

UNIVERSITE DE NANTES  
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2015

N° 047

# Intérêts du Cone Beam Computed Tomography dans la prise en charge des résorptions radiculaires

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

*Présentée et soutenue publiquement par*

**Marie GAMBERT**

Née le 19/02/1989

Le 14/10/2015 devant le jury ci-dessous :

Président : Me. le Professeur Fabienne PEREZ

Assesseur : Me. le Docteur Valérie ARMENGOL

Assesseur : Me. le Docteur Laure MERAMETDJIAN

Directeur de thèse : M. le Docteur Alexis GAUDIN

**Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la  
Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises  
dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être  
considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur  
donner aucune approbation, ni improbation.**

<b>UNIVERSITÉ DE NANTES</b>	
<b>Président</b>	Pr LABOUX Olivier
<b>FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE</b>	
<b>Doyen</b>	Pr AMOURIQ Yves
<b>Assesseurs</b>	Dr RENAUDIN Stéphane Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
<b>Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.</b>	
Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LESCLOUS Philippe	Madame LICHT Brigitte Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
<b>Professeurs des Universités</b>	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
<b>Professeurs Emérites</b>	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
<b>Praticiens Hospitaliers</b>	
Madame DUPAS Cécile Madame LEROUXEL Emmanuelle	Madame BLERY Pauline Madame Isabelle HYON Madame Hélène GOEMAERE GALIERE
<b>Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.</b>	<b>Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D.</b>
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Madame BOEDEC Anne Monsieur CLÉE Thibaud Monsieur DAUZAT Antoine Monsieur DEUMIER Laurent Madame Béatrice GOUGEON Monsieur KOUADIO Kouakou (Assistant associé) Monsieur LANOISELEE Edouard Monsieur LE BOURHIS Antoine Madame LE GOFFE Claire Madame MAÇON Claire Madame MALTHIERY Eve Madame MELIN Fanny Madame MERAMETDJIAN Laure Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur RESTOUX Gauthier Madame RICHARD Catherine Monsieur ROLOT Morgan
<b>Enseignants Associés</b>	<b>A.T.E.R.</b>
Madame BRETECHE Anne (MC Associé) Madame RAKIC Mia (MC Associé) Madame VINATIER Claire (PR Associé)	Monsieur COUASNAY Greig

29/01/15

**A Madame le Professeur Fabienne PEREZ**

Docteur en chirurgie dentaire

Professeur des universités

Praticien hospitalier des centres de soins d'enseignement et de recherche dentaires

Docteur de l'université de Toulouse 3

Habilitation à diriger des recherches

Département d'odontologie conservatrice-endodontie

Chef du service d'odontologie conservatrice et pédiatrique

-NANTES-

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider mon jury de thèse,  
Pour l'aide et toute l'attention que vous avez portée à la réalisation et sa correction,  
Veuillez trouver ici l'expression de mon entière gratitude et de mon profond respect.*

**A Monsieur le Docteur Alexis GAUDIN**

Docteur en chirurgie dentaire

Maître de conférences des universités

Praticien hospitalier des centres de soins d'enseignement et de recherche dentaires

Ancien interne des hôpitaux de Toulouse

Docteur de l'Université de Toulouse

Département d'Odontologie conservatrice-endodontie

-NANTES-

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ma thèse,  
Pour vos conseils, vos corrections et votre aide indispensable tout au long de ce travail,  
Pour votre implication importante et votre gentillesse,  
Veuillez trouver ici l'expression de mon entière gratitude et de mon profond respect.*

**A Madame le Docteur Valérie ARMENGOL**

Docteur en chirurgie dentaire

Maître de conférences des universités

Praticien hospitalier des centres de soins d'enseignement et de recherche dentaires

Docteur de l'université de Nantes

Département d'Odontologie conservatrice-endodontie

-NANTES-

*Pour avoir accepté de siéger au sein de ce jury,*

*Pour la qualité de votre enseignement,*

*Pour m'avoir enseigné l'endodontie,*

*Veillez trouver ici l'expression de mon entière gratitude et de mon profond respect.*

**A Madame le Docteur Laure MERAMETDJIAN**

Docteur en chirurgie dentaire

Assistante hospitalier Universitaire des centres de soins d'enseignement et de recherche dentaires

Département d'Odontologie conservatrice-endodontie

-NANTES-

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de faire partie de mon jury de thèse,*

*Pour la qualité de votre enseignement,*

*Veillez trouver ici l'expression de mon entière gratitude et de mon profond respect.*

# Table des matières

1	INTRODUCTION .....	14
2	CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY .....	16
2.1	Présentation .....	16
2.1.1	Définition .....	16
2.1.2	Principes .....	17
2.1.2.1	La configuration du CBCT .....	17
2.1.2.2	Acquisition des images .....	18
2.1.2.3	Reconstruction de l'image .....	18
2.1.2.4	Affichage de l'image .....	19
2.1.2.4.1	Les reconstructions primaires .....	19
2.1.2.4.2	Les reconstructions secondaires ou les rétroconstructions .....	21
2.1.2.4.3	Les reconstructions tridimensionnelles .....	21
2.1.3	Classification .....	21
2.2	Les avantages par rapport à la radiographie conventionnelle et au scanner .....	22
2.2.1	Les limites de la radiographie conventionnelle .....	22
2.2.2	Radiographie en 3 dimensions : qualité et précision de l'image .....	24
2.2.3	Rapidité de l'examen .....	24
2.2.4	Réduction de la dose efficace .....	25
2.3	Les inconvénients .....	25
2.3.1	Les artéfacts .....	25
2.3.1.1	Les artéfacts liés au rayon X .....	26
2.3.1.2	Les artéfacts liés au patient .....	26
2.3.1.3	Les artéfacts liés au faisceau conique .....	27
2.3.2	Les bruits .....	29
2.4	Les principaux appareils disponibles sur le marché .....	29
2.4.1	New-Tom .....	30
2.4.2	Planmeca Promax .....	31
2.4.3	MORITA .....	32
2.4.4	i-CAT .....	34
2.4.5	Carestream Dental .....	35
2.4.6	Vatech .....	36
2.4.7	Choix du CBCT pour les résorptions radiculaires .....	37
2.5	Application clinique .....	38
3	LES RESORPTIONS RADICULAIRES .....	40



3.1	Présentation .....	40
3.1.1	Définition .....	40
3.1.2	Classification .....	40
3.2	Les rappels fondamentaux .....	41
3.2.1	Les tissus impliqués dans le phénomène de résorption .....	41
3.2.1.1	Les tissus résorbés .....	41
3.2.1.2	Les tissus participant à la résorption .....	42
3.2.2	Le processus de résorption dentaire .....	44
3.2.2.1	Origine des odontoclastes .....	44
3.2.2.2	Fonction des odontoclastes .....	44
3.2.2.3	Recrutement et maturation des odontoclastes .....	45
3.2.2.4	Détails des phénomènes biochimiques mis en jeu lors de résorptions .....	46
3.3	Les résorptions externes .....	47
3.3.1	Les résorptions de surface .....	47
3.3.1.1	Définition .....	47
3.3.1.2	Mécanisme .....	47
3.3.2	Les résorptions inflammatoires externes .....	48
3.3.2.1	Définition .....	48
3.3.2.2	Les résorptions cervicales externes .....	48
3.3.2.2.1	Définition .....	48
3.3.2.2.2	Etiologie .....	49
3.3.2.2.3	Diagnostic .....	55
3.3.2.2.4	Histologie et nature de la lésion .....	56
3.3.2.3	Les résorptions externes apicales .....	56
3.3.3	Les résorptions externes de substitution .....	57
3.3.3.1	Définition .....	57
3.3.3.2	Diagnostic .....	58
3.4	Les résorptions internes .....	58
3.4.1	Définition .....	58
3.4.2	Les résorptions internes inflammatoires .....	58
3.4.2.1	Définition .....	58
3.4.2.2	Diagnostic .....	58
3.4.3	Les résorptions internes de substitution .....	59
3.4.4	Etiologie des résorptions internes .....	60
4	PRISE EN CHARGE DES RESORPTIONS RADICULAIRES PAR LE CBCT .....	62
4.1	Aide au diagnostic .....	62
4.1.1	Traumatisme dentaire .....	62

4.1.2	Diagnostic des résorptions externes apicales .....	63
4.1.2.1	Les parodontites apicales .....	63
4.1.2.2	Les traitements orthodontiques.....	64
4.1.3	Diagnostic différentiel résorption interne et résorption externe .....	65
4.2	Prise en charge des résorptions .....	65
4.2.1	Evaluation de l'étendue de la lésion .....	65
4.2.2	Décision thérapeutique .....	66
4.2.2.1	Traitement des résorptions internes.....	66
4.2.2.2	Traitement des résorptions cervicales externes .....	68
4.2.2.3	Traitement des résorptions apicales .....	71
4.3	Pronostic .....	72
5	CONCLUSION.....	75
6	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	77

# INTRODUCTION

# 1 INTRODUCTION

Les résorptions radiculaires sont des pertes de tissus durs de la dent résultant de l'action de cellules de type clastique suivant un processus complexe. Elles font suite à des agressions traumatiques ou infectieuses du parodonte et/ou de la pulpe dentaire entraînant un processus de destruction. Les résorptions sont dites externes lorsqu'elles se produisent sur la surface radiculaire de la dent et sont internes lorsqu'elles ont pour point de départ la pulpe dentaire. Il faut différencier les résorptions pathologiques qui touchent les dents définitives, des résorptions physiologiques des dents immatures ou Rhizalyse, permettant leur exfoliation et l'éruption des dents définitives.

Le diagnostic des résorptions radiculaires est très souvent tardif en raison de l'absence de signes cliniques au stade initial. Lorsque les premiers signes cliniques apparaissent, douleur, mobilité, dyschromie... il est souvent trop tard. Le diagnostic précoce repose alors sur la radiographie qui peut révéler, de façon fortuite, une résorption débutante. Mais les radiographies classiques, rétro-alvéolaires et panoramiques, utilisées le plus couramment en cabinet dentaire ont une précision limitée pouvant compromettre le diagnostic précoce de ces lésions et donc l'avenir de la dent.

Pour un examen plus approfondi, une autre technique d'imagerie a fait son apparition : la tomographie volumique à faisceaux conique ou Cone Beam Computed Tomography. Quels sont les intérêts de cette technique d'imagerie lors de la prise en charge des résorptions radiculaires ?

Cette thèse a pour but de présenter la technique d'imagerie le "Cone Beam Computed Tomography", les différentes résorptions radiculaires pathologiques et l'utilité du CBCT.

Ce travail se propose dans une première partie d'expliquer le principe de fonctionnement du CBCT puis, d'établir une classification des résorptions radiculaires pathologiques et enfin l'intérêt clinique du Cone Beam Computed Tomography.

# CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

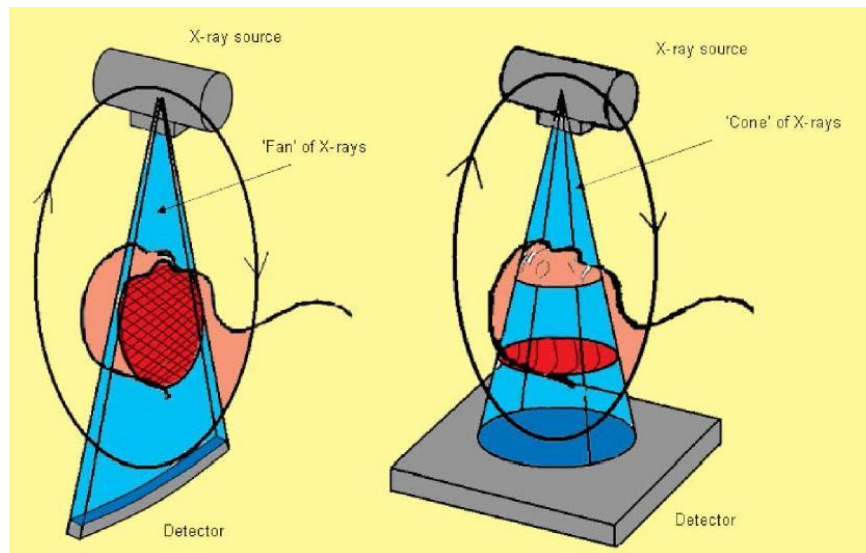
## 2 CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

En pratique clinique, l'imagerie est un élément essentiel faisant partie intégrante à l'établissement du diagnostic, du pronostic et son rôle lors de la mise en place d'un plan de traitement. L'apparition de la radiographie panoramique dans les années 1960, a permis des progrès importants en dentisterie, elle fournit au praticien des informations supplémentaires permettant de visualiser les 2 arcades dentaires, le sinus maxillaire, l'angle mandibulaire, les articulations temporo-mandibulaires... par rapport à la radiographie rétro-alvéolaire se limitant à 1 ou 2 dents et l'os environnant. Cependant, les radiographies panoramiques et rétro-alvéolaires présentent leurs limites. En effet, la première est à l'origine d'un phénomène de distorsion par l'aplanissement des structures anatomiques et offrant des images de faible résolution. La principale limite de la radiographie rétro alvéolaire est la visualisation d'une image en 2 dimensions à l'origine d'une superposition des éléments anatomiques. L'apparition de l'imagerie en 3 dimensions à l'aide du scanner est une véritable avancée en dentisterie mais son adoption dans le secteur dentaire reste très limitée à partir de plusieurs facteurs. Le premier est la dose de radiation relativement importante qui n'est pas justifiée pour les applications dentaires, le deuxième est le coût élevé du scanner et enfin le volume des appareils difficilement compatible avec les contraintes spatiales auxquelles sont soumis la plupart des cabinets dentaires. Ainsi, l'introduction du Cone Beam Computed Tomography (CBCT) constitue une amélioration du scanner par la diminution de la dose d'irradiation, la réduction considérable de leur dimension, ils sont plus simples à utiliser et moins contraignant en ce qui concerne la position du patient. Enfin, le coût est plus abordable. L'imagerie tridimensionnelle est utilisée depuis des décennies pour les diagnostics et la planification des traitements. Leur amélioration au cours des années tend à leur adoption à grande échelle dans le secteur dentaire (15, 61, 66, 96).

### 2.1 Présentation

#### 2.1.1 Définition

Le CBCT est un système de radiographie en 3 dimensions, spécifique au squelette maxillo-facial qui apporte une image de coupe selon un plan, vertical, horizontal ou oblique, permettant de détailler certains organes ou certaines lésions. Il diffère de la tomographie médicale classique par son système d'acquisition et de récupération des images. En effet, le CBCT a la particularité d'utiliser un faisceau de rayon X conique alors que la tomographie classique utilise un faisceau étroit (Figure 1) (6, 32, 96, 98).



© J Can Dent Assoc 2006; 72(1); 75-80

*Figure 1 : Schéma d'un capteur plan de la tomographie conventionnelle (à gauche) comparé au faisceau conique du CBCT (à droite)*

## 2.1.2 Principes

Une source émet un faisceau de rayons X conique qui se dirige vers la zone cible. En traversant les tissus cela crée un phénomène d'atténuation des rayons qui viennent ensuite frapper à l'opposé un détecteur. La source et le détecteur tournent simultanément autour d'un pilier fixe. Pour permettre la production de l'image, 4 étapes sont nécessaires : la configuration du CBCT, l'acquisition, reconstruction et affichage de l'image (32, 96).

### 2.1.2.1 La configuration du CBCT

La capacité du système à détecter et générer des images précises et de bonne qualité dépend des paramètres et propriétés de l'appareil.

Les paramètres d'exposition du CBCT sont la tension (50 à 110 kV), l'intensité en mA et le temps de pose. Ils sont sur de nombreux systèmes modifiables en fonction de la corpulence du sujet et de la résolution souhaitée. Ils jouent un rôle important pour la qualité de l'image (32).

Il existe 2 types de générateur à rayon X, l'un émet des radiations en continu pendant toute la rotation de l'appareil et l'autre émet un rayonnement pulsé. Ce dernier, est la forme la plus intéressante car elle permet de réduire considérablement l'exposition du patient aux radiations sans altérer la qualité de l'image car le temps d'exposition sera inférieur au temps nécessaire pour l'examen (32, 96).

Le champ de vue du CBCT peut-être localisé à 1 ou 2 dents (4x4 cm) ou concerner l'ensemble du massif cranio-facial (30x30cm). Cela dépend de la collimation des rayons X primaires projetés limitant l'exposition aux radiations, de la forme géométrique du rayon projeté puis la forme et la taille du détecteur. Il est alors possible de choisir la taille du champ de vue en fonction de la pathologie du patient et de la région intéressée afin d'obtenir des radiographies plus précises en limitant l'exposition aux radiations (32, 96, 97, 98).

Le « frame rate » est le nombre d'images acquises par seconde lors d'une rotation du CBCT. Ces images sont similaires à une radiographie céphalométrique latérale ou postéro-antérieure. L'ensemble de la série d'images obtenues est appelé les données projetées (ou prises de vues, clichés), ceux-ci peuvent être fixes ou variables selon le type de CBCT. Plus il y a d'images projetées, plus il y a d'informations pour la reconstruction et meilleurs seront le contraste et la résolution spatiale. Les images sont donc de meilleure qualité avec moins d'artéfacts. Mais l'augmentation des données projetées augmente le temps d'examen, le temps de reconstruction et une irradiation plus importante du patient. Ainsi, le nombre d'images de base doit être minimisé afin de réduire les radiations et de produire une image de qualité. En général, le nombre de prises de vues est d'environ une centaine (96).

De nombreux CBCT ont une trajectoire de l'arc à 360° afin d'obtenir les données projetées. Mais des études ont montré, qu'il est possible de réduire la trajectoire de l'arc à 180° sans altérer la qualité de l'image, réduisant le temps d'examen et la dose efficace par 2 (32).

### 2.1.2.2 Acquisition des images

En mesurant l'atténuation des rayons X dans toutes les directions, on peut calculer la structure interne de l'objet par l'intermédiaire du détecteur. Il existe 2 types de détecteur. Le premier est une combinaison entre un intensificateur d'images avec un dispositif à couplage de charge qui émet une image lumineuse et pourra être lue par une caméra. Le deuxième est un détecteur plan qui repose sur l'association d'une couche de détection et d'un panneau de lecture des charges en Silicium amorphe permettant la conversion des photons X en données numériques. Ce dernier suggère un chemin plus court et plus simple du signal expliquant une plus grande performance et apportant une meilleure résolution d'image (96).

### 2.1.2.3 Reconstruction de l'image

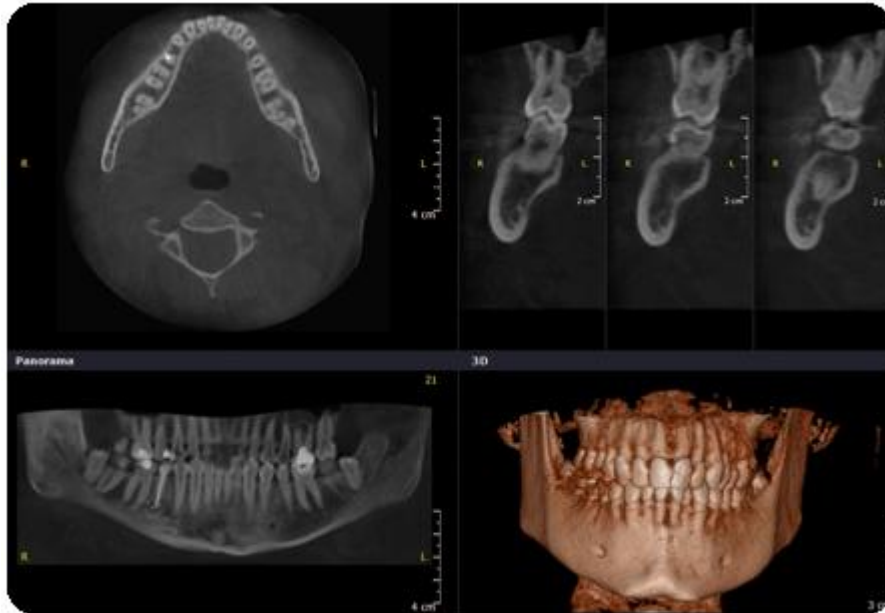
Lorsque les données sont récupérées, elles sont traitées selon un processus complexe afin d'obtenir des données volumétriques. L'ensemble des informations est transféré sur un ordinateur et la reconstruction de l'image est réalisée par l'intermédiaire d'un algorithme. Le temps de reconstruction dépend des paramètres d'acquisition : la taille du champ de vue, le nombre d'images projetées, la résolution spatiale et de l'algorithme de reconstruction (96).



