

**ANOMALIES DENTAIRES ET TRAITEMENTS ODF :  
INTÉRÊT DU CONE BEAM**

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT DE  
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*présentée  
et soutenue publiquement par*

**ROUDIER François**  
Né le 31 Mars 1988

le 28 septembre 2015 devant le jury ci-dessous :

Président : Madame le Professeur Brigitte ALLIOT-LICHT

Assesseur : Monsieur le Docteur Laurent DEUMIER

Directeurs de thèse : Madame Madline HOUCHMAND-CUNY  
Madame Serena LOPEZ-CAZAUX

<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 STRUILLLOU 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

**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.**

**A Madame le Professeur Brigitte ALLIOT-LICHT,**

Professeur des Universités,

Docteur de l'Université de Nantes,

Praticien hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherches Dentaires,

Habilitée à diriger des recherches,

Chef du département de Sciences biologiques.

- NANTES -

*Qui m'a fait l'honneur de présider ce jury,*

*Pour votre gentillesse, votre bienveillance et votre soutien,*

*Veillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements et de mon profond respect.*

**A Madame le Docteur Madline HOUCHMAND-CUNY,**

Maître de conférences des Universités,

Praticien hospitalier des centres de soins, d'enseignement et de Recherches Dentaires,

Département d'Orthopédie Dento Faciale.

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur de m'accorder votre confiance en dirigeant cette thèse,*

*Pour votre disponibilité et l'intérêt que vous y avez apporté,*

*Avec tous mes remerciements et ma sincère reconnaissance.*

**A Madame le Docteur Serena LOPEZ-CAZAUX**

Maître de Conférences des Universités,  
Docteur de Docteur de l'Université de Nantes,  
Praticien hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherches Dentaires,  
Département de Pédodontie.

- NANTES -

*Pour avoir accepté de diriger cette thèse,  
Je vous remercie de l'intérêt que vous avez porté à mon travail,  
Votre énergie, votre patience, votre disponibilité m'ont grandement aidé à accomplir ce  
travail,  
Recevez ici toute ma reconnaissance et l'expression de mon plus grand respect.*

**A Monsieur le Docteur Laurent DEUMIER**

Assistant Hospitalier Universitaire,  
Ancien interne du CHU de Nantes,  
Département d'Orthopédie Dento Faciale.

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur de faire partie de ce jury,  
Pour les précieux conseils que vous m'avez prodigués durant la préparation de mon internat,  
Veuillez recevoir ici l'expression de mon plus grand respect et de ma plus profonde estime.*

## Table des matières

Introduction.....	10
I. Principe du cone beam.....	11
I.1. Définitions .....	11
I.2. Historique.....	11
I.3. Principes de fonctionnement lors de son utilisation en Odontostomatologie .....	12
I.4. Critères de qualité des appareils utilisés.....	13
I.4.1. Champ de vue .....	14
I.4.2. Matrice de reconstruction .....	15
I.4.3. Résolution spatiale.....	15
I.4.4. Résolution en contraste.....	16
I.4.5. Artéfacts.....	17
I.5. Avantages et inconvénients.....	18
I.6. Indications.....	19
I.7. Cone beam et radioprotection.....	20
I.8. Cotation CCAM.....	22
II. Intérêts du Cone Beam dans la phase diagnostique et de planification thérapeutique	
24	
II.1. Examen clinique et diagnostic des anomalies dentaires .....	24
II.2. Principales anomalies dentaires : apport du cone beam.....	25
II.2.1. Anomalies morphologiques .....	25
II.2.1.1. Fusion et gémation dentaire .....	25
II.2.1.1.1. Gémation .....	25

II.2.1.1.2. Fusion .....	28
II.2.1.3. Invagination dentaire.....	29
II.2.1.4. Evagination dentaire .....	32
II.2.1.5. Dilacération corono-radicaire .....	35
II.2.2. Anomalies de nombre.....	36
II.2.2.1. Agénésies .....	36
II.2.2.2. Dents surnuméraires.....	39
II.2.3. Anomalie d'éruption.....	41
II.2.3.1. Dents incluses .....	41
II.2.3.2. Transpositions dentaires.....	43
II.3. Place du Cone Beam dans le diagnostic en ODF .....	45
II.3.1. Intérêts et limites des clichés radiologiques de première intention.....	45
II.3.1.1. Orthopantomogramme .....	45
II.3.1.2. Téléradiographie.....	46
II.3.1.2.1. De profil et de face.....	46
II.3.1.2.2. Basale.....	48
II.3.2. Intérêts et limites des examens complémentaires de deuxième intention.....	48
II.3.2.1. Le cliché rétro alvéolaire .....	48
II.3.2.2. Le cliché occlusal.....	49
II.3.2.3. L'incidence de Schuller.....	50
II.3.3. Apport du cone beam dans le diagnostic orthodontique et l'établissement du plan de traitement.....	50

II.3.3.1. Céphalométrie tridimensionnelle : principe de réalisation de la principale analyse utilisable.....	50
II.3.3.2. Pathologies de l'Articulation Temporo-Mandibulaire.....	53
II.3.3.3. Stratégie thérapeutique pour la mise en place de dents incluses ou transposées.....	55
II.3.3.4. Aide décisionnelle pour le nivellement des dents dilacérées.....	57
III. Intérêts du Cone Beam pendant et après traitements ODF .....	61
III.1. Le recalage tridimensionnel ou superpositions en trois dimensions.....	61
III.1.1. Intérêt des superpositions .....	61
III.1.2. Limites des superpositions bidimensionnelles et apport du cone beam dans les superpositions tridimensionnelles .....	61
III.2. Résorptions radiculaires pathologiques.....	63
III.3. Chirurgie orthognatique.....	64
III.4. Positionnement des minivis orthodontiques.....	66
III.5. Déhiscences et fenestrations osseuses.....	68
Conclusion .....	71

## **Introduction**

L'imagerie en Odontologie est un outil essentiel pour poser un diagnostic et orienter la thérapeutique. Depuis plusieurs années, l'essor d'une nouvelle technique, le cone beam, plus communément appelé CBCT (Cone Beam Computed Tomography) ou tomographie volumique à faisceau conique, a révolutionné l'imagerie dento-maxillaire. Il permet l'acquisition et la réalisation de coupes dans les trois plans de l'espace tout en étant très économe en irradiation. Ses indications sont multiples et permettent une prise en charge pluridisciplinaire du patient

Le cone beam est aujourd'hui devenu un outil de communication révolutionnaire ; il facilite le dialogue entre patients et confrères, grâce à des informations précises et plus détaillées.

Cette thèse a pour but de faire un point sur l'utilisation du CBCT.

Dans une première partie nous allons faire quelques rappels sur, son principe général de fonctionnement en odontologie, les critères de qualité des différents appareils utilisés, les principaux avantages et inconvénients, ses indications et ses possibles prises en charge.

Puis, nous allons montrer l'intérêt particulier du cone beam dans la phase diagnostique, l'établissement du plan de traitement et de décision thérapeutique concernant les anomalies dentaires et en ODF. Il sera précisé l'intérêt et les limites des examens radiologiques habituellement réalisés.

Dans une dernière partie, nous allons évoquer l'avancée considérable que constitue le cone beam pendant et après le traitement en ODF.

## **I. Principe du cone beam**

### **I.1. Définitions**

Le cone beam ou CBCT (Cone Beam Computerized Tomography), Tomographie Volumique à Faisceau Conique de la face permet de donner une image de coupe selon un plan horizontal vertical ou oblique. (19)

Comme son nom l'indique, il utilise un faisceau dont les rayons X sont divergents et forment un cône, ce qui permet en une seule révolution de balayer l'ensemble du volume à examiner et d'obtenir les mêmes résultats qu'avec un panoramique dentaire et un scanner et ce avec une irradiation moindre. (20)

De plus, il présente l'intérêt de pouvoir effectuer une reconstitution numérique, permettant de visualiser l'ensemble de la mandibule et du maxillaire en 3 dimensions.

### **I.2. Historique**

Le scanner Rayons X (Rx) a été inventé par G.H Hounsfield et A.M Cormack en 1972. (23)

Son utilisation repose sur le théorème inventé en 1917 par Johann Radon, portant son nom, qui démontre qu'il est possible de reconstruire un objet à partir d'un ensemble de projections.

L'outil informatique signe l'acte de naissance de l'imagerie médicale, le scanner annonçant la numérisation de l'image dentaire conventionnelle que Francis Mouyen apportera à l'odontologie en 1982. (23)

Dans les années 1990, deux équipes italiennes et japonaises travaillent séparément sur un même concept d'appareil d'imagerie en odontostomatologie : la Tomographie

Volumique Numérisée à Faisceau Conique. Le cone beam contrairement au scanner qui utilise un faisceau de rayon X mince, travaille sur un faisceau ouvert, le plus souvent conique. Il a l'avantage d'être moins irradiant que le scanner tout en étant au moins équivalent dans la résolution de l'image. (19)

### **I.3. Principes de fonctionnement lors de son utilisation en Odontostomatologie**

Le faisceau conique de Rx, en traversant l'objet à analyser, est atténué puis décrypté par un système de détection. En fonction du type d'appareil utilisé, ce système de détection tourne autour du sujet de 180° à 360° prenant des centaines de prises de vues, clichés et projections dans tous les plans de l'espace transmis. (42)

Ces images sont ensuite recrées par ordinateur, permettant la reconstruction d'un cylindre contenant l'objet à étudier. (42)

Le volume de l'image étudié est composé de voxels qui est un pixel en trois dimensions (3D). On dit alors que le cone beam produit des coupes deux dimensions (2D) à partir d'une acquisition 3D alors que le scanner obtient un volume à partir de coupe 2D. (12,46)

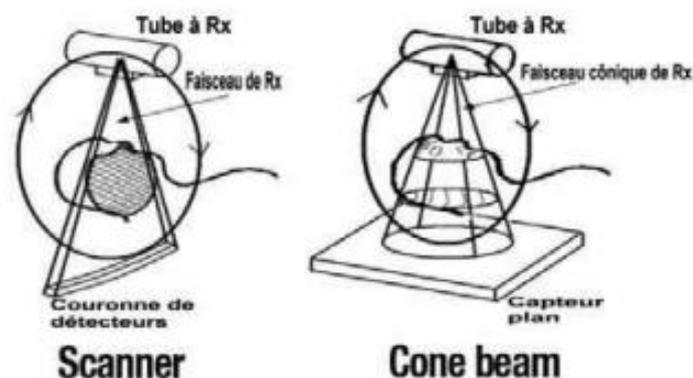


Figure 1 : Principes comparés du scanner et du Cone Beam (12)

L'unité de mesure utilisée est le micromètre ( $\mu\text{m}$ ); chaque voxel obtenu mesurant entre 70 et 500  $\mu\text{m}$  de côté. (12)

En imagerie cone beam, les voxels obtenus sont dits isométriques, c'est-à-dire que chacun de leur côté sont de même dimension, et donc cubique. Cela comporte un avantage sur les scanners qui ont des voxels parallélépipèdique, anisométriques, ce qui entraîne une déformation lors de la reconstruction. (12,46)

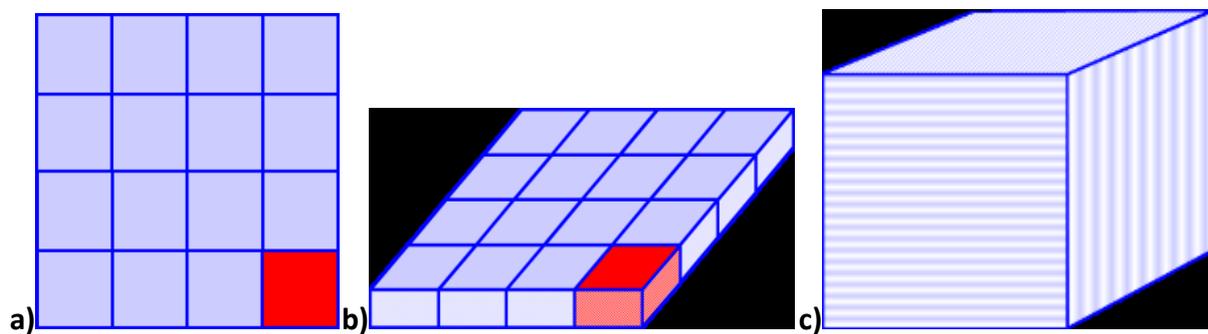


Figure 2 : a) En 2D, pixel ; b) En 3D, voxel ; c) un voxel isotrope, cubique

Certains scanner de nouvelles générations permettent d'obtenir ces voxels cubiques mais au dépend d'une augmentation de la dose délivrée. (12)

#### **I.4. Critères de qualité des appareils utilisés**

Il existe un grand nombre de cone beam disponibles sur le marché avec des caractéristiques techniques souvent très différentes. (24,46)

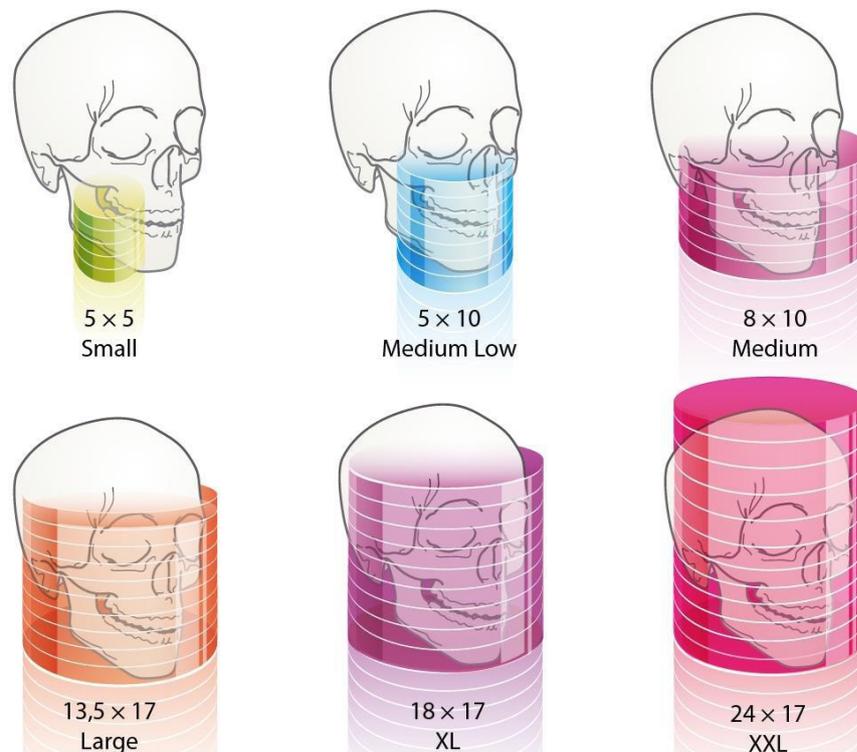
C'est la raison pour laquelle on dit couramment qu'il n'y a pas un cone beam mais des cone beam. (19)

Plusieurs caractéristiques de qualité permettent de définir les appareils utilisés.

### 1.4.1. Champ de vue

Le champ de vue est défini lors de l'acquisition et choisi en fonction de l'étude envisagée. (12)

Il existe des appareils à petits champs, de 4 à 8 cm, champs moyens de 9 à 14 cm ou grands champs de 15 à 30 cm. La plupart des appareils de dernière génération proposent le choix de champs multiples avec voxels de taille variable et la possibilité de sélectionner une résolution standard ou haute par type de champ. (12)



**Figure 3 : Champs de vue proposés par le Cone Beam Scanora 3Dx couvrant l'ensemble des besoins en exploration 3D. (12)**

#### 1.4.2. Matrice de reconstruction

La norme de la matrice de reconstruction est aujourd'hui de 512 x 512 pixels. Elle pouvait être plus petite avec les appareils de première génération (allant de 300 x 300 à 500 x 500 pixels) et tant à aller vers des résolutions de 1024 x 1024 pixels sur les appareils les plus récents. (12)

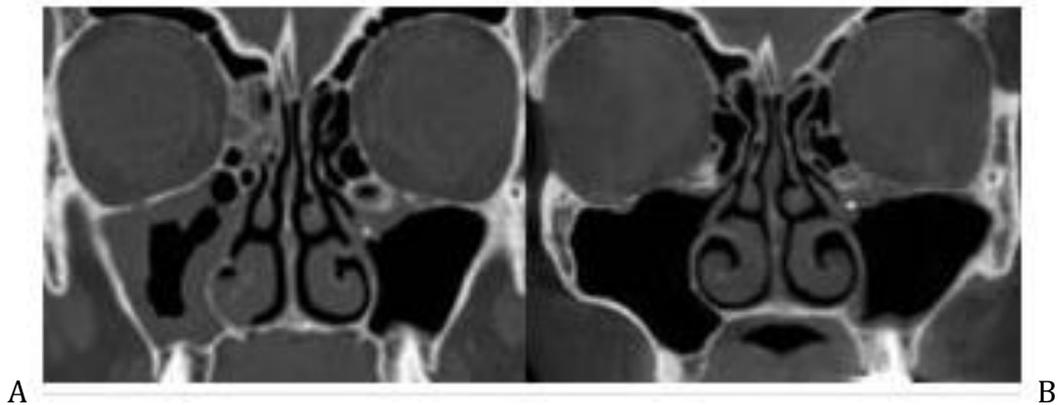
#### 1.4.3. Résolution spatiale

La résolution spatiale (ou définition) est la capacité d'un système à différencier deux structures rapprochées, et donc la distance en dessous de laquelle le cone beam ne peut différencier deux points. (12,22)

Divers réglages permettent de l'améliorer :

- Pour des voxels de taille réduite : diminuer la taille du champ de vue et/ou augmenter la taille de la matrice,
- Augmenter la tension,
- Diminuer l'épaisseur des reconstructions.

