

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2020

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 29 OCTOBRE 2020

Par Laëtitia DEVULDER

Née le 12 NOVEMBRE 1993 à Calais - France

**IMAGERIE VOLUMÉTRIQUE PAR FAISCEAU CONIQUE ET PATIENTS
PORTEURS DE FENTES OROFACIALES**

JURY

Président :

Pr COLARD Thomas

Assesseurs :

Dr BOCQUET Emmanuelle

Dr MARQUILLIER Thomas

Dr TELLIEZ Pierre

Membre(s) invité(s) :

Dr FOUMOU-MORETTI Nathalie

Président de l'université : Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université : M-D. SAVINA
Doyen : E. BOCQUET
Vice-Doyen : A. de BROUCKER
Responsable des Services : S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité : M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
C. DELFOSSE Pédiatrique	Responsable du Département d' Odontologie
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable du Département d' Orthopédie Dento-Faciale, Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
X. COUDEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDELBERT	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A.Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Aux membres du jury,

Monsieur le Professeur Thomas Colard

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Sciences Anatomiques

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur au Muséum National d'Histoire Naturelle en Anthropologie Biologique

Assesseur à la Recherche

Je tiens à vous remercier de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

Votre curiosité scientifique force l'admiration. Votre gentillesse, votre bonne humeur, votre passion pour les sciences et votre patience pour transmettre vos connaissances imposent le respect. Je vous remercie pour votre investissement dans ce travail et dans celui du mémoire à venir. Merci de m'avoir fait progresser dans ce vaste domaine qu'est l'imagerie 3D. Soyez assuré de mon profond respect et de ma reconnaissance.

Madame le Docteur Emmanuelle Bocquet

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Orthopédie Dento-Faciale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Certificat d'Etudes Cliniques Spéciales Mention Orthodontie

Certificat d'Etudes Supérieures de Biologie de la Bouche

Certificat d'Etudes Supérieures d'Orthopédie Dento-Faciale

Master 2 Recherche Biologie Santé

Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille

Responsable du Département d'Orthopédie Dento-Faciale

Coordonnateur inter-régional du Diplôme d'Etudes Spécialisées d'Orthopédie Dento-Faciale

Je suis sensible à l'honneur que vous me faites d'avoir accepté de diriger ce travail.

Votre passion pour l'orthodontie et votre pédagogie ont fait de ces deux premières années dans votre service un internat enrichissant et formateur. Vous accordez une importance particulière à la cohésion, à la bonne humeur et à l'entraide quotidienne qui ont fait de vos internes une équipe soudée.

Je vous remercie pour votre bienveillance à mon égard. C'est un réel plaisir d'échanger avec vous et d'apprendre à vos côtés. Vous m'avez transmis votre passion pour cette discipline dans laquelle je m'épanouis pleinement. J'espère, par ce travail et mon exercice futur faire honneur à votre enseignement. Soyez assurée de mon profond respect et de ma reconnaissance.

Monsieur le Docteur Thomas MARQUILLIER

Maitre de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste qualifié en Médecine Bucco-Dentaire

Certificat d'Etudes Supérieures Odontologie Pédiatrique et Prévention

Attestation Universitaire soins dentaires sous sédation consciente au MEOPA

Master 1 Biologie Santé – Mention Ethique et Droit de la Santé

Master 2 Santé Publique – Spécialité Education thérapeutique et Educations en Santé

Master Diplôme du Centre d'Enseignement des Thérapeutiques Orthodontiques orthopédiques et fonctionnelles

Formation Certifiante « *Concevoir et Evaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient* »

Formation du personnel de pédiatrie à l'éducation thérapeutique de l'enfant atteint d'une maladie chronique et de ses proches

Lauréat du prix Elmex de la Société Française d'Odontologie Pédiatrique

Je vous remercie d'avoir accepté spontanément de faire partie de ce jury et de juger ce travail.

Tout au long de mes études, j'ai pu apprécier votre gentillesse, la qualité de vos enseignements et votre engagement pour la sous-section d'Odontologie Pédiatrique. Vous m'avez donné le goût de la pédodontie qui n'est pourtant pas l'une des disciplines les plus évidentes lorsque l'on arrive en clinique.

Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments les plus respectueux et reconnaissants.

Monsieur le Docteur Pierre Telliez

Assistant Hospitalo-Universitaire des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Orthopédie Dento-Faciale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste Qualifié en Orthopédie Dento-Faciale

Je suis sensible à l'honneur que tu me fais en acceptant de juger ce travail.

Je te suis sincèrement reconnaissante pour ton investissement dans notre formation. Ta bienveillance, ta passion pour l'orthodontie, ton enthousiasme et ta bonne humeur font de toi un assistant exceptionnel. Ton implication professionnelle et tes valeurs font de toi un praticien respecté. J'ai eu la chance de profiter de la qualité de ton enseignement, de tes conseils avisés et de ta pédagogie. Tu m'as donné l'envie de transmettre à mon tour cet enseignement. Merci d'avoir accepté la confiance que j'ai placée en toi pour nos « expérimentations orthodontiques » dont je suis le principale cobaye.

Par ce travail, je te prie de recevoir l'expression de mon amitié la plus sincère.

Madame le Docteur Nathalie FOUMOU-MORETTI

Attachée Hospitalo-Universitaire des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention Département Orthopédie Dento-Faciale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Certificat d'Études Cliniques Spéciales Mention Orthodontie

Ancienne Assistante Hospitalo-Universitaires des CSERD

Ancienne interne en Odontologie

Attestation d'Étude Approfondie Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

D.U. d'Expertise en Médecine Bucco-dentaire

Je suis sensible à l'honneur que vous me faites d'avoir accepté de diriger ce travail.

Je vous remercie de m'avoir apporté durant ces années d'internat vos connaissances et votre expérience clinique. Par vos précieux conseils, vous m'avez permis de progresser. Merci de m'avoir transmis votre passion pour les patients porteurs de fentes orofaciales. Leur prise en charge est un réel challenge et à vos côtés, j'ai compris le sens du mot soignant. J'espère dans ma pratique future faire honneur aux connaissances et valeurs que vous avez su me transmettre. Je vous remercie pour votre implication et votre patience à mon égard lors de la rédaction de cette thèse. J'espère que ce travail sera à la hauteur de vos espérances. Soyez assurée de mon profond respect et de ma reconnaissance.

Table des abréviations

Classées par ordre d'apparition

CBCT : ConeBeam Computed Tomography

2D/3D : 2 Dimensions/ 3 Dimensions

FOV : Field of View

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

VAS : Voies Aériennes Supérieures

ALADA : As Low As Diagnostically Acceptable (niveau d'exposition) aussi bas que le diagnostic le permet

CHRU/CHU : Centre Hospitalo(Régional) Universitaire

GPP : GingivoPériostoPlastie

SFSCMFCO : Société Française de Stomatologie, Chirurgie Maxillo-Faciale et Chirurgie Orale

DICOM : Digital Imaging and Communication in Medicine

CFAO : Conception-Fabrication Assistée par Ordinateur

PAO : Planification Assistée par Ordinateur

CAD-CAM : Computed-Aided Design and Computed-Aided Manufacturing

CAO : Chirurgie Assistée par Ordinateur

IGV : Image-Guided Visualisation Display

VGA : Video Graphics Array

IAO : Implantologie Assistée par Ordinateur

DDM : Dysharmonie Dento-Maxillaire

Table des matières

Introduction	17
1 L'imagerie volumétrique par faisceau conique (CBCT)	19
1.1 Caractéristiques techniques du CBCT	19
1.1.1 Aspects techniques	19
1.1.2 Volumes explorés et résolution de l'image.....	20
1.1.2.1 Voxel et résolution spatiale.....	20
1.1.2.2 Champ d'exploration.....	21
1.1.2.3 Exposition	23
1.1.2.4 Résolution en densité ou en contraste	23
1.1.3 Dosimétrie	23
1.1.3.1 Dose absorbée	23
1.1.3.2 Dose à l'entrée	24
1.1.3.3 Dose équivalente.....	24
1.1.3.4 Dose efficace.....	24
1.1.3.5 Comparaison des doses efficaces selon les techniques de radiographies odonto-stomatologiques	24
1.1.3.6 Comparaison des doses efficaces selon les différents champs de tomographie volumique	25
1.1.4 Artefacts	26
1.2 Principales indications du CBCT en orthopédie dentofaciale	27
1.2.1 Anomalies dentaires.....	27
1.2.1.1 Dent incluse.....	27
1.2.1.2 Dent surnuméraire.....	28
1.2.2 Dysmorphoses craniofaciales sévères.....	29
1.2.2.1 En pré opératoire.....	29
1.2.2.2 En per opératoire.....	29
1.2.2.3 En post opératoire	30
1.2.3 Voies aériennes supérieures.....	30
1.2.4 Fentes alvéolopalatines	31
1.2.5 Minivis/miniplaques	32
1.2.6 Mouvements dentaires complexes.....	33
1.2.7 CBCT en première intention ?.....	33
1.3 Principaux avantages/inconvénients du CBCT	35
1.3.1 Avantages	35
1.3.2 Inconvénients	35
1.3.3 Comparaison des performances techniques du CBCT vs le scanner	35
1.4 Radioprotection	36
1.4.1.1 Justification.....	36
1.4.1.2 Optimisation.....	37
1.4.1.3 Limitation	37
2 Apports du CBCT au diagnostic d'anomalies osseuses et dentaires chez les patients porteurs de fentes orofaciales	38
2.1 Anomalies osseuses	38
2.1.1 Défaut osseux	38
2.1.2 Déhiscence/fenestration osseuse	40
2.1.3 Fissure alvéolaire	41
2.1.4 Fistule bucco-nasale`	43