## 2.1.2.4 Affichage de l'image

### 2.1.2.4.1 Les reconstructions primaires

Le CBCT permet une visualisation en 2 dimensions des structures anatomiques et des images de coupe dans les 3 plans de l'espace : axial, sagittal et coronal (Figure 2). Les images sont directement obtenues à partir des données récupérées lors de l'acquisition. Ce sont les reconstructions bidimensionnelles directes (12, 96, 97).



*Figure 2 : Visualisation en 3 dimensions des arcades dentaires (en bas à droite), en coupe coronale (en haut à gauche), en coupe sagittale (en haut à droite) et en coupe axiale (en bas à gauche). (Dr Norbert Bellaïche)*

Les reconstructions DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) sont des images reconstruites selon le plan axial, autorisant l'exploitation de logiciels spécialisés permettant d'obtenir des reconstructions secondaires de deux types : Multiplanaire et Dentascanner.

-Les Reconstructions Multiplanaires (MPR) sont, comme les reconstructions directes, bidimensionnelles (axiale, frontale ou sagittale) et en 3 dimensions (Figure 3) (12, 97).

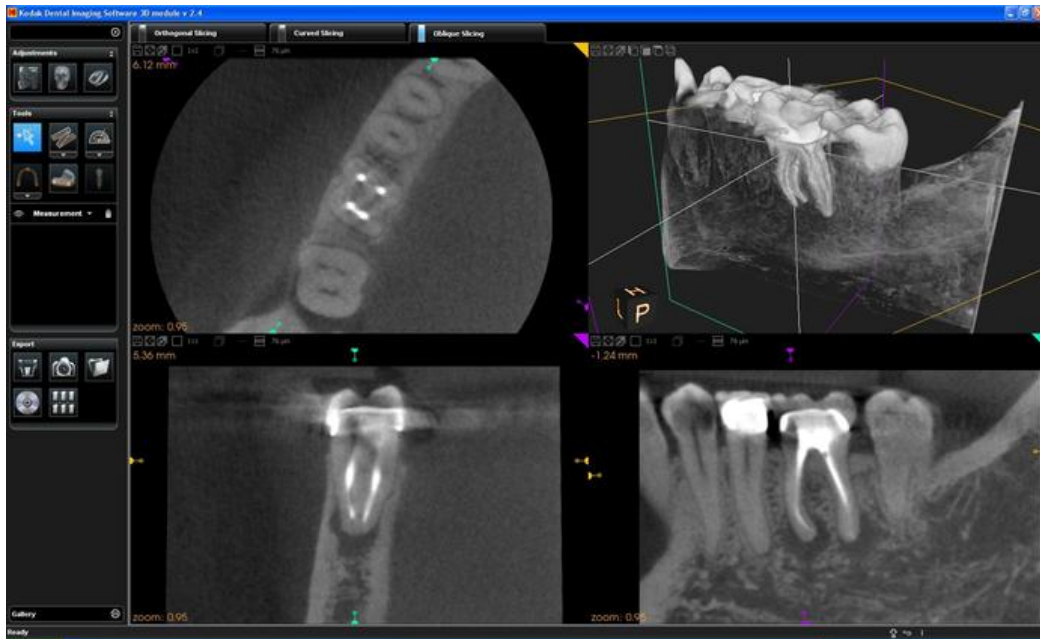


Figure 3 : Reconstructions multiplanaires (ici parodontite apicale sur 36) (Dr Norbert Bellaiche)

-Les reconstructions Dentascanner (ou Curved MPR) sont réalisés selon le plan axial, panoramique (parallèle à la crête alvéolaire) et orthogonal à la crête (perpendiculaire ou coronal) et associées à la demande à des reconstructions 3D (Figure 4). Cette reconstruction est principalement indiquée en implantologie pour les mesures volumiques de l'os alvéolaire (12, 97).

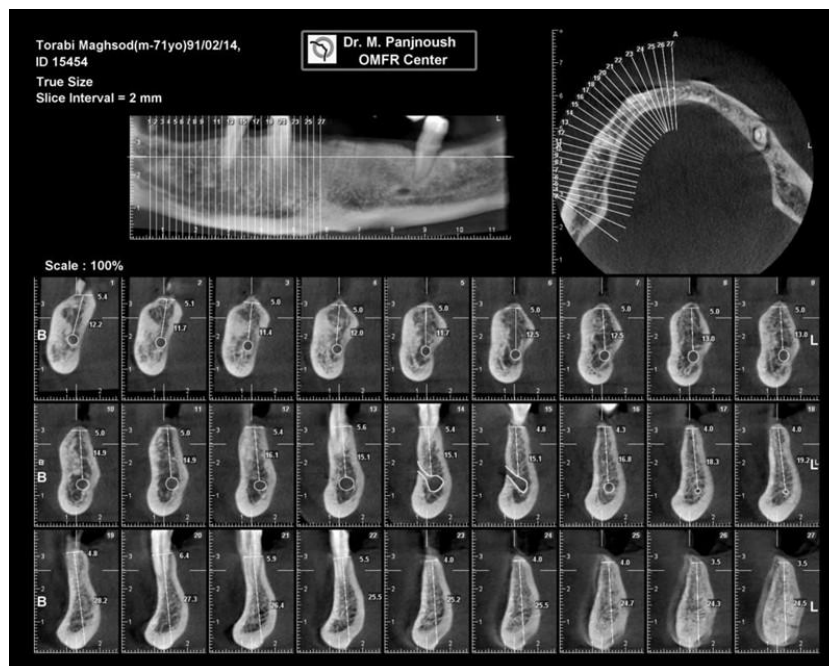


Figure 4 : Reconstructions dentascanner : bilan pré-implantaire mandibulaire (Dr Panjnoush)

#### 2.1.2.4.2 Les reconstructions secondaires ou les rétroconstructions

Elles sont obtenues à partir des reconstructions primaires axiales et permettent l'obtention d'images en Ultra Haute Résolution (UHR) (Figure 5) (12). Elles sont très utiles en cas de pathologie endodontique : fêlure, oubli du deuxième canal mésio-vestibulaire sur les molaires maxillaires, résorptions précoces...



Figure 5 : A gauche radiographie rétro-alvéolaire, à droite reconstruction secondaire mettant en évidence une fracture radiculaire. (Dr Norbert. Bellaiche)

#### 2.1.2.4.3 Les reconstructions tridimensionnelles

Elles sont de plus en plus exploitées à visée chirurgicale en implantologie et parfois en orthodontie pour l'étude céphalométrique (12).

### 2.1.3 Classification

La classification des CBCT peut-être selon la position du patient. En position allongée, le cone beam va occuper une plus grande surface, il n'est pas accessible pour les patients déficients moteurs et peut induire une sensation de malaise chez certains patients claustrophobes. Le CBCT en position debout n'est pas ajustable en hauteur pour les patients en fauteuil roulant (12, 32, 96, 97). Le plus confortable est celui en position assise.

Les CBCT peuvent être classés en fonction de leur champ de vision, on distingue les CBCT pour :

- Région localisée avec un champ de vue de moins de 5 cm
- Une arcade avec un champ de vue compris entre 5 et 7 cm
- Inter arcade avec un champ de vue compris entre 7 et 10 cm

- Maxillo-facial avec un champ de vue compris entre 10 et 15 cm
- Cranio-facial avec un champ de vue supérieur à 15 cm

Les cone beam à champ de vue inférieur à 7 cm ont un coût moins élevé du fait de capteurs de petites tailles, ont une irradiation limitée, une définition élevée et un encombrement réduit avec possibilité de couplage à une radiographie panoramique voire à une téléradiographie de profil.

## 2.2 Les avantages par rapport à la radiographie conventionnelle et au scanner

### 2.2.1 Les limites de la radiographie conventionnelle

La difficulté diagnostique lors de l'étude d'une radiographie conventionnelle en 2 dimensions est due à divers facteurs :

#### Compression des structures en 3 dimensions

La radiographie conventionnelle comprime des structures en 3 dimensions en une image en 2 dimensions empêchant une analyse précise de la dent, son environnement ainsi que d'éventuelles lésions. Ainsi, la qualité du diagnostic est compromise. Afin d'éviter les erreurs, il est recommandé d'effectuer plusieurs radiographies conventionnelles avec différentes angulations (32, 97).

#### La distorsion géométrique

Pour obtenir une radiographie de bonne qualité avec la représentation géométrique la plus précise il faut utiliser la technique des plans bissecteurs. C'est-à-dire que le capteur doit être parallèle à la dent et le rayon X doit être perpendiculaire à l'ensemble. Mais les difficultés anatomiques de la cavité buccale peuvent rendre difficile cette technique. Ainsi si le récepteur n'est pas parfaitement parallèle, l'image est déformée par rapport à l'objet. Selon les directions de déplacement l'image sera plus petite ou plus grande. Ce phénomène est la distorsion géométrique (32).

#### Les bruits anatomiques

Les bruits anatomiques sont la superposition d'éléments anatomiques sur le site à étudier à l'origine de difficulté d'interprétation de la radiographie. Ils se présentent sous la forme de traits

lorsque par exemple l'os alvéolaire ou la corticale osseuse sont épaisses. Cela rend plus difficile le diagnostic des parodontites apicales et des résorptions externes (32).

### La perspective temporelle

Des radiographies d'un même site effectuées à différentes périodes permettent d'évaluer la progression ou la cicatrisation d'une pathologie. Pour cela il faut que les radiographies soient standardisées par rapport à l'angulation des rayons X, la position du récepteur et les paramètres d'expositions. Des radiographies non standardisées apporteront une mauvaise interprétation sur l'évolution d'une lésion surtout en présence d'une résorption externe qui commence et progresse rapidement. En cas de radiographies standardisées, il est aussi difficile d'obtenir des radiographies identiques, même en utilisant un angulateur. En effet, il y a trop de paramètres qui interviennent. L'étude de l'évolution d'une lésion peut alors en être altérée (32).

### Interprétation des images

Malgré des paramètres d'expositions optimales, de nombreuses études ont montré des variations d'interprétation entre les praticiens. En effet, une étude de Goldman et al reposant sur 6 praticiens devant évaluer des traitements endodontiques à partir de 253 cas cliniques montre seulement dans 50% des cas qu'ils étaient en accord entre eux (47). Une autre étude menée par les mêmes auteurs, était d'analyser par 3 des participants déjà présents au départ, 6 à 8 mois plus tard les mêmes radiographies montrant que dans 72% à 88% ils étaient en accord avec leur première analyse (48). Cela montre qu'il existe également des variations d'interprétations chez un même praticien au cours du temps. Une autre étude par Gelfand et al a confirmé les résultats de l'étude précédente à partir de 79 praticiens (45). De plus, les radiographies rétro-alvéolaires par leur manque de précision sont à l'origine de sous interprétation. En effet, une lésion péri-apicale peut-être indétectable sur une image en deux dimensions en fonction de sa position et de son importance. De même l'étendue d'une lésion est facilement sous-estimée comme l'indique Shoha et al la lésion est très souvent plus étendue que l'image radiographique (85).

### Les capteurs

La taille et la rigidité des capteurs constituent des limites pour la radiographie en 2 dimensions. En effet, l'idéal afin d'obtenir une radiographie de qualité est d'appliquer les techniques des plans bissecteurs mais cela en fonction des limites anatomiques de la cavité buccale accessible à l'aide d'un capteur rigide et sans choix de dimension. De plus, lors d'une radiographie à l'aide d'un capteur à couple de charge (CCD) il y a au minimum 5% de magnification sur la radiographie obtenue offrant une image imprécise de la situation clinique (32).

### 2.2.2 Radiographie en 3 dimensions : qualité et précision de l'image

Les images en 3 dimensions apportent une appréciation complète de l'anatomie dentaire, de son environnement ainsi que d'éventuelles lésions. En effet, elle surmonte les limites de la radiographie conventionnelle, les bruits anatomiques sont facilement éliminés. Cela est permis grâce aux voxels obtenus par un CBCT qui sont isotropiques ou isométriques assurant une image géométriquement précise et l'absence de distorsion. Cela signifie que leurs côtés sont de même dimension, chaque voxel est cubique, quelque soit l'orientation de reconstruction dans les 3 dimensions de l'espace (Figure 6). Cela est un avantage géométrique déterminant par rapport au scanner dont les voxels sont anisotropiques induisant une déformation des images reconstruites et n'autorisant que des reconstructions dans un axe strictement perpendiculaire au volume d'acquisition (12, 66, 96, 97, 98).



*Figure 6 : A gauche un voxel isotropique (CBCT), à droite un voxel anisotropique*

De plus, la qualité de l'image est liée à une meilleure résolution spatiale, c'est la capacité d'un système à discerner deux petites structures proches. Elle est supérieure au scanner surtout en cas d'utilisation de voxels isotropiques de petite taille. De même, la résolution en densité étant la capacité d'un système à distinguer 2 structures de densités proches apporte des images de meilleure qualité.

### 2.2.3 Rapidité de l'examen

Le CBCT récupère en une seule rotation de nombreuses images. Ainsi, le temps d'acquisition dépendant principalement de l'équipement et des paramètres d'exposition employés est comparable à la radiographie panoramique. Il est de 10 à 40 secondes. Cela permet de réduire les artéfacts liés aux mouvements du patient par la réduction du temps de prise (32, 96, 97).

## 2.2.4 Réduction de la dose efficace

La dose efficace est une grandeur physique permettant d'évaluer le risque d'apparition d'effets stochastiques chez l'homme, elle ne se mesure pas mais se calcule. Son unité est le Sievert (Sv) (32, 98).

La dose efficace lors d'un examen par CBCT varie de 29 à 477 microSv dépendant principalement du champ de vue utilisé, de la nature du rayon X, du degré de rotation de la source et du détecteur mais aussi des paramètres d'exposition : tension, intensité et temps de pose (Figure 7) (32, 97).

La réduction de la dose efficace est permise en réduisant le champ de vue et par collimation des rayons X primaires, limitant la radiation sur la zone intéressée du patient. De plus, les systèmes employant les rayons X pulsés permettent de limiter l'exposition des patients de 2 à 5 secondes pendant toute la durée de l'examen (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Finalement, des études effectuées en 2011 indiquent que réduire le degré de rotation de 360° à 180° permet de diviser par 2 le taux de radiation du patient sans altérer la qualité de l'image (37,66).

Radiographic procedure	Effective dose ( $\mu\text{Sv}$ )
Intra-oral periapical	5
Full mouth series	35
Panoramic	9-26
i-CAT (CBCT)	14.4-29.6*

\*After collimation and reducing the FOV to particular jaw. CBCT: Cone beam computed tomography, FOV: Field of view, i-CAT

Figure 7 : Comparaison des doses efficaces du CBCT i-CAT avec d'autres examens radiologiques dentaires. (Jatinder Kaur Dhillon, Gauri Kalra)

## 2.3 Les inconvénients

Les limites du CBCT sont liées à la projection conique des rayons X, la sensibilité du détecteur et le contraste à l'origine d'images moins claires. La clarté des images est liée aux phénomènes suivants :

### 2.3.1 Les artéfacts

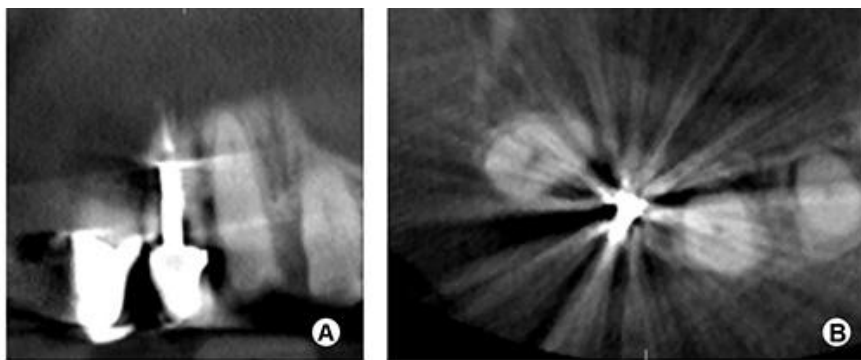
Les artéfacts sont des distorsions ou des erreurs sur l'image qui ne sont pas en rapport avec l'objet étudié et peuvent nuire à l'interprétation. Il est primordial de les repérer pour éviter toute erreur ou piège diagnostique (12, 96).

### 2.3.1.1 Les artéfacts liés au rayon X

Cela s'explique par le phénomène de « beam hardening » du rayon X projeté en présence de structures de haute densité (restauration métallique). Cela est à l'origine d'une augmentation de l'énergie car les photons de faible énergie sont absorbés en préférence des photons de haute énergie. On dit que le faisceau de rayon X filtré est « durci » (Figure 8). Le « beam hardening » crée deux types d'artéfacts (12, 32, 73, 81, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) :

-Distorsion des structures métalliques liée au différentiel d'absorption appelé le cupping artifact.

-Apparition de bandes noires et blanches entre deux structures de haute densité.



*Figure 8 : Coupe axiale (A) et coronaire (B) de 21 restaurée à l'aide d'un ancrage radiculaire et d'une couronne à l'origine du phénomène de Beam hardening altérant la qualité de l'image. (Durack.C et Patel.S)*

### 2.3.1.2 Les artéfacts liés au patient

Les données peuvent être altérées par les mouvements du patient lors de l'examen s'exprimant par un dédoublement des contours des différentes structures. La définition de l'image est alors dégradée par un flou cinétique important qui peut parfois être responsable de mesures erronées (Figure 9). De plus, la présence de restaurations dentaires ou de bijoux dans le champ de vue du CBCT à l'origine d'artéfacts métalliques amplifient les artéfacts cinétiques : les deux types d'artéfacts se potentialisent (12, 96).



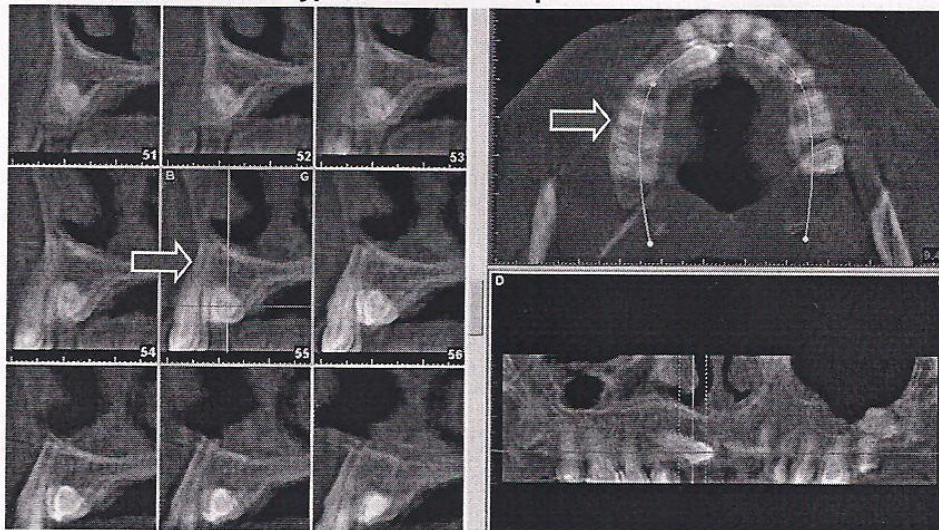


Figure 9 : Artéfacts cinétiques avec double contours, l'interprétation est impossible (Dr Norbert Bellaïche)

### 2.3.1.3 Les artéfacts liés au faisceau conique

#### Les artéfacts de contraste

Ils s'observent en cas de contraste important notamment lorsque la résolution spatiale du voxel est supérieure à la résolution spatiale de l'objet. Par exemple, si un implant est exploré par un cone beam mal calibré, on note une différence de contraste accrue et brutale entre la bande d'image comprenant l'implant et les bandes sus ou sous-jacentes (Figure 10) (12).