Avec le cone beam, le volume est isotrope (voxels cubiques); les reconstructions axiales, sagittales ou coronales ont la même résolution spatiale quelle que soit leur orientation. Avec le scanner, au volume anisotrope, les reconstructions sagittales ou coronales sont affectées d'une moindre résolution spatiale que les coupes natives (axiales). (22)



**Figure 4 : Comparaison entre un cone beam (A) et scanner hélicoïdale (B). Il s'agit du même patient présentant un corps étranger au niveau des cornets à quelques semaines d'intervalle après traitement. La résolution spatiale du cone beam est supérieure (cellules ethmoïdales, crista galli...). (32)**

L'étude des tissus durs (os et dents) grâce au cone beam, apporte des informations plus précises.

#### 1.4.4. Résolution en contraste

La résolution en contraste (ou en densité) est caractérisée par la capacité d'un système à discerner deux structures de densités rapprochées. (12)

Afin d'améliorer « potentiellement » la résolution en densité, en augmentant le rapport signal sur bruit, (indicateur de la qualité de transmission d'une information), différentes actions peuvent être réalisées :

- Augmenter l'épaisseur des reconstructions,
- Augmenter l'intensité du signal et par conséquent la dose d'irradiation,
- Augmenter le champ de vu et/ou diminuer la taille de la matrice.

Les caractéristiques de résolution en contraste du cone beam étant plus faibles que le scanner, l'étude des tissus mous reste limitée et réservée à ce dernier. Toutefois, cela tend à s'améliorer avec les appareils de nouvelles générations. (22)

#### 1.4.5. Artéfacts

Les artéfacts sont responsables de fausses images qui peuvent nuire à l'interprétation. (14)

Les artéfacts métalliques apparaissent lorsque le faisceau de rayons X rencontre des transitions trop abruptes de densité dans le volume exploré, par exemple, des couronnes métalliques, des brackets orthodontiques... (14).

Une étude récente de HISCHINGER et coll en 2015 a montré que les artéfacts métalliques seraient moins importants sur les appareils cone beam que sur les scanners traditionnels. (45)



**Figure 5 : Comparaison des artéfacts métalliques induits, chez un même sujet, par le scanner Rx lightSpeed™ GEMS à gauche et le cone beam 3D Accuitomo™ à droite, moins important pour ce dernier. (19)**

En revanche, l'image issue du cone beam est plus exposée aux artéfacts cinétiques des patients qui ne respectent ou ne peuvent respecter la consigne d'immobilité requise pendant le temps de rotation de l'appareil. En effet, leur vitesse d'acquisition est plus lente que celle des scanners multibarrettes. (19)

## **I.5. Avantages et inconvénients**

Avantages :

- La dosimétrie du cone beam est nettement inférieure à celle de la tomodynamométrie conventionnelle pour une qualité d'image équivalente voir supérieure. (22,82)
- Le cone beam est un véritable outil de communications inter disciplinaire, ainsi qu'avec le patient. Il permet d'expliquer et de valider le plan de traitement. (61)
- Les voxels isométriques apportent une meilleure résolution spatiale que le scanner Rx. (19)

Inconvénients :

- Dû à son manque de contraste, le cone beam reste médiocre pour l'exploration des parties molles, qui restent du domaine du scanner et/ou de l'IRM. (19)
- Le coût reste très élevé et varie de 80 000 euros pour les appareils à petits champs, à plus de 200 000 euros pour un cone beam à champ d'exploration modulable. (19)

## **I.6. Indications**

En 2009 la Haute Autorité de Santé (HAS) publie les principales indications pour l'utilisation du cone beam. (44)

« Sous réserve de justification, l'imagerie cone beam peut être indiquée dans les pathologies suivantes:

- Fractures et tumeurs osseuses : identification et planifications opératoires,
- Dents incluses ou ectopiques : localisation, objectivation des structures avoisinants les organes dentaires et des résorptions potentielles des dents adjacentes, planification des avulsions chirurgicales (troisième molaire inférieure, canine incluse maxillaire par ex),
- Dymorphoses maxillo-faciales, fente palatine : bilan et planification d'un futur traitement chirurgical voire orthodontique,
- Lésions de l'ATM : diagnostic de lésions articulaires inflammatoires, tumorales, dégénératives ou traumatiques ou anomalies liées à des malformations (agénésies, dysplasies ou hyperplasies condyliennes),
- Agénésies, édentement : bilan pré-implantaire,
- Pathologies dentaires traumatiques, endodontiques, parodontales : diagnostic et planification opératoire dans des cas sélectionnés,
- Exploration ORL des sinus voire des oreilles moyennes.

La technique cone beam, du fait de sa moindre irradiation, présenterait un intérêt tout particulier chez l'enfant et le jeune adulte.

La mesure des densités et l'exploration des tissus mous est à réserver au scanner : bilan de greffes, pathologie tumorale, kystique, traumatique associant les parties molles. »

## **I.7. Cone beam et radioprotection**

L'utilisation des rayons X en imagerie diagnostique suscite, chez les patients comme les praticiens, de nombreuses interrogations.

Depuis les années 2000, les Directives Européennes Euratom 97/43 et 96/29 relatives à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales, est retranscrite dans la législation nationale et applicable en France. (21)

Ainsi, tout praticien utilisateur de rayons ionisants est soumis aux principes suivants : (9)

- *Optimisation* des expositions aux rayonnements au niveau le plus faible possible,
- *Justification* des actes comportant un risque d'exposition à des rayonnements ionisants, et ceux pour chaque patient,
- *Limitation* des doses d'exposition individuelle à ces rayonnements.

Ces trois principes fondamentaux font référence au principe général de précaution « ALARA » pour « As Low As Reasonably Achievable » : aussi bas que raisonnablement possible.

Théoriquement, le cone beam présente, par rapport au scanner, l'intérêt d'une moindre irradiation. En pratique, ceci dépend d'une part de l'appareil considéré et d'autre part du protocole, ainsi que du type de scanner envisagé. (13)

Lors du 13<sup>ème</sup> Congrès international de radiologie dento-maxillo-faciale de Glasgow en août 2001, S.D BIANCHI a comparé la dosimétrie de 3 techniques (SCT : scanner Rx ; CT : tomographie spiralée (Scanora®) ; cone beam (NewTom 9000™) sur 6 patients différents avec 3 évaluations maxillaires et 3 mandibulaires. (19)

Dans tous les cas, le scanner Rx délivre la plus forte dose, suivi par la tomographie conventionnelle. Le cone beam délivre la plus faible dose. (15,19)

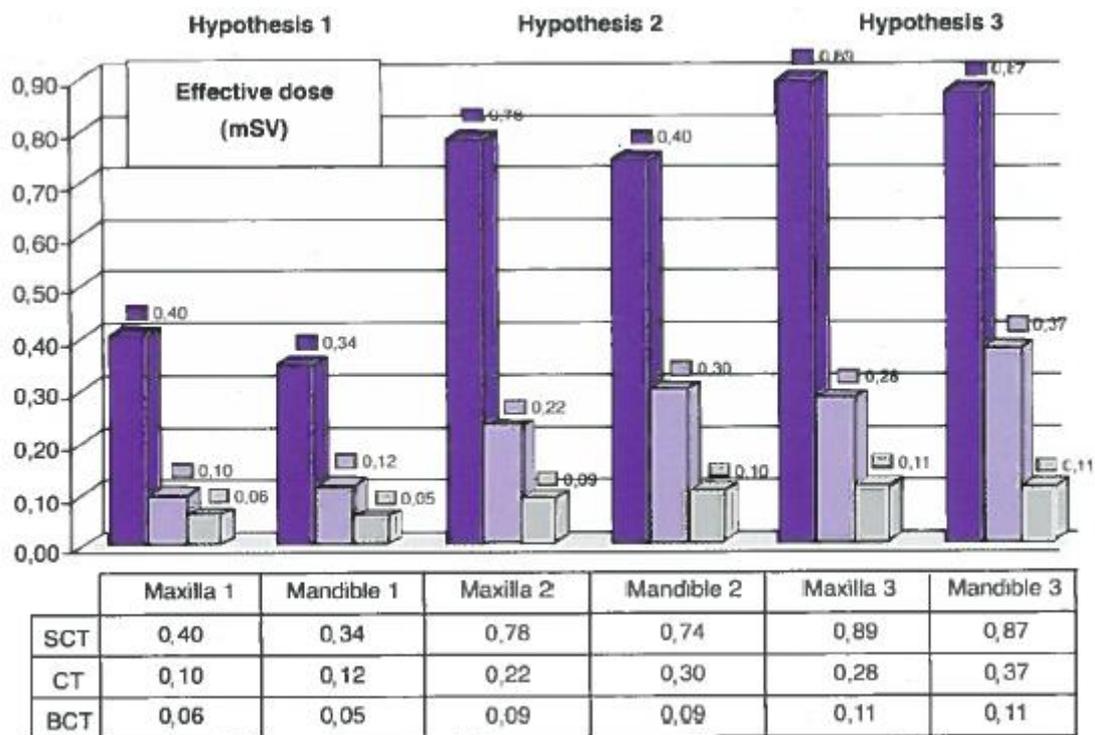


Figure 6 : Dosimétrie comparée entre un scanner Rx (SCT) ; une tomographie spiralée (CT) (Scanora®) ; un cone beam (NewTom 9000™). (19)

Même s'il est indispensable de respecter le principe de précaution, celui-ci ne doit pas se faire au détriment d'une prise en charge optimal du patient. Il est en effet important de rappeler qu'une dose efficace de 20 micro Sievert ( $\mu\text{Sv}$ ) (dose moyenne d'un orthopantomogramme) correspond à 3 jours d'irradiation naturelle, 6h en avion ou de séjour à 3000 mètre d'altitude. (13)

Concernant le cone beam, la dose délivrée varie beaucoup en fonction du type d'appareil considéré. (22)

Pour les appareils à champ d'exploration modulable de dernière génération, elle varie de  $30\mu\text{Sv}$  (fonction petit champ) à parfois plus de  $150\mu\text{Sv}$  (fonction grand champ). (12)

Elle reste cependant 1,5 à 12 fois inférieure à celle délivrée par un scanner traditionnel. (22)

### **I.8. Cotation CCAM**

La possibilité de coter des examens tomographiques a subi de nombreuses hésitations de la part de la Caisse Nationale d'Assurance Maladie, voici les cotations possibles définies par la Classification Commune des Actes Médicaux. (8,73)

**Libellé : Radiographie volumique par faisceau conique du maxillaire, de la mandibule et/ou d'arcade dentaire (LAQK027)**

#### **Note : Acte remboursable**

- Indication : évaluation diagnostique et/ou préopératoire :
  - d'atypie anatomique en endodontie,
  - de pathologie maxillomandibulaire et/ou dentoalvéolaire,
  - de pathologie osseuse de l'articulation temporomandibulaire dans les situations où les informations indispensables n'ont pas été apportées par l'examen clinique et la radiographie,
  - ne peut pas être coté lors du bilan implantaire ou de la pose d'implant intrabuccal, en dehors de sa réalisation pour prise en charge diagnostique et thérapeutique :
    - d'agénésies dentaires multiples liées à une maladie rare prise en charge par l'assurance maladie.
    - des séquelles d'une tumeur de la cavité buccale ou des maxillaires.

**Prix de l'acte : 72,66€**

Toutes les indications du cone beam précédemment vues et préconisées par la HAS, ne se retrouvent pas dans cette prise en charge : l'orthodontie, le bilan pré implantaire (excepté la condition ci-dessus) en sont des exemples.

## **II. Intérêts du Cone Beam dans la phase diagnostique et de planification thérapeutique**

### **II.1. Examen clinique et diagnostic des anomalies dentaires**

Selon GYSEL : l'anomalie dentaire est caractérisée par : « toute altération de l'aspect externe, de la structure interne ou de la topographie d'une ou plusieurs dents, résultant d'un trouble quelconque survenu au cours du développement de la denture ». (39)

Le diagnostic positif des anomalies dentaires ne peut être posé qu'après le recueil d'informations lors de l'anamnèse, de l'examen clinique et ne pourra souvent être confirmé qu'après réalisation d'un examen radiologique.

L'orthopantomogramme, considéré comme examen de débrouillage et les clichés rétro alvéolaires, plus précis, sont les examens de première intention de référence. Cependant, ces clichés sont des examens en 2D, qui veulent obtenir des informations de régions anatomiques en 3D ce qui entraîne inéluctablement des superpositions. (29)

Les radiographies classiques sont également soumises aux déformations et à un taux d'agrandissement qui varie en fonction de la distance source-objet ou objet-récepteur. (47)

Le cone beam permet de s'affranchir des limites précédemment citées en restituant les images 1/1, sans superposition, dans les 3 plans de l'espace. (19)

## **II.2. Principales anomalies dentaires : apport du cone beam**

### **II.2.1. Anomalies morphologiques**

Les anomalies morphologiques sont des dysmorphies rassemblant à la fois les anomalies de taille et de forme.

#### **II.2.1.1. Fusion et gémiation dentaire**

Le distinguo entre fusion et gémiation est très souvent difficile à effectuer, c'est pourquoi certains auteurs parlent de dent double pour décrire ces anomalies morphologiques. (64)

##### **II.2.1.1.1. Gémiation**

La gémiation constitue une division souvent avortée d'un germe dentaire. Elle affecte plus souvent la denture temporaire que la denture définitive. (67)

A l'examen clinique on observera, généralement, une simple encoche. (67)



**Figure 7 : Gémiation partielle d'une incisive centrale temporaire. (67)**



**Figure 8 : Radiographie rétro alvéolaire montrant une incisive centrale surnuméraire présentant une gémation partielle. (67)**

✓ Apport du cone beam

Le cone beam permettra de s'affranchir des limites des examens radiologiques en 2D, qui visualisent pourtant des régions anatomiques en 3D, permettant ainsi d'éliminer toute superposition. (29)

Il permettra d'établir le diagnostic positif et parfois différentiel entre fusion et gémation, de préciser la morphologie, la topographie, et l'accessibilité des canaux. (35)

Grâce à ce gain de précision, le praticien choisira la thérapeutique la mieux adaptée, allant de l'abstention thérapeutique à la prise en charge pluridisciplinaire complexe (endodontique, chirurgicale, orthodontique...) et ce de façon individualisé. De plus, la reconstruction en 3D apporte un support visuel clair aidant à expliquer et informer le patient. (35, 74, 81)

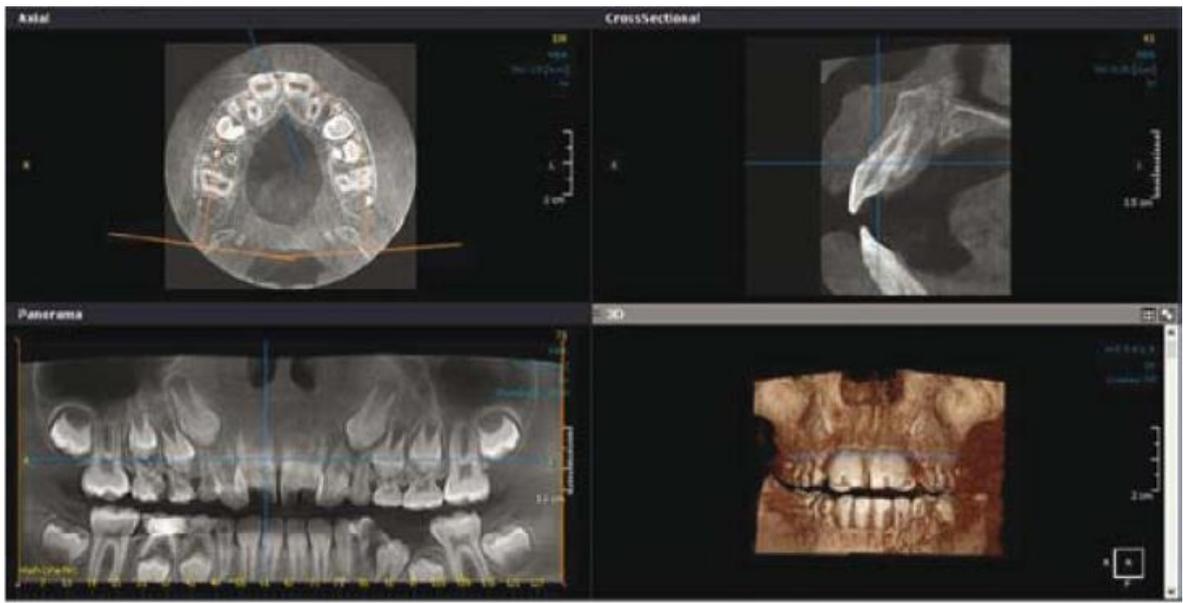


Figure 9 : CBCT d'une incisive centrale présentant une gémation en vue panoramique, coupe transversale, axiale, et reconstruit en 3D. (30)

