toutes les largeurs d'entrée de furcation étaient  $< 1$  mm, et 58% étaient  $< 0,75$  mm (63% des molaires maxillaires et 50% des molaires mandibulaires étaient  $< 0,75$  mm).

Considérant que la largeur moyenne d'une curette se situe entre 0,75 à 1.10 mm, les auteurs concluent que l'utilisation de curettes à elles seules pourrait ne pas convenir pour le débridement de la racine dans la zone de furcation. Ils ont également constaté aucune association entre la largeur mésio-distale des 1ères molaires et le diamètre d'entrée de la furcation. [3]

### 5.2.2. La longueur du tronc radiculaire

Le tronc radiculaire est défini comme la zone de la dent s'étendant à partir de la jonction émail-cément à la bifurcation. Dans une étude sur les premières et secondes molaires mandibulaires, la longueur moyenne du tronc radiculaire est de 3,14 mm sur la face vestibulaire, et de 4,17 mm sur la face linguale. La surface moyenne du tronc radiculaire pour les molaires mandibulaires et maxillaires est respectivement de 31% et 32% de la superficie totale des racines. Par conséquent, la perte d'attache horizontale menant à l'invasion de la zone de furcation compromet le tronc radiculaire, entraînant la perte d'un tiers de l'attache totale du parodonte de la dent.

L'importance de la longueur du tronc radiculaire concerne à la fois le pronostic et le traitement de la dent. Une molaire avec un tronc radiculaire court est plus vulnérable à la l'atteinte de la furcation, mais a un meilleur pronostic après le traitement de l'atteinte parodontale. A l'inverse, une molaire avec un tronc radiculaire long atteinte d'une lésion de la furcation et avec racines courtes peut ne pas être candidat à la résection d'une racine. [3]

### 5.3. Les défauts angulaires

Pour Vandenberghe, Jacobs et Yang [36], la radiographie rétroalvéolaire est la méthode d'imagerie la plus couramment utilisée pour le diagnostic de défauts osseux parodontaux. Cependant, la radiographie intra-orale est en 2 dimensions (2D) et le montant de la perte osseuse peut être sous-estimé en raison d'erreurs de projection ou de l'observateur dans l'identification fiable de référence anatomique. Évaluer les niveaux préopératoires de l'os et des modifications dans l'après-traitement parodontal nécessite souvent une information en 3 dimensions (3D). L'introduction récente de l'imagerie tomodensitométrie à faisceau conique (CBCT) peut apporter de nouvelles possibilités pour le diagnostic et le traitement parodontal. Elle permet non seulement de réduire l'exposition aux radiations, (par rapport à l'imagerie tomodensitométrie conventionnelle TDM la dose de radiation étant assez élevée) mais optimise également l'évaluation des structures orales, et améliore la précision du diagnostic parodontal. [36]

Cette bonne précision en termes de mesures linéaires et volumétriques de défauts osseux a été confirmée pour le CBCT dans plusieurs études in vitro. [28]

Dans son étude publiée en Mai 2005, Mengel et coll [26] enquêtent sur l'exactitude et la qualité de la représentation des défauts parodontaux par radiographie intra-orale (IR), la radiographie panoramique (PR), la tomodensitométrie (TDM) et la tomographie volumétrique numérique (CBCT) en comparaison avec des échantillons histologiques.

Les coupes ont été évaluées en ce qui concerne le contraste, la luminosité, la distorsion, la superposition, la clarté des structures osseuses, en utilisant une

notation à quatre niveaux, pauvre, satisfaisante, bonne ou très bonne, dans chaque cas.

Résultats: Tous les défauts intra-osseux peuvent être mesurés dans les trois plans avec la tomодensitométrie et le CBCT. La comparaison avec les spécimens histologiques a donné un écart moyen de  $0,16 \pm 0,10$  mm pour les scanners et  $0,19 \pm 0,11$  mm pour les scans CBCT. Sur les images rétro-alvéolaires et orthopantomogramme, les défauts peuvent être détectés que dans les plans mésio-distal et cranio-caudal. En comparaison avec les spécimens histologiques, l'écart moyen est de  $0,33 \pm 0,18$  mm pour les rétro-alvéolaires et de  $1,07 \pm 0,62$  mm pour les panoramiques. La qualité des images radiographiques était la plus élevée pour les scans CBCT.

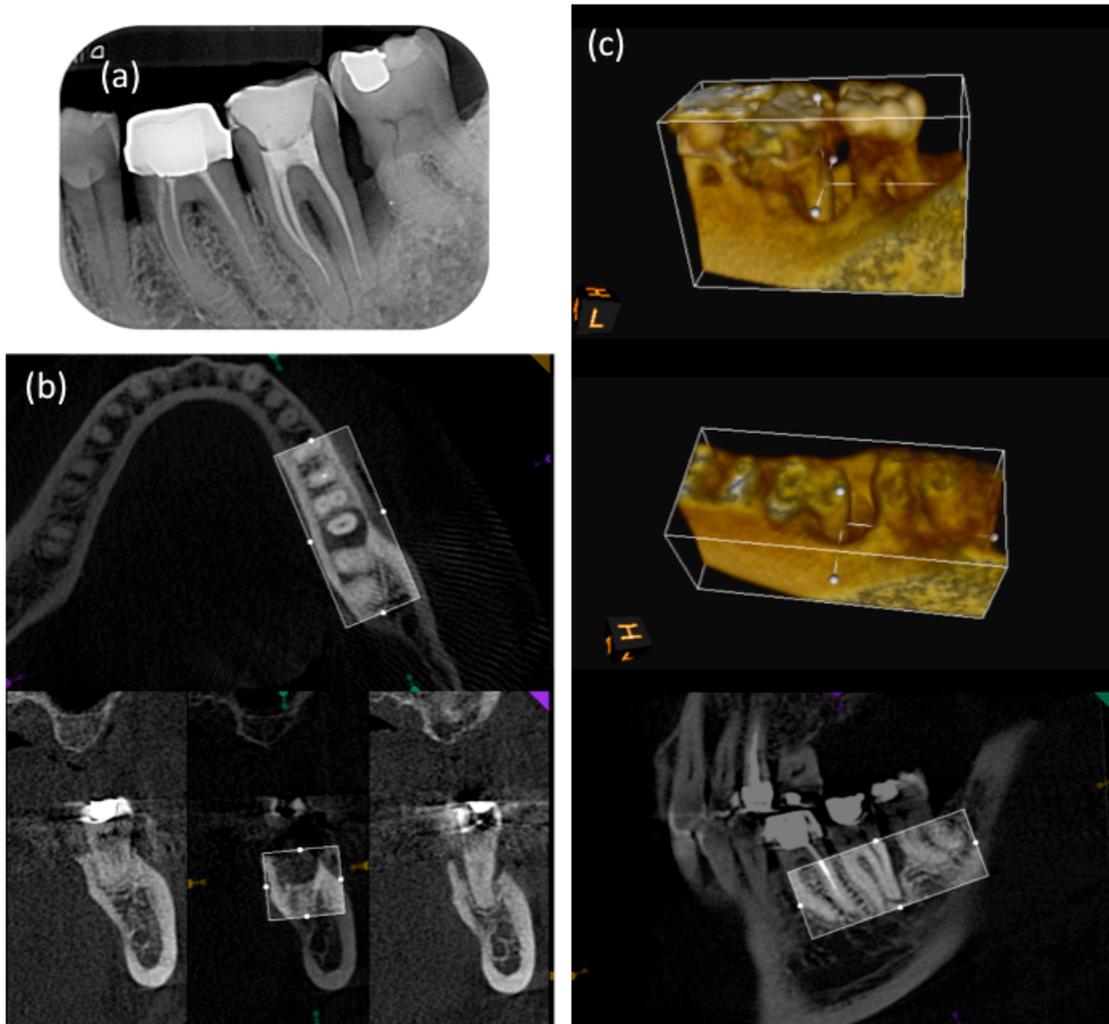
L'analyse statistique des résultats de mesure a montré un degré très significatif de conformité ( $P \leq 0,001$ ) entre les mesures histologiques et la CBCT, et un degré élevé de conformité ( $P \leq 0,01$ ) entre les mesures histologiques et les images panoramiques. Dans la comparaison directe de la qualité d'image entre les images radiographiques, tous les chercheurs ont estimé que les examens CBCT fournissent les meilleurs résultats pour tous les paramètres (contraste, la luminosité, la distorsion, la superposition, la clarté des structures osseuses, et mise au point). [26]