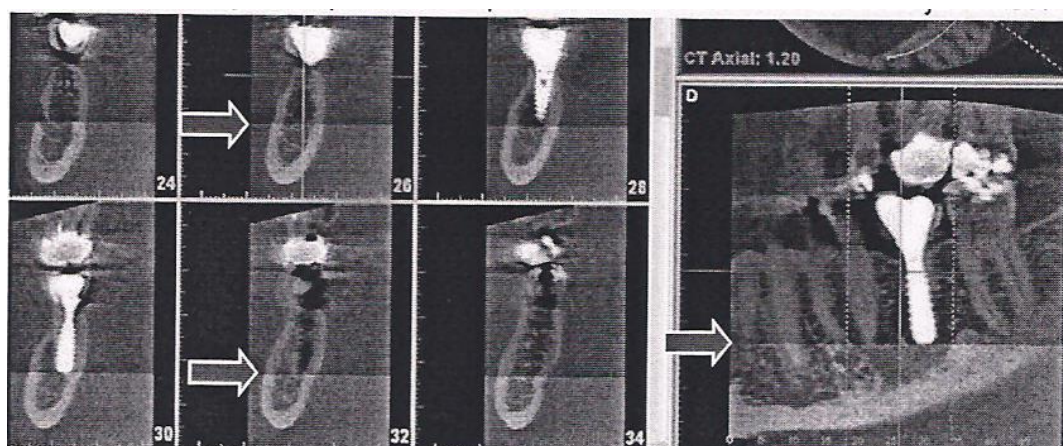


Figure 10 : Artéfact de contraste en raison d'un cone beam mal calibré (Dr Norbert Bellaïche)

### Les artéfacts de cibles

Cela apparaît lorsque le nombre d'images projetées est insuffisant pour assurer la reconstruction de l'image. Ils se voient essentiellement dans les parties molles, sous forme de cercles d'intensité variable sur les coupes axiales (Figure 11) (12).

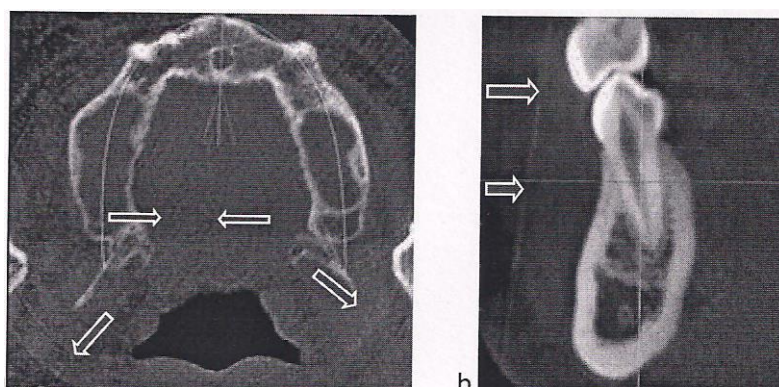


Figure 11 : Artéfacts de cible sur coupes axiales et orthogonales. (Dr Norbert Bellaiche)

### Effet cone beam

Ce phénomène est lié à la divergence des rayons X autour du patient dans le plan horizontal. L'ensemble des informations récupérées par le détecteur est réduit en périphérie par rapport au centre, il en résulte une distorsion de l'image, l'apparition de traits et de bruits périphériques (Figure 12) (12, 96).

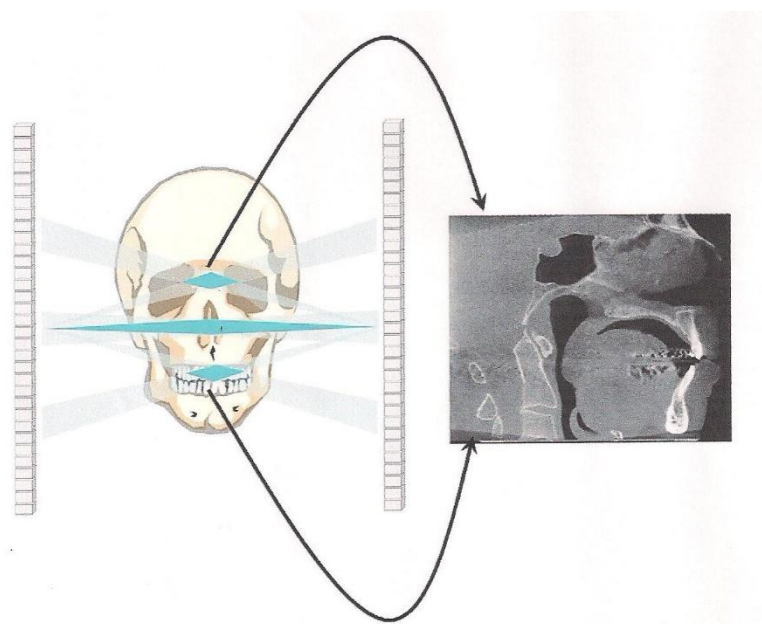


Figure 12 : Origine de l'effet cone beam et formation sur l'image d'un « V » périphérique, d'une distorsion et diminution du contraste. (William C. Scarfe)

### 2.3.2 Les bruits

Le bruit global d'une image radiologique est la somme des différents bruits créés lors des étapes de formation de l'image (Figure 13) (12, 96). On distingue 2 types de bruit d'origine distincte :

-Les bruits photoniques sont liés à l'interaction entre un rayon X et un électron. Le rayon X dévié et de moindre énergie sera enregistré par le détecteur. C'est l'effet Compton. Mais ce rayon n'est pas le reflet de l'objet que l'on veut observer, il ne reflète pas l'atténuation des tissus observés.

-Le bruit du système correspond à l'ensemble des bruits prenant naissance dans la chaîne de détection, de transmission et de numérisation du signal. Plus le signal d'une image est supérieur au bruit qui le compose meilleure sera la qualité de l'image.



Figure 13 : Bruit accru sur des reconstructions très fines. (Dr Norbert Bellaiche)

## 2.4 Les principaux appareils disponibles sur le marché

Une dizaine de constructeurs sont présents sur le marché français. Les appareils diffèrent par divers éléments : le type de capteur utilisé, la taille du champ exploré, la polyvalence de l'équipement (panoramique, céphalométrie, CBCT) (94).

### 2.4.1 New-Tom

Le NewTom VGi permet l'acquisition des images à 360° sur des patients debout, assis ou sur fauteuil roulant. Il possède un capteur à écran plat, c'est un appareil multi-FOV qui permet de choisir le bon volume à irradier pour chaque application clinique, et peuvent varier du plus petit de 6x6 cm au plus grand de 15x15 cm. Le choix de la résolution varie de 100 à 300µm. Les émissions pulsées activent la source de rayon X uniquement si besoin, en émettant des rayons pendant moins de 5 secondes dans le cas d'un examen standard (91). Le temps de reconstruction est inférieur à 1 minute. Sa dose efficace est de 100µSv.



*Figure 15 : Le NewTom VGi*

Le NewTom Giano est le dernier appareil de cette gamme, il est une forme hybride permettant d'effectuer plusieurs types d'examens : 3D, panoramique et céphalométrie. Il a un temps d'acquisition court et grâce aux rayons pulsés il permet l'émission des rayons pendant moins de 4 secondes lors d'un examen standard permettant de réduire la dose efficace. Il présente une meilleure résolution spatiale de 75µm (91) (Figure 15).

Le NewTom Giano est le CBCT le plus précis de cette gamme afin d'évaluer les résorptions radiculaires avec une dose efficace inférieure au NewTom VGi grâce à l'émission de rayons pulsés pendant moins de 4 secondes.



*Figure 14 : Le NewTom Giano*

### 2.4.2 Planmeca Promax

La gamme Planmeca Promax 3D est représentée par 5 cone beam permettant des champs de vision croissants (Figure 16) :

- Planmeca Promax 3D S : Champ de vision 50x55mm
- Planmeca Promax 3D Classic : Champ de vision 100x55mm
- Planmeca Promax 3D Plus : Champ de vision 130x55mm
- Planmeca Promax 3D Mid : Champ de vision 100x130mm
- Planmeca Promax 3D Max : Champ de vision 230x160mm



*Figure 16 : Les 5 CBCT proposés par la gamme Planmeca Promax à champ de vision croissant*

Les CBCT de la gamme Promax 3D possèdent un capteur à écran plat, ils ont un temps de reconstruction inférieur à 1 minute, le patient est debout. L'avantage est que l'ensemble des CBCT de la gamme possèdent un mode spécifique à l'examen endodontique permettant de visualiser parfaitement les détails anatomiques grâce à un algorithme éliminant les bruits et les artefacts. Il est compact ce qui permet une installation facile en cabinet dentaire (92).

Au sein de la gamme Planmeca Promax le CBCT le plus intéressant afin d'évaluer les résorptions radiculaires est le Planmeca Promax 3DS. Grâce à son champ de vision de 50x55mm et le mode endodontique, il apporte une image de haute qualité avec une dose efficace de 21 $\mu$ Sv environ (92).

### 2.4.3 MORITA

La gamme ITERA est composée du 3D Accuitomo 170 (Figure 17) offrant uniquement des images en 3 dimensions. Il possède un détecteur à écran plat, la taille des voxels est de 0,08 mm, il délivre une dose effective faible correspondant à 1,6 fois de la dose effective d'une radiographie panoramique et il propose 9 champs de vision différents allant de 40x40 mm à 170x120mm. Lors de l'examen, le patient est en position assise. Son principal inconvénient est son encombrement (90).



*Figure 17 : Le 3D Accuitomo 170*

Dans cette même gamme on retrouve Veraviewepocs 3D R100 (Figure 18) qui combine les clichés panoramiques, céphalométriques et tridimensionnels. Il génère un champ de visualisation unique en abandonnant la forme cylindrique classique et travaille sur une nouvelle forme triangulaire convexe complexe basé sur la forme du triangle de Reuleaux (Figure 18). Cette dernière permet de réduire la dose efficace car seule la zone d'examen est exposée lors de la prise de vue. Il possède 6 champs de visualisation allant de 40x40 mm à 100x50 mm avec un détecteur à écran plat (90).



*Figure 18 : A gauche, champ de vision basé sur la forme du triangle de Reuleaux. A droite, le veraviewepocs R100.*

Le troisième appareil de la gamme, le Veraviewepocs 3D F40 (Figure 19) est optimisé pour l'emploi endodontique à l'aide de ses 2 champs de vision cylindrique limités de 40x40mm et 40x80mm. Il combine les clichés panoramiques, céphalométriques et tridimensionnels avec un détecteur à panneau plat. Il délivre une dose efficace faible (90).



*Figure 19 : Le veraviewepocs 3D F40*

Ce dernier est le plus intéressant de la gamme afin de mettre en évidence les résorptions radiculaires pour sa précision, son champ de vision limité et la faible dose efficace d'environ 30 $\mu$ Sv.

#### 2.4.4 i-CAT

L'i-CAT (Figure 20) est un appareil de la gamme Imaging Sciences International, il propose un examen tridimensionnel en position assise ce qui en fait un appareil encombrant. Il propose 9 champs de vision de 80x80 mm à 230x170mm. Il combine la radiographie en 3 dimensions avec la radiographie en 2 dimensions et le temps de reconstruction est inférieur à 1 minute (89).

L'i-CAT n'est pas le CBCT le plus adapté afin d'évaluer les résorptions radiculaires. En effet, il ne présente pas de champ de vision adapté à l'endodontie entraînant une irradiation plus importante du patient et une diminution de la précision endodontique. De plus, c'est un appareil encombrant au sein du cabinet dentaire (89).





*Figure 20 : L'i-CAT de l'Imaging Sciences International*

#### 2.4.5 Carestream Dental

Le CS 8100 3D combine l'imagerie 2D avec l'imagerie 3D. C'est l'appareil le plus simple d'utilisation de la gamme autorisant 3 champs de vision de 80x90mm à 50x50mm et un mode EndoHD de 50x50mm avec une résolution de 75 $\mu$ m pour une meilleure précision. Il propose également un programme pédiatrique de champ de vision 40x40mm. Il permet également la numérisation de modèle en 3D. Son capteur est de type CMOS (Figure 21) (88).

Le deuxième CBCT de la gamme est le CS 9000 3D, il combine en plus de la radiographie panoramique et tridimensionnelle, la céphalométrie. Il propose un seul champ de vision de 50x37mm et 3 options de résolution 75 $\mu$ m, 100 $\mu$ m et 200 $\mu$ m. Il apporte des images plus précises que le précédent (88).

Le dernier de la gamme est le CS 9300 3D, il combine également l'imagerie 2D et 3D avec l'analyse céphalométrique. Il propose en plus 7 champs de visions de 50x50mm à 170x135mm permettant d'adapter le champ aux besoins de diagnostic (88).



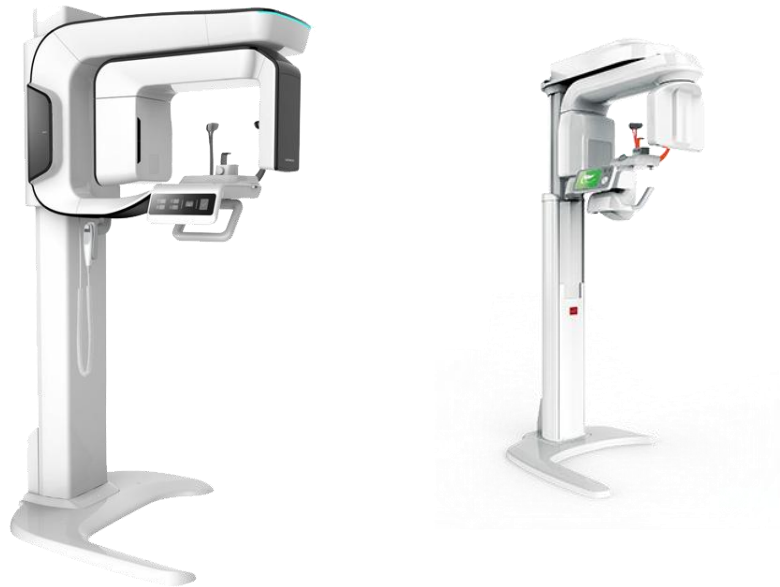
*Figure 21 : De gauche à droite, le CS 9000 3D, le CS 9300 3D et le CS 8100 3D.*

Le CBCT CS9000 3D est le plus intéressant pour les résorptions radiculaires grâce à son champ de vue adapté à l'endodontie permettant de réduire la dose efficace à  $19\mu\text{Sv}$  et ses 3 résolutions spatiales différentes apportant une image de grande précision.

#### 2.4.6 Vatech

PaX-i3D Smart (Figure 22) permet de réaliser des radiographies en 2 et 3 dimensions. Il présente deux champs de vision de  $12\times 9\text{mm}$  et de  $10\times 8,5\text{mm}$  avec une résolution spatiale de  $50\mu\text{m}$ . Il présente une Solution SMart MAR qui est un système de réduction automatisé de réduction des artefacts lors de la prise de cliché. Ce CBCT est plus adapté pour l'implantologie (95).

Le Pax-i3D Green (Figure 22) est le dernier CBCT de la marque Vatech, il est plus adapté pour la prise en charge des résorptions radiculaires. En effet, il propose des champs de vision plus adaptés à l'endodontie  $5\times 5\text{mm}$ ,  $8\times 5\text{mm}$ ,  $8\times 8\text{mm}$ ... avec une résolution spatiale de  $50\mu\text{m}$ . De plus, l'avantage de ce dernier est une diminution d'environ 60% de la dose efficace du patient. Il possède également la solution Smart MAR afin de réduire les artefacts (95).



*Figure 22 : A gauche le Pax-i3D Smart et à droite le Pax-i3D Green*

#### 2.4.7 Choix du CBCT pour les résorptions radiculaires

Les systèmes les plus vendus en France sont le NewTom 3G, le Planmeca Promax 3D, le 3D Accuitomo et l'I-Cat. Les meilleurs cone beam pour l'analyse des lésions radiculaires sont ceux qui apportent une image précise de l'anatomie de la dent et de l'os environnant. C'est à dire les CBCT à champ de vision limité de 40x40mm et de haute résolution. Les cone beam en position assise permettent une meilleure stabilisation du patient et d'éviter les artéfacts cinétiques mais selon la surface disponible au sein du cabinet dentaire car ils sont très encombrants.

Une étude de 2009 afin d'évaluer les capacités du CBCT 3D Accuitomo à diagnostiquer les résorptions radiculaires. L'étude montre qu'il s'agit d'un excellent outil afin de mettre en évidence avec précision la lésion (63). Mais le 3D Accuitomo permet uniquement un examen en position assise, il est très encombrant au sein d'un cabinet dentaire. Une autre étude de 2011 a comparé la qualité d'image et la précision de détection des résorptions externes entre 6 CBCT (3D Accuitomo, Scanora 3D, Galileos 3D Comfort, Picasso Trio, ProMax 3D et le Kodak 9000 3D). Les résultats montrent que la qualité de l'image et la visualisation des structures anatomiques varient entre les CBCT. Le meilleur est le Promax 3D suivi par le Galileos 3D.

Ainsi, en tenant compte de la qualité des images et dans un souci de gestion de l'espace au sein d'un cabinet dentaire, le CBCT Promax 3D S paraît le plus intéressant afin de diagnostiquer les résorptions radiculaires.

## 2.5 Application clinique

L'impact du CBCT est considérable mais il ne constitue pas la modalité de premier choix en pratique dentaire par rapport à d'autres systèmes d'imagerie selon le principe ALARA. As Low As Reasonably Achievable est la justification d'exposition du patient aux radiations, le potentiel bénéfique diagnostique est supérieur au risque d'exposition aux radiations.

Ainsi, le CBCT ne remplace pas la radiographie classique, il s'agit d'un examen à utiliser lors de situations spécifiques où la radiographie rétro-alvéolaire présente ses limites, notamment en présence de résorptions radiculaires son apport d'information est très précieux.

# LES RESORPTIONS RADICULAIRES

## 3 LES RESORPTIONS RADICULAIRES

### 3.1 Présentation

#### 3.1.1 Définition

Les résorptions radiculaires correspondent à un processus inflammatoire de destruction des tissus durs de la dent : cément, dentine... Elles sont souvent les séquelles de lésion ou d'irritation du ligament parodontal et/ou du tissu pulpaire. Le processus de résorption implique une interaction élaborée entre les cellules inflammatoires, les cellules résorbantes et les tissus minéralisés (50, 71, 86).

Il s'agit d'un phénomène pathologique par opposition aux résorptions radiculaires des dents temporaires qui est un phénomène physiologique permettant l'exfoliation des dents déciduales et ainsi l'éruption des dents définitives. Les résorptions radiculaires des dents permanentes vont entraîner des lésions irréversibles et éventuellement la perte des dents (50).

#### 3.1.2 Classification

Différents types de résorptions ont été identifiés. La littérature décrit plusieurs classifications. La plus ancienne (Euler, 1940) classifie les résorptions d'origine traumatique en fonction de la localisation interne (inflammatoire ou de remplacement) et externe (de surface, inflammatoire ou de remplacement). Mais cette classification ne prend pas en compte les résorptions cervicales invasives et les résorptions internes transitoires. Une classification alternative de Lindskog et all. (2006) regroupe les résorptions en fonction de l'étiologie : traumatisme, infection ou hyperplasique.

Ainsi le type de classification choisie est inspiré de celle élaborée par Andreasen :

-Les résorptions externes :

-Résorption de surface

-Résorptions inflammatoires externes :

-Résorption cervicale externe

-Résorption externe apicale

-Résorption externe de substitution

-Les résorptions internes :

-Résorption interne inflammatoire (transitoire ou progressive)

-Résorption interne de substitution

## 3.2 Les rappels fondamentaux

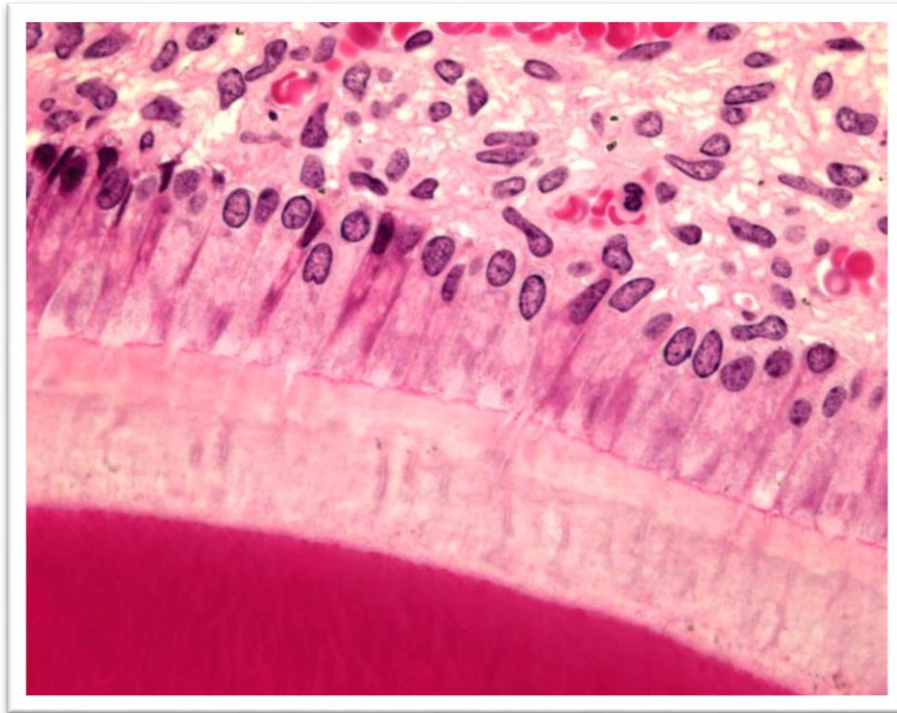
### 3.2.1 Les tissus impliqués dans le phénomène de résorption

Lors du processus de résorption deux types de tissus sont impliqués : les tissus participant à la résorption qui sont la pulpe, le ligament alvéolo-dentaire et l'os alvéolaire puis les tissus résorbés : le ciment et la dentine.