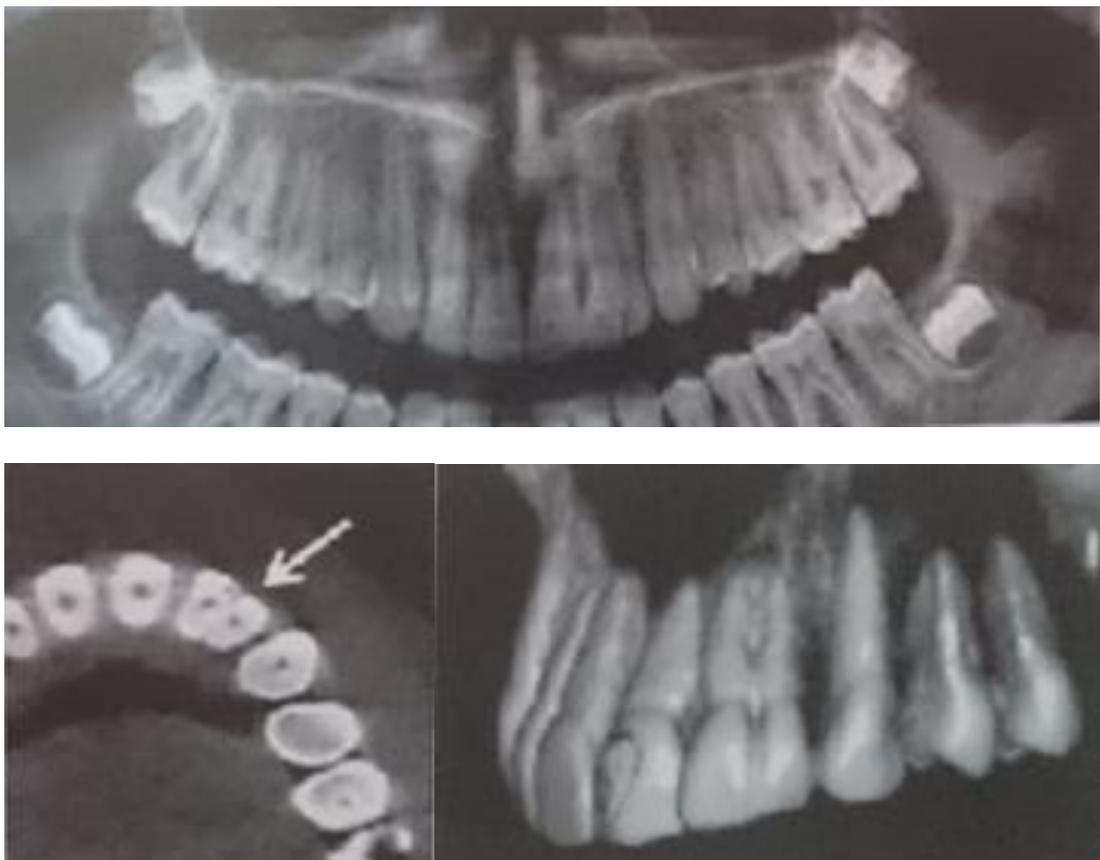


Figure 10 : Dent double au niveau de la 22 : le CBCT permet de visualiser deux canaux radiculaires distincts. (19)

### II.2.1.1.2. Fusion

Il s'agit de l'union de deux germes dentaires, de morphologie parfois identique ou répondant aux critères anatomiques d'une même série. La fusion a lieu le plus souvent entre une dent normale et une dent surnuméraire. (41,51, 81)

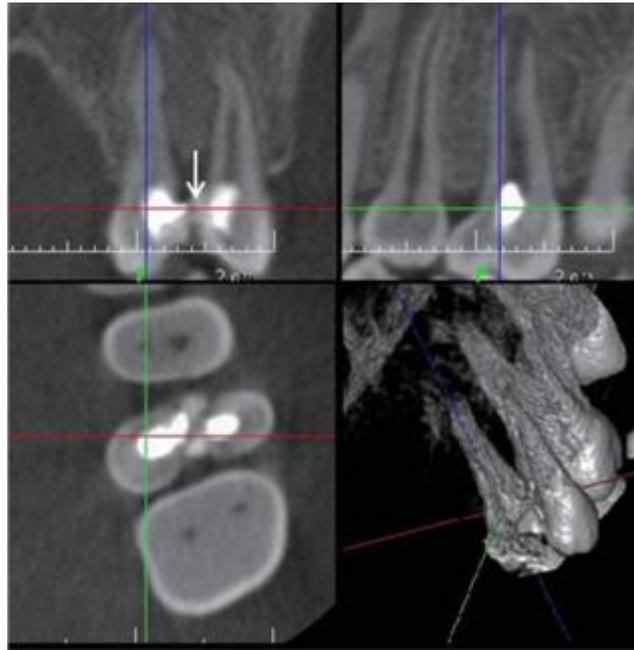


**Figure 11 : (a) Fusion entre une seconde prémolaire maxillaire gauche et une dent surnuméraire ;(b) l'astérisque nous indique les dents fusionnées;(c) la radiographie rétro alvéolaire nous montre la morphologie coronaire anormale de la 25 fusionnée avec la dent surnuméraire. (27)**

#### ✓ Apport du cone beam

De même que précédemment, l'imagerie en 3D permettra d'affiner le diagnostic en précisant la morphologie radiculaire, l'anatomie canalaire, amenant une aide précieuse pour la décision thérapeutique. (29, 35)

Dans le cas où une hémisection est indiquée et choisie, le cone beam guidera le geste du clinicien évitant ainsi une effraction pulpaire, ou lui permettant de la situer et de la gérer. (50)



**Figure 12 : Cone beam d'une fusion entre une dent surnuméraire et une seconde prémolaire (flèche blanche) ainsi que la séparation complète des cavités pulpaire de chaque dent. (27)**

Dans le cas présenté dans la figure 12, le cone beam a permis de confirmer le diagnostic de fusion. La flèche blanche nous montre la continuité entre la deuxième prémolaire et la dent surnuméraire ainsi que la séparation entre les deux cavités restauratrices. (27)

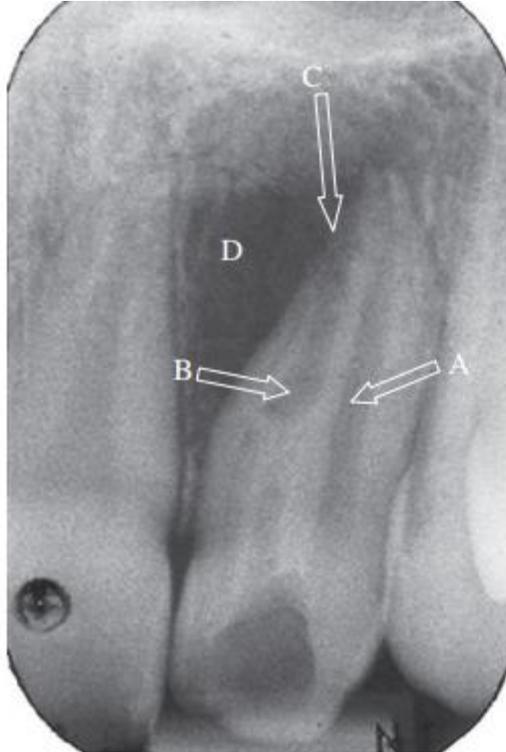
La séparation et le traitement endodontique des deux éléments ont pu être planifiés. (27)

### **II.2.1.3. Invagination dentaire**

La dent invaginée (dens invaginatus, dens in dente) est une anomalie morphologique résultant d'une invagination partielle, de profondeur variable, de l'organe de l'émail. (37, 70)

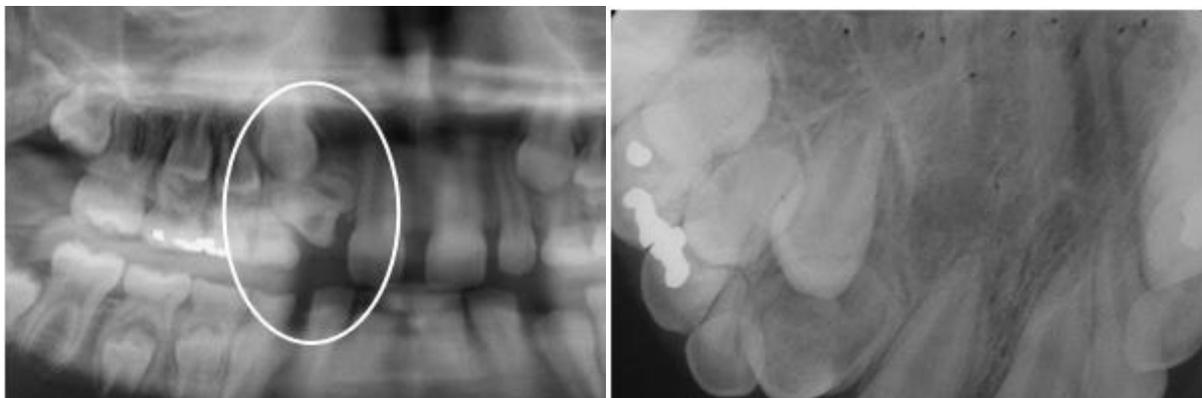
La prévalence de cette anomalie est comprise entre 1,3 et 9,6% de la population et implique le plus souvent les incisives latérales supérieures. (37, 40, 84)

Une anatomie coronaire particulière peut alors être observée, avec parfois une accentuation du puits cingulaire ou du sommet de la cuspidé, mais l'examen clinique peut n'apporter aucun signe particulier. (66)



**Figure 13 : Radiographie rétro alvéolaire d'une incisive latérale maxillaire invaginée. Notez en (A) le canal pulpaire avec en (B) l'ouverture d'un autre canal dans le ligament créant en (C) une radio-clarté péri-apicale. (3)**

S'il s'agit d'invaginations importantes, la dent est souvent en forme de tonneau ou de cône; elles sont alors fréquemment accompagnées d'anomalie d'éruption. (71)



**Figure 14 : Radiographie panoramique et occlusale montrant une dent invaginée au niveau de la 12. (6)**

✓ Apport du cone beam

Il permettra de déterminer dans les trois dimensions de l'espace, les anomalies radiculaires associées, les contacts pariétaux de l'invagination avec le reste de la dent, le niveau de maturation de l'apex et la présence ou non d'une lésion péri-apicale. (10,48)

Lorsque le diagnostic de dens in dente a été réalisé, celui-ci peut également inclure la mise en évidence d'une pathologie pulpaire : nécrosée partiellement avec une partie encore vivante, ou totalement avec ou sans complication apicale, présence d'une racine immature associée à un apex ouvert ou non, résorption interne associée, quantité de destruction osseuse... (10,48)

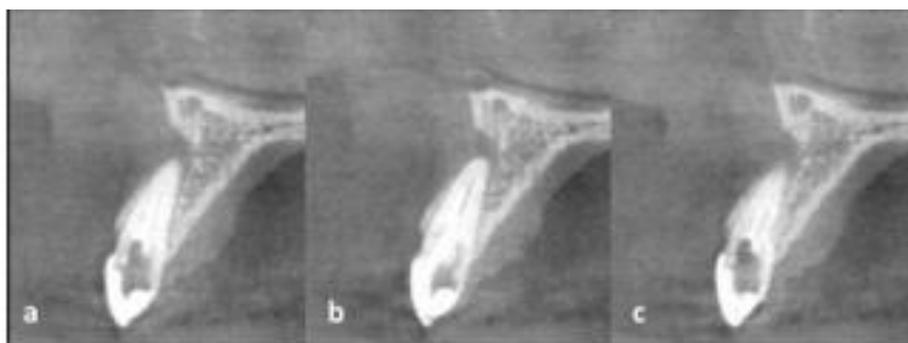


Figure 15 : Coupe coronal d'un cone beam montrant une chambre pulpaire volumineuse. (70)



Figure 16 : Reconstruction 3D dans laquelle on peut objectiver la destruction osseuse. (70)

BAL S. a proposé un arbre décisionnel pour la prise en charge des invaginations dentaires. Le CBCT y est évoqué. (10)

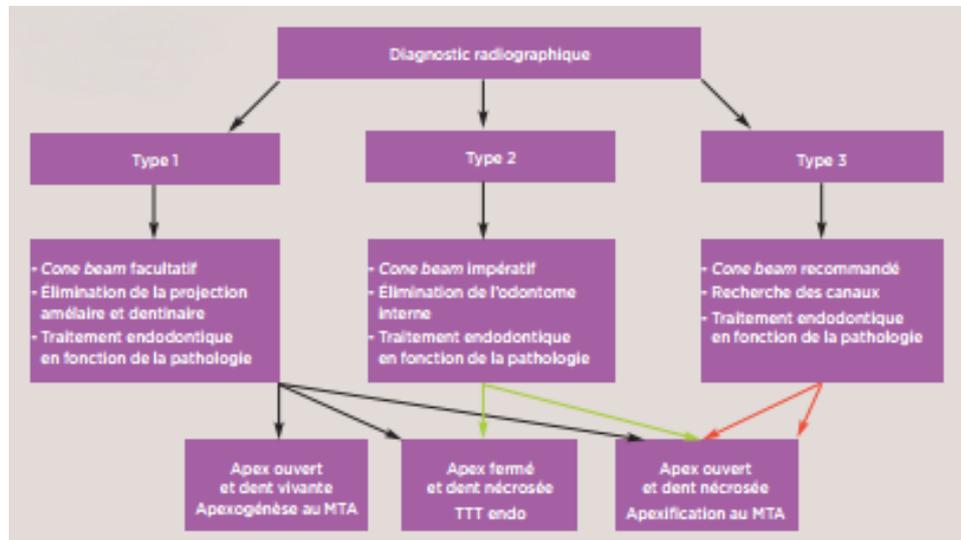


Figure 17 : Arbre décisionnel de traitement des dents in dents selon la classification d'Oehlers en 1957. **Type 1** : l'invagination se terminant en cul-de-sac, confinée à la couronne ; **Type 2** : la dent invaginée s'étend en dessous de la jonction amélo-cémentaire mais finit en cul-de-sac ; **Type 3** : l'invagination s'étend dans la racine et débouche de façon latérale sur l'une des parois radiculaire au niveau apical en créant un second foramen. (10)

L'image en 3D aidera à définir une stratégie de traitement : élimination totale, partielle ou « contournement » de l'invagination. (10,48)

#### II.2.1.4. Evagination dentaire

La dent évaginée correspond à une anomalie de développement liée à une évagination de la couche épithéliale interne. (67)

Les deuxièmes prémolaires mandibulaires et les incisives maxillaires sont les plus fréquemment atteintes. (67)



**Figure 18 : Vue occlusale d'une évagination palatine sur 11. (34)**



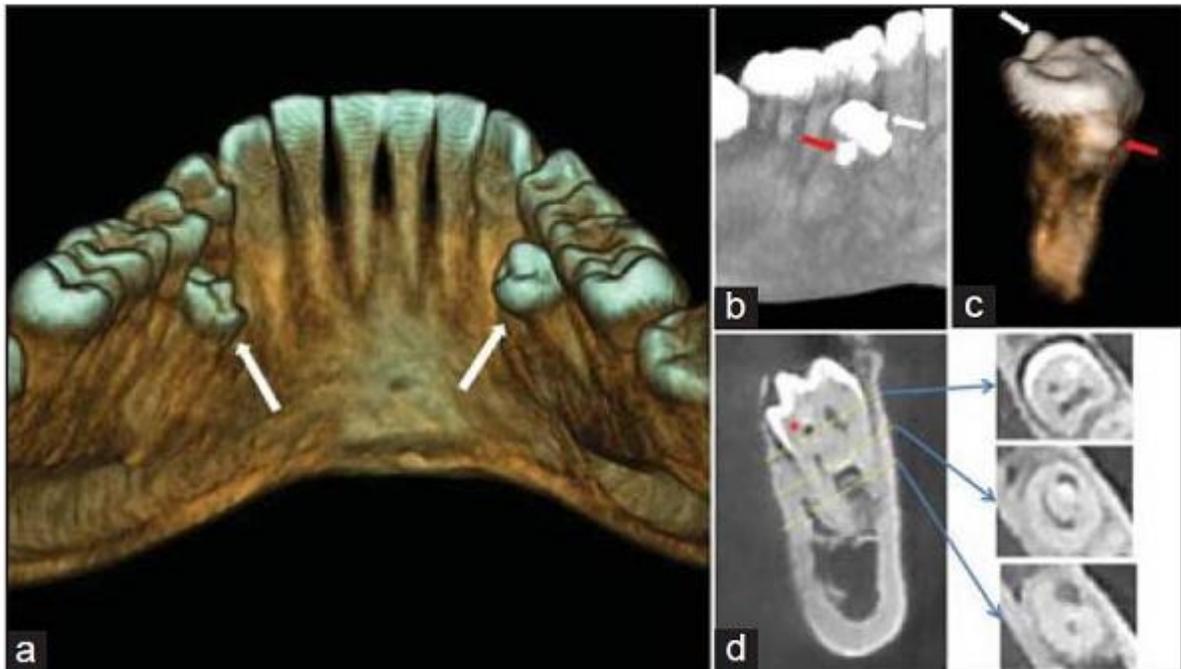
**Figure 19 : Radiographie rétro alvéolaire montrant la présence d'émail, de dentine et d'une corne pulpaire au niveau de l'évagination palatine. (34)**

✓ Apport du cone beam :

Bien qu'il soit plus facile cliniquement de suspecter la présence d'une évagination dentaire que d'une invagination, le cone beam permettra d'effectuer une analyse morphologique et topographique précise de l'anomalie. (72)

Grâce à la combinaison des coupes axiales, sagittales et coronales, le cone beam nous permet de supprimer toute superposition de structure anatomique et ainsi de visualiser ou non, la présence d'extension pulpaire, guidant ainsi le choix thérapeutique : abstention, meulage sélectif associé ou non à un traitement endodontique. (72)

Il peut arriver qu'il y ait présence d'une invagination et d'une évagination sur une même dent. La réalisation d'un seul cliché cone beam nous permet d'analyser précisément la morphologie canalaire souvent complexe de ces dents et de planifier un traitement adéquat. (72)



**Figure 20 : Reconstruction en 3D d'une mandibule en vue linguale montrant deux prémolaires supplémentaires (a). La flèche blanche montre une évagination ainsi qu'une invagination (flèche rouge) sur l'une des prémolaires supplémentaire (b,c). Différentes coupes axiales montrant la complexité du système canalaire (d). (72)**

### **II.2.1.5. Dilacération corono-radiculaire**

Pour Andreasen et Coll, la dilacération est : « la déviation brutale le long de l'axe coronaire ou radiculaire de la dent, lors d'un déplacement traumatique non axial des tissus durs par rapport au tissus mous en cours de développement ». (4,5)

Il arrive souvent que la dent dilacérée reste incluse; pour MAESH et Coll, leur prévalence est de 17,9%. (59)



**Figure 21 : Radiographie rétro alvéolaire illustrant la dilacération de la dent 21. (26)**

✓ Apport du cone beam :

Les images de synthèse en trois dimensions que nous apporte le cone beam nous permettent des vues exemptées de superpositions. (29)

Ainsi, dans le cas de dilacération, le CBCT apporte des informations complémentaires afin d'analyser la dent concernée et son environnement parodontal. (59)

Nous pouvons alors évaluer précisément :

- La position exacte de la couronne et de la racine,
- Le niveau d'inclusion,
- Le degré de dilacération corono radiculaire.