Par ailleurs, une étude publiée en 2007 dans le Journal Oral Surgery [36], menée sur deux crânes adultes humains comprenant trente défauts parodontaux. L'objectif de cette étude était de comparer les images numériques en 2 dimensions avec les images numériques en 3 dimensions à faisceau conique (CBCT) dans l'évaluation des niveaux et des défauts osseux parodontaux.

Le CBCT a une cote de qualité supérieure pour l'évaluation des cratère osseux et furcation, alors que la qualité du contraste des os, et la délimitation de la lamina dura ont une note inférieure à la radiographie numérique intra-orale.

Le CBCT à l'heure actuelle doit être utilisé plus spécifiquement pour la planification de traitements parodontaux complexes, comme la planification de pronostic et de la chirurgie des défauts parodontaux complexes et l'utilisation potentielle des implants dentaires.

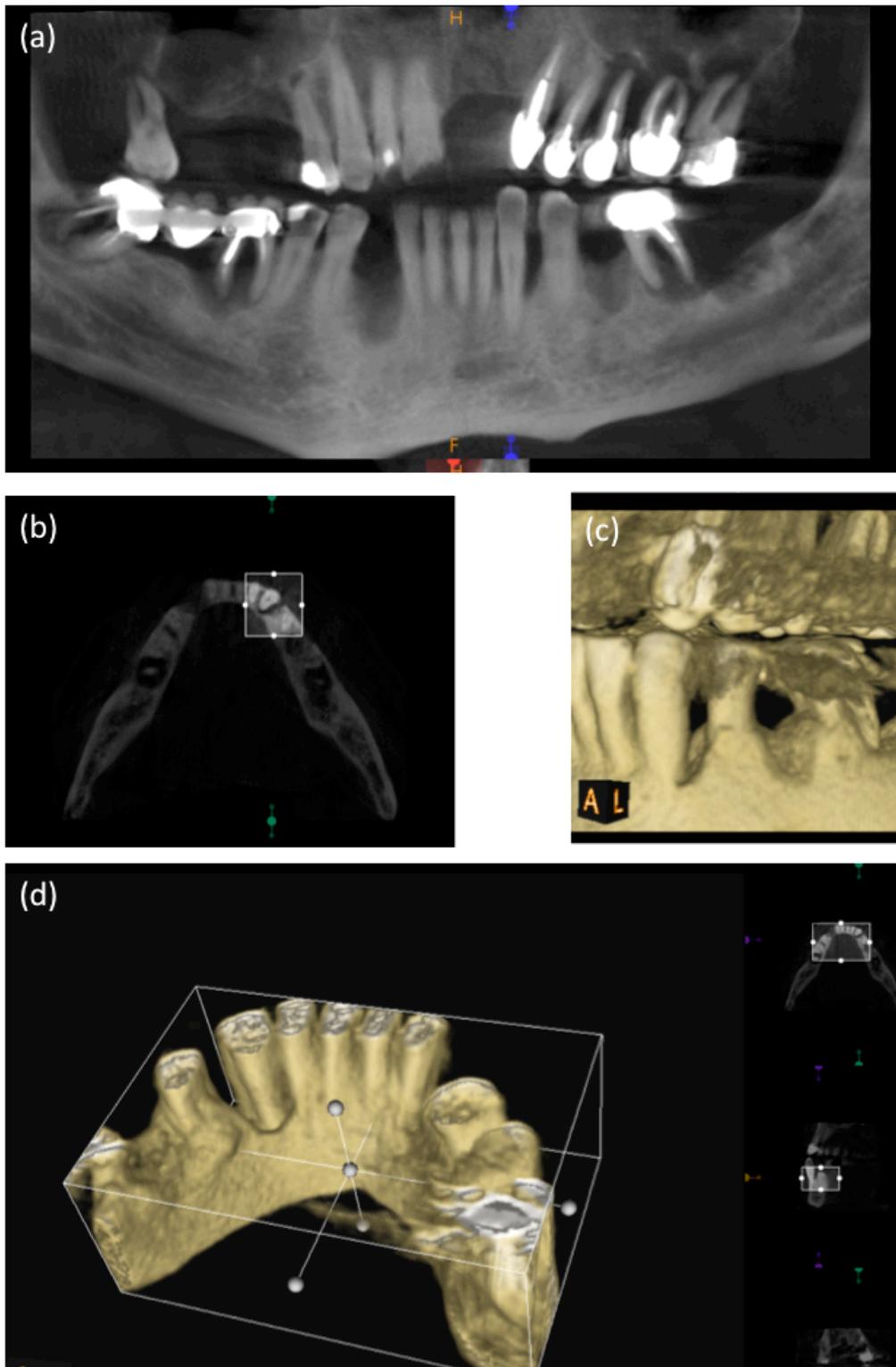
Les mesures linéaires des niveaux osseux parodontaux sont similaires entre le CBCT et la radiographie numérique intra-orale. Les cratères osseux et les atteintes de la furcation sont mieux représentés sur CBCT, tandis que le contraste, la qualité de l'os, et les détails de la lamina dura sont mieux visualisés avec la radiographie numérique intra-orale. Une utilisation sélective des deux modalités d'imagerie pourrait ainsi faciliter le diagnostic parodontal et la planification du traitement. [36]



Radiographie secteur 3 postérieur

- (a) radiographie rétroalvéolaire avec présence d'une zone radioclaire au niveau de la racine distale de 37
- (b) CBCT : vues axiale et coronale montrant un large défaut angulaire autour de la racine distale de 37
- (c) CBCT : reconstruction volumique 3D et coupe sagittale de la zone mettant en évidence la lésion de type cratère.