#### 3.2.1.1 Les tissus résorbés

-*Le ciment* : c'est un tissu conjonctif minéralisé qui tapisse la surface externe de la racine dentaire, son épaisseur varie en fonction de sa localisation sur la racine. Il fait partie des trois tissus minéralisés de la dent, mais il appartient néanmoins au parodonte puisqu'il est avec l'os alvéolaire, un point d'attache essentiel du ligament parodontal (7, 9, 11). Au niveau du tiers cervical de la racine on distingue un ciment acellulaire de faible épaisseur. Face à une agression, il n'a pas la possibilité d'adaptation, ainsi les résorptions externes cervicales sont très agressives et envahissantes. Au niveau des 2/3 apicaux, on trouve le ciment mixte stratifié (CMS) caractérisé par la présence de cémentoblastes pris au piège dans ses lacunes. Ses rôles sont le maintien de la dent dans une position correcte et la réparation des pertes de substance radiculaire lors des résorptions (79).

-*La dentine* : Il s'agit d'un tissu conjonctif minéralisé qui entoure la pulpe. La dentine coronaire entoure la pulpe camérale et est recouverte d'émail. La dentine radiculaire entoure la pulpe radiculaire et est recouverte de ciment. On distingue différents types de dentines de l'extérieur vers l'intérieur : la mantle dentine, l'orthodentine et la pré-dentine se trouvant juste au contact des odontoblastes de la pulpe (Figure 23). La dentine est traversée, de la pulpe à l'émail ou au ciment, par de fins canaux appelés les tubuli dentinaires dans lesquels se trouvent les prolongements cytoplasmiques des odontoblastes. Les tubuli assurent la perméabilité. La dentine est un tissu vivant, avasculaire et innervé. En effet, dans la portion interne de la dentine les extrémités amyéliniques du réseau nerveux pulpaire sont présentes dans certains tubuli (8, 86).



*Figure 23 : Les odontoblastes observés au microscope après coloration. Ces cellules sont présentes dans la pulpe dentaire et sont chargés de la fabrication de la dentine. (D'après Racadot Jean, Weill Robert)*

### 3.2.1.2 Les tissus participant à la résorption

Lorsque le processus de résorption est externe, les tissus impliqués peuvent être le cément, le ligament alvéolo-dentaire ou l'os alvéolaire. Mais lorsque le processus de résorption débute à l'intérieur de la dent le tissu impliqué est la pulpe.

*-La pulpe* est un tissu conjonctif spécialisé comblant la cavité centrale de la dent. Ses rôles sont la production de dentine par l'intermédiaire des odontoblastes et elle assure la nutrition et sensibilité de la dentine par son réseau vasculaire et son innervation (8, 79).

On distingue la pulpe camérale qui est la portion de pulpe située dans la chambre pulpaire, au niveau de la couronne dentaire, de la pulpe radiculaire se situant dans le canal radiculaire de la (ou des) racine(s) de la dent. Le canal radiculaire se termine à l'apex de la racine où la pulpe communique avec le ligament alvéolo-dentaire par le foramen apical. C'est par ce foramen que passent tous les vaisseaux et nerfs pour entrer ou sortir de la pulpe. La pulpe et le ligament peuvent aussi communiquer par les canaux accessoires qui se situent le plus souvent au niveau des furcations des dents pluriradiculées et/ou du tiers apical de la racine dentaire (8, 79).

La pulpe saine est composée de cellules et d'une matrice extracellulaire. Parmi les cellules on retrouve les odontoblastes responsables de la synthèse, la sécrétion et minéralisation de la dentine tout au long de la vie de la dent. Elles sont rangées en palissade à la périphérie de la pulpe avec un prolongement cytoplasmique dans les tubuli dentinaires. On distingue les cellules



de HÖHL assurant le remplacement des odontoblastes dans les conditions physiologiques ou lorsqu'ils sont endommagés, les fibroblastes, les cellules mésenchymateuses indifférenciées et les cellules de défense (les cellules dendritiques, les macrophages, les lymphocytes et les cellules endothéliales). La matrice extracellulaire est composée d'éléments non collagéniques, de collagène, d'éléments vasculaires et nerveux (8).

-*Le ligament alvéolo-dentaire* (Figure 24) est un tissu conjonctif qui s'étend du ciment à l'os alvéolaire. Il a pour fonction principale de maintenir la dent dans son alvéole, mais il s'oppose aux forces considérables exercées durant la mastication. De plus, il a un rôle sensoriel, il participe à la perception des diverses positions des maxillaires pendant leur fonctionnement. Le ligament parodontal diminue avec l'âge, il entretient des rapports étroits avec le ciment, l'os alvéolaire et la pulpe par le foramen apical (7, 9).

Les fibroblastes sont les cellules principales du ligament, ils assurent la synthèse et le catabolisme de la plupart des éléments matriciels du ligament, ils jouent aussi un rôle dans le contrôle du métabolisme osseux et ils régulent également l'ostéoclasie : ils peuvent soit inhiber, soit stimuler la résorption osseuse. Les fibroblastes jouent donc un rôle important lors des résorptions radicaires pathologiques (3). Dans le ligament on retrouve les cellules osseuses et cémentaires, elles participent à la formation des tissus conjonctifs minéralisés (os alvéolaire et ciment). Notamment les ostéoblastes sont séparés de la paroi alvéolaire par une mince couche de tissu ostéoïde et les ostéoclastes sont aussi visibles en surface des lacunes de résorption. De même, les cémentoblastes sont séparés du ciment par une mince couche de tissu cémentoïde et les odontoclastes traduisent un phénomène de résorption cémentaire. Dans le ligament on retrouve également de nombreuses fibres, une matrice non collagénique, des structures calcifiées intraligamentaires puis une riche vascularisation et innervation (9).

-*L'os alvéolaire* constitue le support des dents. C'est un os plat qui présente une table externe, vestibulaire et une table interne, linguale ou palatine, constituant les corticales. Entre ces corticales se trouve un os spongieux, trabéculaire. Au sein des travées d'os spongieux existent des alvéoles correspondant aux racines dentaires (7, 46).

Le tissu osseux est constitué d'une matrice minéralisée et d'éléments cellulaires : les ostéoblastes fortement centrés sur le processus de formation osseuse, les ostéocytes résultant de la différenciation des ostéoblastes et les ostéoclastes liés au processus de résorption (46).

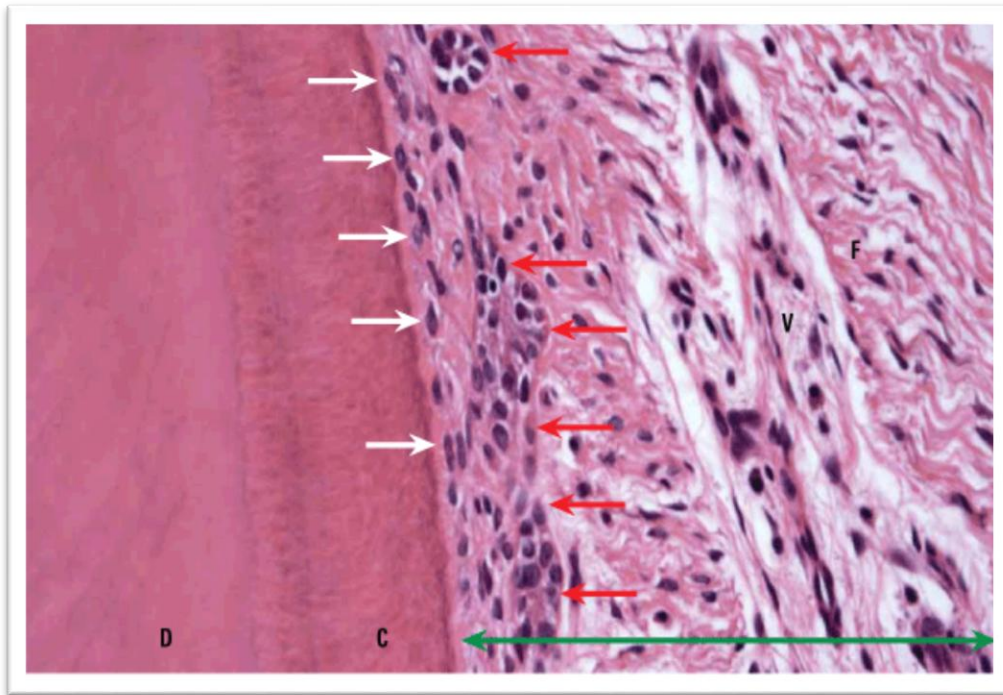


Figure 24 : Observation du ligament alvéolo-dentaire au microscope après coloration.  
(D'après Racadot Jean, Weill Robert)

### 3.2.2 Le processus de résorption dentaire

La cellule clastique représente l'ensemble des cellules impliquées dans la résorption (51). L'ostéoclaste est la cellule type de la résorption osseuse, les odontoclastes sont responsables des atteintes dentinaires et cémentaires (28). Ce sont des cellules multinucléées formés par la réunion de monocytes sanguins.

#### 3.2.2.1 Origine des odontoclastes

L'odontoclaste a pour origine la fusion des cellules mononucléaires dérivant du système hématopoïétique dont la différenciation s'effectue en présence de vitamine D3 (17). C'est au contact du tissu minéralisé que le préodontoclaste deviendra fonctionnel (odontoclaste) en développant une bordure en brosse et une activité enzymatique lysosomiale intense. Le mécanisme ostéoclastique ferait intervenir l'ostéoblaste comme régulateur du phénomène par le biais de médiateurs chimiques (8, 46, 79).

#### 3.2.2.2 Fonction des odontoclastes

Un milieu inflammatoire concentre des enzymes lytiques délivrées par les cellules recrutées par le système immunitaire. Le fonctionnement des cellules clastiques est en partie basé sur l'acidification du milieu et il s'ensuit une dissolution de l'hydroxyapatite des tissus minéralisés

et l'élimination du collagène. Les odontoclastes dérivent des monocytes sanguins amenés par la vascularisation. Une fois sur le site de résorption ils vont libérer le contenu des lysosomes (pH acide, enzymes lytiques...) provoquant la solubilisation des tissus minéralisés (cément, dentine) et la dégradation de la matrice organique. Les produits obtenus peuvent être par la suite réabsorber et métaboliser par les odontoclastes (8, 11, 28, 65, 79).

### 3.2.2.3 Recrutement et maturation des odontoclastes

La résorption odontoclastique commence à la surface de la dentine et montre des modifications histologiques au cours du temps. Les odontoclastes initialement mononucléés ont un premier contact avec la dentine et après fixation, se propagent le long de la surface dentinaire tout en développant des structures membranaires spécialisées : les bordures en brosse. Ensuite elles fusionnent avec d'autres odontoclastes pour former des odontoclastes multinucléés typiques (Figure 25) (8, 11, 28, 65, 79, 101).

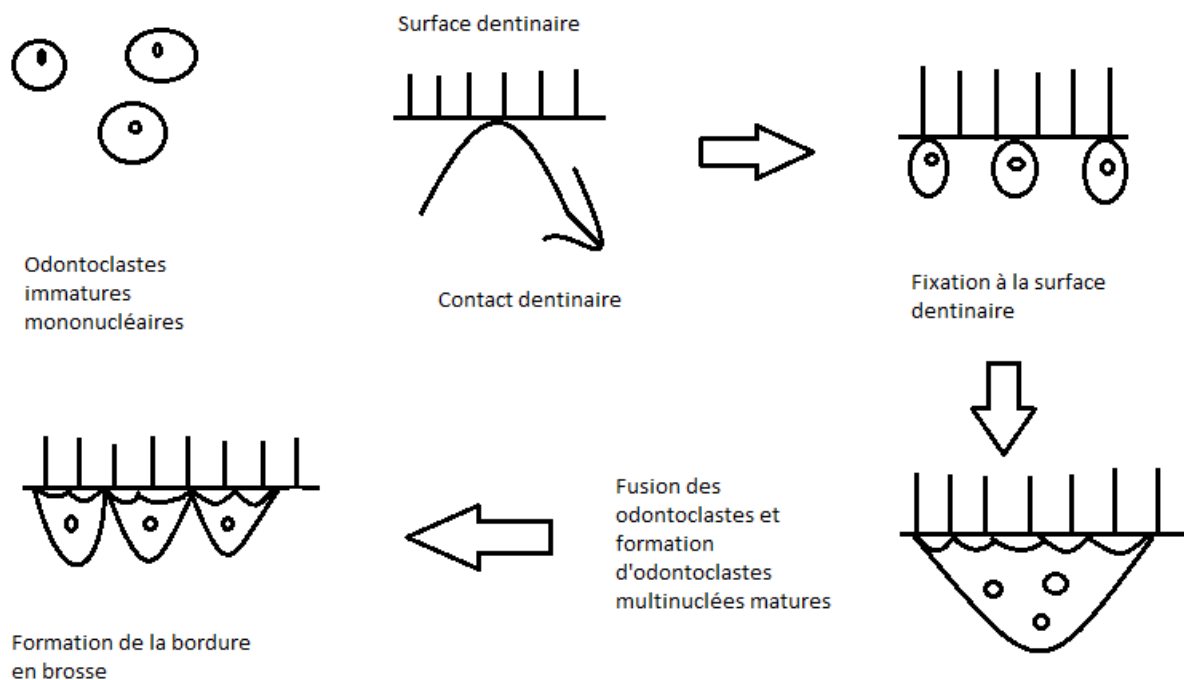


Figure 25 : Phases de maturation des odontoclastes

Après l'arrêt de leur fonction de résorption, les odontoclastes perdent leur bordure en brosse et se détachent de la surface résorbée.

### 3.2.2.4 Détails des phénomènes biochimiques mis en jeu lors de résorptions

Trois molécules permettent aux ostéoblastes et aux ostéoclastes de communiquer. Ils forment une triade moléculaire composée d'ostéoprotégérine (OPG), du récepteur d'activation du facteur Kappa B (RANK) et du ligand de RANK (RANKL). L'équilibre entre la formation et la destruction osseuse repose sur la balance OPG/RANKL. En effet, l'OPG est un récepteur leurre pour RANKL dont le récepteur principal est RANK présent sur les précurseurs ostéoclastiques et les ostéoclastes matures. La liaison de RANKL aux récepteurs RANK permet la fusion des précurseurs en ostéoclastes mais également leur survie (Figure 26) (101).

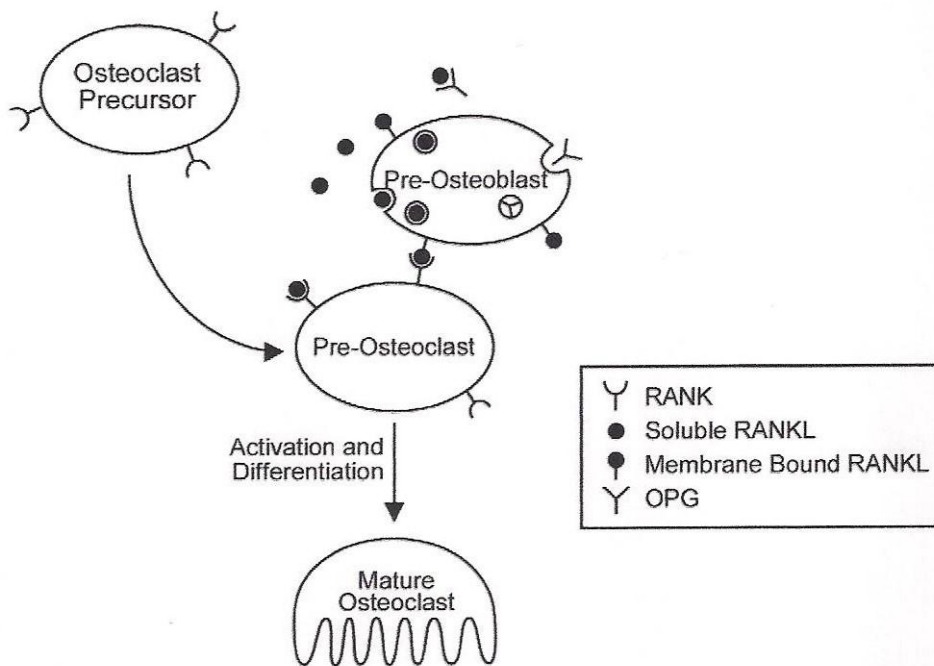


Figure 26 : Phénomènes biochimiques mis en jeu lors de résorption. (K Shaza et JK Hertsfield)

RANKL est exprimée par les odontoblastes, la pulpe, le ligament alvéolo-dentaire, les fibroblastes et les cémentoblastes. RANK est exprimé par les odontoclastes multinucléées localisés près de la surface dentinaire en cours de résorption ou par des précurseurs des odontoclastes mononucléées. L'OPG est exprimé par les odontoblastes, les améloblastes et les cellules pulpaires.

La résorption par les odontoclastes est reliée à l'expression du système OPG/RANK/RANKL par le ligament alvéolo dentaire et la pulpe. Les cellules d'une dent permanente saine expriment l'OPG mais pas le RANKL, à l'inverse pour une dent en cours de résorption pathologique, l'expression de RANKL augmente et active l'ostéolyse. Lors d'un processus inflammatoire pathologique on note également la prolifération de M-CSF

(macrophage colony stimulating facteur de croissance hématopoïétique) impliqué dans la différenciation et l'activation des odontoclastes. Il est exprimé par les odontoblastes, les améloblastes, les cellules pulpaire et semble augmenter le taux de RANKL et diminuer le taux d'OPG. De plus, des cytokines, l'IL-1B, la PGE2 (prostaglandine E2), le TNF  $\alpha$  ou des hormones comme la dexaméthazone (glucocorticoïde de synthèse) et la vitamine D3, induit par l'inflammation pulpaire ou ligamentaire, stimule l'expression de RANKL et par conséquent le recrutement d'odontoclastes débutant et déclenche le processus de résorption (104).

## 3.3 Les résorptions externes

Le point de départ de ces résorptions se situe dans le parodonte, le cément ou le ligament alvéolo-dentaire, et affecte la surface radiculaire externe de la racine de la dent atteinte.

### 3.3.1 Les résorptions de surface

#### 3.3.1.1 Définition

Les résorptions de surface sont des résorptions externes discrètes et non visibles à la radiographie. Le cément présente des aires de résorption superficielles et limitées. Ce sont les moins destructrices de toutes les résorptions externes, elles sont réversibles, la réparation tissulaire s'effectue à partir de zones intactes bordant les lésions. Les résorptions de surface n'ont aucune incidence clinique, elles ne requièrent aucun traitement (21, 50, 51,77).

#### 3.3.1.2 Mécanisme

En général, il n'y a aucun signe inflammatoire significatif associé dans le ligament parodontal adjacent, la résorption de surface peut se produire sur des surfaces localisées nécrosées du ligament parodontal, là où les cémentoblastes sont endommagés.