Ces données permettent ainsi de déterminer la valeur intrinsèque et extrinsèque de la dent concernée. (59)

Les informations apportées par le cone beam sont essentielles pour déterminer la relation de la dent dilacérée avec les structures maxillaires et mandibulaires adjacentes. Cela permet de pouvoir planifier avec un risque moindre le repositionnement chirurgical et orthodontique si celui-ci est choisi. (17)



Figure 22 : Cone beam en reconstruction verticale et axiale d'une dilacération radiculaire de 11 (19)

### II.2.2. Anomalies de nombre

Les anomalies de nombres sont fréquentes, il faut distinguer les anomalies par défauts, (les agénésies) et par excès (les dents surnuméraires).

#### **II.2.2.1. Agénésies**

L'agénésie dentaire est une anomalie de nombre par défaut correspondant à l'absence d'une ou de plusieurs unités dentaires, en relation avec l'absence du ou des germes correspondants. (11)

Parmi les agénésies, il existe: (7)

- ✓ Les hypodonties : l'absence d'une à 5 dents.

Les deuxièmes prémolaires et les incisives latérales supérieures sont les dents les plus fréquemment touchées.

- ✓ Les oligodonties : caractérisées par l'absence d'au moins 6 dents excepté les troisièmes molaires.

- ✓ L'anodontie : est définie par l'absence complète de la denture.

A lui seul, l'examen clinique ne permet pas de poser le diagnostic d'agénésie, il sera systématiquement complété par un examen radiographique. En première intention, l'orthopantomogramme est l'examen de référence. (7)

Il pourra être complété par des clichés plus précis pour écarter tout retard d'éruption.



**Figure 23 : Patiente de 13 ans et 8 mois présentant une inclusion de 13 et 23, une 22 riziforme et une agénésie de 12. (19)**

✓ Apport du cone beam

Les radiographies de premières intentions sont suffisantes pour poser le diagnostic d'agénésie.

Cependant, le cone beam trouve toute son indication lors du bilan pré implantaire : (22, 44, 63)

- En précisant, le volume osseux disponible dans les trois plans de l'espace, la topographie du canal mandibulaire, la proximité sinusale,
- En optimisant la précision de la pose d'implant avec un protocole associant les données de l'imagerie cone beam et un système robotisé semi-actif avec guide chirurgical,
- En mesurant de façon précise l'espace disponible du site à planter

et pourra même être pris en charge dans le cas d'agénésies dentaires multiples liées à une maladie rare prise en charge par l'assurance maladie. (44)

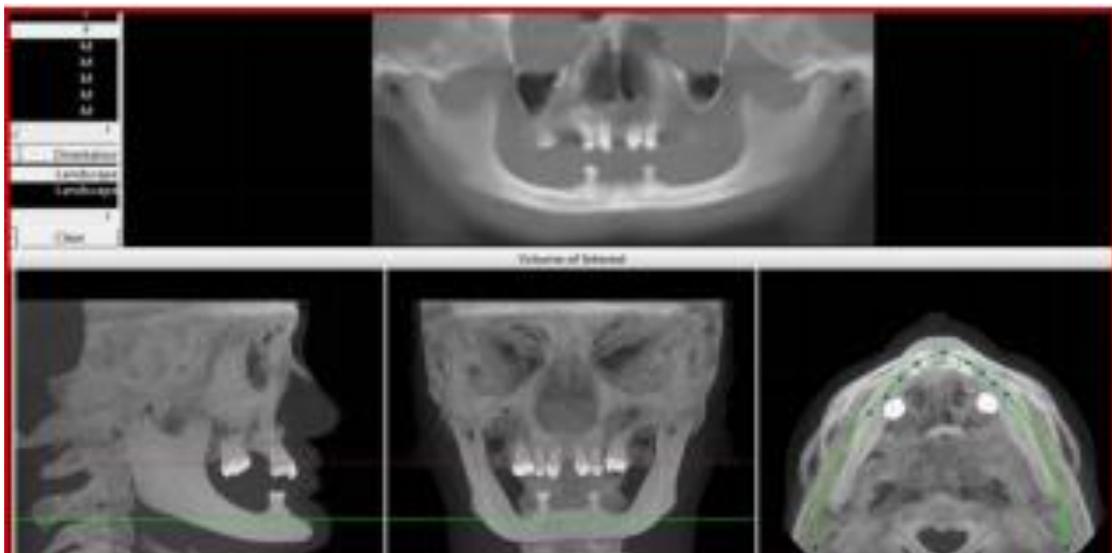


Figure 24 : CBCT d'un patient présentant une dysplasie ectodermique. (80)

### II.2.2.2. Dents surnuméraires

La définition des dents surnuméraires a évolué dans le temps, la plupart des auteurs distinguent : (19)

- *Les odontoïdes*, dont la forme globale est celle d'une dent
- *Les odontomes*, qui sont des éléments dysmorphiques, assimilés à de véritables tumeurs bénignes à partir de tissus dentaire
- *Les dents supplémentaires ou hyperdontie*, semblables à la dent normale.



Figure 25 : Dents surnuméraires multiple (69)

#### ✓ Apport du cone beam

L'imagerie de coupe dispense des superpositions anatomiques, des agrandissements et des déformations de l'imagerie panoramique, ce qui nous permet de préciser la topographie exacte de l'élément surnuméraire, sa morphologie, sa taille et les rapports qu'il entretient avec les structures anatomiques voisines, guidant ainsi le choix thérapeutique : intervention ou abstention. (44, 63, 79)

Dans le cas où une chirurgie est programmée, l'imagerie cone beam permettra au praticien d'appréhender au mieux, grâce aux coupes reconstruites dans le plan vestibulo-lingual/palatin, la voie d'abord chirurgicale idéale. (44, 63)

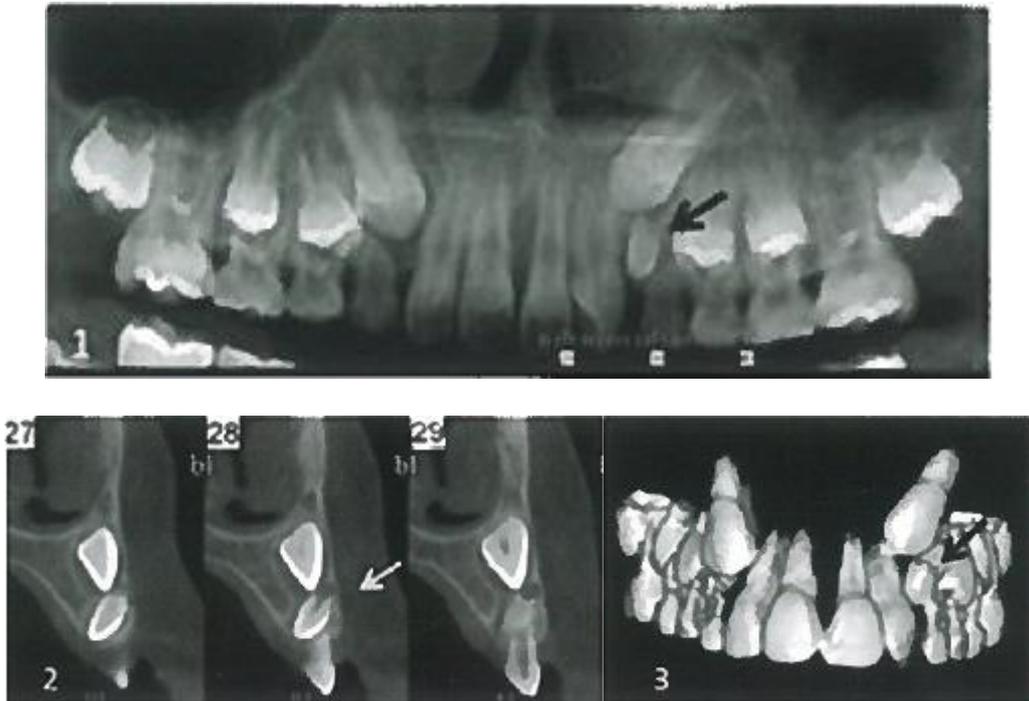


Figure 26 : Odontome simple : obstacle mécanique à l'évolution de 23 ; 1) CB reconstruction panoramique ; 2) verticale ; 3) 3D en rendu de volume. (19)

Les images ainsi obtenues peuvent guider le praticien dans son choix thérapeutique tout en limitant au maximum les dommages au niveau des tissus durs et mous. (44, 63)

### II.2.3. Anomalie d'éruption

#### **II.2.3.1. Dents incluses**

Une dent incluse est une dent qui n'a pas fait son évolution normale et qui reste en totalité dans le tissu osseux longtemps après la date habituelle d'éruption. (22)

Après les dents de sagesse, les canines maxillaires sont les plus fréquemment touchées (2 à 4%). Le rapport bénéfice/risque doit être systématiquement évalué afin d'aboutir au meilleur choix thérapeutique. (22, 38)

#### ✓ Apport du cone beam

Une inspection et une palpation positive sont nécessaires mais insuffisantes pour poser un diagnostic d'inclusion. Elles sont systématiquement complétées par des examens radiologiques conventionnels : cliché panoramique, rétro alvéolaires, occlusaux, tangentielles. (38, 47)

Cependant, si la position de l'élément inclus ou l'intrication des différents éléments dentaires ne permettent pas une analyse suffisante en deux dimensions, une imagerie sectionnelle peut être proposée. (69)

Le cone beam permettra : (52, 76)

- de localiser et d'étudier la morphologie exacte de la dent,
- de préciser les rapports anatomiques entretenus avec les structures de voisinage (structure osseuse, nerf alvéolaire inférieur, sinus...),
- la mise en évidence de tout obstacle (dent surnuméraire...),
- d'effectuer le bilan osseux des complications possibles (kyste),
- de mettre en évidence des résorptions radiculaires provoquées,

- d'avoir à disposition un excellent outil de communication praticien/patient, simple et didactique grâce aux reconstructions tridimensionnelles.

L'ensemble de ces éléments est indispensable à l'établissement du plan de traitement, en écartant les contre-indications et en guidant la thérapeutique. Le praticien pourra établir un pronostic qui dépendra du traitement à réaliser : abstention, l'avulsion ou traction ortho-chirurgical si elle est indiquée.



**Figure 27 : Radiographie panoramique et coupes sagittales d'un cone beam chez un patient présentant une inclusion de la canine maxillaire gauche, 23. (83)**

Dans le cas présenté dans la figure 27, l'examen de la radiographie panoramique ne nous permet pas d'évaluer les rapports anatomiques de la 23 avec les dents adjacentes dans le plan vestibulo-palatin. (83)

Grâce au cone beam et à des coupes sagittales effectuées à différents niveaux, on peut apercevoir que la racine de la 23 incluse se trouve du côté palatin par rapport à la racine de l'incisive centrale, du côté vestibulaire par rapport à l'incisive latérale et entre les racines de la première prémolaire. (83)

Sans cette imagerie en 3D, cette situation complexe n'aurait pas été mise en évidence ou aurait été découverte très tardivement en cours de traitement. La tentative de traction de la 23 aurait pu avoir des effets iatrogènes sur les dents voisines. Il a été décidé dans ce cas de ne pas mettre en place la dent sur l'arcade et de s'abstenir de tout traitement. (83)

### **II.2.3.2. Transpositions dentaires**

Les transpositions sont définies comme un phénomène dentaire lors duquel deux dents adjacentes de l'arcade dentaire échangent leur position. Elles peuvent être partielles ou totales. (31)



**Figure 28 : Transposition complète entre une canine supérieure et une première prémolaire (67)**

✓ Apport du cone beam

En cas de transposition, l'examen tridimensionnel permet de préciser les éléments suivants : (31, 19, 76)

- Une possible résorption radiculaire d'une des dents transposées ou adjacentes,
- La relation dans les trois dimensions des dents entre elles notamment dans le sens vestibulo-lingual/palatin,
- Les rapports anatomiques entre les racines des dents transposées et les structures avoisinantes (nerf, sinus...),
- La valeur intrinsèque et extrinsèque des dents concernées,
- La quantité et la qualité de l'os environnant,
- La possibilité ou non d'une intervention chirurgico-orthodontique précoce alors que les dents n'ont pas fait leur éruption, notamment dans le cas de transposition totale.

L'analyse de l'ensemble de ces éléments est un préalable indispensable à la décision thérapeutique et doit être fait au cas par cas. Le choix se portera sur : l'abstention ; un traitement orthodontique voir chirurgico-orthodontique ; l'extraction de la/les dents concernées ou adjacente, Le pronostic est toujours plus favorable en cas de transposition partielle que si elle est complète sauf si celle-ci est interceptée précocement. (31, 76)

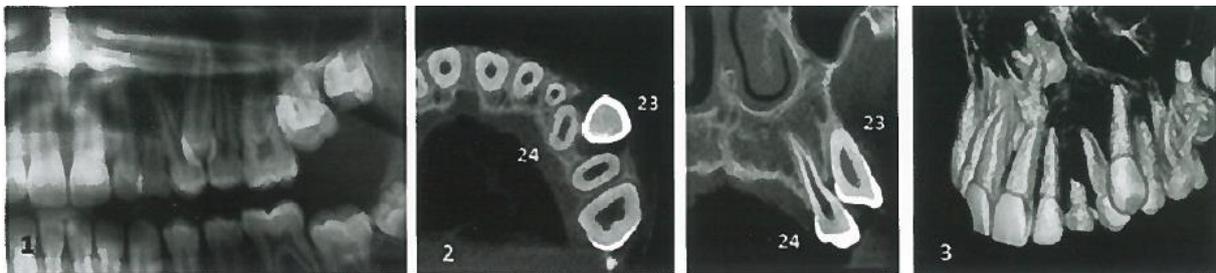


Figure 29 : Transposition partielle 23-24. (19)

## **II.3. Place du Cone Beam dans le diagnostic en ODF**

### **II.3.1. Intérêts et limites des clichés radiologiques de première intention**

#### **II.3.1.1. Orthopantomogramme**

Il est considéré comme un examen radiologique de base, considéré comme un cliché de débrouillage mais essentiel au dossier du patient. (22)

C'est une tomographie à coupe épaisse correspondant à une projection d'une zone courbe sur un plan. (22)

- Intérêts :

L'orthopantomogramme permet à l'aide d'un seul cliché, d'avoir une approche globale du système dentaire dans son environnement (dents incluses, ectopiques...), du maxillaire et de la mandibule, de certains tissus mous et de l'articulation temporo mandibulaire.

- Limites : (22)

L'orthopantomogramme ne permet que l'exploration en deux dimensions et ne fait pas apparaître clairement tout ce qui n'est pas dans le plan de coupe.

Les déformations horizontale et verticale qu'il génère entraînent des déformations dimensionnelles et agrandissements variables globaux même si la forme générale est conservée.

La présence de superpositions radiculaires et/ou coronaires ainsi que la projection notamment, des cavités sinusiennes, peut entraîner des erreurs d'interprétation du clinicien.

## **II.3.1.2. Téléradiographie**

### II.3.1.2.1. De profil et de face

La téléradiographie est une technique radiologique utilisant une grande distance foyer-objet, une courte distance objet-film et un céphalostat permettant d'immobiliser la tête du patient dans une position standardisée et permettant la reproductibilité de l'examen. (16)

La téléradiographie de profil est la plus utilisée mais l'incidence de face fournit des éléments indispensables pour l'étude des rapports transversaux, ainsi que des renseignements quant à la ventilation du patient, l'état de la cloison nasale, le développement des sinus... (53)

- Intérêts : (16, 56)

La téléradiographie permet l'analyse des structures squelettiques, alvéolaires, cutanéomuqueuses, ainsi qu'une détermination du type morphologique et de la classe squelettique.

Elle est indispensable à l'établissement du plan de traitement et à son suivi, notamment, grâce à la réalisation de tracés effectués à partir de points anatomiques remarquables reconnus sur les clichés, conduisant à la construction de tracés, de points, de lignes et de plans selon différentes analyses en incidence de profil.

Les analyses sont dites : (43, 56)

- **Angulaires** (Steiner, Tweed, Ricketts, Downs) qui comparent les valeurs du sujet à des valeurs moyennes,
- **Typologiques** (Björk, Sassouni) qui s'appuient sur la présence ou l'absence de signes structuraux prédictifs d'un type de croissance,
- **Architecturales** (Delaire, Coben) qui interprètent les radiographies par des règles de proportions individuelles traduisant un équilibre physiologique.

○ Limites : (16, 56)

La téléradiographie est une projection avec une étude en deux dimensions d'objets réels en trois dimensions limitant ainsi l'évaluation orthodontique.

Les incidences de faces sont dégradées par les mouvements de tangage et de rotation alors que les incidences de profil peuvent être perturbées par des mouvements de roulis et de rotation de la tête.

Elle ne permet pas une lecture claire des clichés conduisant ainsi à une erreur dans le repérage des points et plans nécessaire aux analyses céphalométriques et pouvant fausser les conclusions et la reproductibilité de l'examen.

Il apparaît régulièrement un grand nombre d'erreurs de projection liées à des problèmes lors de l'acquisition de l'image (positionnement du patient, distance film/patient inadéquate...).

### II.3.1.2.2. Basale

Les incidences axiales sont rarement utilisées; le rayon peut être parallèle au plan de Frankfort (incidence de Berger), ou au plan occlusal (incidence de Bouvet). (43, 53)

- Intérêts :

Ces incidences permettent de déceler des anomalies du sens transversal, d'étudier des asymétries de la bases du crâne et de la mandibule. (43, 53)

- Limites :

La téléradiographie basale est la moins utilisée peut-être parce qu'elle est la plus difficile à réaliser. (56)

L'incidence axiale est altérée par les mouvements de roulis et de tangage, ce qui peut altérer sa reproductibilité. De plus, la tête du patient étant en hyperdéflexion, elle est contre indiquée chez les patients à hauteur et mobilité cervicale réduite. (43)

### II.3.2. Intérêts et limites des examens complémentaires de deuxième intention

#### **II.3.2.1. Le cliché rétro alvéolaire**

- Intérêts :

Il est particulièrement utile chez l'adulte pour préciser l'état parodontal et également chez tous les patients pour explorer les secteurs antérieurs souvent flous sur la radiographie panoramique et ce sans déformation. Il permet de localiser grâce à un angulateur et plusieurs incidences, des dents incluses, surnuméraires ainsi que des suspicions d'agénésie et ce de manière reproductible. (38, 47)

- Limites :

Le champ d'exploration de la radiographie rétro alvéolaire, bien que plus précise que l'orthopantomogramme, est limité à la taille du film. Cette technique peut également être inconfortable voir entraîner des douleurs pour les jeunes patients en orthodontie en raison de leur faible ouverture buccale et/ou de l'étroitesse de leur palais. (47)

Il s'agit enfin d'une radiologie en 2D, qui visualise des régions anatomiques en 3D, entraînant parfois des superpositions.