Défaut angulaire au niveau de 37



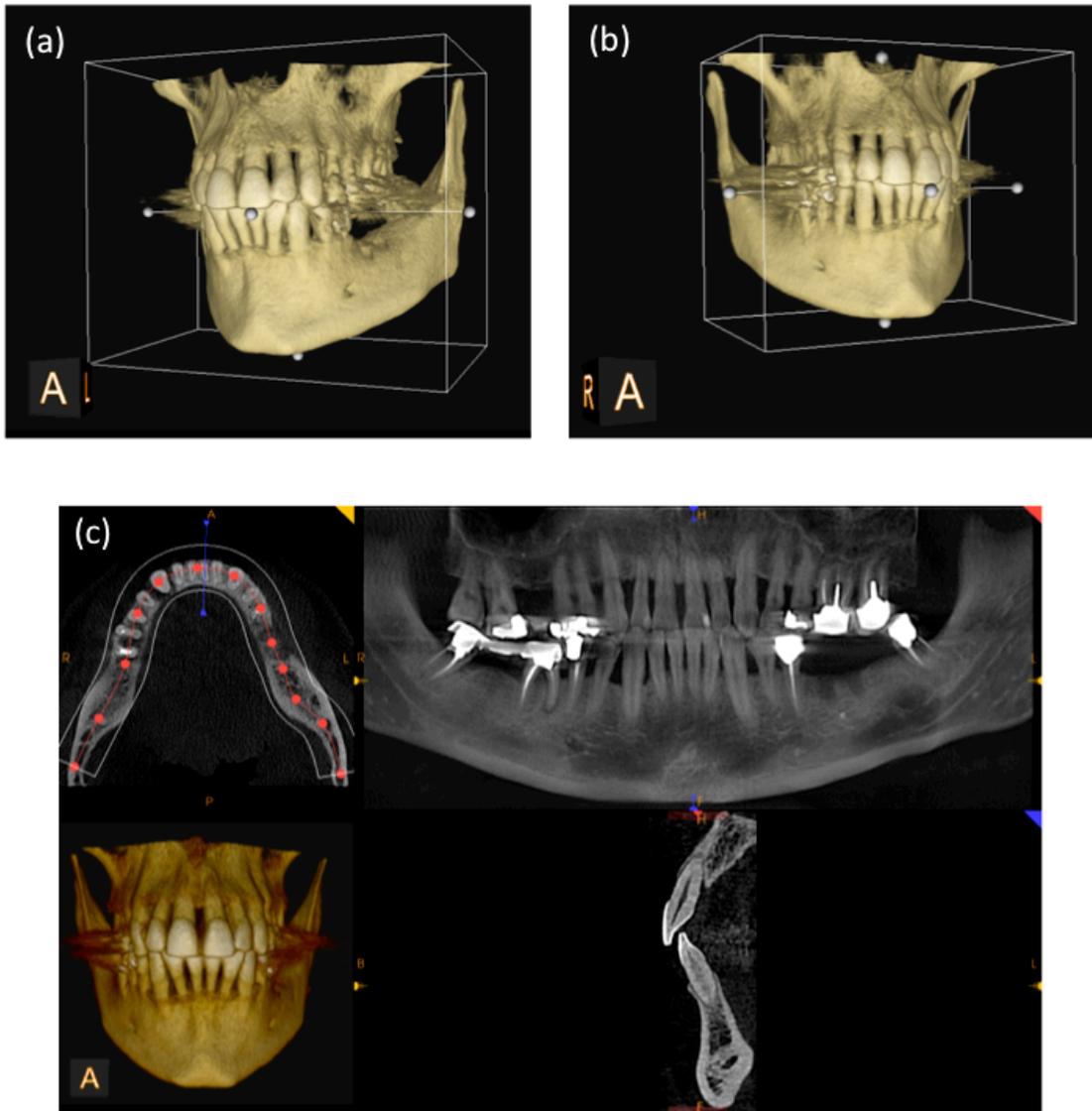
Radiographie de 33 (CBCT) :

- (a) Reconstruction de type panoramique montrant une parodontite au stade terminal dans les secteurs postérieurs
- (b) Vue axiale où le défaut angulaire sur la 33 est bien visible en distal et en lingual
- (c) (d) Reconstructions volumiques 3D : vue vestibulaire / vue linguale mettant en évidence la lésion

Défaut angulaire au niveau de 33

## 5.4. L'anatomie des racines

### 5.4.1. La longueur



#### Radiographie secteur antérieur (CBCT) :

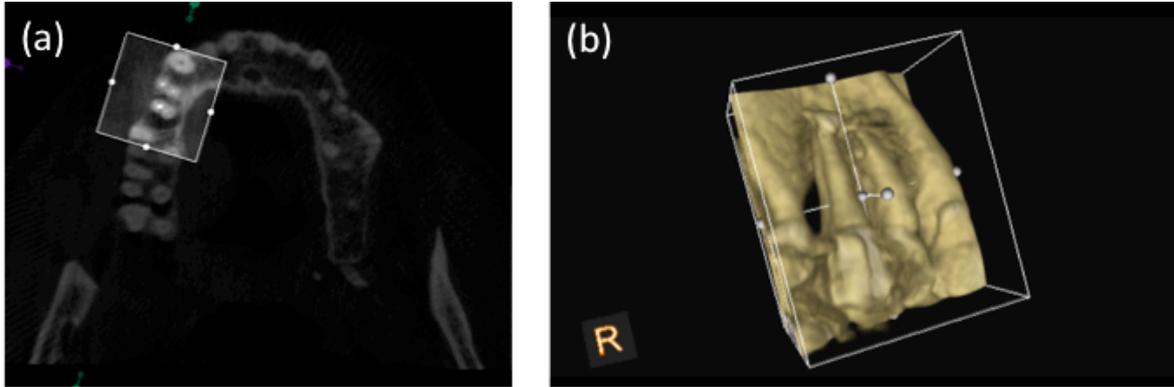
- (a) et (b) Reconstitutions volumiques 3D des secteurs antérieurs droit et gauche mettant en évidence la perte osseuse horizontale
- (c) Vues axiale, coronale et reconstruction panoramique montrant la perte d'attache et l'ancrage résiduel.

#### Perte d'attache secteur antérieur

A partir de ces images, nous pouvons apprécier la perte d'attache et donc évaluer l'ancrage radiculaire résiduel.

### 5.4.2. Les concavités radiculaires

Facteur qui complique l'efficacité de la thérapie parodontale est les furcations profondes comprenant des dépressions ou concavités.



#### Radiographie secteur 2 prémolaire (CBCT)

- (a) Vue axiale montrant la présence d'une concavité radiculaire
- (b) Reconstruction volumique 3D mettant en évidence la concavité au niveau de la racine de la 15. On notera également un dépassement de pate endodontique.