Cependant, des études ont montré que les cellules clastiques ont besoin de stimulation continue pour maintenir la résorption. Le processus a été mis en place dans un premier temps pour le débridement de la lésion mais cela est insuffisant pour que celui-ci se poursuive au-delà de 2 à 3 semaines. Ainsi lorsque l'inflammation est légère, un nouveau cément et ligament parodontal se forment sur la surface externe de la racine 1 semaine après le traumatisme (21, 51).

## 3.3.2 Les résorptions inflammatoires externes

### 3.3.2.1 Définition

Suite à un traumatisme plus sévère ou dans la situation où la réponse inflammatoire est plus intense l'atteinte du cément et du ligament parodontal est plus importante. C'est une lésion irréversible de découverte fortuite ou suite à une plainte du patient. Radiographiquement, la résorption inflammatoire se manifeste par une radio-clarté atteignant à la fois la racine et l'os alvéolaire adjacent.

Les résorptions inflammatoires externes correspondent à une atteinte plus importante du cément jusqu'à l'atteinte du cément intermédiaire où se situe l'extrémité des tubuli dentinaires. Ceux-ci sont ouverts et communiquent avec les cellules inflammatoires. Si le système endodontique contient du tissu septique nécrotique, alors des toxines de cette zone pénétreront le long des tubuli dentinaires vers les tissus parodontaux. Ils deviennent une stimulation pour le processus de résorption exacerbant l'inflammation et la destruction de la racine et de l'os environnant.

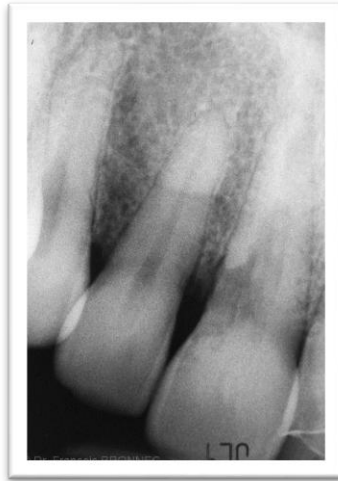
Plusieurs études ont montré que l'âge du patient et l'état de maturation de la dent sont des facteurs importants. En effet, les résorptions inflammatoires sont plus fréquentes lorsque les dents sont immatures par rapport aux dents matures.

On distingue deux types de résorption inflammatoire externe : les résorptions cervicales externes et les résorptions apicales externes (56, 71, 2, 84, 77).

### 3.3.2.2 Les résorptions cervicales externes

#### 3.3.2.2.1 Définition

Les résorptions cervicales externes (RCE) sont une forme de résorption inflammatoire externe correspondant à une perte de substance dure de la dent située en dessous de l'attache épithéliale dans la région cervicale (Figure 27). Il s'agit d'une réaction purement inflammatoire, il peut y avoir une invasion bactérienne venant du sulcus mais qui reste secondaire au processus inflammatoire. Cette forme de résorption a été très largement décrite par Heithersay qui d'ailleurs lui préfère le terme de « résorption cervicale invasive » par sa nature rare, insidieuse et agressive. Les RCE sont souvent difficiles à diagnostiquer et à traiter (28, 71, 86, 77).



*Figure 27 : Incisive centrale maxillaire droite avec des résorptions cervicales externes (Dr Bronnec)*

#### 3.3.2.2.2 Etiologie

La cause exacte des résorptions cervicales externes est inconnue, il n'y a aucun agent étiologique spécifique identifié actuellement. L'altération du ligament parodontal après un traumatisme entraîne une inflammation suivie d'une colonisation par les cellules résorbantes. Au niveau cervical ce type de résorption est plus agressif étant donné que le cément est acellulaire et donc non soumis au remodelage, ni à la défense.

Le profil anatomique de la jonction émail/cément prédispose aussi cette région aux RCE. En effet, une analyse au microscope de la région cervicale met en évidence de fréquentes fissures dans le cément créant une exposition de la dentine et donc une vulnérabilité aux ostéoclastes. Il est décrit trois types de jonction émail-cément : dans 60% des cas le cément recouvre l'émail, dans 30% des cas il se termine au contact de l'émail et dans 10% des cas il reste séparé de l'émail par un interstice où la dentine est nue (70).

La pulpe dentaire ne joue aucun rôle dans l'étiologie des RCE.

Plusieurs facteurs étiologiques ont été mis en évidence à l'origine de l'altération de la surface radiculaire dans la région cervicale de la dent et initie l'RCE :

#### -Traumatisme Dentaire à l'origine de RCE

Parmi les traumatismes on distingue :

-L'extrusion qui correspond à un déplacement axial de la dent dans son alvéole entraînant une séparation complète ou partielle de la dent avec son ligament parodontal. Des études menées par Andreasen en 1994, Humphrey et al, Lee et al en 2003 ont montré que le taux des résorptions radiculaires externes après une extrusion est inférieur à 20% (Figure 28) (93).



Figure 28: L'extrusion dentaire (D'après dentaltraumaguide.org).

-La luxation latérale est un déplacement latéral de la dent le plus souvent en direction palatine pouvant être accompagné d'une fracture osseuse. Le taux de résorption radiculaire externe post-luxation latérale se situe entre 5% et 40% (Andreasen en 1994, Nikoui et coll en 2003) (Figure 29) (93).



Figure 29 : La luxation latérale (D'après dentaltraumaguide.org).

-L'intrusion est le déplacement axial vers l'intérieur de l'alvéole. Des résorptions radiculaire externes ont été observées sur 58% des dents à apex ouvert et sur 70% des dents à croissance radiculaire terminée (Andreasen et Vertergaard). Mais c'est l'importance d'intrusion au moment du traumatisme qui influence l'apparition des résorptions radiculaire externes (Al-Badri et all) (Figure 30) (93).



Figure 30: L'intrusion dentaire (D'après dentaltraumaguide.org).



-L'avulsion est l'extrusion totale de la dent de son alvéole. D'après Andreasen, le risque de résorption externe est évalué à 25%. Plus la dent reste longtemps en dehors de son alvéole plus le risque d'apparition d'une résorption augmente (Figure 31) (93).



Figure 31: L'avulsion dentaire (D'après dentaltraumaguide.org).

-Les fractures coronaires avec exposition pulpaire présentent un risque de 20% de développer une résorption externe (Figure 32) (93).



Figure 32: Les fractures coronaires (D'après dentaltraumaguide.org).

-Les fractures alvéolaires sont à l'origine de 5% des résorptions radiculaires (Figure 33) (93).



Figure 33: Les fractures alvéolaires (D'après dentaltraumaguide.org).

La résorption cervicale externe est une complication fréquente des traumatismes cités précédemment. Heithersay a indiqué que le traumatisme dentaire est un facteur de prédisposition majeur, celui-ci représente 15,1% des dents atteintes d'RCE et jusqu'à 25,7% lorsque d'autres facteurs sont présents. L'incisive maxillaire supérieure est la dent la plus souvent traumatisée et donc développe le plus souvent une RCE dans ces cas de figure (77).

De plus, les traumatismes dentaires peuvent être indirectement liés aux résorptions cervicales externes. En effet, l'intrusion d'une dent temporaire venant léser la région cervicale de la dent définitive encore en formation favorise l'apparition de RCE. De même, l'utilisation d'un davier afin de repositionner la dent dans son alvéole augmente de 25% le risque de résorption en venant endommager la jonction émail/cément. Pour minimiser cela, Andreasen recommande l'application de forces orthodontiques pour repositionner une dent luxée au lieu d'utiliser la force avec un davier. Le risque de résorption externe cervicale est alors réduit de 15% (77).

#### -Traitement orthodontique

Des forces orthodontiques excessives dans la région cervicale en résulte une nécrose des tissus adjacents avec disparition ou altération de la couche protectrice de la surface radiculaire. Ainsi, dépourvue de protection cela favorise l'action des ostéoclastes et donc la résorption.

Heithersay a montré que le traitement orthodontique seul est un facteur de prédisposition pour 24,1% des dents touchées par une RCE. Les dents les plus souvent touchées sont :

- Canine maxillaire
- Incisive maxillaire
- Première molaire mandibulaire

Il n'y a pas de corrélation entre la technique orthodontique utilisée et le développement des RCE mais il est possible que les classes II soient plus atteintes par l'utilisation d'élastiques augmentant les forces à l'origine des RCE (77).

De plus on constate que les RCE sont diagnostiquées entre 1 an et de demi et 33 ans après le retrait de l'appareil et non pas pendant ou juste après le traitement. Cela s'explique par un changement de composition du cément devenant moins résistant et l'apparition au cours du temps, d'autres facteurs de prédisposition en plus du traitement orthodontique qui favorise l'apparition des RCE (77).

Finalement, la combinaison traitement orthodontique et traumatisme dentaire est très souvent rencontrée lors de RCE (22).

### -éclaircissement interne

Il s'agit d'un facteur important, il représente seul 3,9% des dents atteintes de RCE et 13,6% des dents lorsque la RCE est associé à d'autres facteurs. Il existe plusieurs hypothèses sur le mécanisme notamment Rotstein *et al* expliquent que le peroxyde d'hydrogène à 30% présent dans la chambre pulpaire s'échappe par les tubuli dentinaires et arrive à la surface de la dent. Cela crée un défaut du ciment à la jonction émail/cément et dénature la dentine provoquant une réponse immunologique (Figure 34). De plus, cette technique demande de chauffer la dent augmentant les probabilités de lésion dentaire et entraînant la diminution du pH à la surface de la dent à 6,5 favorisant l'activation ostéoclastique (4, 77).

Actuellement, le peroxyde d'hydrogène à forte concentration à 30% n'est plus utilisé pour l'éclaircissement interne afin d'éviter ce type de résorption. L'utilisation de peroxyde de carbamide en complément d'un blanchiment externe de la face vestibulaire de la dent sous gouttière à l'aide de peroxyde d'hydrogène à faible concentration (6%) constitue une alternative moins dangereuse.

De plus, en prévention d'un éclaircissement interne, il faut faire un examen clinique et radiologique minutieux afin d'être sûr qu'il n'y a pas de défaut cervical et ainsi éviter le passage excessif de perborate de carbamide vers l'extérieur. Un scellement des entrées canalaire est important pour réduire la probabilité de fuite de l'agent de blanchiment dans la région cervicale. Les matériaux à privilégier sont les CVI, CVIMar, ciment de type polycarboxylate... assurant une bonne étanchéité et sans coloration contrairement au MTA ou la Biodentine (84).



*Figure 34: Incisive centrale maxillaire droite présentant des résorptions cervicales externes en mésial et distal après un blanchiment interne. (D'après Pascal Montjotin)*

### -Traitement Parodontal

Le ciment est la meilleure protection de la dent contre ces résorptions cervicales externes, un traitement parodontal entraînant la disparition du ciment dans cette zone favorise le

développement de résorption. Les traitements sont réalisés à l'aide de curettes ou d'ultrasons à l'aveugle ou sous lambeau. Les curettes et les inserts à ultrasons viennent racler la surface de la dent créant facilement des lésions du ciment (77).

Selon Heithersay le traitement parodontal n'est pas considéré comme un facteur prédisposant majeur. A lui seul, il représente 1,6% des RCE. L'incidence est donc faible même si elle est associée à d'autres facteurs (14). Blomlof et Lindskog ont rapporté un cas de résorption externe cervicale chez un patient ayant subi un traitement parodontal avec régénération tissulaire guidée (14).

Le traitement parodontal peut-être également réalisé à l'aide du laser par un effet photothermique. Le débridement est réalisé à l'aveugle de façon atraumatique sans dommage sur la surface externe de la dent évitant l'apparition de RCE (64).

#### -Intervention chirurgicale

Les interventions chirurgicales comme l'extraction des dents de sagesse ou une amputation radiculaire constituent un facteur prédisposant aux résorptions radiculaires par la création de lésion à la jonction émail/ciment. Lors d'une intervention, l'échauffement de l'os ou la diminution de l'apport sanguin sur le site sont des facteurs importants de résorptions radiculaires. Mais elle a une incidence faible par rapport à la fréquence des interventions chirurgicales (77, 59). L'analyse de la littérature ne montre pas de relation entre la chirurgie endodontique et les phénomènes de résorptions.

#### -Autres facteurs étiologiques :

Le bruxisme rapporté par Rawlinson (1991), a démontré la corrélation entre un bruxisme associé à d'autres troubles occlusaux avec une résorption radiculaire externe (83).

Une occlusion traumatique pourrait engendrer des spasmes artériels, qui provoqueront l'apparition d'une nécrose et par la suite une résorption. De même, une corrélation entre l'onychophagie et les résorptions radiculaires a été mise en évidence par Odenrick et Brattstrom.

Il a été décrit des cas de résorption dentaire et osseuse après une anesthésie intraligamentaire pouvant aller jusqu'à la perte de la dent (78).

Récemment, l'étiologie virale a été mise en évidence. Thome *et al* ont étudiés la relation entre l'Herpes virus de type I neutralisé avec les résorptions cervicales externes. Ils ont mis en évidence l'implication du virus dans des phénomènes de résorptions radiculaires chez le chat (105).

Certaines pathologies systémiques fortement ostéoclastiques comme la maladie de Paget peuvent être liées aux RCE mais cela a été très peu étudié ainsi le lien est difficile à établir.

Finalement, il est très compliqué de trouver l'exacte étiologie d'une ECR car l'étiologie est multifactorielle, par divers facteurs de prédisposition, menant au final à une lésion très agressive.

#### 3.3.2.2.3 Diagnostic

Les résorptions cervicales externes se situent dans la région cervicale de la dent et sont très souvent asymptomatiques. La présence d'un pink spot (Figure 35) dans la région cervicale est un signe clinique de RCE. Ce changement de couleur est dû à l'hyper vascularisation du tissu de granulation devenant visible par la faible épaisseur de dentine et la translucidité de l'émail. En cas d'absence de pink spot la lésion reste inaperçue jusqu'à ce qu'elle atteigne la pulpe ou le parodonte (77).



*Figure 35 : Incisive centrale maxillaire droite présentant un pink spot (D'après François Bronnec)*

Il est important d'effectuer le diagnostic différentiel avec une carie sous gingivale qui n'est pas associée à un pink spot, elle est molle au passage de la sonde et est souvent associée à une récession gingivale. Au sondage, la RCE a une texture spongieuse et entraîne un saignement abondant du tissu inflammatoire sous-jacent. Après éviction du tissu de granulation la cavité apparaît dure et minéralisée avec les bords vifs et tranchants et délivre un bruit spécifique au sondage (77).

Les RCE précoces sont en général détectées de manière inopinée lors d'une radiographie de routine. La sévérité sera déterminée en fonction de son apparence sur la radiographie rétro alvéolaire mais les RCE précoces sont rarement détectées lorsqu'elles sont présentes à la surface proximale de la dent. Si la continuité du canal est intact et reste visible à la radiographie cela indique que la lésion reste à la surface de la racine. Lors d'une lésion à un stade avancé, celle-ci évolue en s'orientant dans toutes les directions. Elle a une apparence tachetée par le dépôt de tissus calcifiés qui est un signe de tentative de réparation. La lésion est classiquement accompagnée d'une image radio-claire aux limites irrégulières dans la région cervicale.

#### 3.3.2.2.4 Histologie et nature de la lésion

Macroscopiquement, cette lésion est identique aux autres lésions inflammatoires de résorption. La lésion contient un tissu fibrovasculaire granulomateux. Cela correspond à une masse de tissus fibreux, de cellules inflammatoires composées de lymphocytes, cellules plasmiques, histiocytes, macrophages, de nombreux vaisseaux sanguins et de cellules clastiques adjacents à la surface dentinaire. Très souvent un front de dentine et de pré-dentine sont présents afin de protéger la pulpe de l'inflammation.

Au premier stade de la lésion ce sont les cellules clastiques qui adhèrent à la surface dentinaire au niveau du bord de la résorption puis les macrophages et les autres cellules inflammatoires arrivent sur le site. Lors de lésions avancées, des calcifications ectopiques peuvent être observées dans le tissu fibreux et à la surface de la résorption. Ces calcifications indiquent la tentative de cicatrisation de la dent.

#### 3.3.2.3 Les résorptions externes apicales

Les résorptions radiculaires externes apicales peuvent être soit liées à une parodontite péri-apicale induisant un certain degré de résorption de l'os et de la racine ou à un traitement orthodontique (71).

Une parodontite apicale peut se révéler à la suite d'un traumatisme apical, liée à une intervention endodontique, tels que le dépassement d'instrument, les brûlures chimiques médicamenteuses, les débordements de pâte d'obturation, sont susceptibles d'engendrer une desmodontite aiguë apicale, puis un phénomène de résorption apicale inflammatoire. De plus, une résorption externe apicale peut se développer en présence d'une pulpe nécrosée, tous les signes de l'inflammation aiguë ou chronique se retrouvent cliniquement (53, 65, 86).

Dans le cas d'un traitement orthodontique, la résorption n'est pas d'origine endodontique, son évolution ne met pas en cause la vitalité pulpaire, les symptômes sont pour la plupart des cas inexistantes. Radiographiquement, une amputation apicale plus ou moins étendue est visible. Les résorptions externes apicales font partie des complications rencontrées lors d'un traitement orthodontique. Celles-ci peuvent apparaître pendant ou à la fin du traitement. Le processus de résorption commence environs 2 à 5 semaines après le début du traitement mais il sera détectable que 3 à 4 mois plus tard lorsque la lésion est visible sur une radiographie conventionnelle en 2 dimensions. C'est un processus biologique complexe qui apparaît lorsque les forces appliquées sur la dent sont supérieures à la résistance et la capacité de réparation du tissu péri apical. En 1982, Malmgren *et al* ont créé une classification des résorptions apicales externes (19).

-Les résorptions de surface : Seul le ciment est lésé, il y a régénération complète de la racine après arrêt des facteurs de stimulation de la lésion. La partie apicale présente un contour irrégulier.

-Les résorptions mineures : le ciment et un liseré de dentine sont lésés, la partie apicale de la racine a perdu sa forme originelle. La résorption est inférieure à 2mm.

-Les résorptions sévères : La progression de la lésion est plus importante, on note un raccourcissement de la racine. La résorption apicale est supérieure à 2mm et inférieure au tiers de la longueur de la racine.

-Les résorptions extrêmes : La résorption externe apicale dépasse le tiers de la longueur originelle de la racine.

Les résorptions externes apicales liées à une parodontite apicale peuvent être stoppées par l'éviction précoce de la pulpe par l'intermédiaire d'un traitement endodontique. L'hydroxyde de calcium est considéré comme la thérapeutique de choix par son pH élevé et ses propriétés antibactériennes. Ils favorisent la cicatrisation avant l'obturation définitive. Des études ont montré qu'il est plus bénéfique pour une dent atteinte d'une résorption radiculaire d'effectuer une obturation intermédiaire à l'hydroxyde de Calcium que d'obturer directement à la Gutta-Percha. Pour les résorptions apicales en lien avec un traitement orthodontique le traitement consiste en l'arrêt des forces exercées sur la dent.

### 3.3.3 Les résorptions externes de substitution

#### 3.3.3.1 Définition

Suite à un traumatisme dentaire important, luxation ou extrusion, les cellules du ligament parodontal sont lésées entraînant leur nécrose. En absence des cellules du ligament, celles-ci seront remplacées par les cellules de l'os alvéolaire. Lorsque la dentine radiculaire fusionne avec l'os alvéolaire c'est l'ankylose. En fonction du métabolisme du patient, le processus peut évoluer par résorption de la racine en la remplaçant au fur et à mesure par de l'os alvéolaire : c'est la résorption externe de substitution (Figure 36). Si la lésion du ligament est modérée, c'est-à-dire qu'elle atteint moins de 20% des cellules, la résorption est transitoire et la réparation s'effectue avec les autres cellules viables du ligament (51, 69).



*Figure 36 : Résorption radiculaire par substitution des 2 incisives centrales maxillaires  
(D'après British Dental Journal)*

### 3.3.3.2 Diagnostic

L'ankylose est mise en évidence par un son métallique à la percussion, sur la radiographie l'espace du ligament parodontal a disparu avec la racine et l'os qui se mélangent. Il n'y a pas de traitement efficace pour l'ankylose mais la dent ankylosée peut rester plusieurs années en bouche selon le métabolisme du patient. Une étude a montré que les phénomènes de résorption par substitution évoluent plus rapidement chez les jeunes (69).