2.2	Anomalies dentaires.....	44
2.2.1	Anomalies de nombre	45
2.2.1.1	Par défaut	45
2.2.1.2	Par excès.....	50
2.2.2	Anomalies d'éruption d'ordre topographique	52
2.2.2.1	Inclusion	52
2.2.2.2	Ectopie.....	54
2.2.2.3	Rotation	54
2.2.2.4	Transposition	55
3	Apports du CBCT à la prise en charge chirurgicale, orthodontique et omnipratique des patients porteurs de fentes orofaciales	57
3.1	Incidences chirurgicales	58
3.1.1	Temps chirurgicaux.....	58
3.1.1.1	La gingivopériostoplastie	59
3.1.1.2	La chirurgie orthognathique.....	60
3.1.1.3	La chirurgie implantaire	63
3.1.1	Incidences du CBCT sur la prise en charge chirurgicale d'un patient porteur de fentes orofaciales.....	63
3.1.1.1	La gingivopériostoplastie associée à la greffe osseuse alvéolaire 64	
3.1.1.1.1	En pré-opératoire.....	64
3.1.1.1.1.1	<i>Diagnostic</i>	64
3.1.1.1.1.2	<i>Choix thérapeutique</i>	64
3.1.1.1.1.3	<i>« Timing » chirurgical</i>	67
3.1.1.1.2	En post-opératoire	68
3.1.1.1.2.1	<i>Analyse de la quantité de greffe osseuse résiduelle en 2D vs 3D</i> 68	
3.1.1.1.2.2	<i>Analyse de la quantité de greffe osseuse résiduelle à différents temps post-opératoires</i>	70
3.1.1.2	La chirurgie orthognathique.....	71
3.1.1.2.1	En pré-opératoire.....	71
3.1.1.2.1.1	<i>Modèles de fusion 3D</i>	71
3.1.1.2.1.2	<i>Planification chirurgicale</i>	72
3.1.1.2.2	En peropératoire	80
3.1.1.2.3	En post-opératoire	82
3.1.1.3	La réhabilitation implanto-portée et greffe osseuse.....	84
3.2	Incidences orthodontiques et omnipratiques.....	86
3.2.1	Différents temps	86
3.2.2	Incidences du CBCT sur la prise en charge orthodontique et omnipratique d'un patient porteur de fentes orofaciales	88
3.2.2.1	Prise en charge d'une anomalie de nombre.....	89
3.2.2.1.1	Cas d'une agénésie d'une incisive latérale permanente .	89
3.2.2.1.2	Cas d'une dent surnuméraire	91
3.2.2.2	Prise en charge d'une anomalie d'éruption d'ordre topographique : l'inclusion	92
3.2.2.2.1	Temps orthodontique pré-chirurgical.....	93
3.2.2.2.2	Temps chirurgical	93
3.2.2.2.3	Temps orthodontique post-chirurgical	94
	Conclusion.....	98
	Références bibliographiques	99
	Table des tableaux	107

Introduction

Les fentes orofaciales constituent les malformations craniofaciales congénitales les plus fréquentes avec une incidence de 1 :1 000 en Europe et de 1 :700 en France (1). Elles résultent d'une combinaison de facteurs génétiques et environnementaux qui aboutissent à un défaut de fusion des bourgeons faciaux lors de l'embryogenèse. Il existe une grande hétérogénéité des entités cliniques et de nombreuses formes anatomiques selon la zone qui n'a pas fusionné : vélaire, vélopalatine, labio-palatine, labio-alvéolaire, labial ou encore labio-alvéolo-palatine.

Les patients porteurs de fentes présentent de nombreuses spécificités osseuses, alvéolaires et dentaires. Elles proviennent soit de la malformation princeps soit des séquelles des prises en charge notamment des réparations chirurgicales primaires. Il peut s'agir d'anomalies rencontrées dans la population générale qui seront, chez ces patients, davantage présentes. Ainsi, l'hypothèse retrouvée dans la littérature est que les facteurs responsables des fentes interviennent à la même période que l'odontogenèse expliquant ainsi la prévalence d'anomalies dentaires plus élevée retrouvées chez ces patients par rapport à la population générale (1)(2)(3)(4).

De nombreuses études se sont intéressées à la prévalence et à la localisation de certaines de ces anomalies dans et en dehors de la région de la fente sur des examens radiographiques en deux dimensions de type orthopantomogramme.

Cependant, à une époque où l'imagerie tridimensionnelle révolutionne la pratique en orthopédie dentofaciale, il semble nécessaire de se poser la question de l'apport de la tomographie volumétrique par faisceau conique (ou CBCT) à la prise en charge des patients porteurs de fentes orofaciales. Examen complémentaire de choix de par son caractère peu irradiant et par sa haute résolution d'image, il représente un atout chez l'enfant dont les tissus immatures sont plus sensibles à la dose absorbée (5). Cette imagerie, utilisée en pré- et post-opératoire par les équipes chirurgicales, s'avère être un outil diagnostique intéressant permettant d'orienter les décisions thérapeutiques et de planifier les gestes opératoires.

L'objectif de ce travail est ainsi de mettre en évidence l'apport de cette imagerie volumétrique par faisceau conique à la prise en charge des patients porteurs de fentes orofaciales. Après une première partie sur les caractéristiques, indications et principaux avantages/inconvénients des CBCT sera exposé dans une deuxième partie l'apport de cet examen au diagnostic des anomalies que peuvent présenter les patients porteurs de fentes. La troisième partie sera consacrée aux incidences du CBCT sur la prise en charge chirurgicale, orthodontique et omnipratique de ces patients.

1 L'imagerie volumétrique par faisceau conique (CBCT)

Orthopantomogrammes, téléradiographies et radiographies rétro-alvéolaires constituent les examens radiographiques régulièrement prescrits et réalisés en orthopédie dentofaciale. Ces examens complémentaires précisent l'examen clinique et font partie du dossier orthodontique. Ils permettent de poser des diagnostics précis et d'établir un plan de traitement. Cependant, ces examens d'imagerie conventionnelle sont bidimensionnels et présentent des limites dont les principales sont la superposition des structures, les déformations géométriques, les distorsions, la nécessité de multiplier les incidences (6)...

Pour certaines indications, la tomographie volumétrique à faisceau conique ou technologie *conebeam computed tomography* (CBCT), examen tridimensionnel en coupes, permet de pallier ces limites. De par sa réalisation rapide, son excellente résolution spatiale et son moindre coût dosimétrique, le CBCT permet de se substituer au scanner conventionnel pour l'évaluation des tissus dentaires et osseux dans la majorité des indications odontostomatologiques (7).

1.1 Caractéristiques techniques du CBCT

1.1.1 Aspects techniques

Issu d'une technologie d'acquisition en une seule séquence de rotation d'au moins 180° autour du patient du couple source/capteur (figure 1), le CBCT réalise une multitude d'acquisitions de données numériques autour du sujet qui seront ensuite assemblées, permettant la reconstruction du volume exploré en 3D par ordinateur.

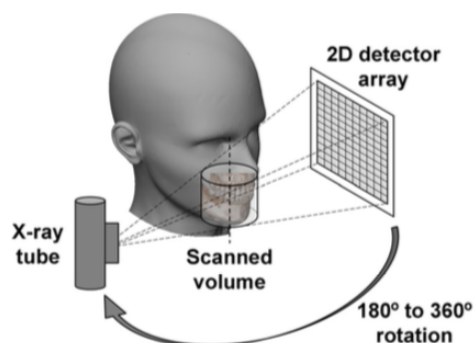


Figure 1: Rotation du couple source/capteur autour du sujet (8)

Le CBCT fait appel à un faisceau de rayons X pulsé ou continu selon les appareils, ouvert, de forme conique (ou pyramidal), collimaté qui traverse l'objet à explorer.

L'émission pulsée des rayonnements tend à devenir la norme puisqu'elle permet de réduire l'exposition effective du patient : l'émission se fait uniquement à chaque changement d'incidence de manière coordonnée et simultanément à l'activation du capteur. Ainsi, la dose irradiante délivrée est limitée.

De nombreux fabricants existent sur le marché avec diverses variations en termes de caractéristiques techniques. Les volumes explorés, la résolution de l'image et la dosimétrie sont abordés dans le paragraphe suivant. Il est à noter que la variation de ces paramètres entraîne des différences significatives dans la qualité des images (9)(10).

1.1.2 Volumes explorés et résolution de l'image

1.1.2.1 Voxel et résolution spatiale

Chaque volume peut être découpé en unités élémentaires appelées voxel (*volume element and pixel*), constituant un pixel en trois dimensions. Le voxel est caractérisé par les dimensions de ses trois arêtes.

Contrairement au scanner, les voxels sont dits isométriques c'est-à-dire que chaque voxel est cubique et que chaque cube a les mêmes dimensions, généralement comprises entre 0,1 et 0,4mm (Figure 2).