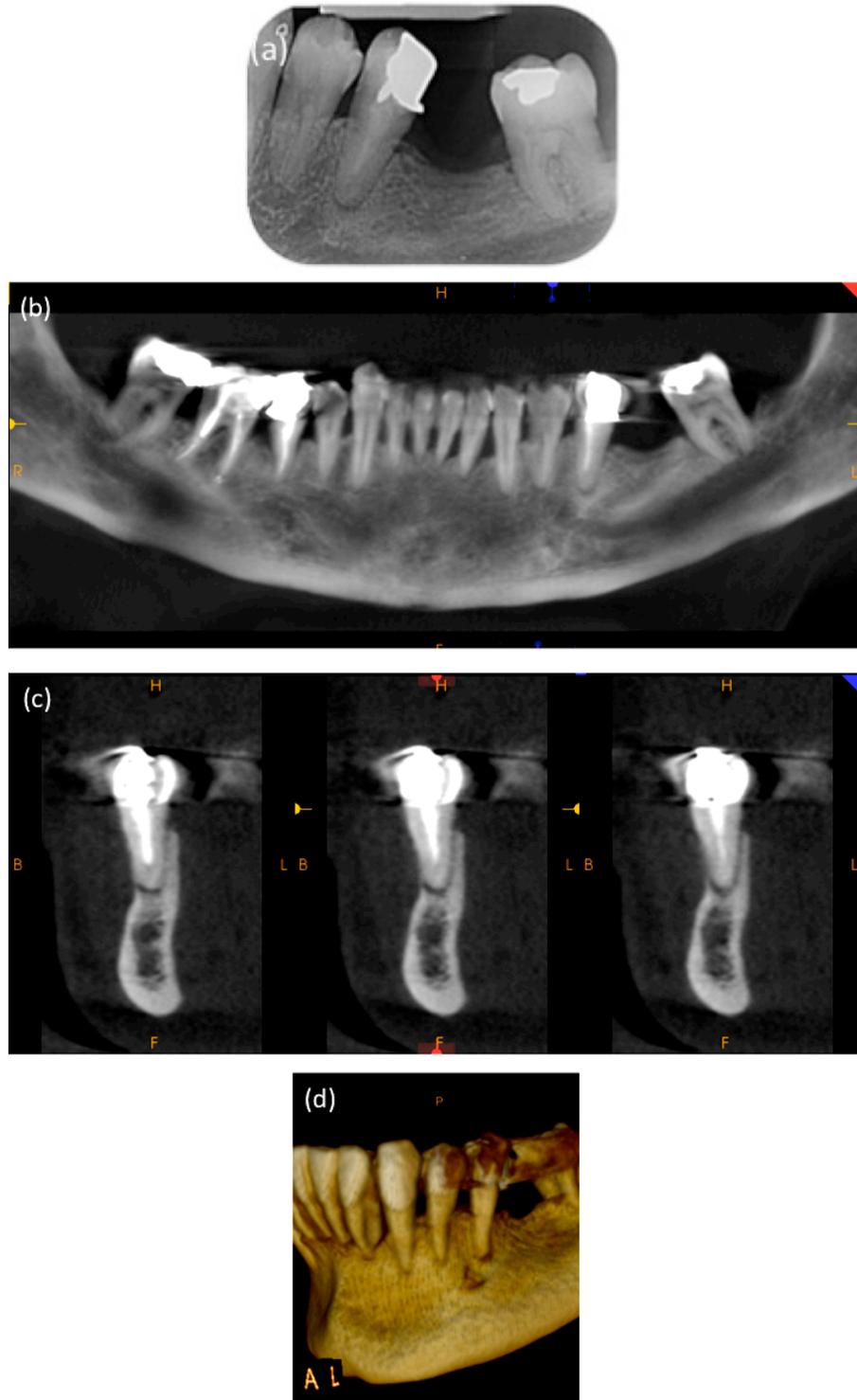
#### Concavité radiculaire au niveau de 15

## **5.5. Les récessions**

La récession est caractérisée par une dénudation du parodonte vestibulaire et plus rarement lingual ou palatin.

Il est évident qu'une résorption osseuse, soit préexiste, soit précède ou accompagne la migration apicale du système d'attache.

Radiologiquement, la récession pure, limitée sur la face vestibulaire des dents ne peut être diagnostiquée sur une image en 2 dimensions (radiographie rétro alvéolaire ou orthopantomogramme).



Radiographie de 35 :

- (a) Radiographie rétroalvéolaire de 35 où la récession ne peut être diagnostiquée.
- (b) Reconstruction panoramique à partir du CBCT. Sur cette image la récession n'est toujours pas visible
- (c) CBCT : coupes sagittales de la 35, la récession en vestibulaire peut être clairement diagnostiquée
- (d) Reconstruction volumique 3D à partir du CBCT mettant en évidence la récession en vestibulaire de la 35

Récession au niveau de 35

Sur ces images on peut aisément distinguer la perte d'os en vestibulaire ;  
renseignement impossible sur une radiographie rétro alvéolaire classique.

## 5.6. Les fractures radiculaires

Les fractures radiculaires verticales se produisent le plus souvent sur des dents traitées endodontiquement et chez les patients âgés de plus de 40 ans. Elles sont plus rares sur des dents sans traitement endodontique.

Elles sont difficiles à diagnostiquer car les symptômes ne sont pas spécifiques ou souvent retardés. [34]

Dans la majorité des cas, le diagnostic n'est suspecté que si une combinaison de symptômes ou de signes sont observés: douleurs, mobilité de la dent, poche parodontale, fistule, abcès ou une sensibilité à la palpation ou à percussion.

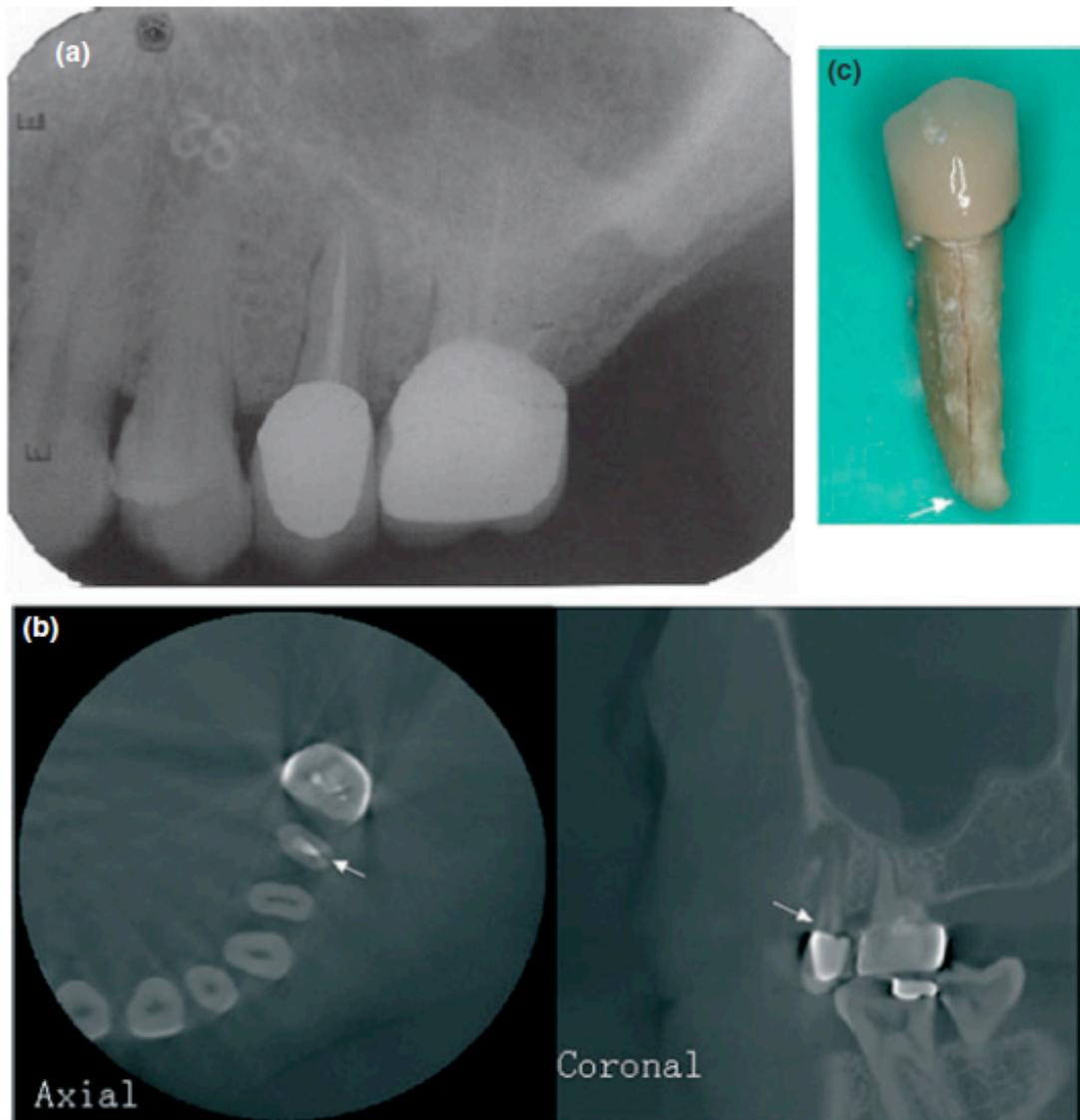
Les observations les plus courantes sur une radiographie retro alvéolaire sont un épaissement du ligament parodontal, une perte osseuse verticale, et la perte osseuse localisée périradiculaire.