## 3.4 Les résorptions internes

### 3.4.1 Définition

Les résorptions internes sont des pathologies rares correspond à un processus inflammatoire initié dans le canal dentaire et entraînant la destruction progressive de la dentine et des tubuli dentinaires. Ce sont les cellules odontoclastiques qui sont responsables de la résorption, si elle est non traitée elle peut perforer la racine (21, 51, 104).

Histologiquement, on distingue 2 types de résorptions internes : Les résorptions internes inflammatoires et les résorptions internes de substitution.

### 3.4.2 Les résorptions internes inflammatoires

#### 3.4.2.1 Définition

Lors de résorption interne inflammatoire, les tissus résorbés seront remplacés par un tissu de granulation. Wedenberg et Lindskog rapportent que les résorptions internes peuvent être transitoires ou progressives. En effet, lorsque le processus est initié mais n'est pas entretenu, la zone de résorption localisée va disparaître et cicatriser, c'est une résorption interne transitoire. Au contraire, si le processus est entretenu avec l'apport de bactéries, de cellules résorbantes... on parlera de résorption interne progressive.

Une lésion des odontoblastes et de la prédentine entraîne une exposition de la dentine minéralisée aux cellules odontoclastiques initiant la résorption interne. La littérature présente plusieurs facteurs de prédisposition, le traumatisme dentaire étant le facteur majoritaire des résorptions internes. Une pulpite, pulpotomie, fracture dentaire, une dent réimplantée après une extrusion, une restauration coronaire, un traitement orthodontique et l'infection virale par l'Herpes Zoster sont aussi des facteurs de prédisposition aux résorptions internes.

#### 3.4.2.2 Diagnostic

Cliniquement, la résorption interne est très souvent asymptomatique et la lésion est mise en évidence suite à une radiographie de routine. La lésion peut être visible sous la forme d'une



tâche rouge dans la partie médiane de la couronne. Il correspond à l'évolution du tissu de granulation dans la partie coronaire.

Pour que le phénomène soit entretenu la pulpe dans la partie apicale doit rester vitale, en coronaire la pulpe est nécrosée, afin d'apporter les nutriments et les cellules résorbantes dans la zone de résorption. Lorsque la pulpe est entièrement nécrosée la résorption s'arrête, la couronne peut devenir grise.

A un stade avancé, la lésion va devenir symptomatique suite à la perforation de la racine ou à la nécrose complète de la pulpe à l'origine d'une parodontite apicale. De plus, lorsque la résorption est très active et progresse, la pulpe est partiellement vivante et est à l'origine de symptôme type pulpite.

Radiographiquement, une résorption interne est une image de forme ronde ou ovale, symétrique en continuité avec le canal dentaire et de densité uniforme. L'allongement du sinus peut être le signe d'une perforation apicale de la racine ou d'un abcès apical chronique (Figure 37) (28, 51).



*Figure 37 : Radiographie rétro-alvéolaire d'une résorption interne sur 21. (D'après Dr. Shawneen Gonzalez)*

### 3.4.3 Les résorptions internes de substitution

Lors de résorptions internes de substitution, l'espace résorbé est remplacé par une combinaison de tissus minéralisés ressemblant à de l'os et du ciment. Cette forme de résorption est asymptomatique et la dent peut répondre normalement au test au froid et électrique. Le

processus débute par une inflammation pulpaire chronique entraînant la lésion des odontoblastes et de la prédentine et donc l'exposition de la dentine minéralisée.

A la radiographie, la lésion correspond à un élargissement irrégulier du canal dentaire, oblitéré par un matériau paraissant flou et de radio-densité modéré (28, 71).

#### 3.4.4 Etiologie des résorptions internes

La principale étiologie des résorptions internes est l'inflammation pulpaire transformant la pulpe en un tissu de granulation se comportant comme un tissu résorbant. L'absence d'étanchéité des matériaux de restauration, le fraisage sans refroidissement adéquat, les préparations prothétiques sur dents vivantes, l'éclaircissement des dents au peroxyde d'hydrogène peuvent être entre autres à l'origine de cette inflammation pulpaire. (65, 86)

L'atteinte du desmodonte peut également entraîner une résorption interne. A la suite d'une maladie parodontale, d'un traumatisme, d'un traitement orthodontique, un tissu de granulation va se former au niveau de tissu conjonctif desmodontique susceptible d'engendrer des phénomènes de résorption interne par le passage de produits bactériens dans la pulpe via le foramen apical. (26, 53)

Dans certaines situations cliniques, le diagnostic différentiel entre une résorption interne inflammatoire et une résorption cervicale externe peut être compliqué. Ainsi, l'apport d'une nouvelle technique d'imagerie en 3D apporte une précision diagnostique.

PRISE EN CHARGE DES  
RESORPTIONS RADICULAIRES A  
L'AIDE DU CONE BEAM  
COMPUTED TOMOGRAPHY

# 4 PRISE EN CHARGE DES RESORPTIONS RADICULAIRES PAR LE CBCT

## 4.1 Aide au diagnostic

### 4.1.1 Traumatisme dentaire

Les bénéfices du CBCT pour l'évaluation et la prise en charge des traumatismes dento alvéolaires ont été très largement étudiés dans la littérature (54, 23). Les résorptions radiculaires externes constituent l'une des complications les plus fréquemment rencontrées lors de traumatisme dentaire.

Parmi les types de résorptions ce sont les résorptions externes inflammatoires qui sont le plus souvent rencontrées après un traumatisme dentaire. Leur diagnostic repose principalement sur la radiographie. Les résorptions externes inflammatoires liées à un traumatisme sont très souvent agressives et progressent très rapidement. En 3 mois, la racine peut-être entièrement résorbée (16). Ainsi le diagnostic de la lésion à un stade précoce est important pour la conservation de la dent traumatisée.

Une étude de 2010 (84), a montré à partir de modèles d'étude *ex vivo* que la sensibilité et spécificité du CBCT (champ de vue localisé 4x4cm) à détecter les résorptions externes inflammatoires est supérieur par rapport à la radiographie conventionnelle en 2 dimensions (84, 23). En effet, la radiographie en 2 dimensions a mis en évidence 86,9% des lésions alors que le CBCT a mis en évidence 100% des lésions. Les auteurs rapportent également que la sensibilité de détection du CBCT n'a pas d'influence selon la trajectoire d'arc de 360° à 180° cela permettant de réduire la dose d'irradiation du patient (33). De plus, une autre étude a montré l'incapacité de la radiographie conventionnelle à mettre en évidence des lésions de diamètre inférieur à 0,6 mm en particulier dans le tiers apical de la racine (24). Finalement, de nombreuses études ont démontré que les images en 2 dimensions ne peuvent pas mettre en évidence les résorptions en lingual et palatin (34, 35) retardant le diagnostic et la prise en charge.

Si la lésion est mise en évidence à un stade précoce, cela permet l'établissement d'un traitement rapide et un meilleur pronostic. Mais en général le diagnostic de la résorption inflammatoire externe est établi par la mise en évidence de la lésion sur une radiographie conventionnelle. Un CBCT est alors prescrit afin d'établir l'étendu de la lésion et le pronostic de la dent mais souvent la résorption est déjà importante. Afin d'améliorer le pronostic de la dent il faut mettre en évidence la résorption inflammatoire externe avant qu'elle soit visible sur la radiographie en 2 dimensions. Ainsi, le traumatisme dentaire est le scénario clinique pour lequel le CBCT est justifié en première intention, le jour du traumatisme et lors des contrôles réguliers, afin de mettre en place un traitement rapide de la lésion à un stade précoce (32).

## 4.1.2 Diagnostic des résorptions externes apicales

### 4.1.2.1 Les parodontites apicales

En présence d'une résorption externe apicale, établir un diagnostic précis de la lésion est essentiel pour mettre en place un plan de traitement adapté. Il faut établir le diagnostic différentiel avec une formation radiculaire incomplète et déterminer avec précision l'étendue de la lésion à l'aide du CBCT.

En effet, les résorptions apicales et les formations radiculaires incomplètes peuvent toutes les deux présenter une racine plus courte avec un apex ouvert sur une radiographie conventionnelle. On les différencie par la forme et la taille du système endodontique, les coupes axiales obtenues à partir du CBCT mettent en évidence un système canalaire large avec des parois parallèles ou divergentes lors de racines immatures. Le canal sera plus étroit et les parois convergent en direction apicale lors de résorption externe apicale (44).

De plus, le CBCT permet de diagnostiquer des parodontites apicales en lien avec un traitement endodontique infecté notamment lorsque les symptômes et les signes cliniques ne sont pas en cohérence avec une radiographie rétro alvéolaire (Figure 38). En effet, de nombreuses études ont démontré la sensibilité supérieure du CBCT à détecter les parodontites apicales par rapport à la radiographie classique (37). Liedke *et al* ont démontré dans leur étude que la résolution spatiale élevée du CBCT constitue un véritable avantage pour l'évaluation des résorptions externes apicales (87).

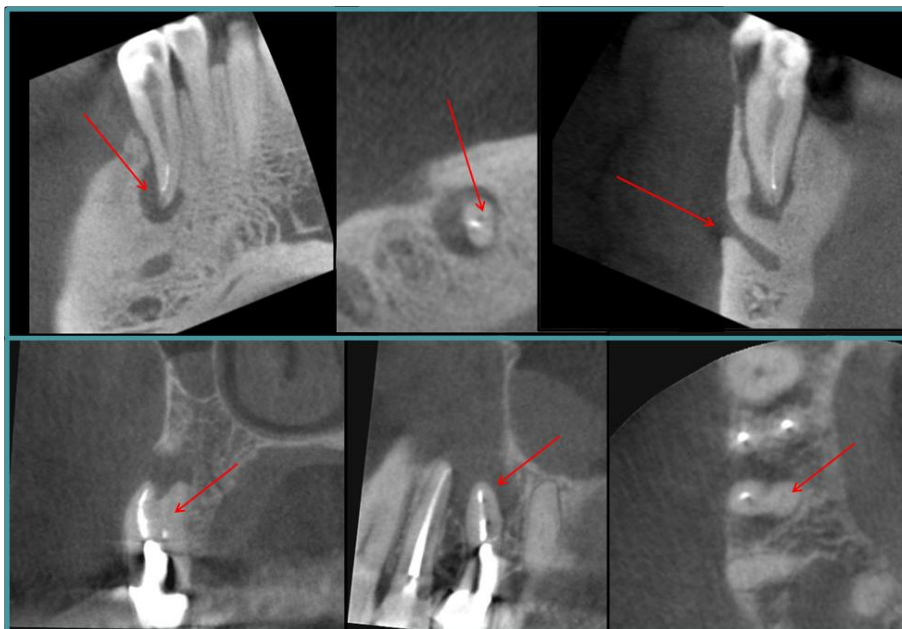


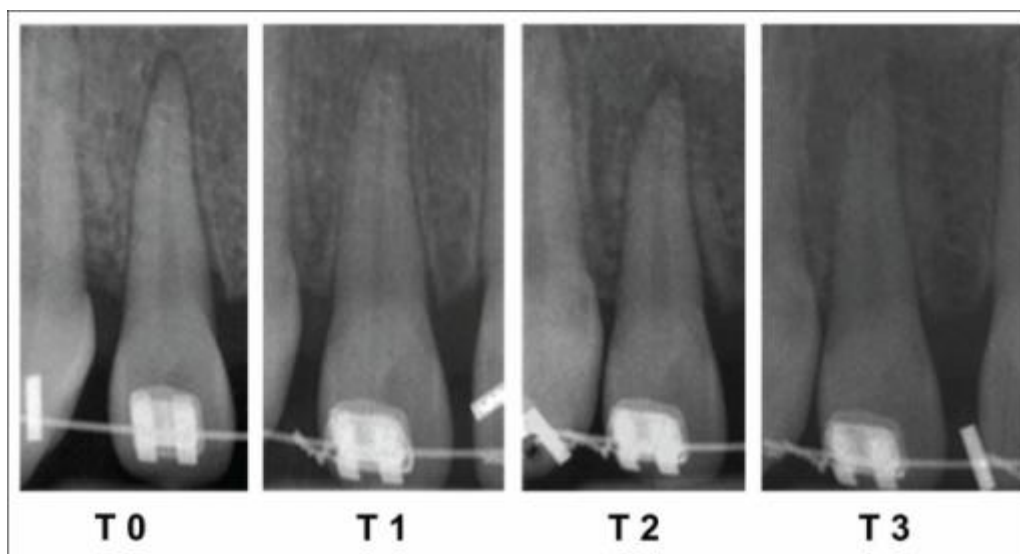
Figure 38: Observation au CBCT d'une résorption apicale externe selon les différentes coupes axiale, sagittale et frontale. (D'après Liedke)

#### 4.1.2.2 Les traitements orthodontiques

De nombreuses études ont montré que le taux de résorption externe apicale est sous-estimé à partir d'une radiographie conventionnelle par rapport au CBCT. En effet, Dudic *et al* ont montré dans une étude à partir de patients ayant subi un traitement orthodontique que la radiographie panoramique met en évidence 44% des résorptions alors que le CBCT met en évidence 69% des lésions sur le même échantillon (Figure 39)

L'imagerie en 3 dimensions a une meilleure sensibilité pour la détection des lésions mais pour le moment elle ne remplace pas la radiographie panoramique qui reste la radiographie de première intention. Cependant, lors de cas clinique complexe, de traitement orthodontique, pour une meilleure prise en charge, le CBCT est souhaitable. De même, lorsqu'une résorption externe apicale est visible sur une radiographie panoramique au cours d'un traitement orthodontique, un examen tridimensionnel est nécessaire afin d'évaluer l'étendue de la lésion.

Finalement, le CBCT constitue une véritable aide au praticien lors de situation clinique orthodontique complexe et afin d'évaluer la présence de résorptions externes apicales (60). Lorsque les facteurs de risque du patient à développer ces lésions sont élevés l'examen radiographique en 3 dimensions doit être effectué avant le traitement orthodontique afin de vérifier l'intégrité des racines dentaires. Un nouveau CBCT doit être effectué 1 mois après le début du traitement afin d'intercepter les lésions précoces et de modifier le plan traitement.



*Figure 39: Radiographies rétro-alvéolaires à différents stades de résorption radiculaire externe à la suite d'un traitement orthodontique T0 : Début du traitement, T1 : A 3 mois, T2 : A 6 mois, T3 : A 9 mois. (D'après Kocadereli I and al)*

### 4.1.3 Diagnostic différentiel résorption interne et résorption externe

La mise en évidence d'une résorption radiculaire à partir d'une radiographie conventionnelle en 2 dimensions peut présenter une difficulté diagnostique. En effet, lorsqu'une résorption externe non accessible au sondage se superpose au canal radiculaire la lésion peut être confondue avec une résorption interne, les deux types de lésions produisent la même image radiologique (84). En particulier, le diagnostic différentiel entre une résorption externe cervicale et une résorption interne peut être un véritable challenge lorsque la résorption cervicale se projette sur le canal dentaire d'une radiographie classique (29, 68, 84).

La technique de comparaison d'un cliché orthocentré et un cliché excentré est un moyen de diagnostic différentiel entre les lésions. Dans le cas d'une résorption interne, l'image d'une lésion ovale reste centrée sur le canal quel que soit le cliché. Au contraire, 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 (17, 29, 84). Cependant, lorsque la lésion se situe près de la couronne dentaire, il est très compliqué voire impossible d'effectuer le diagnostic différentiel entre une résorption interne et une résorption externe cervicale (68).

Le CBCT, est un examen radiographique plus précis que la radiographie classique afin de déterminer la vraie nature d'une résorption radiculaire (23, 38, 75, 76, 98). En effet, l'image en 3 dimensions permet de mettre en évidence le point d'entrée éventuel de la lésion ou la participation de la pulpe dentaire permettant d'apporter un diagnostic différentiel de certitude. Une étude *ex vivo* par Kamburoglu *et al* (58) a évalué la capacité d'identifier et différencier des résorptions cervicales externes des résorptions internes dans la région cervicale du canal dentaire entre une radiographie conventionnelle et le CBCT. Les résultats mettent en évidence la performance supérieure du CBCT par rapport à une radiographie classique.

Le CBCT est l'examen complémentaire de choix afin d'identifier et de différencier les résorptions cervicales externes des résorptions internes quand la radiographie conventionnelle ne le permet pas.

## 4.2 Prise en charge des résorptions

### 4.2.1 Evaluation de l'étendue de la lésion

Le CBCT présente un réel intérêt pour visualiser une lésion en 3 dimensions, déterminer le type de résorption mais aussi d'évaluer avec précision l'étendue de la lésion (67). Cela présente un réel impact pour la suite lors de la prise en charge de la résorption (22). Une étude menée par Estrela *et al* (38) en 2009 sur les méthodes d'évaluation des résorptions radiculaires inflammatoires a confirmé l'importance du CBCT. Quarante-huit radiographies classiques et CBCT ont été effectuées sur 40 patients pendant une année. Cette étude montre que le CBCT a mis en évidence 95,8% de lésions supérieures à 1-4mm alors que la radiographie classique n'a identifié que 52,1% de lésions supérieures à 1-4mm. L'imagerie en 3 dimensions permet de

déterminer avec une plus grande précision l'extension de la lésion dans les 3 plans de l'espace grâce aux coupes sagittales, transversales et coronales obtenues à partir du cone beam.

## 4.2.2 Décision thérapeutique

Le traitement des résorptions est complexe et imprévisible. L'utilisation du CBCT permettant d'évaluer la sévérité de la lésion va considérablement influencer le praticien lors la décision thérapeutique. Une étude menée par Patel *et Al* (82) en 2009 était de comparer le choix d'une stratégie thérapeutique des résorptions radiculaires en fonction d'une analyse à partir d'une radiographie conventionnelle ou du CBCT. Les résultats montrent que le choix du traitement le plus adapté à partir d'une radiographie classique est de 53% et à partir du CBCT est de 73%. De plus, une étude de 2014 a montré que les informations obtenues pour la mise en place d'un plan de traitement influence le praticien dans sa décision par le gain d'information. En effet, dans cette étude les praticiens ont modifié leur plan de traitement dans 62,2% des cas cliniques. Ainsi les éléments observés sur le CBCT : étendue de la résorption, localisation de la lésion, la présence de perforation radiculaire, l'épaisseur des parois résiduelles peuvent modifier le plan de traitement notamment sur le choix de la technique à mettre en œuvre, le choix des matériaux pour un abord chirurgical et/ou un traitement endodontique conventionnel. Cohenca *et al* illustre à partir de 4 cas cliniques l'importance de la précision du cone beam lors de la prise en charge des résorptions radiculaires (22).

### 4.2.2.1 Traitement des résorptions internes

Lors de résorptions internes inflammatoires, si la dent est conservable et restaurable durablement, le traitement endodontique reste le traitement de choix. Afin d'éliminer l'ensemble des bactéries et tissus nécrosés, l'utilisation de l'hydroxyde de calcium intra canalaire pendant 1 à 2 semaines détruisant les bactéries persistantes était courant. Mais des études ont montré son insuffisance à la désinfection notamment au niveau des tubuli dentinaires en lien avec la faible solubilité des ions hydroxydes (40). L'activ point® est une nouvelle médication intra canalaire contenant 5% de chlorhexidine assurant une meilleure désinfection, par rapport à l'hydroxyde de calcium, grâce à une pénétrance au sein des tubuli dentinaire jusqu'à 500µm (99). Une fois le réseau intra canalaire désinfecté, l'obturation canalaire étanche à la Gutta-Percha pourra être réalisé (Figure 40).

Une résorption interne inflammatoire peut perforer la surface radiculaire sans que cela ne soit détectable à partir d'une radiographie conventionnelle. En effet, on pourra évaluer l'étendue d'une lésion en mésio-distal mais pas en vestibulo-lingual/palatin (42). Or cette caractéristique influence directement l'option thérapeutique. Les coupes axiales obtenues à partir du CBCT permettent d'appréhender l'épaisseur des parois radiculaires résiduelles. Dans le cas où la résorption a entraîné une perforation de la racine, la lésion peut être comblée à l'aide de MTA favorisant la régénération de l'attache parodontale (17). Lorsque la lésion est située plus apicalement, le traitement peut s'avérer délicat.