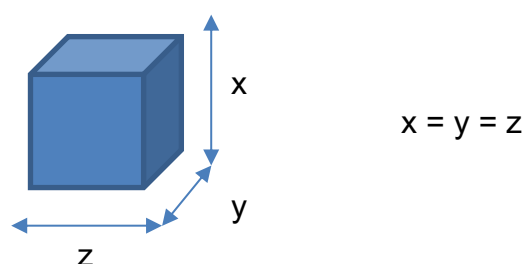


Figure 2: Voxel isométrique (iconographie personnelle)

La résolution spatiale est définie par la taille de ce voxel à l'acquisition. D'un point de vue théorique : plus la taille du voxel est petite, meilleure est la résolution spatiale. Celle-ci s'échelonne de 75 à 600 μm selon les fabricants.

Elle est fonction :

- Du type de détecteur
- Du champ de vue ou d'exploration
- Du système informatique d'analyse.

Le nombre d'images 2D acquises varie de 150 à plus de 600 selon les fabricants et selon la résolution choisie ainsi plus la résolution est haute, plus il faut acquérir d'images pour que la reconstruction tridimensionnelle soit pertinente.

A contrario, plus le volume exploré augmente, plus la taille des voxels augmente et donc plus la résolution spatiale diminue. Ainsi, en orthodontie on préférera la réalisation d'un grand champ avec une définition plus faible, contrairement à l'endodontie par exemple.

Le caractère isométrique des voxels dans la technique CBCT explique que les coupes obtenues ont la même résolution spatiale quelle que soit leur orientation et donc qu'il n'existe aucune déformation de l'image. La taille du voxel influe donc directement sur la qualité de l'image.

1.1.2.2 Champ d'exploration

L'élément clé de ces appareils CBCT est la taille du champ d'examen ou *field of view* (FOV) qui conditionne la résolution des images (par la taille des voxels) ainsi que ses applications cliniques.

Dans les systèmes CBCT dentaires, ce champ est généralement cylindrique. Les dimensions de ce cylindre sont déterminées par la taille du capteur et par le diamètre du faisceau conique. Généralement, sur les appareils grand champ, le volume exploré peut être réduit par collimation en n'utilisant qu'une partie de la surface du capteur ; on obtient ainsi plusieurs options de volumes explorables, le plus souvent divisées en trois catégories présentées dans le tableau 1 et la figure 3.

Tableau 1: Tailles du champ d'exploration et zones d'intérêt correspondantes

	Taille du champ	Zone d'intérêt
<i>Petit champ</i>	4 x 4 cm ou 5 x 5 cm	Une dent ou un groupe de dents
<i>Champ moyen</i>	8 x 8 cm ou 10 x 10 cm	Une ou deux arcades +/- sinus maxillaires
<i>Grand champ</i>	15 x 15 cm jusqu'à 23 x 26 cm	Ensemble du massif orofacial

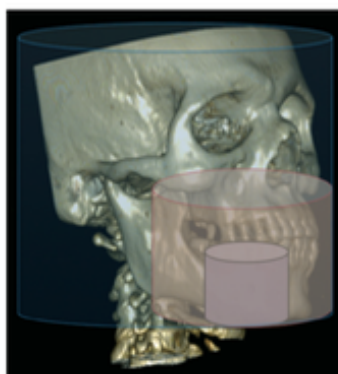


Figure 3: Différentes tailles de champ d'exploration projetées sur une reconstruction 3D d'un crâne humain : le cylindre rose représente un petit champ d'exploration de 4x5cm, l'orange un champ moyen de 8x8cm et le bleu un grand champ (10)

Selon les recommandations, la taille de ce champ d'exploration doit être adaptée à la zone clinique explorée. Le groupe de travail européen SedentexCT recommande l'utilisation de champs de 8x8cm maximum pour les chirurgiens-dentistes, afin d'éviter la multiplication des structures anatomiques à analyser.

La hauteur d'exploration concourt au volume exploré donc aux structures étudiées mais également à la dose délivrée. Le FOV est donc le paramètre de balayage le plus important puisqu'il affecte la dose d'irradiation et la qualité de l'image.

En première intention, il faudra donc privilégier un petit champ (inférieur ou égal à 8 cm) avec une faible résolution mais pour une précision plus importante (en endodontie par exemple), il faudra choisir une plus haute résolution (et donc un temps d'acquisition important). Pour des applications en orthodontie ou en chirurgie maxillo-faciale, un grand champ de faible résolution est tout à fait indiqué.

1.1.2.3 Exposition

Le contrôle automatique de l'exposition permet d'adapter la dose émise à l'opacité du patient c'est-à-dire à sa corpulence.

Il permet également d'ajuster les doses notamment chez les enfants et les jeunes adultes : la sensibilité tissulaire aux rayonnements ionisants de l'enfant est en effet jusqu'à trois fois supérieure à celle d'un adulte.

Enfin, la durée d'exposition affecte la qualité des images : plus la durée d'exposition augmente, plus la qualité de l'image s'améliore mais plus le risque d'artefacts cinétiques liés aux mouvements du patient lors de la réalisation de l'examen augmente.

1.1.2.4 Résolution en densité ou en contraste

La résolution en contraste du CBCT est limitée principalement par la puissance de la source de rayons X mais également par la technique de reconstruction elle-même. Ainsi, le CBCT n'est pas performant dans l'analyse des tissus mous du fait d'une faible sensibilité dans les niveaux de gris. Le scanner médical conventionnel ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) restent à privilégier pour l'étude de ces tissus (9).

1.1.3 Dosimétrie

Plusieurs unités dosimétriques sont à distinguer (9). Elles sont définies brièvement ci-dessous afin d'établir ensuite des comparaisons entre différentes techniques radiologiques et différents champs d'exploration.

1.1.3.1 Dose absorbée

C'est la quantité d'énergie absorbée par unité de masse de matière irradiée. Le plus souvent, la dose moyenne absorbée est considérée dans un volume ou un organe en particulier (moyenne des doses en chaque point). Elle est exprimée en gray (Gy) et est notée D .

La dose absorbée en un point est définie par le quotient $D = dE / dm$

Avec dE l'énergie moyenne cédée par le rayonnement ionisant à la matière dans un élément de volume dV de masse dm

1.1.3.2 Dose à l'entrée

C'est la dose absorbée dans l'air, rayonnement diffusé inclus, au point d'intersection de l'axe du faisceau de rayons X avec la peau du patient.

Elle est exprimée en mGy et notée DE.

1.1.3.3 Dose équivalente

Pour une même dose absorbée, l'effet biologique d'une irradiation va varier selon la nature du rayonnement.

Elle se calcule en multipliant la dose moyenne absorbée par un organe/tissu par un facteur de pondération caractérisant le type et l'énergie du rayonnement.

Pour les rayons X utilisés en radiologie, le facteur de pondération est égal à 1. La dose équivalente est donc égale à la dose absorbée. Elle est exprimée en sievert (Sv).

1.1.3.4 Dose efficace

Elle traduit l'exposition locale en termes d'exposition globale du corps entier. Deux types de facteurs de pondération entrent ici en compte : celui lié à la qualité du rayonnement et celui lié à la radiosensibilité tissulaire.

Elle se calcule en additionnant les doses équivalentes aux organes pondérées par un coefficient proportionnel à la sensibilité des tissus. Elle est exprimée en sievert (Sv) et notée E.

1.1.3.5 Comparaison des doses efficaces selon les techniques de radiographies odonto-stomatologiques

Le CBCT est défini comme la technique sectionnelle la moins irradiante. La dosimétrie est nettement inférieure à celle du scanner ce qui en fait l'examen tridimensionnel de choix pour les explorations orthodontiques.

Selon Loubele et al. (2009), pour une application dento-maxillo-faciale, les doses efficaces d'un CBCT s'échelonnent de 13 à 82 μ Sv contre 474 à 1160 μ Sv pour le scanner (11).

Cependant, elles restent significativement plus élevées que celles de la radiographie dentaire conventionnelle avec des variations de 4 à 42 par rapport à un panoramique dentaire selon l'appareil et le champ utilisés. Comparativement à un scanner, les doses peuvent varier de 1,5 à 12 (9).

Les doses efficaces moyennes d'après Foucart et al. sont présentées dans le tableau 2 en fonction de la technique d'imagerie utilisée.

Tableau 2 : Comparaison des doses efficaces selon les techniques d'imagerie dento-maxillo-faciale (9)

Techniques d'imagerie	Dose efficace moyenne (en μSv)
Cliché rétro-alvéolaire	1 - 8
Téléradiographie	2 - 3
Panoramique dentaire	4 - 30
Tomographie volumique « petit champ »	5 - 500
Tomographie volumique « moyen champ »	70 - 550
Tomographie volumique « grand champ »	70 - 550
Tomodensitométrie maxillaire ou mandibulaire	75 - 100
Tomodensitométrie du crâne	400 - 1000

1.1.3.6 Comparaison des doses efficaces selon les différents champs de tomographie volumique

Une méta-analyse réalisée en 2015 par Ludlow a permis de montrer que de larges écarts de dosimétrie existent selon l'appareil et les paramètres utilisés (12). Ces résultats sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Dose effective moyenne selon les champs d'exploration de tomographie volumique et selon le protocole (12)

	Protocole adulte	Protocole enfant
Petit champ	5-652 μSv	7-521 μSv
	Moyenne : 84 μSv	Moyenne : 103 μSv
Champ moyen	9-560 μSv	13 - 769 μSv
	Moyenne : 177 μSv	Moyenne : 175 μSv
Grand champ	46 - 1073 μSv	13 - 769 μSv
	Moyenne : 212 μSv	Moyenne : 175 μSv

Avec un même appareil CBCT, les doses délivrées peuvent varier selon le volume exploré et les paramètres techniques choisis. Plus le champ exploré est réduit et les paramètres abaissés, plus la dose est faible. A l'inverse, un appareil

CBCT programmé en haute résolution avec un champ maximal procurera des doses proches des scanners optimisés.