Le seul moyen de la diagnostiquer assurément est la visualisation directe d'une ligne de fracture radiotransparente sur les radiographies. Cependant, la ligne de fracture peut être difficile à visualiser directement dans les méthodes classiques de diagnostic telles que radiographie rétroalvéolaire, notamment dans le secteur vestibulaire et/ou palatin.

Le pronostic des dents avec une fracture radiculaire étendu est mauvais, et dans de nombreux cas l'extraction est la seule option de traitement possible. Par conséquent, le diagnostic précis est essentiel pour éviter un traitement inutile et inapproprié. [41]

Pour Wang et ses collaborateurs, dans une étude de 2011 le cone beam fourni des images 3D de haute qualité qui sont utiles pour détecter les fractures radiculaires dentaires et pour l'élaboration du plan de traitement. La sensibilité des images CBCT pour la détection des fractures radiculaires était

de 89,5%, ce qui était beaucoup plus élevé que celui des radiographies dentaires (26,3%). [41]



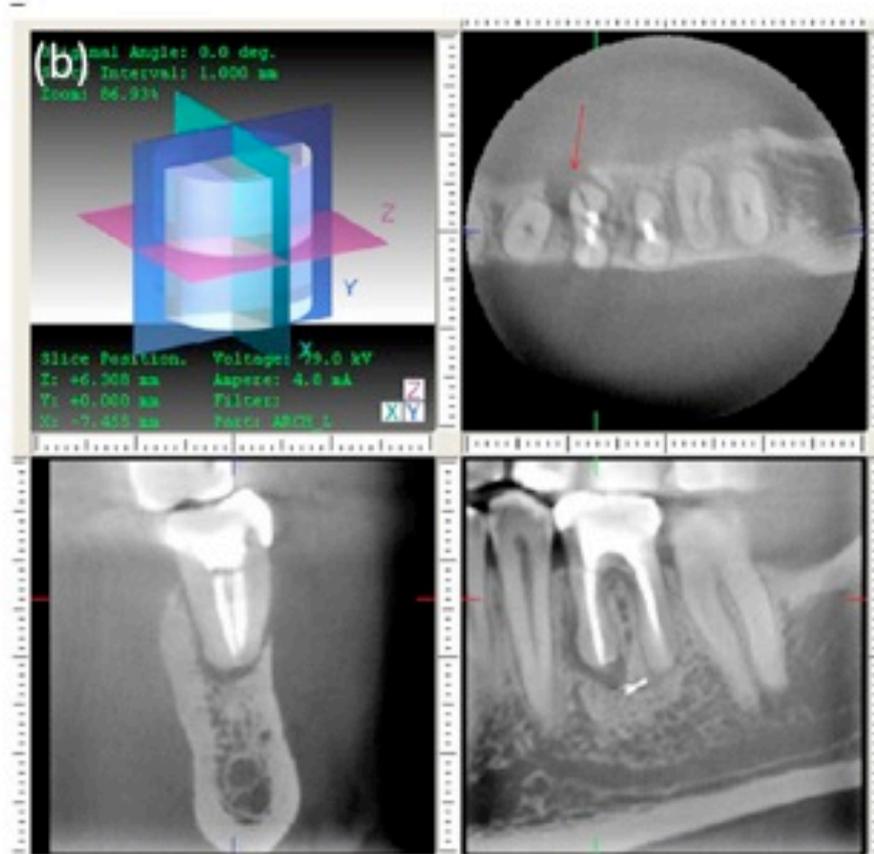
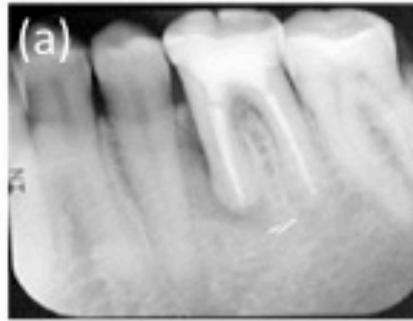
Radiographie de la dent 25.

(a) Radiographie rétroalvéolaire montrant des zones radiotransparentes latérales localisées à face mésiale de la dent.

(b) CBCT vues axiales et coronales montrent une fracture verticale (flèche) sur la dent.

(c) Une fracture verticale (flèche) est visualisée sur la dent extraite

fracture verticale sur 25 [34]



- (a) Images obtenues par radiographie périapicale conventionnelle.  
 (b) Images obtenues par tomographie volumétrique 3D (la flèche indique la fracture radiculaire)

### Fracture radiculaire sur 36 [1]

## 5.7. Lésions endoparodontales

La communication entre l'endodonte et le parodonte est fréquente à travers des canaux accessoires, notamment au niveau des furcations et des zones latéro-radicaux de la moitié apicale (Seltzer et coll. 1963). [32]

Une lésion endodontique peut induire une lésion du parodonte et inversement une lésion parodontale peut déclencher une lésion endodontique par l'intermédiaire de ces canaux (Bergenholtz et Lindhe, 1975). [8]

Il existe 3 types de lésions endo-parodontales :

- lésion d'origine purement endodontique : granulome, kyste...
- lésion d'origine purement parodontale : poche parodontale entraînant une nécrose à rétro sur dent pulpée
- lésion mixte.