*Figure 40 : A gauche, radiographie rétro-alvéolaire d'une résorption interne. A droite, radiographie rétro-alvéolaire après le traitement de la lésion. (D'après Dr. Dean Brandon)*

Taylor *et al* à partir de cas cliniques illustre l'apport du CBCT en cas de résorptions internes. En effet, une patiente présente une large résorption interne sur une radiographie conventionnelle, un examen complémentaire au CBCT est effectué. Celui-ci permet de visualiser avec précision l'étendue de la lésion en axiale, sagittale et coronale. Les images indiquent une lésion à la limite de la perforation et montrent une épaisseur résiduelle en dentine très faible. Les informations apportées par les images en 3 dimensions permettent d'adapter le plan de traitement notamment par rapport à l'épaisseur des parois résiduelles afin d'éviter une fracture lors de l'obturation canalaire (Figure 41) (23).

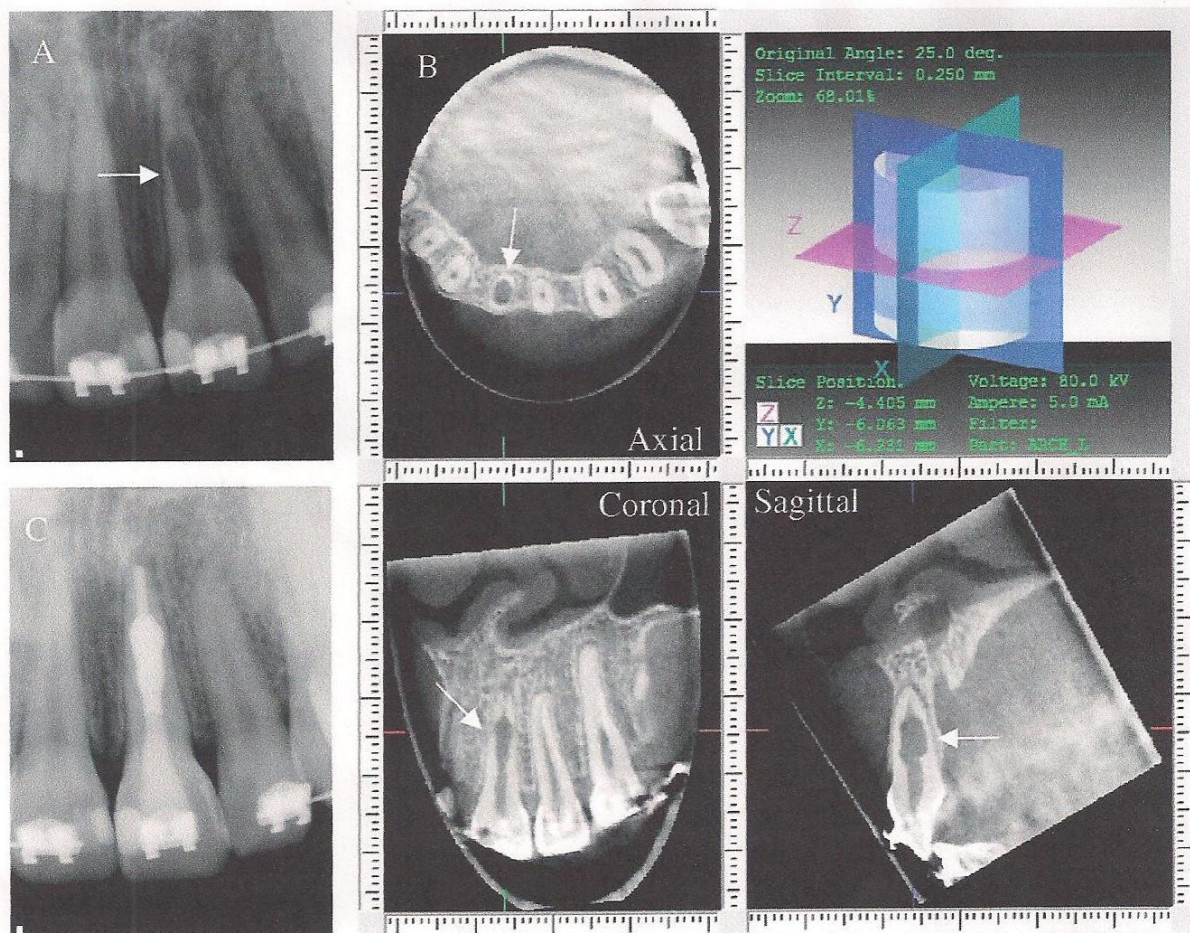


Figure 41 : (A) Visualisation d'une résorption interne sur une radiographie rétro alvéolaire sur la dent 21. (B) Observation de l'étendue de la lésion en coupe axiale, sagittale et frontale à l'aide du CBCT. (C) Radiographie post opératoire de la dent 21 après traitement canalaire et obturation à la gutta percha et au MTA (D'après Taylor P. Cotton and al)

#### 4.2.2.2 Traitement des résorptions cervicales externes

Le traitement des résorptions cervicales externes va dépendre de la sévérité, de la localisation de la lésion, s'il y a perforation du système canalaire et de la possibilité de restauration de la dent. La classification clinique des résorptions par Heithersay fournit un guide clinique dans le choix thérapeutique (Figure 42). La classification est la suivante :

-Classe 1 : Petite résorption près de la région cervicale avec une faible pénétration de la dentine.

-Classe 2 : La lésion est plus étendue en coronaire mais ne paraît pas ou peu étendue dans la racine.

-Classe 3 : La lésion est plus profonde, elle s'étend à la fois dans la racine et la couronne jusqu'au tiers coronaire de la racine.

-Classe 4 : La lésion est plus importante elle va au-delà du tiers coronaire de la racine.

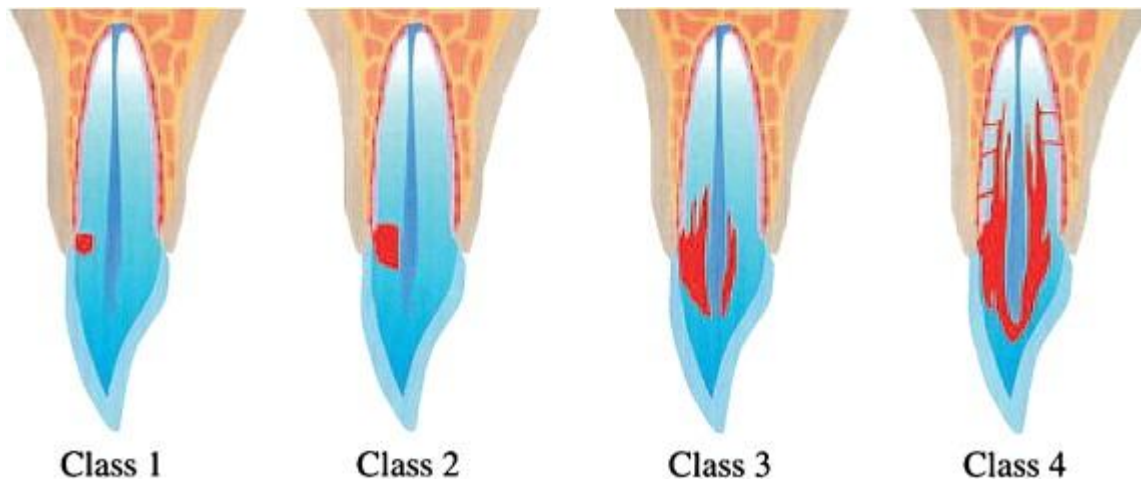
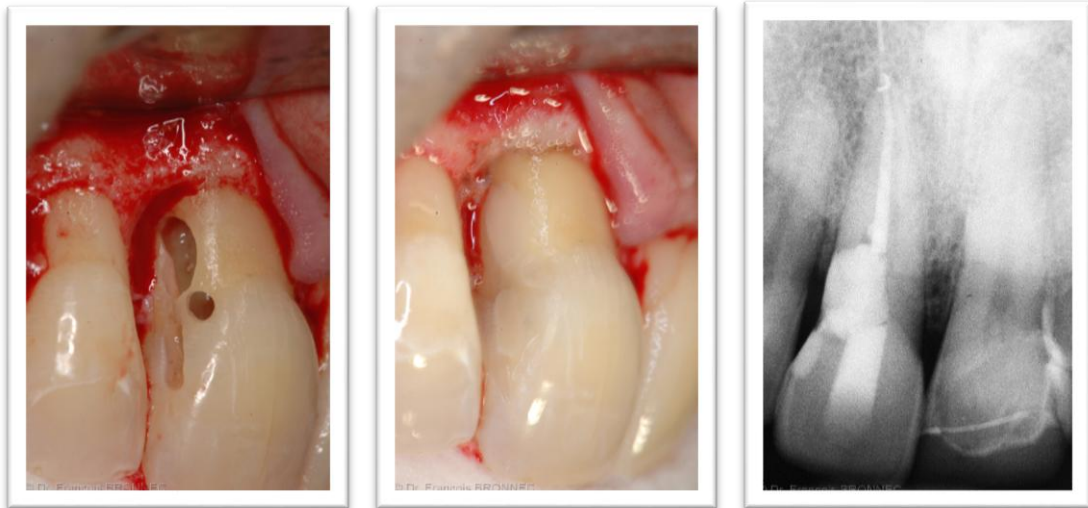


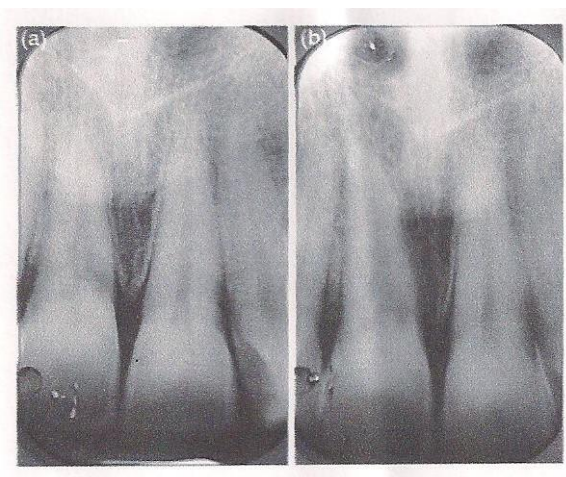
Figure 42 : Classification des résorptions cervicales invasives (D'après Heithersay)

Heithersay recommande de traiter uniquement les lésions de classe 1, 2 et 3. Le traitement endodontique peut-être nécessaire en cas de classe 2 et il est souvent réalisé en cas de classe 3. Le traitement de la lésion cervicale consiste à cureter le tissu de granulation et l'obturer à l'aide d'un MTA ou d'un CVI en fonction de la demande esthétique (Figure 43). Une traction orthodontique ou une chirurgie sous lambeau seront nécessaires afin d'avoir accès à la lésion. En présence d'une lésion de classe 2 ou 3 nécessitant un traitement endodontique celui-ci sera effectué avant le traitement de la lésion afin de faciliter la mise en place de matériaux d'obturations au niveau de la région cervicale et de travailler dans un climat aseptique (40). Pour les lésions de classe 4 les dents sont trop détériorées et le risque de fêlure est important, l'extraction reste la meilleure solution et en fonction de l'os restant un implant ou un bridge peuvent être envisagés (72).



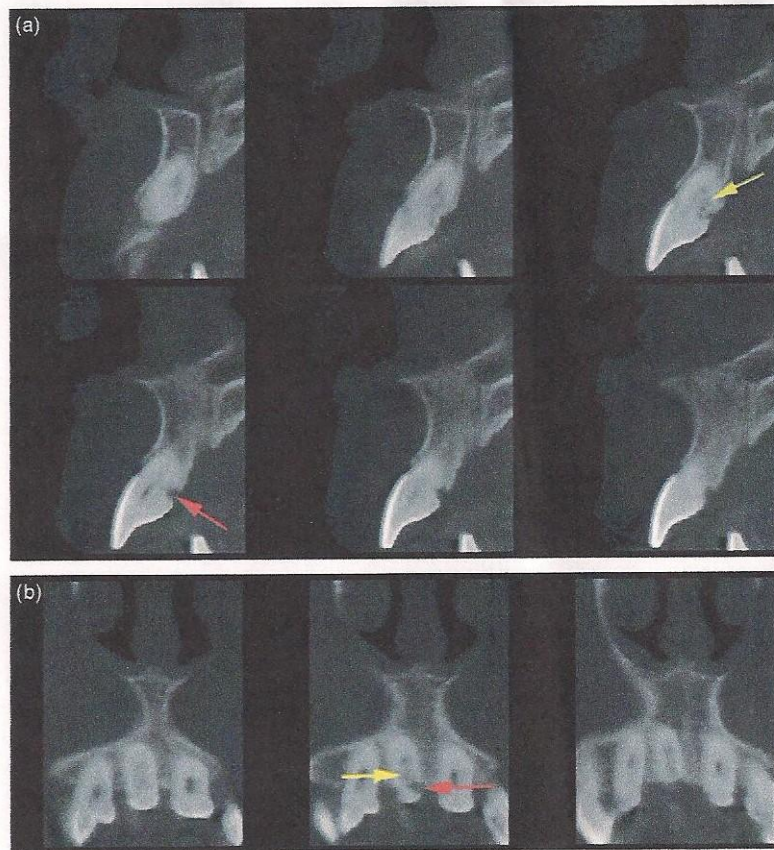
*Figure 43 : Résorption cervicale externe après éviction du tissu de granulation, obturation avec un CVI modifié par adjonction de résine, radiographie de l'incisive centrale maxillaire droite (11) après obturation. (D'après François Bronnec)*

Cette classification est intéressante pour apprécier l'étendue et le traitement des lésions présentes sur les faces proximales de la dent (mésiale/distale). Les lésions en vestibulaire, en palatin ou en lingual sont plus compliquées à évaluer en utilisant les systèmes de radiologie conventionnelle (24). Ainsi, dans ce cas de figure, la véritable nature de la lésion pourra être identifiée précisément à l'aide du CBCT (28). Patel et Dawood illustre et cela à partir de cas cliniques. En effet, un patient présente une lésion de classe 3 sur la dent 11 sur une radiographie conventionnelle (Figure 44).



*Figure 44 : Radiographies rétro alvéolaire montrant la présence d'une résorption externe en mésial de la dent 11. (D'après Shanon Patel)*

Cependant, le CBCT révèle un défaut plus étendu de classe 4 avec la présence de 2 lésions distinctes réalisant que la dent est intraitable (74). Le CBCT a permis d'évaluer la vraie nature et le degré d'extension de la lésion et d'éviter un traitement inadapté au patient. De plus Gulsahi *et al* à partir de 3 cas cliniques souligne également l'intérêt du CBCT lors de la prise en charge des résorptions cervicales externes (Figure 45) (49).



*Figure 45 : L'examen au CBCT met en évidence 2 lésions distincte sur la dent 11. (a) En coupe sagittale les lésions sont observées séparément. (b) Observation des lésions en coupe axiale (D'après Shanon Patel)*

#### 4.2.2.3 Traitement des résorptions apicales

##### Parodontite apicale

Le traitement est basé sur la suppression de l'étiologie qui est l'infection canalaire. En présence d'un canal nécrosé, le parage canalaire sous irrigation abondante à l'hypochlorite de sodium doit être réalisé. De même, l'apparition d'une résorption externe apicale en présence d'un traitement endodontique, il faut réaliser le retraitement de la dent toujours sous irrigation

abondante. Finalement la mise en forme complète du canal et son obturation à la gutta percha permettra la cicatrisation de la lésion.

De nombreuses études ont montrées l'apport du CBCT, le résultat du retraitement endodontique est meilleur lorsqu'il est effectué avant l'apparition de signes de parodontite apicale sur la radiographie conventionnelle (103).

### Traitement orthodontique

L'apparition d'une lésion au cours d'un traitement orthodontique repose en l'arrêt des forces exercées sur la dent et d'un contrôle régulier de l'évolution de la lésion. Mais si ce contrôle repose par l'analyse des radiographies conventionnelles, cela n'est pas précis. En effet, lors des déplacements des incisives, leur angulation change et cela modifie leur longueur sur la radiographie. Ainsi, le manque de reproductibilité de la radiographie conventionnelle constitue un facteur limitant lors de la prise en charge des résorptions externes apicales que le CBCT est capable de surpasser (55). Dans de nombreux cabinets d'orthodontie, le CBCT tend à remplacer les techniques de radiographies classiques. Un CBCT à champ de vue large et de faible résolution est généralement réalisé (81).

## 4.3 Pronostic

Le CBCT présente une plus grande précision diagnostique grâce à ses différentes coupes dans les trois plans de l'espace permettant un diagnostic précoce de la résorption. Si la lésion est traitée rapidement, le pronostic de la dent est bon. Au contraire, si la lésion est apparente sur une radiographie conventionnelle les dommages sur la dent sont plus importants entraînant un pronostic plus sombre.

Le CBCT permet d'évaluer avec précision l'étendue de la lésion, ses informations diagnostiques vont directement influencer la décision clinique avec un plan de traitement et pronostic plus précis et potentiellement un meilleur résultat (42). En présence d'une résorption interne le pronostic dépend de la vitalité pulpaire, du site de la lésion, de l'étendue de la résorption et du nombre de lésion (38). Une étude de Caliskan et Turkun constate que le pronostic des dents présentant des résorptions internes non perforantes traitées par un traitement endodontique ont un meilleur pronostic à l'opposé des résorptions perforantes.

Le pronostic d'une dent en présence de résorption externe dépend de la localisation de la lésion, de son étendue, si le défaut perce le système canalaire et de la possibilité de restauration par rapport à la perte de tissus dentaires. Après un diagnostic clinique précis à l'aide du CBCT, les lésions de classe 1 à 3 selon la classification de Heithersay ont un meilleur pronostic que les défauts de classe 4. Finalement, le pronostic dépend principalement de l'expérience clinique du praticien, si la résorption est perforante et en fonction de la perte de tissus dentaires, de l'épaisseur des parois résiduelles.

Lorsque le processus de résorption est diagnostiqué à l'aide du CBCT et que le suivi de la cicatrisation de la lésion est effectué par une radiographie conventionnelle on ne peut pas obtenir une véritable appréciation du résultat. Pour une évaluation plus précise de l'évolution de la cicatrisation, la comparaison doit reposer sur un CBCT en pré et post traitement (32, 43).

Le CBCT présente de nombreux avantages par rapport à d'autres méthodes notamment lors de certaines situations cliniques en présence de résorptions externes cervicales, pour vérifier la cicatrisation de dents permanentes luxées, lors de résorption liée aux dents impactées après un traumatisme ou en présence de résorptions sévères des incisives après un traitement orthodontique. Le CBCT apporte des informations précises permettant d'établir un plan de traitement. Mais il faut se méfier des faux positifs obtenus à partir de certains cone beam altérant le diagnostic. Cela dépend du type de détecteur, de la résolution spatiale, du risque d'artéfact lié aux éléments métalliques, (36) du filtre permettant l'analyse des images (25) mais aussi de l'expérience du praticien.

# CONCLUSION



## 5 CONCLUSION

Les résorptions radiculaires pathologiques sont des pertes de tissus durs de la dent suivant un processus complexe. Elles font suite à des agressions traumatiques ou infectieuses du parodonte et/ou de la pulpe dentaire. Ce sont des pathologies fréquentes lors de traumatisme dentaire et lors de traitement orthodontique. Les résorptions sont dites externes ou internes selon le point de départ de la lésion et peuvent présenter une difficulté diagnostique. La radiographie conventionnelle 2D par la technique défilée est l'examen complémentaire permettant le diagnostic différentiel. Le cone beam computed tomography permet en plus l'apport d'informations pour le traitement des résorptions radiculaires. Ses principaux avantages sont la précision diagnostique augmentant la probabilité d'une meilleure prise en charge et d'un meilleur pronostic. La diminution de la dose d'irradiation et de son coût par rapport au scanner en font un outil intéressant en cabinet dentaire.

Le CBCT est par conséquent la technique d'imagerie indiquée en présence d'une résorption radiculaire et également en prévention du développement de ces lésions lors de traumatisme dentaire, de traitement orthodontique et lors de situation clinique complexe.

Cependant, selon le principe ALARA, l'utilisation du CBCT ne doit pas être systématique. Les artefacts liés aux objets métalliques, la dose d'irradiation, le coût de la machine, le besoin d'une formation pour la lecture des images sont des freins à son développement. Plusieurs axes d'amélioration sont donc possibles notamment la précision des images avec une irradiation moindre. Malgré des efforts importants, les recherches doivent continuer afin que le CBCT devienne plus accessible en cabinet dentaire.