### **II.3.2.2. Le cliché occlusal**

- Intérêts :

Il permet d'obtenir des informations dans le plan horizontal du volume maxillo-dentaire. Il est ainsi complémentaire à l'examen précédent quant à la position et à la morphologie de la dent incluse.

- Limites :

Le film utilisé, souvent volumineux, peut être inconfortable pour les jeunes patients. (47)

Pour la même raison que les radiographies rétro alvéolaire, ce cliché en 2D n'a pas la précision topographique et morphologique d'un examen en 3D car très soumis aux superpositions.

### II.3.2.3. L'incidence de Schuller

- Intérêts :

Elle permet de visualiser l'ATM de profil, plus précisément les condyles mandibulaires ainsi que l'état de l'interligne articulaire.

L'examen est réalisé bouche ouverte et bouche fermée, le tube étant placé du côté opposé à l'ATM à radiographier. (68)

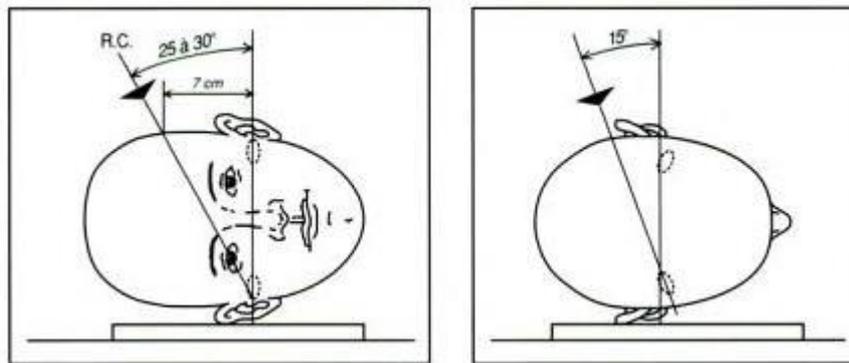


Figure 30 : Incidence de Schuller. (68)

- Limites :

Ces clichés sont souvent peu lisibles, ce qui rend difficile leur interprétation, d'autant plus que cette incidence de profil peut être perturbée par des mouvements de roulis et de rotation de la tête. (16, 68)

### II.3.3. Apport du cone beam dans le diagnostic orthodontique et l'établissement du plan de traitement

#### **II.3.3.1. Céphalométrie tridimensionnelle : principe de réalisation de la principale analyse utilisable**

L'évolution récente des techniques d'imagerie 3D et les travaux, débutés en 1992, du Dr Treil et ses collaborateurs du service d'orthopédie-dento-faciale de la Faculté de

Chirurgie Dentaire de Toulouse, ont permis de réaliser une analyse céphalométrique 3D basée sur la théorie neuromatricielle de Moss. (20, 22, 33)

Initialement réalisée à partir d'acquisition volumique par TDM et plus récemment par CBCT, cette analyse permet une lecture globale de l'architecture maxillo-faciale d'une précision inégalée. (33)

Grâce au cone beam, il est possible grâce à une seule acquisition d'obtenir de très nombreuses reconstructions en se libérant des aléas de réalisation des radiographies conventionnelles et pour des doses d'irradiations quasiment identiques. (20, 77)

Une fois les données numériques acquises, elles sont alors traitées au format DICOM (digital imaging and communications in medicine), qui est exploitable par la quasi-totalité des logiciels, notamment ceux de la gamme Cépha (logiciels d'analyse céphalométrique). (77, 78)

La création du modèle 3D biométrique de l'architecture maxillo-faciale repose sur la sélection de repères situés sur les axes trigéminaux, qui pour Moss, constituent une trame autour de laquelle se développeront les tissus osseux, cartilagineux et musculaires. (33)

Les repères sélectionnés sont au nombre de 14 auxquels il faut rajouter les milieux (33) :

- Les deux foramina supra-orbitaires : RSO, LSO et leur milieu MSO,
- Les deux foramina infra-orbitaires : RIO, LIO et leur milieu MOI,
- Les deux foramina mentonniers : RM, LM et leur milieu MM,
- Les deux têtes des marteaux : RHM, LHM et leur milieu MHM,
- Les deux foramina grands palatins : RGP, LGP et leur milieu MGP,
- Les deux foramina mandibulaires : RFM, LFM et leur milieu MFM,
- L'orifice inférieur et l'orifice supérieur du canal naso-palatin : INP, SNP et leur milieu MNP.

Grâce à l'utilisation d'outils mathématiques, le logiciel calcule ensuite les axes d'inertie de chaque dent et de groupe de dents, représentés par des voxels isotropiques pour le cone beam. (19)

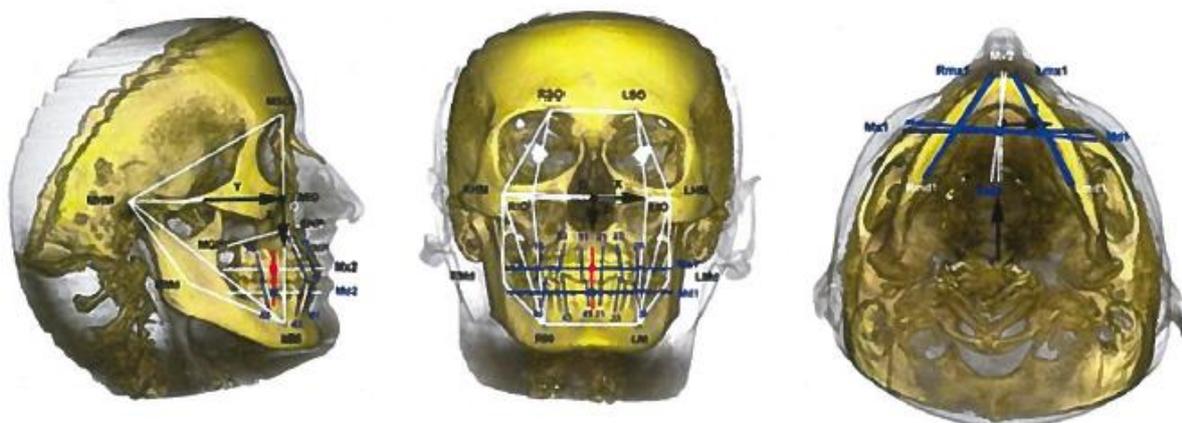


Figure 31 : Méthode céphalométrique de J Treil "charpente maxillofaciale". (19)

Le modèle 3D ainsi créé correspond à une hiérarchie d'éléments mathématiquement définis et anatomiquement homogènes : chaque dent, les 4 héli-arcades, les deux arcades maxillaire et mandibulaire, l'ensemble de deux arcades, la charpente maxillo-faciale.

De nombreux paramètres sont alors calculables ; les rapports et l'orientation intra/inter éléments et, à chaque étage, la valeur de paramètres 2D et 3D : angles, distances, surfaces, volumes. (19)

Ce modèle est suffisamment stable pour constituer un standard biométrique universel capable de définir, par son équilibre et sa symétrie, la « normalité » d'un sujet, quel que soit origine ethnique. Les variations de ce modèle caractérisent alors les pathologies et permettent de proposer des schémas thérapeutiques susceptibles de les corriger. (19)

A l'aide d'un seul cliché cone beam il est alors possible :

- d'un point de vue orthodontique : d'effectuer un diagnostic d'une précision inégalée et ce dans les trois dimensions spatiales, notamment du sens transversal ; de repérer chaque dent globalement par sa position radiculaire et coronaire ; de modéliser et de prévoir la croissance. (19, 20, 33)
- d'un point de vue pluridisciplinaire : d'effectuer un bilan dentaire global avec tout ce que peut apporter le cone beam pour la prise en charge de patients atteints d'anomalies dentaires associées vue dans la partie II.2.

### **II.3.3.2. Pathologies de l'Articulation Temporo-Mandibulaire**

Les articulations temporo-mandibulaire (ATM) sont des unités anatomiques paires et symétriques, composées de structures osseuses et musculaires ainsi que d'un système capsuloligamentaire et discal. (19)

L'étude radiologique de leurs pathologies repose sur la statique et dynamique (ouverture intermédiaire et maximale). (30)

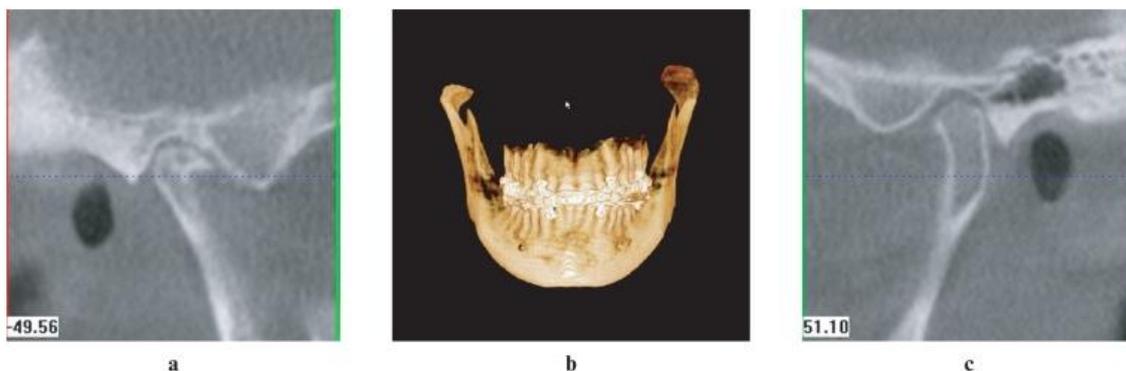
Le cone beam trouve toute son indication dans l'évaluation des données squelettiques car il permet une évaluation morphologique, dynamique (en bouche ouverte/bouche fermée) et surtout tridimensionnelle par le développement de modèles virtuels, tout en ayant une irradiation moindre par rapport aux scanners traditionnels. (1,22)

Cependant, il ne permet pas l'évaluation des données méniscales et des composantes musculaires réservées à l'imagerie par résonance magnétique. (30)

L'exploration des ATM doit être bilatérale et simultanée, c'est pourquoi il est préférable d'utiliser des appareils à grand champ puis d'effectuer des reconstructions séparées. (30,62)

D'après le rapport de la HAS en 2009 (44) : la réalisation d'un examen cone beam est justifiée pour orienter la prise en charge thérapeutique des pathologies des tissus osseux des ATM (érosions...).

La présence d'un dysfonctionnement de l'ATM peut compliquer le traitement orthodontique et nécessite donc une évaluation minutieuse de son anatomie avant, pendant et après le traitement. Grâce aux images en 3D fournies par le cone beam comparées à intervalle régulier, l'orthodontiste sera en mesure d'adresser, si nécessaire, en cas de suspicion d'apparition ou d'aggravation d'une pathologie de l'ATM. (2,49)



**Figure 32 : Patient souffrant d'une maladie chronique dégénérative de l'ATM droite (a) ainsi que d'une hyperplasie condylienne gauche (c) et présentant une classe II asymétrique; la différence de hauteur entre le condyle droit et gauche est encore plus visible sur la reconstruction en 3D (b) ; On peut observer également l'asymétrie mandibulaire et la compensation dento alvéolaire associée (b). Ces informations sont importantes pour le chirurgien et l'orthodontiste pour préparer et planifier au mieux la chirurgie orthognatique. (49)**

### II.3.3.3. Stratégie thérapeutique pour la mise en place de dents incluses ou transposées

Comme nous l'avons vu précédemment dans les parties II.2.3.1 et II.2.3.2, un diagnostic précis est indispensable avant toute traction ortho-chirurgical d'une dent incluse ou transposée.

La réalisation d'un cone beam pour la localisation et la planification thérapeutique de la mise en place de dents incluses ou transposées, est certainement son utilisation la plus commune en orthodontie. (2,49)

Le praticien pourra localiser d'éventuels obstacles, étudier l'abord chirurgical afin de définir un chemin optimal pour la traction de la dent concernée, tout en évitant ou en minimisant les dommages collatéraux. (2,49)

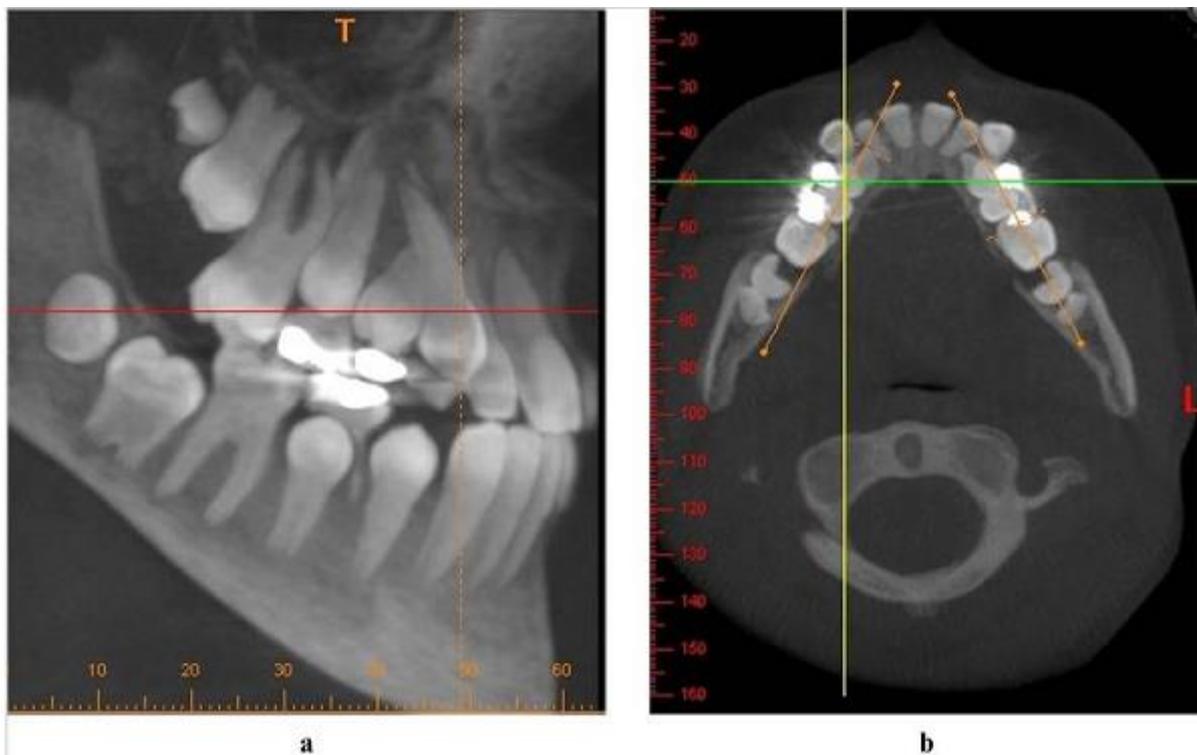
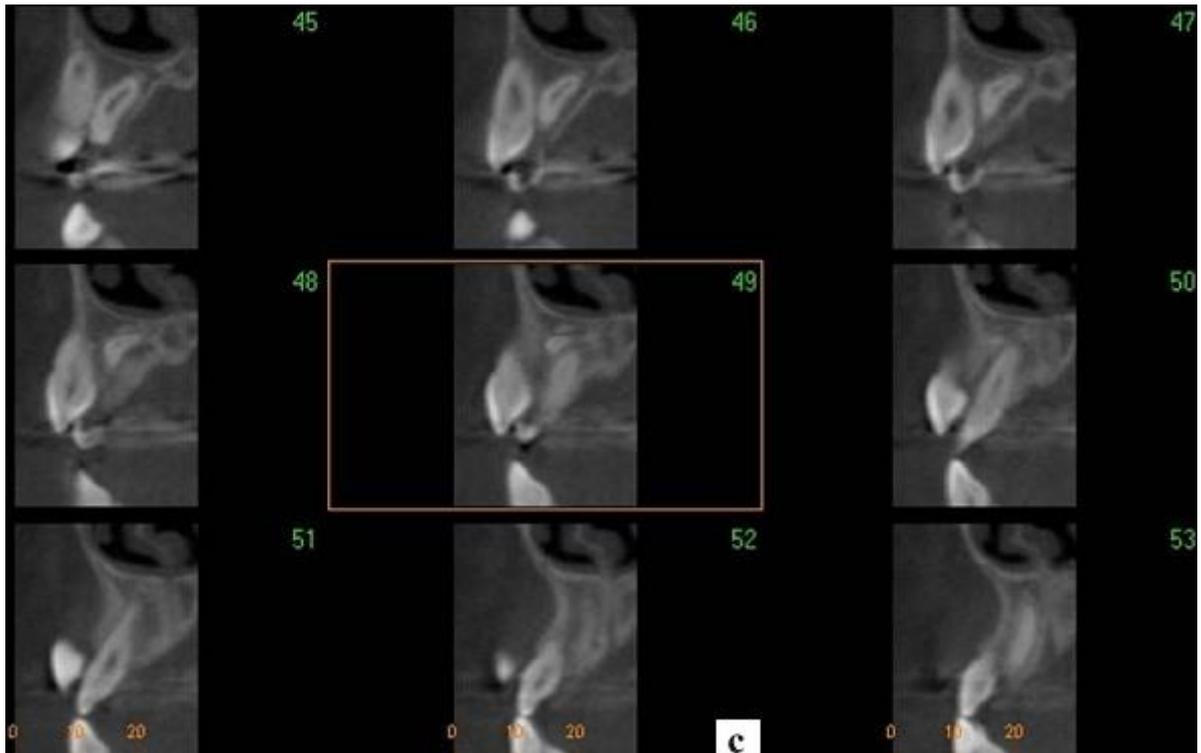


Figure 33 : Utilisation d'un cone beam pour planifier le traitement d'une transposition entre une canine et une première prémolaire maxillaire. (49)



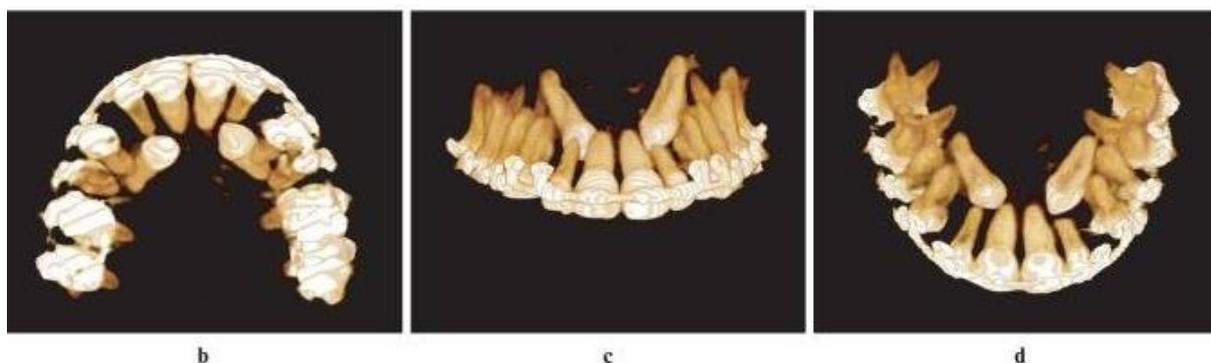
**Figure 34 : Utilisation d'un cone beam pour planifier le traitement d'une transposition entre une canine et une première prémolaire maxillaire. (49)**

Le cas clinique présenté sur les figures 33 et 34 révèle que la racine de la canine est vestibulaire par rapport à la racine de la prémolaire.