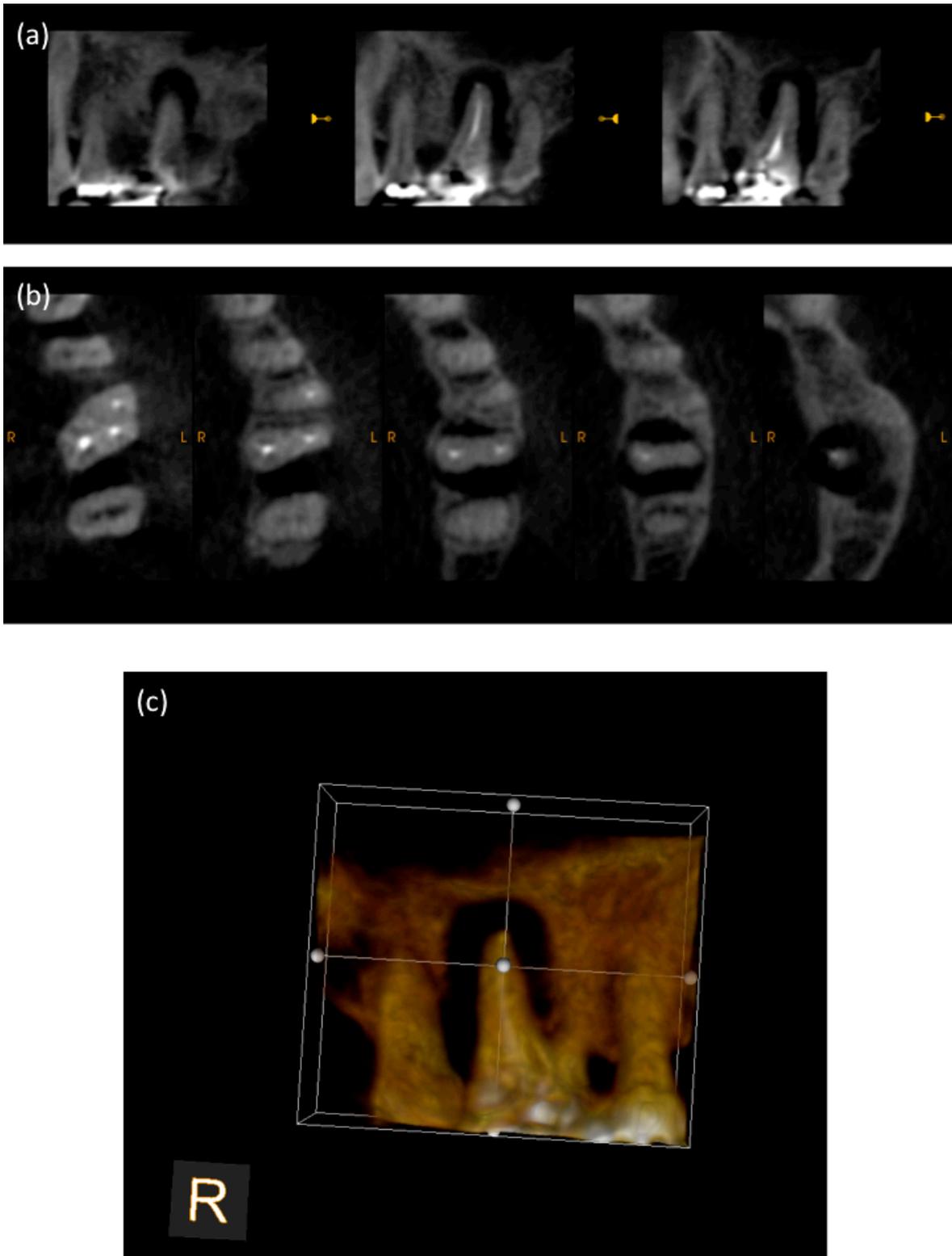
Les choix thérapeutiques se font en fonction de l'étiologie :

- Etiologie endodontique : le traitement endodontique suffit à la disparition des lésions osseuses.
- Etiologie parodontale : le traitement parodontal est nécessaire pour la stabilisation des lésions osseuses. Mais un traitement endodontique peut être nécessaire en cas d'envahissement de la zone apicale secondaire à la parodontite.
- Etiologie endo-parodontale : le potentiel de cicatrisation de la lésion d'origine endodontique est très élevé. C'est pourquoi le traitement endodontique est toujours entrepris avant le traitement parodontal (Machtou et Cohen, 1996). Le délai de cicatrisation est variable selon les individus. Un suivi radiographique est donc nécessaire avant d'entreprendre le traitement parodontal (6 à 8 mois).

La plupart des échecs de cicatrisation des lésions endo-parodontales sont dus à des erreurs de diagnostic différentiel. Il faut donc qu'il soit fait très minutieusement afin de mettre en œuvre la thérapeutique appropriée.

L'ancienneté des lésions rend leur pronostic beaucoup plus incertain.

Selon le groupe de travail de la HAS, « on estime que le CBCT pourrait se substituer à l'avenir à l'examen long cône pour le bilan parodontal et qu'il pourrait présenter un intérêt particulier pour le diagnostic différentiel des lésions endo-parodontales avec des signes cliniques et une symptomatologie mal définis. »



Radiographie CBCT de la dent 26 :

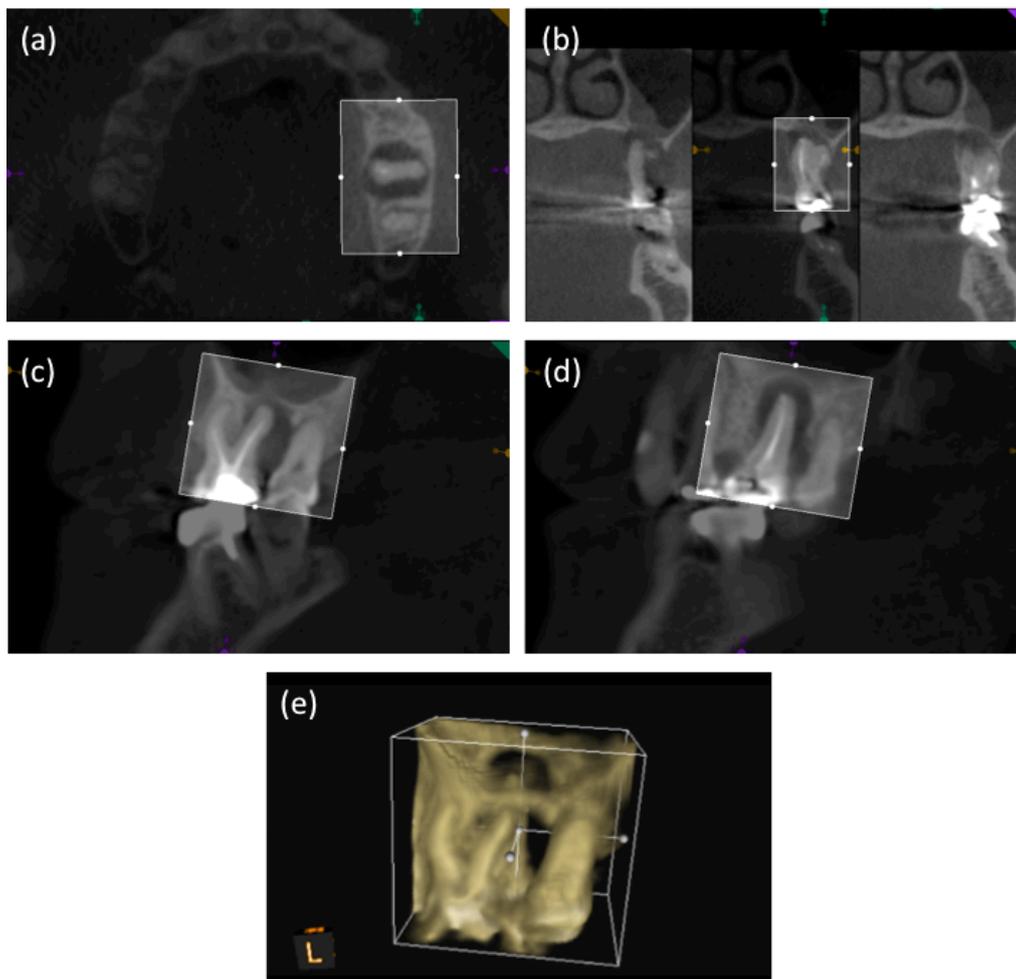
- (a) et (b) coupes sagittale et axiale mettant en évidence la lésion endo-parodontale
- (c) reconstitution 3D vue palatine de la racine palatine de 26