Les variations peuvent en effet aller jusqu'à un facteur 15 entre un protocole « basse dose » et « haute résolution », c'est pourquoi l'optimisation de l'examen est indispensable (13).

Les éléments à prendre en compte pour connaître l'exposition des patients sont:

- le temps de rotation du générateur c'est-à-dire le temps d'exposition,
- les paramètres de tension (kV),
- les paramètres d'intensité (mA),
- le volume exploré
- les mesures de collimation du faisceau.

Certains appareils permettent une adaptation de ces paramètres influençant la dose de rayonnements mais également la qualité de l'image.

Ces paramètres d'acquisition doivent être minimisés en imagerie pédiatrique. La radiosensibilité des tissus au niveau de la sphère orofaciale (et notamment au niveau de la thyroïde) diminue avec l'âge, ainsi un enfant de moins de dix ans révèle un risque multiplié par trois et un adolescent un risque multiplié par deux par rapport à un adulte (5).

Il est à noter que les comptes rendus d'examen en CBCT doivent faire figurer ces éléments de dosimétrie ainsi que le type de machine utilisé et la date de mise en fonction de celle-ci.

1.1.4 Artefacts

Les artefacts compromettent la qualité des images rendant leur interprétation difficile. Ils sont généralement dus aux mouvements du patient pendant l'acquisition (position inconfortable, déglutition...). La sensibilité à ces artefacts cinétiques peut être réduite par le choix d'un protocole basse dose, plus rapide mais avec une perte de résolution spatiale donc une qualité des images obtenues moindre.

La présence de reconstitutions dentaires métalliques peut également créer des artefacts. On parle alors de *beam hardening*, ce sont des ombres portées

entraînant des traînées hyperdenses autour des reconstitutions. Toutefois, ils sont moindres comparés à l'imagerie scanner conventionnelle ce qui est un élément important à prendre en compte chez les patients en cours de thérapie orthodontique où de nombreux appareillages métalliques sont utilisés (9).

1.2 Principales indications du CBCT en orthopédie dentofaciale

D'après Cavézian et Pasquet, le CBCT permet d'évaluer en volume les dysmorphies maxillo-mandibulaires et autres anomalies du développement squelettique et dentaire avec un niveau d'irradiation minoré (14).

Aucune liste d'indications officielles n'existe mais les principales découlent des règles de bonnes pratiques cliniques. Ainsi, les principales indications du CBCT en orthopédie dentofaciale sont abordées ci-dessous de manière non exhaustive avec pour objectif de montrer les champs d'application clinique variés de cette imagerie, à la fois diagnostiques et thérapeutiques (15).

1.2.1 Anomalies dentaires

Les anomalies dentaires sont en général détectées sur les examens radiographiques en deux dimensions réalisés lors du bilan orthodontique. Cependant, leur prise en charge peut nécessiter un examen radiographique tridimensionnel. Dans le cadre de syndromes tels que la dysostose cléidocrânienne ou le syndrome orodigital, la réalisation d'un CBCT est indispensable afin de faire le bilan des anomalies dentaires (16).

Deux anomalies dentaires sont principalement retrouvées et détaillées dans ce travail : la dent incluse et la dent surnuméraire. Cependant, le CBCT trouve également ces indications dans d'autres anomalies dentaires qui ne sont pas abordées ici comme les fusions, géminations, transpositions, dens in dente etc...

1.2.1.1 Dent incluse

Le CBCT permet l'étude topographique et morphologique de la dent incluse. Il permet de connaître notamment :

- sa morphologie, sa position et son axe dans l'espace,
- sa taille,

- la présence et le volume d'un sac péricoronaire
- ses rapports avec les éléments anatomiques adjacents (nerfs, sinus, dents)
- la présence d'éventuels foyers d'ankylose
- la présence de résorptions externes sur les dents adjacentes.

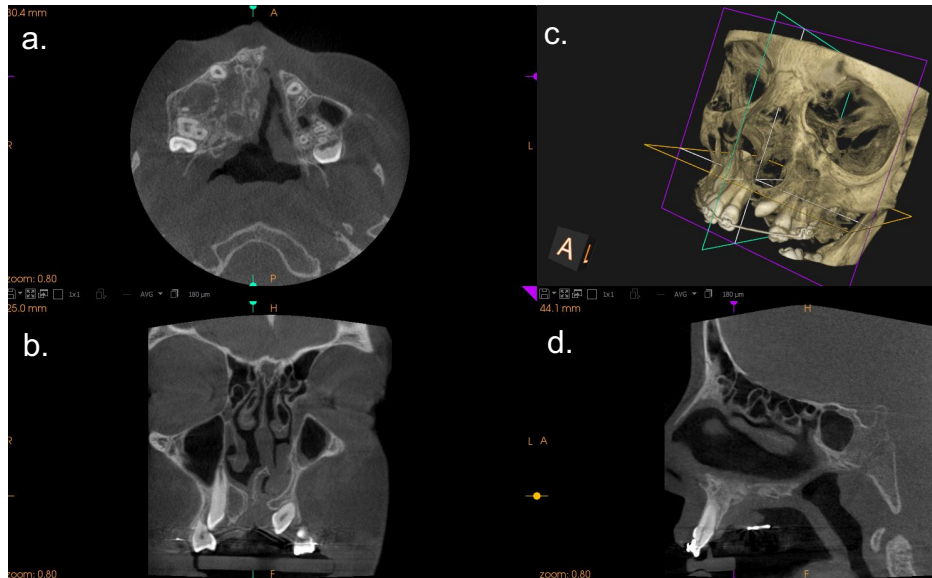


Figure 4: Différentes coupes extraites d'un CBCT indiqué pour inclusion de 23 : a. axiale, b. frontale, c. reconstruction 3D, d. sagittale (Iconographie personnelle)

Sur la figure 4, différentes coupes extraites d'un CBCT sont présentées. Celui-ci était indiqué pour analyse de 23 incluse. Une agénésie de 22 est également à souligner.

Il permet d'envisager les possibilités thérapeutiques : visualisation des trajectoires d'éruption possibles, possibilités de traction orthodontique après désinclusion chirurgicale etc...

Selon les études de Kuijper et al. Et Hodge et al., la réalisation d'un CBCT peut entraîner la modification de la stratégie thérapeutique initialement prévue sur examen radiographique en 2D (17)(18).

1.2.1.2 Dent surnuméraire

Le CBCT est l'examen de choix pour confirmer et étoffer les données acquises sur orthopantomogramme. Il aide à programmer une thérapeutique plus efficace, généralement l'avulsion.

Il permet de visualiser notamment :

- la localisation dans les trois dimensions de la/des dent(s) surnuméraire(s)

- le ligament alvéolodentaire
- la position et l'anatomie des dents adjacentes
- la position des éléments vasculonerveux à éviter.

1.2.2 Dymorphoses craniofaciales sévères

Dans le cas de dymorphoses craniofaciales sévères, le CBCT peut être utilisé à la fois à des fins diagnostiques et thérapeutiques.

Dans le cas d'asymétrie faciale sévère, l'imagerie craniofaciale conventionnelle est confrontée à ses limites exposées précédemment. : superposition de structures, positionnement du patient, distorsions... Ainsi, l'imagerie de coupe peut permettre de poser un diagnostic précis.

Dans la correction de décalages osseux importants chez l'adulte par un traitement orthodontico-chirurgical, le CBCT trouve des indications pré-, per- et post-opératoires.

1.2.2.1 En pré-opératoire

- évaluation des éléments anatomiques : dents, maxillaires, articulation temporomandibulaire
- réalisation de la planification et de la simulation chirurgicale : déterminer la voie d'abord chirurgicale, le type de clivage, prédire les changements au niveau des tissus mous et durs
- localisation des différents obstacles anatomiques afin d'éviter toute complication neurovasculaire (nerf alvéolodentaire, foramens mentonniers, canaux incisifs et nasopalatins, sinus maxillaire)
- réalisation d'outils de transferts de données à partir de la simulation virtuelle.

1.2.2.2 En per-opératoire

L'utilisation des outils de transferts conçus et fabriqués en préopératoire aide le chirurgien à réaliser son acte : quantité de correction osseuse à apporter, déplacement des pièces osseuses, guidage des instruments de coupe en fonction de la planification des traits d'ostéotomie (9).

1.2.2.3 En post-opératoire

Il peut permettre un contrôle post-opératoire dans certains cas : évaluation postchirurgicale des résultats obtenus et de leur stabilité, vérification des modifications de positionnement du condyle etc ...