Grâce à la reconstitution en 3D (a) et aux images de coupe en 2D (b et c), le praticien pourra :

- Optimiser la planification biomécanique (système de force, type et direction des mouvements),
- Objectiver le meilleur abord chirurgical ; définir si le support parodontal est qualitativement et quantitativement suffisant pour la réalisation du traitement. (49)

L'ensemble de ces points permettent d'établir un pronostic quant à la réussite du traitement.



**Figure 35 : Reconstruction 3D d'une image cone beam en occlusale (b), frontale (c) et supérieur (d) montrant la position exacte de 13 et 23 incluses, et la résorption radiculaire de 12 et 22. (49)**

Dans ce cas présent, le praticien devra positionner son attache collée et prévoir sa mécanique de traction, de sorte que le mouvement initial des canines se fassent distalement par rapport aux incisives latérales. Dans un deuxième temps elles pourront être déplacées vers l'arcade. (49)

Enfin, le cone beam offrant une image à l'échelle 1:1, il permet des mesures précises des dents incluses (diamètre mésio-distal) et donc de savoir avec certitude si un aménagement de l'espace disponible est nécessaire. (49)

#### **II.3.3.4. Aide décisionnelle pour le nivellement des dents dilacérées**

La mise en place orthodontique des dents dilacérées incluses doit être effectuée après une étude et une planification précise de la situation clinique. (2,49)

Nous avons vu précédemment dans la partie II.1.2.5 l'intérêt des informations apportées par le cone beam pour le diagnostic des dents dilacérées.

Le traitement des dilacérations est pluridisciplinaire, la traction ortho-chirurgicale est une technique conservatrice fréquemment utilisée mais dont la réussite et le pronostic dépend en grande partie de la qualité du diagnostic. (59)

S'il est estimé, après analyse de la topographie, de la morphologie de la dent dilacérée que celle-ci ne peut être mise en place sur l'arcade, (rapport à risque avec les structures anatomiques adjacentes, position radiculaire et coronaire incompatible avec une traction, niveau d'inclusion trop important, degré de dilacération corono radiculaire sévère,...(59) ), une abstention thérapeutique ou une technique non conservatrice devra être envisagée : (extraction et fermeture d'espace si nécessaire, extraction et pose d'implant...)

Exemple d'un cas clinique du service d'odontologie pédiatrique de Saveetha Dental College en Inde (59) :



**Figure 36 : Non éruption de 11 et 12 chez un patient de 10 ans, motif de sa consultation. (59)**

Les antécédents de ce patient ont révélé un traumatisme sur les dents 51, 52, 61, conduisant à leurs extractions lorsqu'il avait 4 ans.

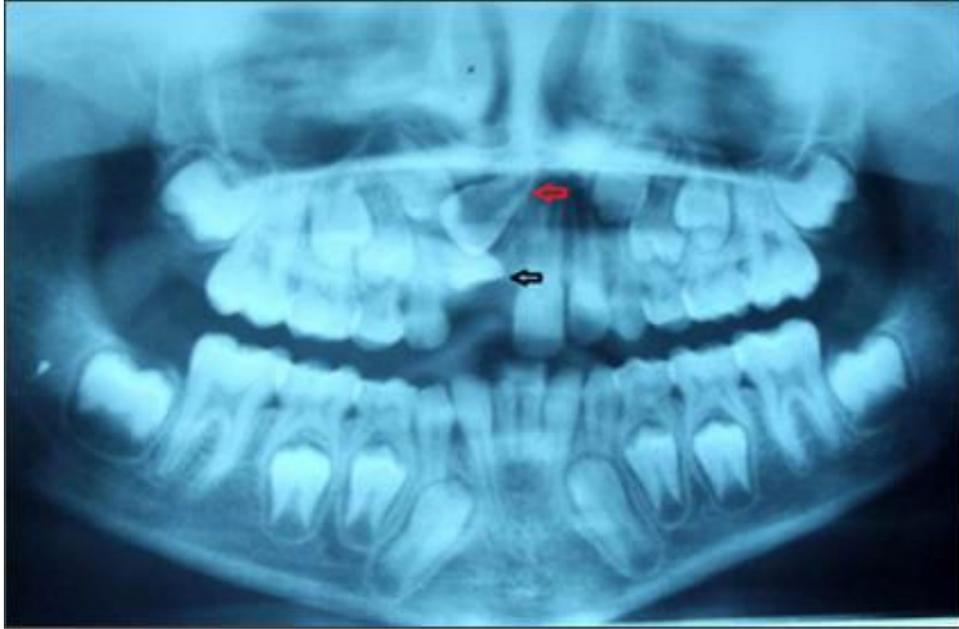


Figure 37 : Radiographie panoramique montrant l'inclusion horizontale de la 12 (flèche noire) et une suspicion dilacération de la 11 devant être précisée (flèche rouge). (59)

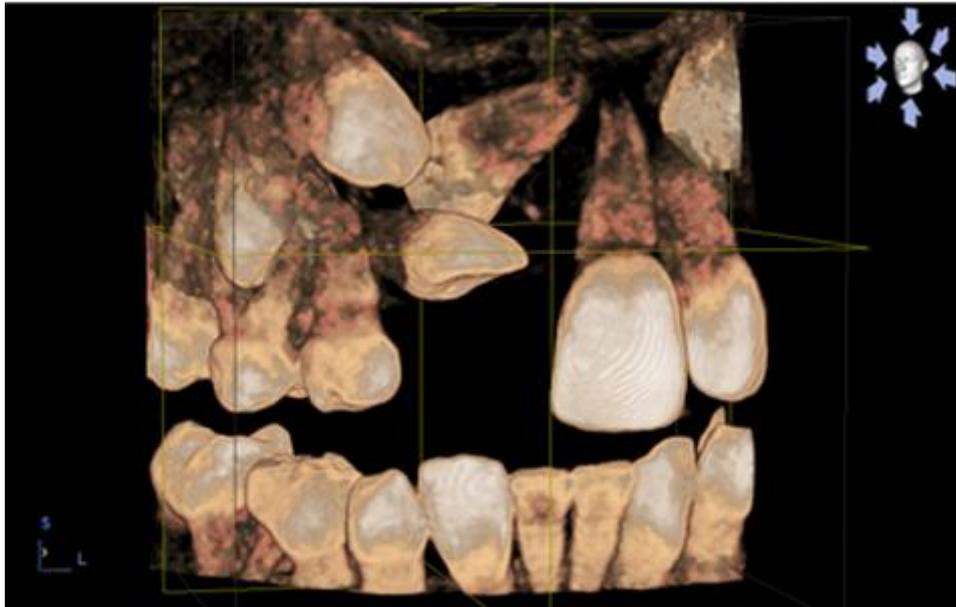
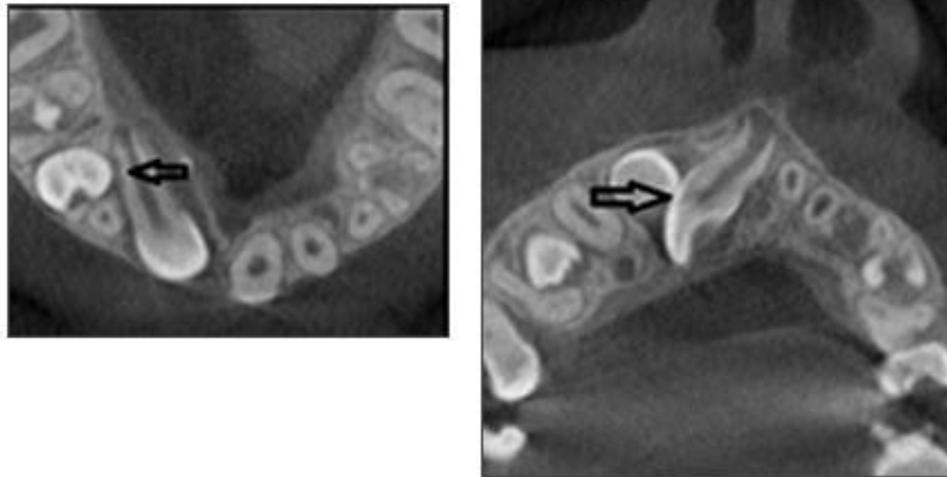


Figure 38 : Reconstruction en 3D montrant la rotation palatine de la 11 et sa relation avec la 12 et la 13. (59)



**Figure 39 : Deux coupes axiales objectivant : le début de résorption radiculaire de la 12 par la 14 (flèche gauche); le déplacement coronaire palatin de la 11, sa courbure radiculaire dans son 1/3 apical et sa relation étroite avec la 12 (flèche droite). (59)**



**Figure 40 : Coupe transversale montrant le blocage de l'éruption de la 11 par la 12. (59)**

Grâce à ces images en 3D, exemptés de superposition, il a été décidé, d'extraire la 12 afin de faciliter la traction ortho-chirurgical de la 11 et de permettre l'éruption de la 13 à la place de l'incisive latérale. (59)

### III. Intérêts du Cone Beam pendant et après traitements ODF

#### III.1. Le recalage tridimensionnel ou superpositions en trois dimensions

Le recalage 3D est une procédure de superposition de l'acquisition d'un même patient à différents temps du traitement.

Les superpositions donnent un aspect dynamique à la céphalométrie en intégrant le facteur temps dans le développement des structures cranio-faciales du sujet. (54)

##### III.1.1. Intérêt des superpositions

L'intérêt premier des superpositions est l'étude de la prévision de croissance du patient. (54)

En cours de traitement, elles permettent de réaliser le contrôle de la réalisation des objectifs et des corrections fixés lors de la planification du traitement. (54)

En fin de traitement puis lors de la phase de contention, elles permettent de définir si les objectifs alvéolo-dentaires, squelettiques, fonctionnels, esthétiques ont été obtenus, et ainsi d'évaluer la stabilité du cas. (54)

##### III.1.2. Limites des superpositions bidimensionnelles et apport du cone beam dans les superpositions tridimensionnelles

La première critique, liée aux différentes techniques de superposition, provient du fait qu'il n'existe pas de plan ou ligne de superposition et de point d'enregistrement idéaux. En effet, les travaux de SVED (1954) ont montré que l'on peut tirer des

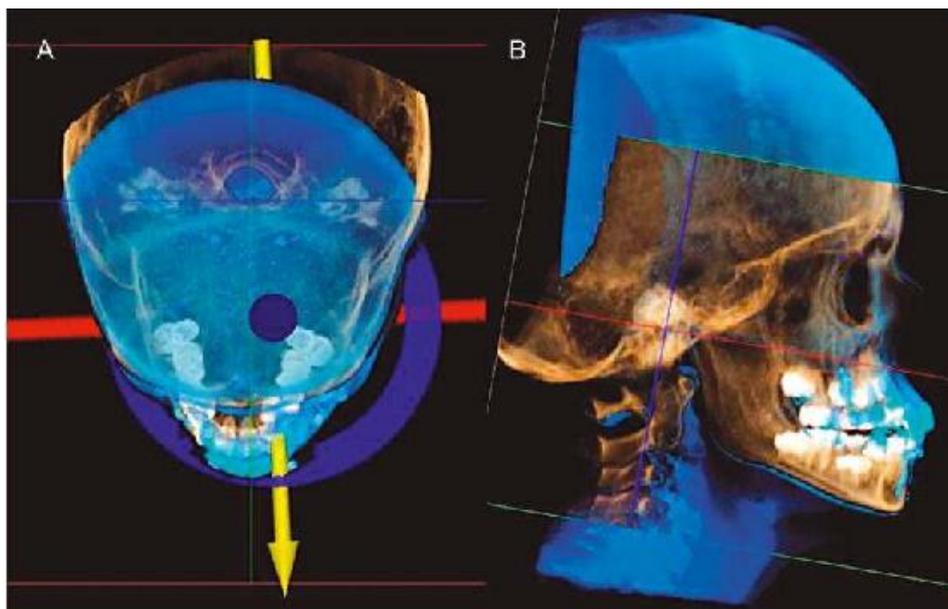
superpositions des conclusions différentes et même contradictoires selon la technique utilisée, (DE COSTER, BJÖRK, DELAIRE...). (54)

La seconde est liée aux limites de la téléradiographie et de la céphalométrie en 2 dimensions vues dans la partie II.3.1.2.1.

La symétrie faciale est peu fréquente, on observe ainsi des déplacements des cotés droit et gauche de l'image par rapport au film sur le plan sagittal médian. Il serait plus aisé de s'affranchir du manque de fiabilité de mesure des images acquis en 2 dimensions, grâce à des acquisitions en 3 dimensions. (25)

Beaucoup d'erreurs sont dues aux protocoles de réalisation des clichés. En effet, cela nécessite la même installation, le même opérateur et diminue ainsi leur fiabilité de reproduction.

L'utilisation de superpositions tridimensionnelles permettrait de s'affranchir du manque de précision des téléradiographies de profil et de face et serait ainsi qualitativement et quantitativement plus rigoureux que les superpositions conventionnelles. (25)



**Figure 41 : Superposition avec le logiciel « Invivo ». (A) Ajustement manuel des axes x, y et z pour la superposition des trois images. (B) Visualisation de l'avancement maxillaire après enregistrement manuel. (25)**

### **III.2. Résorptions radiculaires pathologiques**

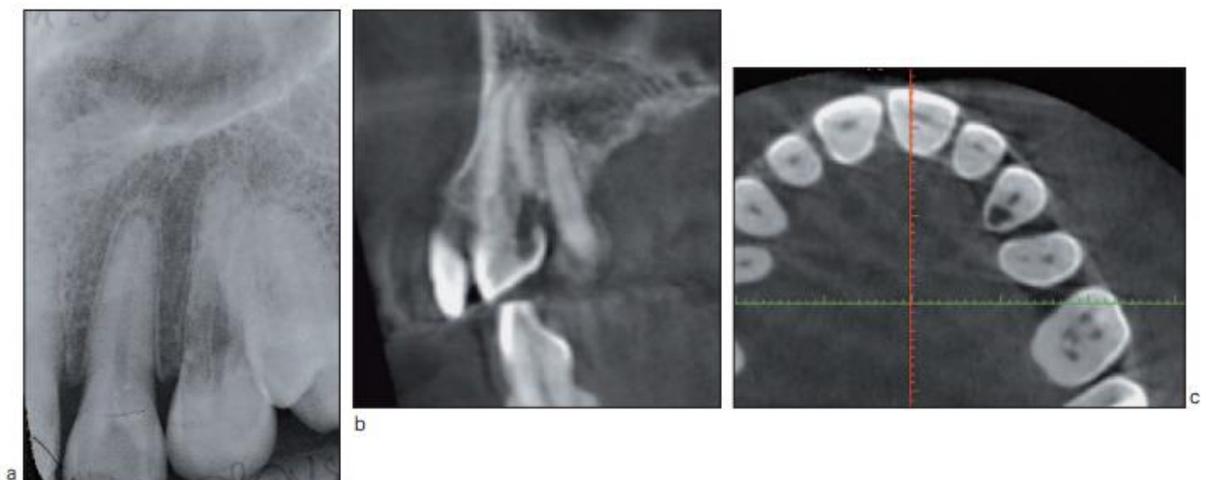
Les résorptions radiculaires représentent l'un des problèmes majeurs du traitement orthodontique, d'autant plus qu'elles sont, le plus souvent, asymptomatiques. (57)

Leur détection précoce par des examens radiologiques de première intention est primordiale que ce soit avant et/ou après la phase active du traitement. En effet, la rapidité de leur prise en charge conditionne en grande partie le pronostic de ou des dents atteintes.