Lésion endo parodontale sur la 26

### 5.8. Cas particulier : communication bucco sinusienne

Sur une radiographie rétro alvéolaire, il est parfois difficile de mettre en évidence une communication bucco sinusienne du fait de la superposition des plans.

Or la prise en charge thérapeutique d'une lésion parodontale sévère sera différente si on est en présence d'une CBS.



#### Radiographie de la 26 (CBCT)

- (a) Vue axiale où une lésion parodontale importante autour de la 26 est visible.
- (b) Vues coronales de la 26 montrant une atteinte parodontale terminale et une communication avec la cavité sinusienne
- (c) et (d) Vues sagittales
- (e) Reconstruction volumique 3D mettant en évidence la communication bucco sinusienne au niveau de la 26.

#### Communication bucco sinusienne au niveau de 26

## 6. Conclusion

En général, lorsqu'apparaissent de nouvelles techniques cliniques, diagnostiques ou instrumentales, une validation professionnelle, mais aussi économique, doit être réalisée avant l'introduction sur le marché. [10]

Le CBCT a été validé cliniquement comme outil utile pour préciser la classification du degré d'atteinte des furcations dans les molaires maxillaires chez l'homme [40]. Il semble également avoir un impact significatif sur le processus de prise de décision impliqué dans le traitement de telles dents [37].

Les données du CBCT ont permis une réduction des coûts de traitement et du temps de traitement pour les molaires maxillaires atteintes de maladie parodontale [37]. Sur la base des analyses de coûts, cependant, ces mesures supplémentaires de diagnostic avec le CBCT ne se justifient que lorsque des traitements plus invasifs sont prévus.

A titre indicatif, un examen cone beam est facturé selon les centres radiologiques entre 100 et 200 €, ce prix est aussi variable en fonction de la taille du volume examiné. La cotation Z35+Z25 peut être appliquée actuellement dans le cadre de pathologie alvéolo-dentaire dans les situations où les informations indispensables n'ont pas été apportées par l'examen clinique et la radiographie rétro alvéolaire.

Le prix d'un appareil est de l'ordre de 80000€ mais varie en fonction des modèles.

L'utilisation du CBCT dans l'analyse des lésions de la furcation, des défauts angulaires et de l'anatomie des racines permet d'établir un diagnostic plus précis de la lésion. De ce fait, le chirurgien dentiste pourra adapter plus précisément le traitement parodontal, le pronostic sera affiné.

Cependant, la résolution de ces dispositifs est insuffisante pour assurer une reproduction différenciée des structures parodontales, telles que le ligament parodontal.

Un avantage majeur des nouvelles techniques CBCT est leur dose d'exposition relativement faible.

D'autres études avec un échantillon de grande taille dans le futur détermineront les paramètres d'exposition idéaux qui optimiseront la qualité d'image et permettront de réduire encore plus l'exposition aux rayonnements.

Vu le Directeur de Thèse

**Docteur P. BARTHET**  
Chef du Département de PARODONTOLOGIE  
Faculté de Chirurgie Dentaire  
3, Chemin des Maraîchers  
31000 TOULOUSE

Vu le président du Jury  
le 19 Mars 2013

  
G. GRÉGOIRE

## 7. Bibliographie

1. Affonso Bernades, R., Gomes de Moraes, I., & Hungaro Duarte, M. A. (2009, Aug). Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures.  
*Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 108, pp. 270-7.
2. Agbaje, J., Jacobs, R., Maes, F., Michiels, K., & van Steenberghe, D. (2007). Volumetric analysis of extraction sockets using cone beam computed tomography: a pilot study on ex vivo jaw bone.  
*J Clin Perodontol*, 34, 985-990.
3. Al-Shammari, K. F., Kazor, C. E., & Wang, H. L. (2001). Molar root anatomy and management of furcation defects.  
*Journal of Clinical Periodontology*, 28, 730-740.
4. Armitage, G. C. (1999). Development of a classification system for periodontal diseases and conditions.  
*Annals of Periodontology*, 4(1), 1-6.
5. Bellaiche, N. (2008). « imagerie tridimensionnelle maxillo-faciale – indications respectives du scanner et de la tomographie cone beam grand champ ».  
*La lettre de stomatologie*, 40, 2-10.
6. Bellaiche, N. (2009). Place de la technologie cone beam en imagerie odontostomatologieue.  
*La lettre de stomatologie*, 42, 4-12.

7. Bercy, P., & Tenenbaum, H. (1996).  
*Parodontologie du diagnostic à la pratique*
8. Bergenholtz, G., et Lindhe, J. (1975). Effect of soluble plaque factors on inflammatory reactions in the dental pulp.  
*European Journal of Oral Sciences*, 83(3), 153-158.
9. Bower, R. C. (1979). Furcation morphology relative to periodontal treatment: Furcation entrance architecture.  
*Journal of periodontology*, 50(1), 23-27.
10. Brägger, U., Pasquali, L., Rylander, H., Carnes, D., & Kornman, K. S. (2005). Computer-assisted densitometric image analysis in periodontal radiography.  
*Journal of clinical periodontology*, 15(1), 27-37.
11. Cairo, F., Nieri, M., Cincinelli, S., Mervelt, J., & Pagliaro, U. (2011). The interproximal clinical attachment level to classify gingival recessions and predict root coverage outcomes: an explorative and reliability study.  
*J Clin Periodontol*, 38, pp. 661-666.
12. Cavézian, R., & Pasquet, G. (2011).  
*Cone beam Imagerie diagnostique en odontostomatologie*.
13. Cavézian, R., Pasquet, G., Bel, G., & Baller, G. (2006).  
*Imagerie dento-maxillaire approche radio-clinique* (éd. 3e édition ).
14. Charon, J. (2009).  
*Parodontie médicale innovations cliniques* (éd. 2e édition).