1.2.3 Voies aériennes supérieures

Les voies aériennes supérieures (VAS) sont observées lors du diagnostic orthodontique sur la téléradiographie de profil car elles peuvent mettre en évidence des anomalies ventilatoires ayant des conséquences sur les malocclusions.

Il a été démontré qu'une corrélation existait entre les surfaces des VAS mesurées sur l'examen 2D et les volumes de VAS mesurés sur CBCT : plus la surface est grande en 2D, plus le volume est important en 3D. En revanche, aucune proportionnalité n'a été mise en évidence (19).

Le CBCT est cependant davantage prescrit par le spécialiste auquel l'orthodontiste adresse son patient (oto-rhino-laryngologiste, pneumologue...) afin d'apprécier :

- le volume de la langue
- les végétations adénoïdes et tonsillaires
- le conduit aéropharyngé
- les cavités sinusiennes
- l'évaluation linéaire et volumique des VAS
- l'identification de la localisation et de la cause d'obstructions éventuelles des VAS

Une reconstruction 3D et une coupe sagittale sont présentées sur la figure 5. Elles ont été extraites d'un CBCT réalisé chez un patient porteur d'une fente bilatérale et permettent de mettre en évidence les VAS. Leur volume et leur surface ont été calculés.

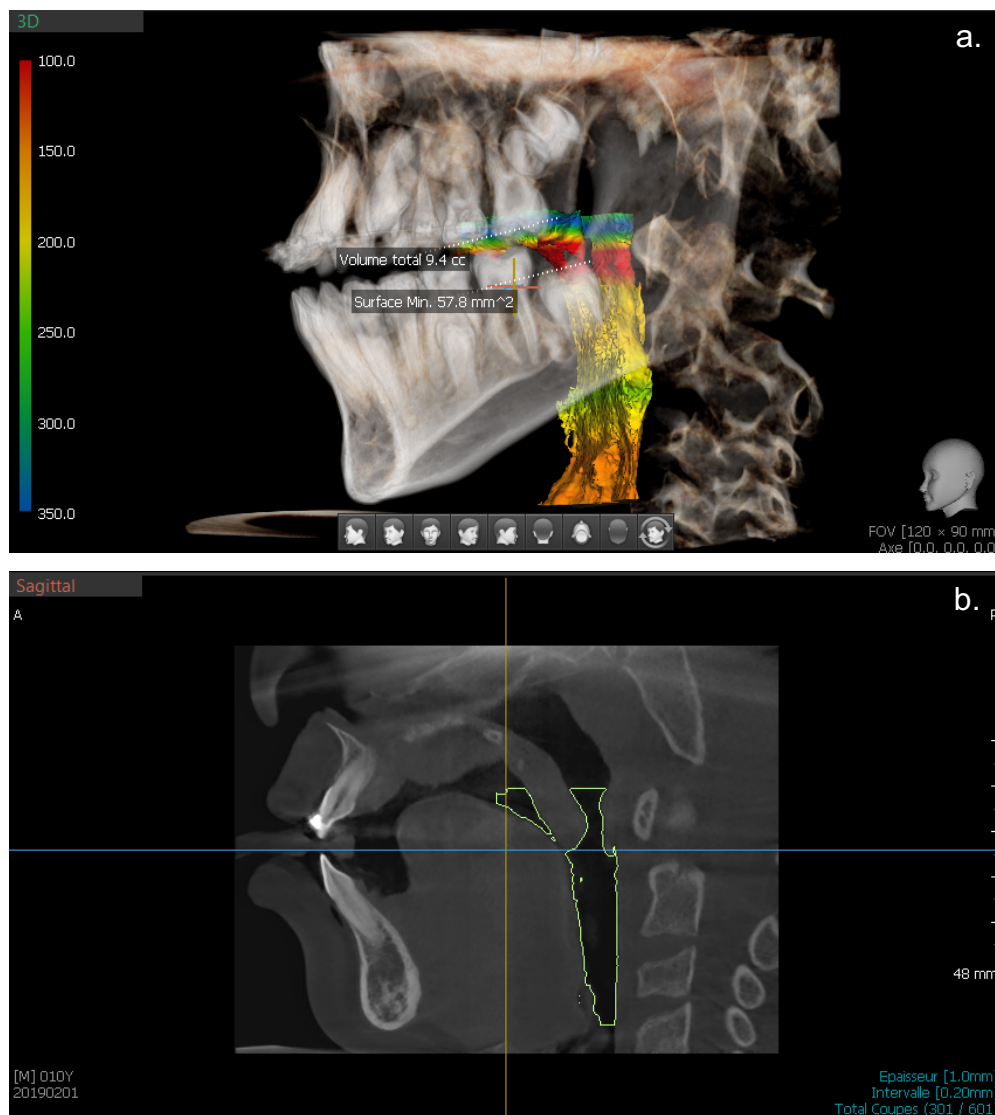


Figure 5: Reconstruction 3D (a.) et coupe sagittale (b.) extraits d'un CBCT avec mise en évidence des VAS (iconographies personnelles)

1.2.4 Fentes alvéolopalatines

Chez les patients porteurs de fentes alvéolo-palatines, plusieurs examens tridimensionnels sont réalisés tout au long de la croissance afin notamment:

- de poser le diagnostic précis de la forme anatomoclinique
- d'établir la formule et l'âge dentaire
- de définir l'orientation des dents et les rapports interdentaires
- de déterminer le volume et la qualité osseuse
- d'évaluer la morphologie des défauts osseux en pré-opératoire
- de visualiser en post-opératoire les greffes osseuses (figure 6).

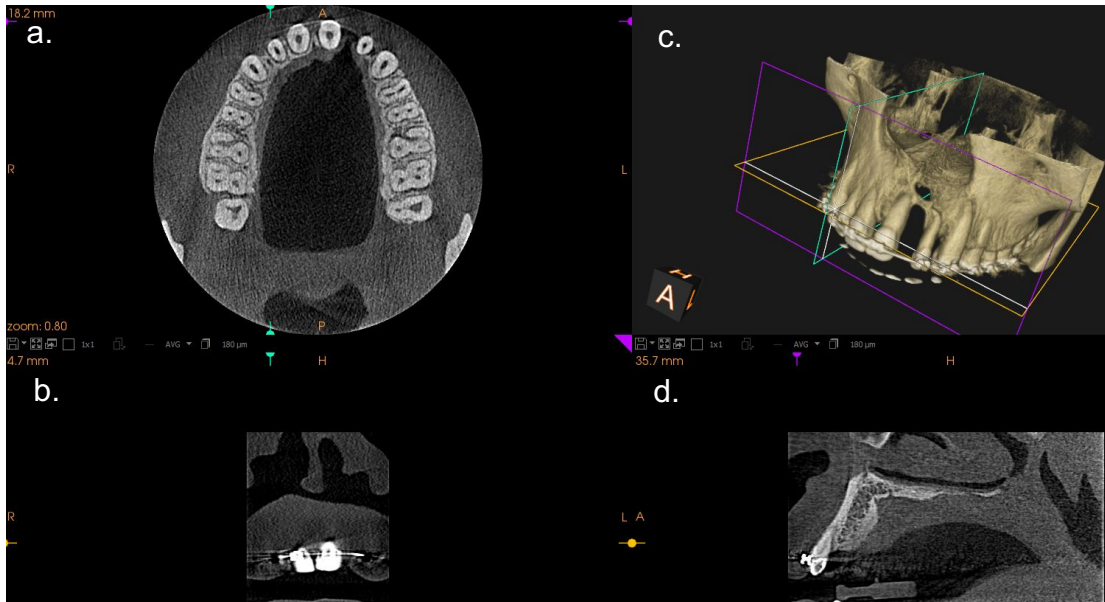


Figure 6: Différentes coupes extraites d'un CBCT réalisé à 6 mois post opératoire d'une greffe osseuse alvéolaire: a. axiale, b. frontale, c. reconstruction 3 D, d. sagittale (Iconographie personnelle)

1.2.5 Minivis/miniplaques

Dans le cas des minivis ou miniplaques, l'examen CBCT vient compléter l'examen 2D afin de planifier de manière précise le site de pose optimal et le choix de la minivis (longueur, diamètre). Il permet une évaluation osseuse quantitative et qualitative pour prévenir les risques d'atteinte radiculaire et nerveuse et le risque de perte de la minivis.

Cependant, cette indication seule ne figure pas dans les recommandations de bonnes pratiques, le bénéfice apporté étant moindre par rapport à la dose d'irradiation reçue (6).

Un CBCT a été réalisé chez cette patiente présentée sur la figure 7 après la pose de trois minivis. La suspicion d'une proximité radiculaire avec l'apex de 16 a justifié la prescription de celui-ci et a été confirmée sur les coupes sagittales. La minivis a été déposée car le risque d'atteinte radiculaire de la racine distovestibulaire était trop important.