# BIBLIOGRAPHIE

## 6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABDELKARIM AA, NOUJEM M, SARKIS T et coll.**  
Effect of movement on high resolution cone beam computed tomography images.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;**103**(2):e48.
2. **AHMED N, GOPALAKRISHMAN, MONY B et coll.**  
External cervical resorption case report and a brief review of literature.  
J Natur Sci Biol Med 2014;**5**(1):210-214.
3. **ALLIOT-LICHT B et CLERGEAU-GUERITHAULT S.**  
Les fibroblastes du ligament alvéolo-dentaire : données actuelles.  
J Parodontol Implantol Orale 1997;**16**:341-353.
4. **ALQERBAN A, JACOBS R, FIEUWS S et coll.**  
Comparison of 6 cone-beam computed tomography systems for image quality and detection of simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2011;**140**(3):129-139.
5. **ALQERBAN A, JACOBS R, LAMBRECHTS P et coll.**  
Root resorption of the maxillary lateral incisor caused by impacted canine : a literature review.  
Clin Oral Invest 2009;**13**(3):247-255.
6. **ALQERBAN A, REINHILDE J, STEFFEN F et coll.**  
Comparison two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption.  
Eur J Orthod 2011;**33**(1):93-102.
7. **ANTONIO N et BOSSHARDT DD.**  
Structure of periodontal tissues in health and disease.  
Periodontol 2000 2006;**40**(1):11-28.

- 8. AURIOL MM, LE CHARPENTIER Y et LE NAOUR G.**  
Histologie du complexe pulpodentinaire.  
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie/Odontologie, 22007 B 10, 2000, **15**.
  
- 9. AURIOL MM, LE CHARPENTIER Y et LE NAOUR G.**  
Histologie du parodonte.  
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie/Odontologie, 22007 C 10, 2000, **23**.
  
- 10. AZEVEDO B, LEE R, SHINTAKU W et coll.**  
Influence of the beam hardness on artifacts in cone beam CT.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;**105**(4):e48.
  
- 11. BARRIL I.**  
Ostéoclasie et résorptions.  
Rev Fr Endod 1987;**6**(4):21-41.
  
- 12. BELLAICHE N.**  
Cone beam pratique en odontostomatologie GENERALITES : principe, technique, qualité d'image, artéfacts, types d'appareil, indications.  
Dent Tribune 2014:10-11.
  
- 13. BELLAICHE N.**  
Scanner et tomographie à faisceau conique. Quelle méthode choisir en odontostomatologie.  
Fil Dent 2007;**27**:16-26.
  
- 14. BLOMLOF L et LINDSKOGS S.**  
Cervical root resorption associated with guided tissue regeneration : a case report.  
J Periodontol 1998;**69**(3):392-395.
  
- 15. BOSMANS H, VANDENBERGHE B et JACOBS R**  
Modern dental imaging : a review of the current technology and clinical applications in dental practice.  
Eur Radiol 2010;**20**(11):2637-2655.

**16. BREILLAT J et COHEN AG.**

Implications parodontales et endodontiques en traumatologie dentaire.  
J Parodontol 1988;**7**(2):203-216.

**17. BRITO-JUNIOR M, QUINTINO AF, CAMILLO CC et coll.**

Nonsurgical endodontic management using MTA for perforative defect of internal root resorption : report of a long term follow-up.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;**110**(6):784-788.

**18. CALISKAN et TURKUN.**

Prognosis of permanent teeth with internal resorption : a clinical review.  
Endod Dent Traumatol 1997;**13**(2):75-81.

**19. CAMPOS MJ, SILVA KS, GRAVINA MA et coll.**

Apical root resorption : The dark side of the root.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;**143**(4):492-498.

**20. CANAL P et S CANNAGATTI V.**

Les résorptions radiculaires d'origine orthodontique.  
Rev Odontostomatol 1996;**25**(1):9-31.

**21. COCHET JY.**

Les résorptions radiculaires pathologiques et leurs traitements.  
Rev Fr Endod 1988;**75**(2):29-43.

**22. COHENCA N, SIMON JH, MATHUR A et coll.**

Clinical indications for digital imaging in dento-alvéolar trauma. Part 2 : root resorption.  
Dent Traumatol 2007;**23**(2):105-113.

**23. COTTON TP, GEISLER TM, HOLDEN DT et coll.**

Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography.  
J Endod 2007;**33**(9):1121- 1132.

**24. DA SILVEIRA AI.**

Diagnostic ability of computed tomography to evaluate external root resorption in vitro.  
Dentomaxillofac Radiol 2007;**36**(7):393-396.

**25. DE AZEVEDO VAZ SL, VASCONCELOS TV, NEVES FS et coll.**

Influence of Cone-Beam Computed Tomography enhancement filters on diagnosis of simulated external root resorption.  
J Endod 2012;**38**(3):305-308.

**26. DE CORTS S et LAMBERCHTS P.**

Les résorptions radiculaires internes.  
Réal Clin 1995;**6**:227-237.

**27. DELVA L, MARTIN D, CAVEZIAN R et coll.**

Imagerie cone beam en endodontie.  
Inf Dent 2010;**92**(5):34-36.

**28. DELZANGLES B et MALLET JP.**

Les résorptions radiculaires.  
Réal Clin 2002;**13**(3):227-237

**29. DOHAN AHRENFEST DM.**

Tomographie volumique à faisceau conique : Tour d'horizon.  
Inf Dent 2008;**90**:20-23.

**30. DUAN X, YANG T, ZHANG Y et coll.**

Odontoblast-like MDPC-23 cells function as odontoclasts with RANKL/M-CSF induction.  
Arch Oral Biol 2013;**58**(3):272-278.

**31. DUDIC A, GIANNOPOULOU C, LEUZINGER M et coll.**

Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography band cone-beam computed tomography of super-high resolution.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;**135**(4):434-437.

**32. DURACK C et PATEL S.**

Cone beam computed tomography in endodontics.  
Braz Dent J 2012;**23**(3):179-191.

**33. DURACK C, PATEL S, DAVIES J et coll.**

Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption.  
Int Endod J 2011;**44**(2):136-147.

**34. ERICSON S et KUROL J.**

Incisor root resorption due to ectopic maxillary canines imaged by computerized tomography : a comparative study in extracted teeth.  
Angle Orthod 2000;**70**(4):276-283.

**35. ERICSON S et KUROL J.**

Resorption of incisors after eruption of maxillary canines : A CT study.  
Angle Orthod 2000;**70**(6):415-423.

**36. ESKANDARLOO A, MIRSHEKARI A, POOROLAJAL J et coll.**

Comparison of cone-beam computed tomography with intraoral photostimulable phosphor imaging plate for diagnosis of endodontic complications : a simulation study.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2012;**114**(6):e54-61.

**37. ESTRELA C.**

Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis.  
J Endod 2008;**34**(3):273-279.

**38. ESTRELLA C, BUENO MR, DE ALENCAR AH et coll.**

Method to Evaluate Inflammatory Root Resorption by Using Cone Beam Computed Tomography.  
J Endod 2009;**35**(11):1491-1497.

- 39. EUISEONG K, KEE-DEOG K, BYOUNG-DUCK et coll.**  
Computed tomography as a diagnostic aid for extracanal invasive resorption.  
J Endod 2003;**29**(7):463-465.
- 40. FASS Z, TRESIS I et LIN S.**  
Root resorption- diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors.  
Dent Traumatol 2003;**19**(4):175-182.
- 41. FRIEDMAN S.**  
Prognosis of initial endodontic therapy.  
Endod Topics 2002;**2**(1):58-59.
- 42. FRIEDLAND B, FAIELLA RA et BIANCHI J.**  
Use of rotational tomography for assessing internal resorption.  
J Endod 2001;**27**(12):797-799.
- 43. GARCIA DE PAULA-SILVA FW, HASSAN B, BEZERRA DA SILVA LA et coll.**  
Outcome of root canal treatment in dogs determined by periapical radiography and cone-beam computed tomography scans.  
J Endod 2009;**35**(5):723-726.
- 44. GARTNER AH, MACK T, SOMERLOTT RG et coll.**  
Differential Diagnosis of internal and external root resorption.  
J Endod 2011;**37**(2):329-334.
- 45. GELFAND M, SUNDERMAN EJ et GOLDMAN M.**  
Reliability of radiographical interpretations.  
J Endod 1983;**9**(2):71-75.
- 46. GOLDBERG M.**  
Manuel d'histologie et de biologie buccale.  
*Paris : Masson, 1989.*
- 47. GOLDMAN M, PEARSON AH et DARZENTA N.**  
Endodontic success- Who's reading the radiograph ?  
Oral Surg 1972;**33**(3):432-437.



- 48. GOLDMAN M, PEARSON AH et DARZENTA N.**  
Reliability of radiographic interpretations.  
Oral Surg 1974;**38**(2):287-293.
- 49. GULSAHI A, GULSAHI K et UNGOR M.**  
Invasive cervical resorption : clinical and radiological diagnosis and treatment of 3 cases.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;**103**(3):65-72.
- 50. GUNRAJ MN.**  
Dental root resorption.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1999;**88**(6):647-653.
- 51. HAMIDADDIN A, SARKIS T, LEE R et coll.**  
A breath away from high resolution : patient movement during cone beam computed tomography exposure.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;**103**(2):e49.
- 52. HAUTE AUTORITE DE SANTE**  
Tomographie Volumique à Faisceau Conique de la face (Cone Beam Computerized Tomography)  
<http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c.../rapport-cone-beam-version-finale>
- 53. HESS JC, MEDIONI E et VENE G.**  
Pathologie endodontique : desmodontites, sénilité desmodontale, résorptions amputantes.  
Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23025 A 10, 1989, **19**.
- 54. HINES FB.**  
A radiographic evaluation of the response of previously avulsed teeth and partially avulsed teeth to orthodontic movement.  
Am J Orthod 1979;**75**(1):1-19.

- 55. JIAN-HONG YU, KUANG-WEI SHU.**  
A cone-beam computed tomography study of orthodontic apical root resorption.  
J Dent Sci 2013;**8**(1):74-79.
- 56. JIMENEZ-RUBIO A et SEGURA JUAN J.**  
The Effect of the Bleaching Agent Sodium Perborate on Macrophage Adhesion in Vitro : Implications in External Cervical Root Resorption.  
J Endod 1998;**24**(4):229-232.
- 57. JONATHAN EE, MOHAMED IF et BRADFORD RJ.**  
Comparison of endodontic diagnosis and treatment planning decisions using cone-beam volumetric tomography versus periapical radiography.  
J Endod 2014;**40**(7):910-916.
- 58. KAMBUROGLU K, KURSUN S, YUKSEL S et coll.**  
Observer Ability to detect Ex Vivo Simulated Internal or External Cervical Root Resorption.  
J Endod 2011;**37**(2):168-175.
- 59. KANDALGAONKAR SD, GHARAT LA, TUPSAKHARE SD et coll.**  
Invasive cervical resorption : a review.  
J Int Oral Health 2013;**55**(6):124-130.
- 60. KAPILA S, CONLEY RS et HARREL WE Jr**  
The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics.  
Dentomaxillofac Radiol 2011;**40**(1):24-34.
- 61. KOGAWA M, FINDLAY DM, ANDERSON PH et coll.**  
Osteoclastic metabolism of 25(OH)-vitamin D3 : a potential mechanism for optimization of bone resorption.  
Endocrinology 2010;**151**(10):4613-4625.

- 62. LEMKAMP M, FILIPPI A, BERNDT D et coll.**  
Possibilités de diagnostic par tomographie volumique numérisée.  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 2006;**116**(6):651-653.
- 63. LIN S, ZUKERMAN O, WEISS EI et coll.**  
Antibacterial efficacy of a new chlorhexidine slow-release device to desinfect dentinal tubules.  
J endod 2003;**29**(6):416-418.
- 64. LOW SB et MOTT A.**  
Laser technology to manage periodontal disease : A valid concept ?  
J Evid Based Dent Pract 2014;**14**:154-159.
- 65. MACRES C.**  
Résorptions pathologiques des dents permanentes évoluées.  
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22032 K10, 1990, **7**.
- 66. MADBU K. et UMADEVI P.**  
Digital and advanced imaging in endodontics : a review.  
J Endod 2007;**33**(1):1-6.
- 67. MAINI A, DURNING P et DRAGE N.**  
Resorption : within or without ? The benefit of cone-beam computed tomography when diagnosing a case of an internal/external resorption defect.  
Br Dent J 2008;**204**(3):135-137.
- 68. MARKUS HAAPASALO & UNNI ENDAL**  
Internal inflammatory root resorption : the unknown resorption of the tooth.  
Endod Topics 2006;**14**(1):60-79.
- 69. MAROT-NADEAU M et DEBLOCK L.**  
La croissance verticale alvéolaire et l'ankylose dentaire.  
Chir Dent Fr 2000;**1003**:116-120.
- 70. NEUVALD L et CONSOLARO A.**  
Cemento-enamel junction : microscopic analysis and external cervical resorption.  
J Endod 2000;**26**(9):503-508.

**71. NE R, WITHERSPOON DE et GUTMANN T et coll.**

Les résorptions dentaires.  
Clinic 2000;**21**:235-245.

**72. OLIJNYK M.**

Apport du CBCT dans la prise en charge des résorptions radiculaires.  
Rev Odontostomatol 2014;**43**(2):149-161.

**73. PARIROKH M, ARDJOMAND K et MANOCHEHRIFAR H.**

Artifacts in cone-beam computed tomography of a post and core restoration : a case report.  
Iran Endod J 2012;**7**(2):98-101.

**74. PATEL S et DAWOOD A.**

The use of cone beam computed tomography in the management of external cervical resorption lesions.  
Int Endod J 2007;**40**(9):730-737.

**75. PATEL S, DAWOOD A, FORD TP et coll.**

The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems.  
Int Endod J 2007;**40**(10):818-830.

**76. PATEL S, DAWOOD A, WILSON R et coll.**

The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an in vivo investigation.  
Int Endod J 2009;**42**(9):831-838.

**77. PATEL S, KANAGASINGAM S et PITT FORD T.**

External cervical resorption : a review.  
J Endod 2009;**35**(5):616-625.

**78. PERTOT WJ et DEJOU.**

Bone and root resorption : effects of the force developed during periodontal ligament injections in dogs.  
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992;**74**(3):357-365.

**79. PIETTE E et GOLDBERG M.**

La dent normale et pathologique.  
Bruxelles : De Boeck Université, 2001.

**80. POHL Y, FILIPPI A et KIRSCHNER H.**

Results after replantation of avulsed permanent teeth. I. Endodontic considerations.  
Dent Traumatol 2005;**21**(2):80-92.

**81. PONDER SN, BENAVIDES E, KAPILA S et coll.**

Quantification of external root resorption by low-vs high-resolution cone-beam computed tomography and periapical tomography : a volumetric and linear analysis.  
Am J Orthod Dentofac Orthop 2013;**143**(1):77-91.

**82. RAHUL M, VIJAY M et SHRADDHA K**

Internal resorption : A review and case report.  
Endodontology 2010;**22**(1):100-108.

**83. RAWLINSON A.**

Treatment of root and alveolar bone associated with bruxism.  
Br Dent J 1991;**170**(12):445-447.

**84. ROLLAND C, TROTEBAS O, BUKIET F et coll.**

Eclaircissement des dents dépulpées et résorption cervicale externe : comprendre pour mieux prévenir.  
Encycl Med Chir (Paris), Odontologie, 2005.

**85. SHOHA RR, DOWSON J et RICHARDS AG.**

Radiographic interpretation of experimentally produced bony lesions.  
Oral Surg 1974;**38**(2):294-303.

**86. SAINT PIERRE F.**

Les résorptions radiculaires.  
Rev Odontostomatol 1992;**21**(1):23-27.

**87. SALATINO G.**

Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption.

J Endod 2009;**35**(2):233-235.

**88. SANS AUTEUR.**

Carestream Dental.

<http://WWW.carestreamdental.com/fr>

**89. SANS AUTEUR.**

I-CAT.

<http://WWW.i-cat.com>

**90. SANS AUTEUR.**

MORITA.

<http://WWW.jmorita.de/fr>

**91. SANS AUTEUR.**

NewTom 3G.

<http://WWW.newtom.it/fr>

**92. SANS AUTEUR.**

PLANMECA.

<http://WWW.planmeca.com/fr>

**93. SANS AUTEUR.**

The Dental Trauma Guide.

<http://WWW.dentaltraumaguide.org>

**94. SANS AUTEUR.**

Tomographie volumique à faisceau conique de la face.

<http://WWW.etsad.fr>

**95. SANS AUTEUR.**

Vatech France.

<http://WWW.vatech-france.fr/imagerie-dentaire/>

**96. SCARFE WC et FARMAN AG.**

What is cone-beam CT and how does it work?

Dent Clin North Am 2008;**52**(4):707-730.

**97. SCARFE WC, FARMAN AG et SUKOVIC P.**

Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice.

J Can Dent Assoc 2006;**72**(1):75-80.

**98. SCARFE WC, LEVIN MD, GANE D et coll.**

Use of cone beam computed tomography in endodontics.

Int J Dent 2009;**10**:1155-1175.

**99. SCHULZE R, HEIL U, GROSS D et coll.**

Artefacts in CBCT : a review.

Dentomaxillofac Radiol 2011;**40**(5):265-273.

**100. SHANON PATEL, RICUCCI D, DURAK C et coll.**

Internal root resorption : a review.

J Endod 2010;**36**(7):1107-1121.

**101. SHAZA K. et JAMES K. HARTSFIELD.**

Orthodontics and external apical root resorption.

Semin Orthod 2007;**13**(4):246-256.

**102. TIEU LD, SALTAJI H, NORMANDO D et coll.**

Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division 1 malocclusion : a systematic review.

Prog Orthod 2014;**15**:48-61.

**103. TROPE M.**

Root resorption due to dental trauma.  
Endod Topics 2002;**1**(1):79-100.

**104. TYROVOLA JB, SPYROPOULOS MN, MAKOU M et coll.**

Root resorption and the OPG/RANKL/RANK system : a mini review.  
J Oral Sci 2008;**50**(4):364-376.

**105. VON ARX T, SCHAWALDER P, ACKERMANN M et coll.**

Human and feline invasive cervical resorptions : the missing link? Presentation of four cases.  
J Endod 2009;**35**(6):904-913.

**106. VON ARX T, CHAPPUIS V et HANNI S.**

Traumatologie des dents définitives 2è partie : Traitement des traumatismes de dislocation.  
Schweiz Monatsschr Zahnmed;**115**:1068-1073.

**107. WELTMANN B, VIG K, FIELDS HW et coll.**

Root resorption associated with orthodontic tooth movement : a systematic review.  
Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;**137**(4):462-476.



**GAMBERT (MARIE).** – Intérêts du Cone Beam Computed Tomography dans la prise en charge des résorptions radiculaires. – 91f. ; ill. ; tabl. ; 107 ref. ; 30 cm.  
(Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2015)

---

## **RESUME**

Les résorptions radiculaires pathologiques correspondent à la destruction des tissus durs de la dent, résultant de l'action de cellules de type clastique. Le diagnostic des résorptions radiculaires est très souvent tardif en raison de l'absence de signe clinique au stade initial. Le diagnostic précoce repose alors sur la radiographie. Cependant, les radiographies dites « classiques » rétro-alvéolaires et panoramiques, ont une précision limitée pouvant compromettre le diagnostic de ces lésions. Le Cone Beam Computed Tomography est un examen plus approfondi par l'acquisition numérisée du squelette maxillo-facial et la réalisation de coupes dans les trois dimensions de l'espace. Les objectifs de cette thèse étaient de démontrer comment le diagnostic, le traitement et le pronostic d'une résorption radiculaire sont aujourd'hui facilités grâce à l'imagerie tridimensionnelle.

---

**RUBRIQUE DE CLASSEMENT :** Odontologie-Endodontie

---

## **MOTS CLES MESH**

Tomodensitométrie à faisceau conique = Cone Beam Computed Tomographie

Résorption dentaire = Tooth resorption

Diagnostic = Diagnosis

Thérapeutique = Therapeutics

Pronostic = Prognosis

---

## **JURY**

Président : Professeur Fabienne PEREZ

Directeur : Docteur Alexis GAUDIN

Assesseur : Docteur Valérie ARMENGOL

Assesseur : Docteur Laure MERAMETDJIAN

---

## **ADRESSE DE L'AUTEUR**

111 rue Théodore Botrel -35500 Vitré

m.gambert@hotmail.fr