15. Colombier, M., Bigot, C., & Detienville, R. (1989). Le saignement au sondage: signification et conséquences.  
*J Parodontol* (8), p. 403.
16. da Silveira, P. F., Boessio Vizzotto, M., & Salatino Liedke, G. (2013). Detection of vertical root fractures by conventional radiographic examination and cone beam computed tomography – an in vitro analysis.  
*Dental Traumatology*, 29, pp. 41-46.
17. Eickholz, P. (1995). Reproducibility and Validity of Furcation Measurements as Related to Class of Furcation Invasion.  
*Journal of periodontology*, 66(11), 984-989.
18. Fuhrmann, R. A., Bucker, A., & Diedrich, P. R. (1997). Furcation involvement: comparison of dental radiographs and HR-CT-slices in human specimens.  
*Journal of Periodontal research*, 32, 409-418.
19. Grimard, B., Hoidal, M., Mills, M., Mellonig, J., Nummikoski, P., & Mealey, B. (2009). Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy.  
*J Periodontol*, 80, 48-55.
20. Hamp, S.-E., Nyman, S. and Lindhe, J. (1975), Periodontal treatment of multi rooted teeth.  
*Journal of Clinical Periodontology*, 2, 126–135.

21. Hodez, C., & Bravetti, P. (2010).  
*Imagerie dento-maxillo-faciale par faisceau conique "cone beam"*.  
Sauramps Medical.
22. Kabashima, h., Mizobe, K., & Nakamuta, H. (2011). The usefulness of three-dimensional imaging in the diagnosis and treatment of clinically ambiguous gingival swelling.  
*Journal of Oral Science*, 53, 257-261.
23. Korbendau, J. M., & Guyomard, F. (1992).  
Chirurgie muco-gingivale chez l'enfant et l'adolescent.  
Éd. CdP.
24. Lemaitre, P. (2002). Les éléments du diagnostic des maladies parodontales.  
*J Parodontol Implant Orale* (21), pp. 293-300.
25. Maynard Jr, J. G., & Wilson, R. D. K. (1979). Physiologic Dimensions of the Periodontium Significant to the Restorative Dentistry.  
*Journal of Periodontology*, 50(4), 170-174.
26. Mengel, R., Candir, M., Shiratori, K., & Floresde-Jacoby, L. (2005). Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles.  
*Journal of Periodontology*, 76, 665-673.
27. Miller Jr, P. D. (1985). A classification of marginal tissue recession.  
*The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 5(2), 8.
28. Misch, K., Yj, E., & Sarment, D. (2006). Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements.

*J Periodontol*, 77, 1261-6.

29. Muller, H. P., & Eger. (1999). Furcation diagnosis.

*Journal of Clinical Periodontology*, 26, 485-498.

30. Ranjana, M., Archana, S., & Mohan, G. (2011). Three-dimensional imaging in periodontal diagnosis - Utilization of cone beam computed tomography.

*Journal of Indian Society of Periodontology*, 15, 11-17.

31. Seibert, J., & Lindhe, J. (1989). Esthetics and periodontal therapy.

*Textbook of Clinical Periodontology*, ed, 2, 477-514.

32. Seltzer, S., Bender, I. B., & Ziontz, M. (1963). The interrelationship of pulp and periodontal disease.

*Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 16(12), 1474-1490.

33. Struillou, X., Maujan, E., Malet, J., Bouchard., (2002). *Chirurgie mucogingivale parodontale et péri-implantaire*.

Encyclopédie médico chirurgicale

34. Tang, L., Zhou, X.-d., & Wang, Y. (2011). Detection of vertical root fracture using cone beam computed tomography: report of two cases.

*Dental Traumatology*, 27, pp. 484-488.

35. Tarnow, D., & Fletcher, P. (1984). Classification of the vertical component of furcation involvement.

*Journal of periodontology*, 55(5), 283-284.

36. Vandenberghe, B., Jacobs, R., & Yang, J. (2007). Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT-images for assessing periodontal breakdown.  
*Oral Surgery*, *104*, 395-401.
37. Walter, C., Kaner, D., Berndt, D. W., & Zitzmann, N. (2009). Three-dimensional imaging as a pre-operative tool in decision making for furcation surgery.  
*J Clin Periodontol*, *36*, 250-7.
38. Walter, C., Weiger, R., & Dietrich, T. (2012, Mars). Does three-dimensional imaging offer a financial benefit for treating maxillary molars with furcation involvement? a pilot clinical case series.  
*Clinical oral implant research* (23), pp. 351-8.
39. Walter, C., Weiger, R., & Zitzmann, N. (2011). Periodontal surgery in furcation-involved maxillary molars revisited--an introduction of guidelines for comprehensive treatment.  
*Clin Oral Investig*, *15*, 9-20.
40. Walter, C., Weiger, R., & Zitzmann, N. U. (2010). Accuracy of three-dimensional imaging in assessing maxillary molar furcation involvement.  
*Journal of Clinical Periodontology*, *37*, 436-441.
41. Wang, P., Yan, X., & Lui, D. (2011). Detection of dental root fractures by using cone-beam computed tomography.  
*Dentomaxillofacial Radiology*, pp. 290-298.
42. Wolf, H., Rateitschak, E., & Rateitschak, K. (2005).  
*Parodontologie* (éd. 3e édition). (P. J. Loup, Trad.) Masson.

43. Zappa, U., Grosso, L., Simona, C., Graf, H., & Case, D. (1993). Clinical furcation diagnoses and interradicular bone defects. *Journal of periodontology*, 64(3), 219-227.
44. Zoller, J. E., & Neugebauer, J. (2009). *Cone Beam Tomographie volumique par faisceau conique en chirurgie dentaire orale et maxillo-faciale*. (N. Fougeront, Trad.) Europe media duplication.

**NOM:** ABADIE Benjamin

2013-TOU3-3024

**TITRE:** QUEL EST L'INTERET DE LA TOMOGRAPHIE A FAISCEAU CONIQUE DANS LE DIAGNOSTIC ET LE PRONOSTIC DES MALADIES PARODONTALES ?

---

**RESUME EN FRANCAIS:**

Les maladies parodontales sont un problème majeur de santé publique. Leur diagnostic précis est parfois difficile lors d'un simple examen clinique. Un examen radiologique s'avère souvent nécessaire.

La tomographie volumique à faisceau conique (CBCT) est maintenant considérée comme la technique radiologique tridimensionnelle de référence en odontologie.

A travers différentes lésions parodontales, nous avons comparé les images rétroalvéolaires en 2 dimensions avec les images cone beam en 3 dimensions.

L'utilisation du CBCT dans l'analyse des lésions de la furcation, des défauts angulaires et de l'anatomie des racines permet d'établir un diagnostic plus précis de la lésion. De ce fait, le chirurgien dentiste pourra adapter plus spécifiquement le traitement parodontal, le pronostic sera affiné.

---

**TITRE EN ANGLAIS:**

WHAT IS THE INTEREST OF THE CONE BEAM TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS AND PROGNOSIS OF PERIODONTAL DISEASE?

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE:** CHIRURGIE DENTAIRE

---

**MOTS-CLES:** CBCT, MALADIES PARODONTALES, DIAGNOSTIC

---

**INTITULE ET ADRESSE DE L'U.F.R OU DU LABORATOIRE:**

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE  
3, Chemin des Maraîchers  
31062 Toulouse Cedex 09

---

**DIRECTEUR DE THESE:** Docteur BARTHET Pierre