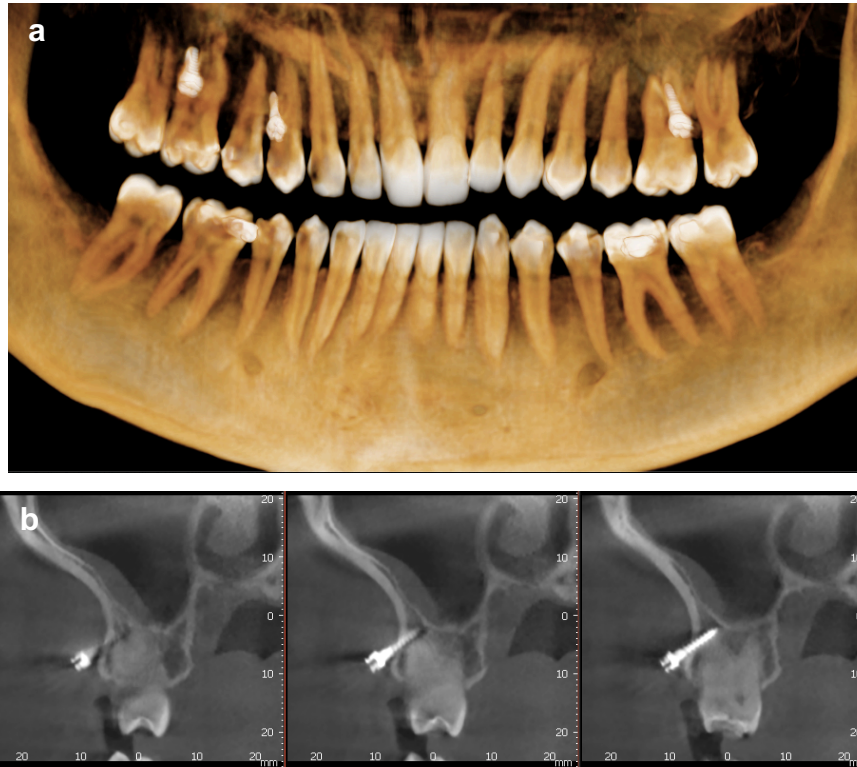


Figure 7: Vue panoramique osseuse (a) et coupes sagittales (b) extraits d'un CBCT réalisé après pose de minivis (iconographies personnelles)

1.2.6 Mouvements dentaires complexes

Le CBCT permet également d'apprécier l'épaisseur vestibulolinguale de l'os de manière précise afin d'orienter certaines thérapeutiques.

1.2.7 CBCT en première intention ?

La question d'une prescription d'un CBCT en première intention à la place de la diade orthopantomogramme-téléradiographie de profil se pose et constitue un débat à part entière chez les auteurs.

La littérature montre qu'il est possible de réaliser des analyses céphalométriques à partir de reconstruction de téléradiographie de profil ou de face à partir de CBCT grand champ (20). Les mesures céphalométriques obtenues sont alors comparables à celles obtenues avec la céphalométrie conventionnelle en 2D, précises et reproductibles. En effet, le CBCT permet d'obtenir des images orthogonales sans déformation ni artefact de projection (17).

Cependant, dans une étude publiée en 2017, le transfert des repères traditionnels utilisés pour l'analyse 2D sur des images 3D a montré une bonne fiabilité sans mettre en évidence de malocclusions spécifiques chez ces patients

pourtant en classe II, 1. Cette étude laisse donc à penser que des techniques spécifiques devraient être utilisées pour ces images 3D avec l'établissement de nouveaux points de références (9)(21).

En effet, les points utilisés en analyse céphalométrique conventionnelle sont des points construits qui représentent parfois l'intersection de deux structures anatomiques situées dans des plans para-sagittaux différents. Ceci explique la création d'une analyse céphalométrique tridimensionnelle, établie par Treil-Faure, regroupant plus de 160 paramètres angulaires et linéaires répartis sur trois niveaux : charpente maxillo-faciale, étage basal et étage dentoalvéolaire. Cette analyse offre des informations dans le sens antéro-postérieur, vertical mais aussi transversal. Ses applications sont tant au niveau de la clinique que de la recherche : cas chirurgicaux complexes, analyse de compensations etc... (22).

A l'heure actuelle, dans le cadre de l'établissement du diagnostic initial orthodontique, le CBCT n'est pas recommandé. Les recommandations de la Fédération Française d'Orthodontie mettent en évidence la nécessité de justification et d'optimisation de chaque examen radiographique en orthopédie dentofaciale (13). Il convient alors de se demander pour chaque patient si la dose délivrée est justifiée et dans le cadre de la prise en charge orthodontique classique, la diade orthopantomogramme-téléradiographie de profil fournit les informations nécessaires pour une dosimétrie faible.

Cependant, dans le cas de la prise en charge des patients porteurs de fentes labio-alvéolo-palatines, la question est tout autre puisque plusieurs CBCT sont prescrits durant la croissance de l'enfant notamment en pré- et post-chirurgical de la gingivopériostoplastie. L'optimisation et la limitation des doses du CBCT prennent ici un sens tout autre. En effet, l'utilisation de ces CBCT, prescrits pour raison chirurgicale, en orthopédie dentofaciale limiterait l'exposition de ces jeunes patients. Cette imagerie permettrait alors une analyse céphalométrique poussée dans les trois dimensions et une étude approfondie des anomalies dentaires, alvéolaires et squelettiques que l'enfant peut présenter.

1.3 Principaux avantages/inconvénients du CBCT

1.3.1 Avantages

- facilité d'accès car installation dans un cabinet dentaire possible (contrairement au scanner)
- non invasif
- reconstructions multiplanaires dans tous les plans orthogonaux de l'espace
- sensibilité aux artefacts métalliques moindre (comparativement au scanner)
- résolution spatiale adaptée aux tissus durs (os, dent)
- appareils moins onéreux que les scanners
- dosimétrie le plus souvent réduite
- existence d'appareils hybrides c'est-à-dire permettant les fonctions de clichés panoramiques et téléradiographies conventionnelles
- volume exploré réduit par collimation entraînant une réduction de la zone irradiée.

Ces principaux avantages tendent à faire de cette technologie d'imagerie le gold standard de l'imagerie volumique odontologique et maxillofaciale.

1.3.2 Inconvénients

- faible rapport signal/bruit
- champ d'exploration limité par les dimensions du capteur
- défaut de visualisation des tissus mous
- mesure de densité moins fiable qu'avec le scanner
- qualité d'images pouvant être affectée par l'atténuation liée aux tissus mous, les artefacts cinétiques et métalliques
- « volume » informatique conséquent.

1.3.3 Comparaison des performances techniques du CBCT vs le scanner

D'après une étude de Faure (2008) comparant la qualité des images après reconstruction de données maxillo-faciales obtenues chez 30 patients avec 2 scanners et un appareil CBCT :

- le rapport signal/bruit
 - la résolution en contraste
 - la définition
- } étaient significativement meilleurs pour le scanner
- la présence d'artefacts métalliques était moindre sur le CBCT
 - la qualité diagnostique (détection de lésions et visualisation des structures) : pas de différence significative entre les 2 méthodes (sauf pour les tissus mous)(23).

La réduction des artefacts métalliques avec le CBCT est un avantage considérable en orthopédie dentofaciale en effet de nombreux appareillages métalliques sont utilisés (multiattaches, quad helix...).

1.4 Radioprotection

Malgré ses nombreux avantages et indications, le CBCT n'en reste pas moins une solution irradiante nécessitant l'application des principes fondamentaux de radioprotection : justification des actes, optimisation des expositions et limitation des doses(24).

La radioprotection est une obligation légale par directive européenne 97/43/Euratom du 30 juin 1997 relative à la protection sanitaire des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants lors d'expositions à des fins médicales.

Le SEDENTEXCT est un rapport européen répertoriant l'ensemble des protocoles de radioprotection lors de l'utilisation du CBCT pour ses applications dentaires. Cette directive en France est régie par l'ordonnance 2001-270 du 28 mars 2001 et par le décret n°2003-270 du 24 mars 2003. L'article R1333-66 du Code de la Santé Publique précise que « tout acte radiologique doit donner lieu à un compte-rendu qui, outre l'interprétation, reprend les éléments justifiant l'acte radiologique, les paramètres d'optimisation de l'exposition retenus et les informations utiles à l'estimation de la dose reçue par le patient ».

1.4.1.1 Justification

L'acte de radiodiagnostic doit être justifié par les avantages et les bénéfices qu'il procure rapportés aux risques individuels inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants du patient.

Le motif de consultation, les antécédents médicaux et dentaires, l'examen clinique et les objectifs de traitement du patient doivent être pris en compte pour

poser l'indication de l'examen radiographique. L'apport clinique de l'examen CBCT dans le choix thérapeutique envisagé doit être évalué avant toute prescription du cliché.

1.4.1.2 Optimisation

Lorsqu'un examen radiographique est justifié, il doit être optimisé afin d'obtenir l'information diagnostique recherchée au moyen de la dose d'exposition la plus faible possible. C'est le principe ALADA (*as low as diagnostically acceptable*) que l'ensemble des examens complémentaires d'imagerie médicale doivent respecter (12).

De nombreuses recommandations s'appliquent pour optimiser les doses délivrées notamment le choix des paramètres techniques de l'appareil CBCT ou encore la réalisation de la maintenance et du contrôle qualité des appareils.