Cependant, l'orthopantomogramme même complété par des clichés rétro alvéolaires, présente souvent des limites de précision. (57)

Le rapport de la HAS de 2009 cite un intérêt certain du cone beam lorsque les données fournies par la clinique et la radiologie conventionnelle ne sont pas suffisamment contributives au diagnostic et qu'une image tridimensionnelle est recommandée. (44,57)

L'utilisation d'un CBCT permet de localiser et d'évaluer avec précision l'ensemble des dommages causés à l'organe dentaire. (28)



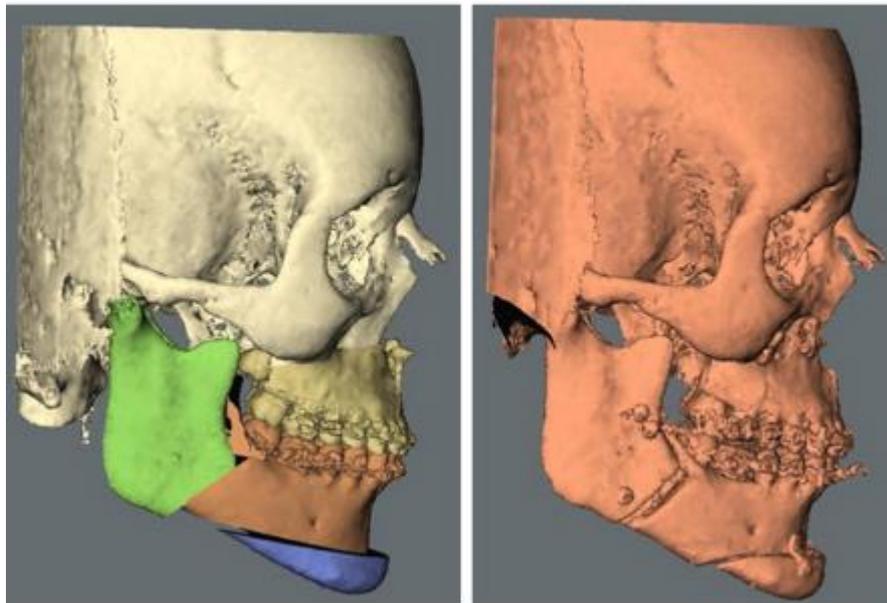
**Figure 42 : a : cliché rétro alvéolaire, suspicion d'une résorption cervicale externe d'origine orthodontique sur une 23 ;  
b : coupe sagittale d'un cone beam : confirmation et précision de la résorption ;  
c : coupe transversale : nouvelle confirmation et précision de la résorption. (57)**

Le cas rapporté par de Lund H. en 2011, a permis de mettre en évidence l'existence de résorptions sur les surfaces radiculaires après traitement, tout en précisant qu'elles n'auraient pas pu être détectées par les radiographies conventionnelles. (57)

### **III.3. Chirurgie orthognatique**

L'imagerie tridimensionnelle s'avère très utile dans la prise en charge des cas combinant orthodontie et chirurgie orthognatique ou orthodontie et chirurgie des fentes palatines. (60)

Le cone beam permettra au chirurgien de réaliser une analyse osseuse tridimensionnelle qualitative et quantitative du massif cranio-facial, de planifier et d'exécuter virtuellement à l'aide de logiciels informatique adaptés, par exemple, la future chirurgie d'avancée ou de recul des maxillaires, en choisissant la position idéale des fragments osseux ainsi que des vis d'ostéosynthèse. (60, 65)



**Figure 43 : Reconstruction en 3D d'une radiologie cone beam montrant la simulation avant chirurgie (à gauche) et le résultat post opératoire (à droite). (65)**

Dans certains cas combinant malocclusion et édentement, et grâce à la modélisation informatique, il sera possible d'anticiper le positionnement final d'implants conventionnels avant le début de traitement. Ils seront utilisés dans un premier temps comme moyen d'ancrage pour les mouvements orthodontiques, puis, classiquement à des fins prothétiques. (69)

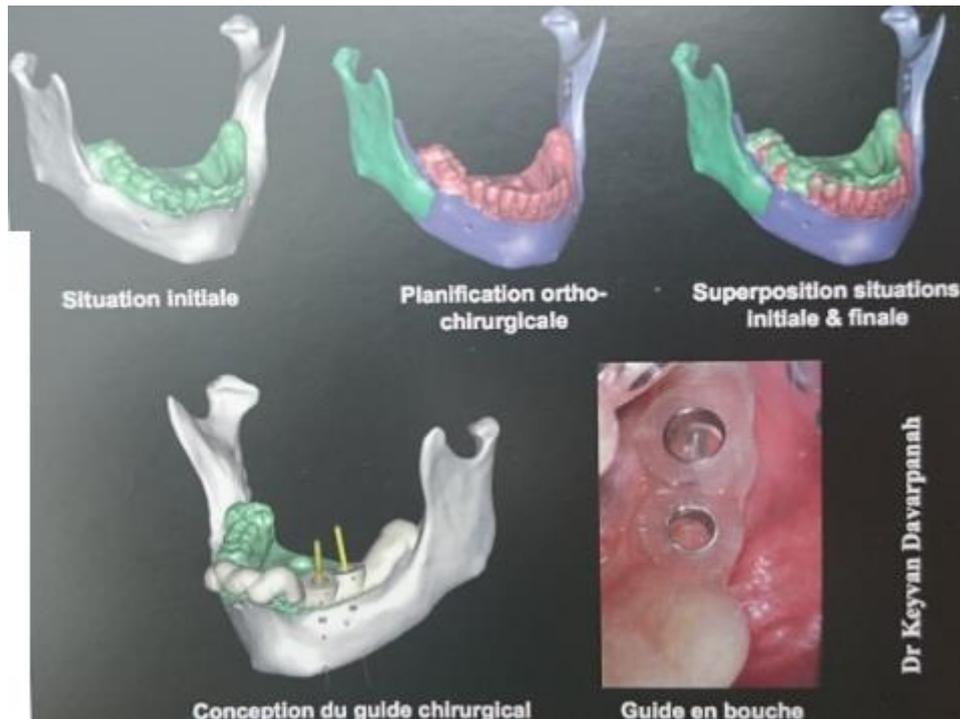


Figure 44 : Planification ortho chirurgicale, développé par le Dr Keyvan Davarpanah. (69)

« L'objectif est ici de positionner des implants dentaires avant un traitement combinant orthodontie et chirurgie orthognatique d'avancée mandibulaire chez un patient présentant à la fois un édentement mandibulaire postérieur droit, des malpositions dentaires et une dysmorphie squelettique. Ces implants serviront en effet de moyen d'ancrage orthodontique avant de supporter une prothèse implanto-portée en fin de traitement. La situation initiale est modélisée à partir d'une acquisition CBCT de la mandibule (en blanc) jumelée à des empreintes optiques des arcades dentaires effectuées au fauteuil (en vert). Sont planifiés, le déplacement orthodontique des dents (en rouge),

l'avancée mandibulaire (en violet), puis la situation des implants en fonction de la situation finale. Un guide chirurgical implantaire est ensuite conçu pour transférer cette planification en bouche. » (69)

### **III.4. Positionnement des minivis orthodontiques**

Les minivis sont des dispositifs d'ancrages squelettiques transitoires que l'on peut placer à de nombreux sites buccaux (75)



Figure 45 : Différentes sortes de minivis. (75)

Il est justifié de réaliser un cone beam lorsque que les clichés rétro alvéolaires mettent en évidence une réelle proximité radiculaire ou que des structures anatomiques nobles de type sinus ou nerf alvéolaire inférieur sont supposés proches du site d'insertion. (55)

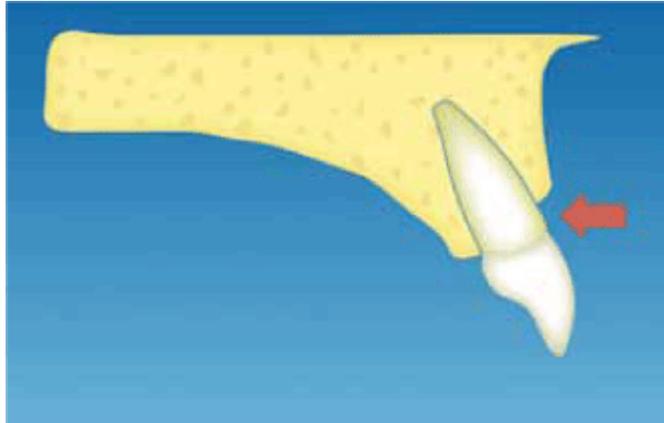
De même qu'en implantologie traditionnelle, un contrôle post opératoire tridimensionnel permettra de mettre en évidence la position des minivis dans les trois plans de l'espace. (55)



**Figure 46 : Imagerie 3D de contrôle post opératoire via logiciel Romexis. (55)**

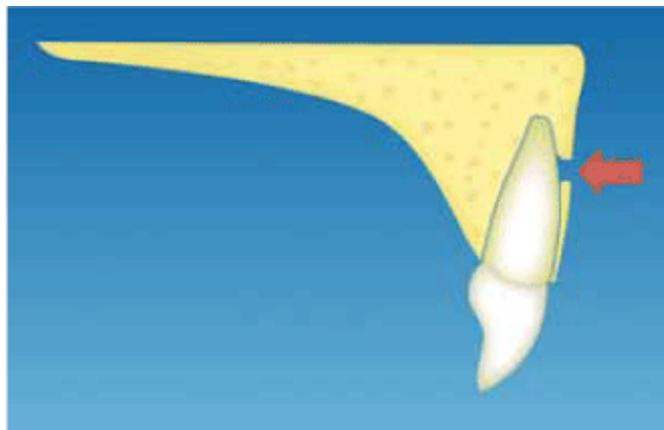
### **III.5. Déhiscences et fenestrations osseuses**

Les déhiscences osseuses peuvent être définies comme une augmentation de la distance entre la jonction amélocémentaire et la crête alvéolaire. (18,36)



**Figure 47 : Déhiscence osseuse. (36)**

Les fenestrations osseuses sont une dénudation de l'os alvéolaire entraînant une exposition radiculaire. (18,36)

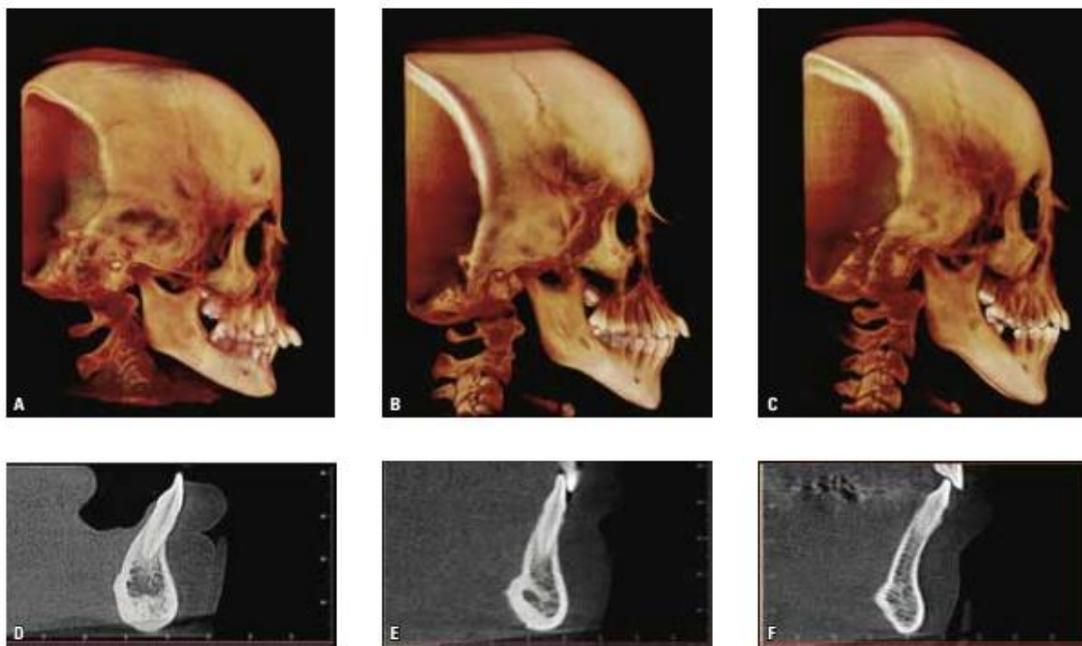


**Figure 48 : Fenestration osseuse. (36)**

En fonction de la qualité et de la quantité d'os présent, certaines mécaniques considérées comme les plus à risque seront à éviter, par exemple, les mouvements dans le plan sagittal des incisives mandibulaires ainsi que la disjonction maxillaire. (36)

En effet, en fonction de l'épaisseur initiale de l'os alvéolaire ainsi que de la quantité de déplacement voulu, certaines mécaniques peuvent amener les dents concernées à franchir les procès alvéolaires, créant des déhiscences et/ou fenestrations. (36)

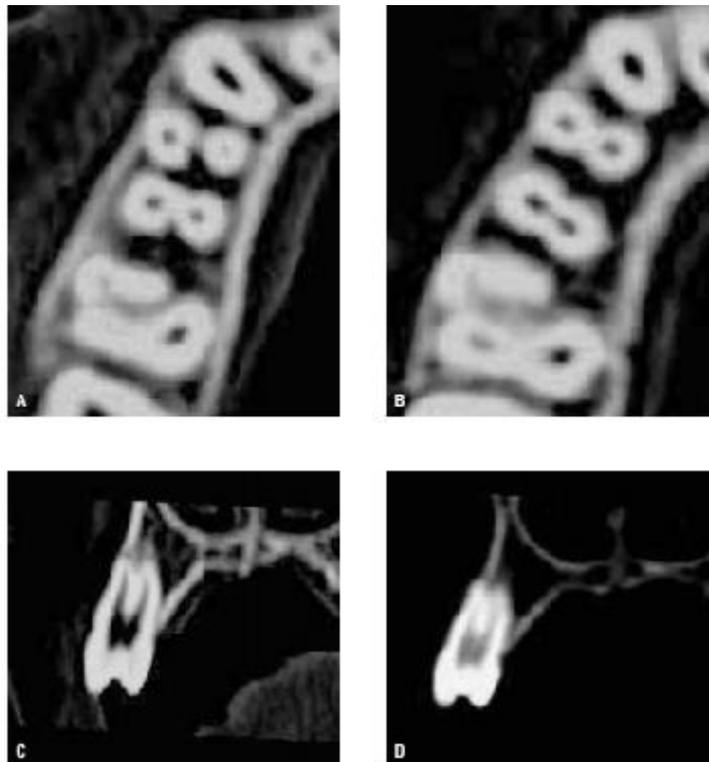
En déterminant la typologie faciale du patient grâce à l'examen clinique et l'analyse de la téléradiographie de profil, il est possible d'évaluer qualitativement et quantitativement la valeur de la symphyse mandibulaire. Les patients hyperdivergents présentent, par exemple, une crête alvéolaire antérieure plus mince que les patients hypodivergents. Le déplacement des incisives mandibulaires dans le sens sagittal sera donc, dans la plupart du temps, contre indiqué. (36)



**Figure 49 : Morphologie de la symphyse mandibulaire en fonction de la typologie faciale; Patient hypodivergent (A, D); Patient normodivergent (B, E); Patient Hyperdivergent (C, F) (36)**

Grâce à sa haute définition le cone beam permet au praticien de visualiser l'épaisseur et le niveau de l'os alvéolaire en 3 dimensions. L'orthodontiste dispose alors d'une connaissance accrue de la morphologie de l'os alvéolaire, et peut individualiser au mieux ses objectifs de traitement. (36)

Son épaisseur définit les limites des mouvements orthodontiques, l'ignorer, peut entraîner des dommages indésirables pour les tissus parodontaux. (36)



**Figure 50 : A et B : coupe axiale du maxillaire avant (A) et après disjonction rapide du maxillaire, qui a entraîné une diminution de la paroi alvéolaire vestibulaire.  
C et D : coupe transversale de la première molaire maxillaire avant (C) et après (D) disjonction rapide du maxillaire, développement d'une déhiscence osseuse au niveau d'une zone où la paroi vestibulaire était mince. (36)**

## Conclusion

Le cone beam est depuis plusieurs années, établi comme technique de référence en odontostomatologie dès lors qu'un examen en 3D est indiqué. A l'aide d'une seule acquisition, il permet de visualiser dans tous les plans de l'espace, la ou les structures à étudier avec une qualité d'image égale voir supérieure aux scanners traditionnels, pour l'étude des structures osseuses et ce pour une irradiation moindre. Les appareils de dernière génération à champ d'exploration modulable permettent d'adapter le cliché au diagnostic désiré.

L'apport de l'imagerie tridimensionnelle dans le diagnostic et la planification thérapeutique des anomalies dentaires est indéniable ; le cone beam permettra de s'affranchir des limites de la radiologie conventionnelle en délivrant des images sans superposition, de localiser et d'étudier la morphologie exacte de l'anomalie guidant ainsi le praticien dans sa prise en charge.

L'incorporation de la 3D dans le diagnostic et le traitement orthodontique permettrait de pallier les imprécisions des informations fournies par l'imagerie bidimensionnelle. Dans l'orthodontie classique, la quantité d'encombrement dentaire, la position de l'incisive inférieure et le modèle de croissance faciale forment un trépied permettant d'établir un diagnostic et la planification du traitement. L'orthodontie contemporaine inclut également l'esthétique du visage et le sourire. Grâce au cone beam, l'orthodontie du futur pourrait ajouter la morphologie parodontale du patient aux éléments précédemment cités.

Il est toutefois important de souligner qu'une utilisation quotidienne du cone beam par les chirurgiens-dentistes et les orthodontistes ne pourra s'effectuer qu'après une formation supplémentaire étant donné le peu de connaissance acquis dans ce domaine en fin de troisième cycle du cursus universitaire.

**1. ABOUD R et HOBEICHE J.**

Rôle du Cone Beam dans le diagnostic des pathologies des articulations temporo-mandibulaires.

Int Arab J Dent 2012;3(3):92-8.

**2. AGRAWAL JM, AGRAWAL MS, NANJANAWAR LG et PRUSHETTI AS.**

CBCT in orthodontics: the wave of future.

J Contemp Dent Pract\_2013;14(1):153-7.

**3. ALANI A et BISHOP K.**

Dens invaginatus. Part 1: classification, prevalence and aetiology.

Int Endod J 2008;41(12):1123-36.

**4. ANDREASEN FM et ANDREASEN JO.**

Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth.

Copenhagen: Munksgaard Publishers 1994:219-250.