1.4.1.3 Limitation

Les doses délivrées doivent être limitées, ce qui est permis grâce à l'ensemble des paramètres d'optimisation vu précédemment. La collimation du faisceau notamment permet l'adaptation du champ d'exploration. Cependant, si celle-ci ne permet pas d'exclure la glande thyroïde ou tout autre organe, il est recommandé d'utiliser un collier thyroïdien ou un tablier plombé.

Cette première partie a permis de présenter les nombreux avantages et indications en orthopédie dentofaciale de la tomographie volumétrique par faisceau conique dans le respect des principes de radioprotection. Cette imagerie est un outil à la fois diagnostique et thérapeutique.

L'objectif de ce travail est de montrer que cet examen radiologique tridimensionnel trouve pleinement son indication dans le bilan et la prise en charge des patients porteurs de fentes orofaciales puisqu'il permet un diagnostic précis des structures dures atteintes pour une irradiation moindre.

2 Apports du CBCT au diagnostic d'anomalies osseuses et dentaires chez les patients porteurs de fentes orofaciales

Cette deuxième partie a pour vocation de décrire les anomalies osseuses, alvéolaires et dentaires que peuvent présenter les patients porteurs de fentes orofaciales afin d'introduire le CBCT comme un examen indispensable au diagnostic et à la prise en charge de ces patients.

2.1 Anomalies osseuses

2.1.1 Défaut osseux

Une fente correspond à un défaut de fusion de deux bourgeons faciaux entre la quatrième et douzième semaine in utero. Il en résulte, selon la forme anatomoclinique, diverses déformations touchant différentes structures du massif facial. Lorsque la crête alvéolaire est atteinte, dans les fentes labio-alvéolo-palatines par exemple, un défaut osseux plus ou moins important est observé et sera réparé chirurgicalement par une gingivopériostoplastie avec ou sans greffe osseuse.

Dans la littérature, on remarque que la hauteur et l'épaisseur de l'os sont généralement moindres du côté de la fente contrairement au côté sans fente mais que ces critères semblent pouvoir être normalisés après greffe osseuse : Dewinter et al. (2003) ont observé, post-greffe, des septums osseux interdentaires de taille normale et un parodonte sain, sans perte d'attache chez des patients atteints d'une fente labio-palatine unilatérale (25).

Ercan et al. (2015) ont analysé sur CBCT le support osseux des dents adjacentes à une fente labio-palatine unilatérale avant greffe osseuse comparativement aux dents controlatérales :

- L'épaisseur de l'os au niveau de la crête osseuse et à 2mm apicalement était statistiquement plus mince en regard de l'incisive centrale dans la région de la fente qu'en regard de l'incisive centrale controlatérale.

- Le niveau osseux des dents adjacentes à la fente alvéolaire était significativement plus apical que dans la région non affectée par celle-ci. Cependant, le niveau d'attache au sondage était similaire (26).

Dans une étude de Movahhedian et al. (2019), l'épaisseur de l'os alvéolaire au niveau des dents antérieures dans la région de la fente non greffée était significativement plus fine comparée au côté sans fente (figure 8). La hauteur osseuse alvéolaire était également significativement plus réduite du côté de la fente (figure 9)(27). Il semblerait qu'il y ait également davantage de lésions parodontales dans cette région comparativement à la population générale selon une étude de Gaggl et al. menée chez des patients atteints de fentes uni ou bilatérales.

La majorité des études s'accorde à dire que les dents adjacentes au défaut osseux ne présentent pas de maladies parodontales lorsque la fente alvéolaire est non greffée bien qu'elles présentent des signes de gingivite (28).

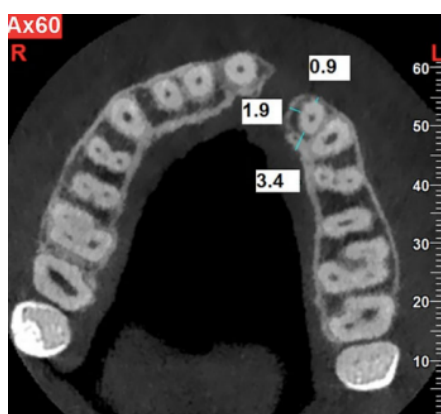


Figure 8: Mesures sur coupe axiale de CBCT de l'épaisseur de l'os alvéolaire au niveau d'une dent en regard de la fente (27)

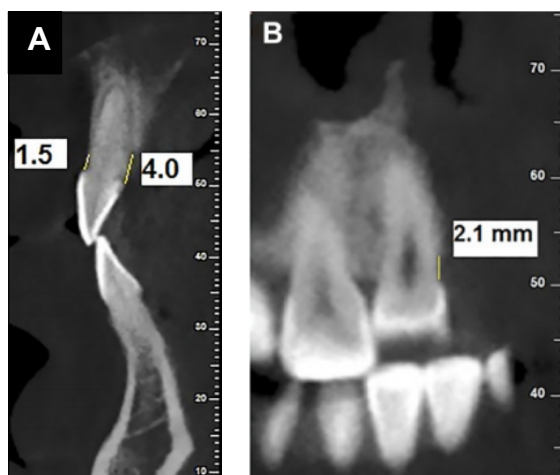


Figure 9: Mesures de la hauteur osseuse alvéolaire sur CBCT : A. coupe sagittale, B. coupe frontale (27)

2.1.2 Déhiscence/fenestration osseuse

Une fenestration correspond à une zone où le tissu osseux est absent mais circonscrite par du tissu osseux, contrairement à la déhiscence, plus étendue, où la crête osseuse marginale est également absente (figure 10).

Elles sont davantage présentes sur les faces vestibulaires des dents antérieures et plus fréquentes sur les dents en bordure de fente.

La présence d'un os vestibulaire de faible épaisseur, irrégulier autour des racines dentaires est un facteur de risque d'apparition de ces troubles parodontaux. Un diagnostic précoce de cette particularité sur CBCT permet de diminuer ce risque lors d'une expansion transversale alvéolodentaire par exemple en adaptant la thérapeutique au contexte anatomique.

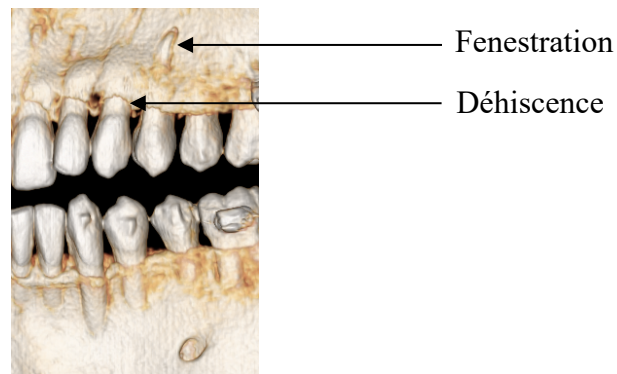


Figure 10 : Différence entre déhiscence et fenestration osseuse (iconographie personnelle)

Dans une étude de Buyuk et al. (2016), les déhiscences et fenestrations chez 44 patients porteurs de fentes labio-alvéolo-palatines unilatérales et chez 51 patients sans fentes ont été étudiées à l'aide d'un CBCT. Différents résultats ont été mis en évidence:

- Il n'y avait pas de différence significative en termes de prévalence des déhiscences sur les incisives centrales, latérales et canines maxillaires entre le côté atteint et le côté sain.
- La prévalence des déhiscences/fenestrations dans la région maxillaire antérieure était significativement plus élevée dans le groupe avec fente comparativement au groupe témoin.

- Les fenestrations au niveau des incisives centrales maxillaires étaient significativement plus fréquentes du côté de la fente chez les patients porteurs d'une fente que chez les témoins (29).

Dans une étude de Movahhedian et al. (2019), les fenestrations étaient significativement plus fréquentes dans la région antérieure du côté de la fente que du côté sans fente (figure 11). Aucune différence significative n'était retrouvée pour les régions postérieures.

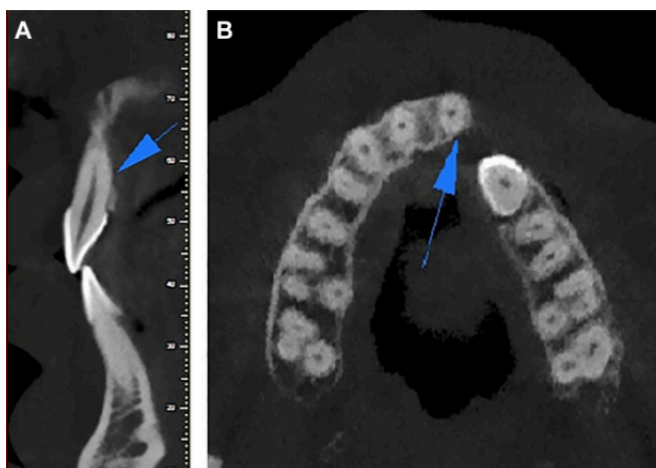


Figure 11: Coupes axiale et sagittale de CBCT montrant une fenestration sur la face palatine d'une dent antérieure dans la région de la fente: a. coupe sagittale, b. coupe axiale (27)

2.1.3 Fissure alvéolaire

Parfois visibles sur l'orthopantomogramme, les fissures alvéolaires sont des défauts osseux séquellaires retrouvés notamment lors d'agénésie d'une dent (souvent l'incisive latérale). Sur la figure 12, une fissure alvéolaire est visible entre 21 et 62 sur arcade avec agénésie de 22.