**5. ANDREASEN JO, SNDSTRÖM B et RAVN JJ.**

The effect of traumatic injuries to primary teeth on their permanent successors. A clinical and histology study of 117 injured permanent teeth.

Scand J Dent Res 1971;79(4):219-283.

**6. ARSENAULT M, ANDERSON R, DYMENT H et coll.**

Cellulite faciale consécutive à une invagination dentaire (dens invaginatus) : une étude de cas.

J Can Dent Assoc 2010;7:a114\_f.

**7. ARTE S et PIRINEN S.**

Hypodontia.

Orphanet encyclopedia, 2004.

<https://www.orpha.net/data/patho/GB/uk-hypodontia.pdf>

## **8. ASSURANCE MALADIE.**

Prise en charge des tomographies réalisées par les chirurgiens-dentistes par la technique du « Cone Beam ».

En direct 2012

<http://www.cpam-entreprises.org/servmop/EN%20DIRECT%20CHIRURGIENS%20DENTISTES/En%20direct%20227%20PRISE%20EN%20CHARGE%20DES%20TOMOGRAPHIES%20REALISEES%20PAR%20LES%20CHIRURGIENS%20DENTISTES%20PAR%20LA%20TECHNIQUE%20CONE%20BEAM.pdf>

## **9. AUTORITE DE SURETE NUCLEAIRE.**

Les principes de la radioprotection.

2005.

[http://www.mesure-radioactivite.fr/public/IMG/pdf/plq\\_asn\\_radioprotection.pdf](http://www.mesure-radioactivite.fr/public/IMG/pdf/plq_asn_radioprotection.pdf)

## **10. BAL S.**

Quel traitement pour quel type de dens in dente.

Clinic 2012.

<http://www.endo-lyon.fr/docs/dens%20in%20dente.pdf>

## **11. BASSIGNY F.**

Manuel d'orthopedie dento-faciale. 2<sup>ème</sup> éd.

Paris : Masson, 1991.

## **12. BELLAICHE N.**

Cone beam pratique en odontostomatologie. GENERALITES : principe, technique, qualité d'image, artéfacts, types d'appareil, indications.

<http://www.dentalespace.com/dentiste/sites/fiches/202-BSnpmHU4sQZdXBWEy3Gr/6600257056c178b1c8b27082b040f313.pdf>

## **13. BELLAICHE N.**

Dosimétrie et cone beam.

Dent Tribune 2014;6(1):14-15.

**14. BELLAICHE N.**

Qualité d'image et artéfacts en cone beam.

Dent Tribune 2014;6(3):12-14.

**15. BIANCHI SD, ANGLÉSIO S, CASTELLANO S et coll.**

Absorbed doses and risk in implant planning : comparison between spiral CT and cone beam.

13th International Congress of DentoMaxilloFacial Radiology, Glasgow, 5-8 août 2001.

Dentomaxillofac Radiol 2001 ; 30 (Suppl 1).

**16. BOURRIAU J, CABOT I, et FOUCART JM.**

Téléradiographie.

Encycl Méd Chir (Paris), Orthopédie Dentofaciale, 23-455-E-10, 1999.

**17. BOUWENS DG, CEVIDANES L, LUDLOW JB et PHILIPS C.**

Comparison of mesiodistal root angulation with post treatment panoramic radiographs and cone-beam computed tomography.

Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(1):126-32.

**18. CARRANZA F, NEWMAN M et TAKEI H.**

The tooth-supporting structures. Clinical periodontology. 9th ed.

Philadelphia : WB Saunder, 2002.

**19. CAVEZIAN R et PASQUET G.**

Cone Beam : Imagerie diagnostique en odontostomatologie, principe, résultats et perspectives.

Paris : Elsevier Masson, 2011.

**20. CAVEZIAN R et PASQUET G.**

Imagerie et orthopédie dento-faciale : évolution, présent et avenir.

Orthod Fr 2008; 79(1):3-12.

**21. CAVEZIAN R et PASQUET G.**

L'imagerie médicale en odontologie.

Reuil-Malmaison : CdP, 2005.

**22. CAVEZIAN R, PASQUET G, BEL G et BALLER G.**

Imagerie dento-maxillaire - Approche radio-clinique.

Paris : Masson, 2006.

**23. CAVEZIAN R, PASQUET G et FORTIN T.**

L'imagerie dento-maxillaire : de l'insouciance à la radioprotection, de l'endobuccal au cone beam.

Bull. Acad Natle Chir Dent 2010;53 :77-93.

**24. CAVEZIAN R, PASQUET G, BEL G et BALLER G.**

Imagerie médicale en odontologie.

Paris : Elsevier Masson, 2006.

**25. CEVIDANES LH, STYNER M, PROFFIT WR et NGOM PI.**

Superposition tridimensionnelle (3-D) sur la base du crâne pour l'évaluation longitudinale des effets de la croissance et du traitement.

Orthod Fr 2009;80(4):347-357.

**26. CHARLAND R, MERCIER R, SALVAIL P et coll.**

Traumatisme des dents antérieures permanentes seizièmes parties : séquelle au bourgeon de la dent permanente à la suite d'un traumatisme de la dent primaire.

J Ordre Dent Qué 2008;45:451-486.

**27. CHO KM, JANG JH et PARK SH.**

Clinical management of a fused upper premolar with supernumerary tooth : a case report.

Restor Dent Endod 2014;39(4):319-323.

**28. CLAISSE-CRINQUETTE A et GUIGAND M.**

Résorptions radiculaires pathologiques.

In : SIMON S, MACHTOU P, PERTOT WJ. Endodontie.

Paris : Cdp, 2012:387-410.

**29. COHENC N, SIMON JH, ROGES R et coll.**

Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: traumatic injuries.

Dent Traumatol 2007;23(2):95-104.

**30. DARGAUD J, VINKKA-PUHAKKA H, COTTON F et coll.**

Étude de l'articulation temporomandibulaire.

Paris : Elsevier Masson, 2008.

**31. DELSOL L, ORTI V, CHOUVIN M et CANAL P.**

Transpositions de canines. Diagnostic et traitements.

Encycl Méd Chir (Paris), Orthopédie Dentofaciale, 23-492-A-12, 2006.

**32. DFOUNI N.**

<http://www.idblog.ch/musculo/qu-est-ce-que-le-cone-beam/>

**33. FAURE J, OUEISS A, MARCHAL-SIXOU C et coll.**

Céphalométrie tridimensionnelle : applications en clinique et en recherche.

Orthod Fr 2008;79(1):13-30.

**34. FERRAZ JAB, DE CARVALHO JUNIOR JR, SAQUY PC et coll.**

Dental Anomaly: Dens evaginatus (Talon Cusp).

Braz Dent J 2001;12(2):132-134.

**35. FERREIRA-JUNIOR O, DE AVILA LD, SAMPIERI MB et coll.**

Lower third molar fused with a supernumerary tooth: diagnosis and treatment planning using Cone-Beam Computed Tomography.

Int J Oral Sci 2009;1(4):224-228.

**36. GAMBA GARIB D, YATABE MS, OZAWA TO et SILVA FILHO OG.**

Alveolar bone morphology under the perspective of the computed tomography: Defining the biological limits of tooth movement.

Dent Press J Orthod 2010;15(5):192-205.

**37. GRAHNEN H, LINDAHL B, OMNELL K.**

Dens invaginatus. I. A clinical, roentgenological and genetical study of permanent upper lateral incisors.

Odont Rev 1959;10:115-137.

**38. GRISMANI AG, FREDENTHALER JW, WEBER R et BANTLEON HP.**

Canines supérieures incluses méthodes conventionnelles de diagnostic radiologique et de traitement.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 2000;110(12):1264-7.

**39. GYSEL C.**

Anomalies dentaires.

Encycl Méd Chir 22015 AIO et BIO, 1967.

**40. HAMASHA AA et ALOMARI QD.**

Prevalence of dens invaginatus in Jordanian adults.

Int Endod J 2004;37(5):307-10.

**41. HASHIL HA.**

Orthodontic treatment of fused and geminated central incisors : a case report.

J Contemp Dent Pract 2004;(5)A:136-144.

**42. HAURET L et HODEZ C.**

Nouveauté en radiologie dento-maxillofaciale : La tomographie volumétrique à faisceau conique.

J Radiol 2009;90:604-617.

**43. HAUTE AUTORITE DE SANTE**

Bilan de dysmorphose Dento-Maxillo-Faciale.

Service d'évaluation des actes professionnels, 2006.

[http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/rapport\\_bilan\\_de\\_dysmorphose.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/rapport_bilan_de_dysmorphose.pdf)

**44. HAUTE AUTORITE DE SANTE**

Tomographie volumique à faisceau conique de la face (Cone Beam computerized tomography). Rapport d'évaluation technologique.

Service d'évaluation des actes professionnels, 2009.

[http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-12/rapport\\_cone\\_beam\\_version\\_finale\\_2009-12-28\\_17-27-28\\_610.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-12/rapport_cone_beam_version_finale_2009-12-28_17-27-28_610.pdf)

**45. HISCHINGER V, HANKE S, HIRSCHFELDER U et HOFMANN E.**

Artifacts in orthodontic bracket systems in cone-beam computed tomography and multislice computed tomography.

J Orofac Orthop 2015;76(2):152-163.

**46. HODEZ C et BRAVETTI P.**

Imagerie dento-maxillo-faciale par faisceau conique « Cone Beam ».

Montpellier : Sauramps, 2010.

**47. IANNUCCI JM et JANSEN L**

Dental radiography : principles and techniques.

Philadelphia : WB Saunders cop, 2006.

**48. JUNG M.**

Endodontic treatment of dens invaginatus type III with three root canals and open apical foramen.

Int Endod J 2004;37(3):205-213.

**49. KAPILA S, CONLEY RS, HARRELL WE Jr.**

The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics.

Dentomaxillofac Radiol 2011;40(1):24-34.

**50. KIM SY, CHOI SC, CHUNG YJ.**

Management of the fused permanent upper lateral incisor: a case report.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011;111(5):649-52.

**51. KNEZEVIC A, TRAVAN S, TARLE Z et coll.**

Double tooth.

Coll Antropol 2002;26(2):667-672.

**52. KORBENDAU JM et PATTI A.**

Les dents incluses – Traitement orthodontique et chirurgical.

Paris : Quintessence International, 2014.

**53. LAMBERT A, SETBON O, SALMON B et SEBBAN V.**

Analyse céphalométrique.

Encycl Méd Chir (Paris), Orthopédie Dentofaciale, 23-455-D-10, 2010.

**54. LAUTROU A.**

Superpositions en céphalométrie : méthodes et procédés, intérêt en clinique orthodontique.

Encycl Méd Chir (Paris), Orthopédie Dentofaciale, 23-455-E-30, 1996.

**55.LESAGE CH.**

Mini-screws in orthodontics: contribution of the 3D Cone Beam in the surgical technique.

Rev Odontostomatol 2011;40:293-302.

**56.LOREILLE JP, DELAIRE J, CAILLARD P et SARAZIN J.**

Céphalométrie et orthodontie.

Paris : S.N.P.D.M, 1992.

**57.LUNARDI D, BÉCAVIN T,GAMBIEZ A et DEVEAUX E.**

Les résorptions radiculaires inflammatoires orthodontiquement induites : une complication à l'apex, mais aussi au collet.

Rev Orthop Dento Faciale 2012;46(4):379-392.

**58.NAULIN-IFI C.**

Anomalies de formation et d'éruption.

In : Odontologie pédiatrique clinique.

Rueil-Malmaison : Cdp, 2011:201-223.

**59.MAHESH R, KANIMOZHI IG et SIVAKUMAR M.**

Dilaceration and eruption disturbances in permanent teeth: a sequelae of trauma to their predecessors-diagnosis and treatment using Cone Beam CT.

J Clin Diagn Res 2014;8(5):ZD10–ZD12.

**60.MAKDISSI J.**

Cone beam CT in orthodontics: The current picture.

Int Orthod 2013;11(1):1-20.

**61.MANHES L.**

Améliorer ses traitements grâce aux nouvelles technologies liées aux cones beams.

Lettre Stomatol 2012;53:14-20.

**62. MARTIN-DUVERNEUIL M et RUHIN B.**

Cone beam CT : techniques et principales indications en imagerie dento-maxillo-faciale chez l'adulte.

Paris : Elsevier Masson, 2014.

**63. NAKAGAWA Y, KOBAYASHI K, ISHII H et coll.**

Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery.

Int J Oral Maxillofac Surg 2002;31(3):322-327.

**64. NEERAJA R.**

Double Teeth : a challenge for dentists.

J Dent 2012;1(1):45-48.

**65. ORENTLICHER G, GOLDSMITH D et HOROWITZ A.**

Applications of 3-Dimensional virtual computerized tomography technology in oral and maxillofacial surgery: Current Therapy.

J Oral Maxillofac Surg 2010;68(8):1933-1959.

**66. PEREIRA AJA, FIDEL RAS et FIDEL SR.**

Maxillary lateral incisor with two root canals: Fusion, gemination or dens invaginatus.

Braz Dent J 2000;11(2):141-146.

**67. PIETTE E et GOLDBERG M.**

La dent normale et pathologique.

Bruxelles : De Boeck, 2001

**68. ROZENCWEIG D, GERDOLLE D et DELGOFFE C.**

Imagerie de l'ATM : aide au diagnostic des troubles cranio-mandibulaires.

Rueil-Malmaison : Cdp, 1995.

**69.SALMON B, BOUKPESSI T, GOSSET M et coll.**

Cone Beam CT en pratique dentaire. Du Chirurgien-Dentiste au Radiologue.  
Montpellier : Sauramps Medical, 2014.

**70.SAMPAIO NEVES F, COSTA BASTO L, MARIA DE ALMEIDA S, et coll.**

Dens invaginatus: a cone beam computed tomography case report.  
J Health Sci Inst 2010;28(3):249-50.

**71.SCHULZE CH.**

Anomalien und Missbildungen der menschlichen Zähne.  
Berlin : Quintessenz Verlags GmbH, 1987:94-101.

**72.SEKERCI AE, OZCAN G et AGLARCI OS.**

A novel presentation of a supplemental premolar tooth with dens invaginatus and dens evaginatus and role of the CBCT diagnosis.  
J Oral Maxillofac Radiol 2013;1:111-114.

**73.SEVALLE M.**

Cotations des Cone Beam (tomographies volumiques ou CBCT).  
Fil Dent 2013;80:26-27.

**74.SHOKRI A, BAHARVAND M et MORTAZAVI H.**

The largest bilateral gemination of permanent maxillary central incisors: Report of a case.  
J Clin Exp Dent 2013;5(5):295-297.

**75.SOCIETE FRANCAISE D'ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE.**

Les mini-vis, ancrages osseux temporaires.  
<http://sfodf.org/Les-mini-vis-ancrages-osseur>

**76. SOREL O, OLIVIER A et MANO MC.**

Intérêts de l'imagerie tridimensionnelle.  
Rev Orthop Dento Faciale 2010;44(1):83-98.

**77. TREIL J et CASTEIGT J.**

Céphalométrie tridimensionnelle à l'usage des orthodontistes, des chirurgiens maxillo faciaux et des anthropologues ; 2006.

<http://www.dentalespace.com/dentiste/formation/217-cephalometrie-tridimensionnelle-usage-orthodontistes-chirurgiens-maxillo-faciaux-des-anthropologues.htm>

**78. TREIL J, CASTEIGT I, FAURE J et coll.**

Architecture cranio-facio-maxillo-dentaire. Un modèle tridimensionnel. Applications, en clinique orthodontique et chirurgie orthognatique.  
Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 24-455-E-40, 2008.

**79. TREIL J, CASTEIGT I, FAURE J et coll.**

Orthodontie et tomодensitometrie.  
Rev Orthop Dento Faciale 2003;37(1):9-21.

**80. TÜMEN DS, CALLEA M, YAZGI AY et coll.**

Evaluation of condylar and ramal asymetry on patients with ectodermal dysplasia.  
J Dent 2014;4(8):1-3.

**81. TUNA EB, YILDIRIL M, SEYMEN F et coll.**

Fused teeth : a review of the treatment options.  
J Dent Child 2009;76(2):109-116.

**82. VANDENBERGHE B.**

Le cone beam CT : évolution et révolution.  
Lettre Stomatol 2012;53:5-12.

**83. WAUGH RL.**

Utilisation de la tomographie volumique à faisceaux coniques (cone beam) pour le diagnostic et le plan de traitement orthodontique en présence de canine incluse.

Orthod Fr 2014;85(4):355-361.

**84. WAYAMA MT, VALENTIM D, GOMES-FIHLO JE et coll.**

18-year follow-up of dens invaginatus: retrograde endodontic treatment.

J Endod 2014;40(10):1688-90.

**ROUDIER (François).** - Anomalies dentaires et traitements ODF : intérêt du cone beam. - 85 f. ; ill. ; tabl. ; 83 ref. (Thèse: Chir. Dent. : Nantes; 2015)

#### RESUME

Le cone beam utilise un faisceau conique de rayons X permettant en une seule révolution de balayer l'ensemble du volume à examiner. Principalement dédié à l'odontostomatologie il présente un intérêt majeur puisqu'il est au moins aussi performant que la tomodynamométrie conventionnelle en ayant une dosimétrie inférieure.

Une recherche bibliographique a été effectuée afin de présenter dans ce travail, les principaux apports du cone beam dans le diagnostic et le traitement des anomalies dentaires, ainsi qu' en orthopédie dento-faciale.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT: Pédiodontie et Orthopédie dento-faciale

#### MOTS CLES MESH

Tomodynamométrie à faisceau conique - Cone-Beam Computed Tomography

Orthodontie - Orthodonties

Malformations dentaires - Tooth abnormalities

Diagnostic - Diagnosis

Thérapeutique - Therapeutics

#### JURY

Président: Professeur Alliot-Licht B.

Directeurs: Docteur Houchmand-Cuny M.

Docteur Lopez-Cazaux S.

Assesseur : Docteur Deumier L.

#### ADRESSE DE L'AUTEUR

7 rue de l'héronnière - 44000 Nantes

[roudier.f@gmail.com](mailto:roudier.f@gmail.com)