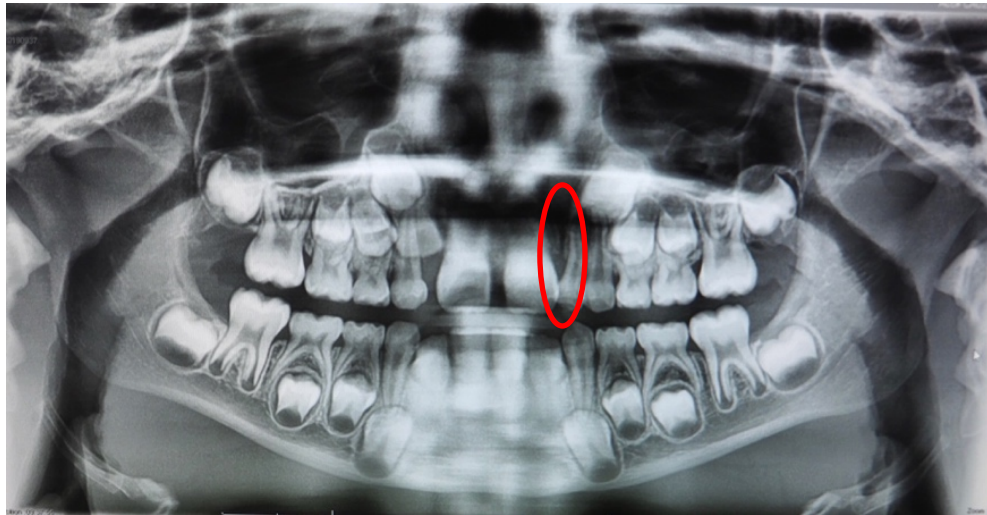


Figure 12 : Orthopantomogramme d'une patiente de 6 ans avec une fente palatine (Iconographie personnelle)

Plus ou moins profondes, la réalisation d'un CBCT permet de les mettre en évidence de manière plus précise. Sur la figure 13, la coupe axiale extraite du CBCT réalisé chez une patiente porteuse d'une fente palatine met en évidence la rupture de la corticale d'une des fissures. Les vues cliniques d'une fissure alvéolaire entre 22 et 24 et entre 41 et 42 chez cette patiente sont également présentées.

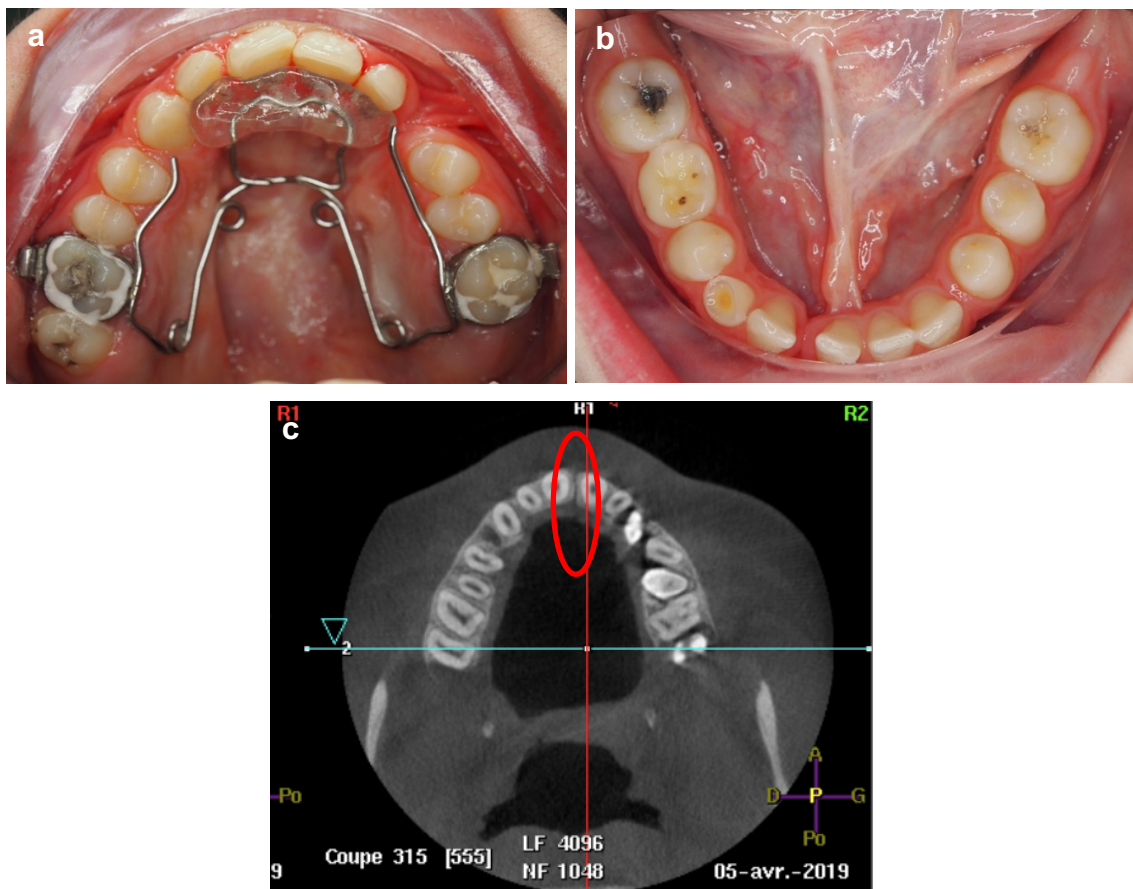


Figure 13: Vues intra-arcade maxillaire (a) et mandibulaire (b) et coupe axiale (c) extraite d'un CBCT chez une patiente avec une fente palatine (Courtoisie Dr Rolin)

2.1.4 Fistule bucco-nasale`

Une fistule est un abouchement anormal d'une cavité dans une autre au cours d'un processus évolutif pathologique. Une fistule bucconasale correspond à une communication épithélialisée entre les cavités buccale et nasale.

Elles sont généralement palatines avec une localisation plus fréquente au niveau du foramen incisif (figure 14) où elles sont essentiellement asymptomatiques. Elles sont moins fréquentes mais entraînent une symptomatologie plus marquée lorsqu'elles sont localisées au niveau de la jonction palais dur/palais mou. Des répercussions fonctionnelles (passage alimentaire dans les fosses nasales, hypernasalité etc..) sont possibles.

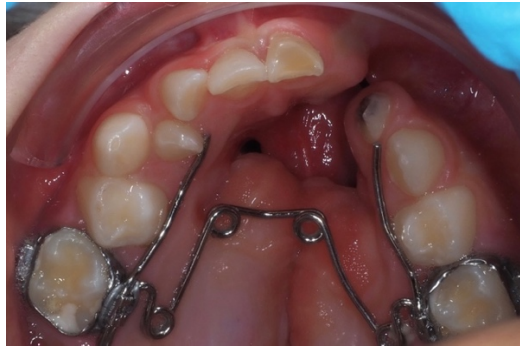


Figure 14: Fistule bucco-nasale chez une patiente de 5 ans atteinte d'une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale gauche (Iconographie personnelle)

Cette patiente est actuellement en cours d'expansion alvéolaire transversale par quad-hélix. Sa fistule bucco-nasale s'est élargie avec la thérapeutique engendrant une dégradation importante de sa phonation. Malgré deux reprises chirurgicales, la nécrose des lambeaux n'a pas permis la fermeture de la fistule. Un lambeau de langue est donc programmé chez cette patiente.

Les étiologies des fistules bucco-nasales sont variées mais principalement liées à la réparation chirurgicale :

- tension excessive des tissus qui conduit au lâchage des sutures,
- formation d'un hématome entre les deux plans de suture,
- infection rhinopharyngée post-opératoire
- nécrose d'un lambeau.

Un défaut d'hygiène bucco-dentaire peut également être mis en cause car il peut être pourvoyeur d'infections et responsable du lâchage secondaire des sutures.

C'est la complication la plus fréquente des fermetures primaires de fentes palato-vélares (30).

Dans une étude réalisée par Emory et al. : Sur 113 patients, une fistule s'est formée chez 13 d'entre eux en post-opératoire soit 11,5% dont 11 ont nécessité une reprise chirurgicale. Le sexe, l'étendue de la fente et la technique chirurgicale ne semblaient pas influencer de façon significative la formation d'une fistule contrairement à l'âge et à l'expérience du praticien. Ce dernier facteur semblait d'ailleurs être le plus important (31).

Dans une autre étude réalisée par Cohen et al. : Sur 129 patients, une fistule s'est formée chez 30 d'entre eux en post-opératoire soit 23%. Cette fois, l'étendue de la fente et la technique chirurgicale utilisées semblaient corrélées avec le développement de la fistule alors que l'âge de fermeture et l'expérience du praticien n'affectaient pas statistiquement la fistulisation. Pour exemple, une fistule s'était formée chez les patients de l'échantillon atteints d'une fente vélopalatine dans 43% des cas avec la technique de fermeture de Wardill contre 10% pour la technique de Furlow (32).

Ces deux études présentent donc des résultats diamétralement opposés laissant à penser que l'âge de réalisation de la réparation primaire, l'étendue initiale de la fente, la technique chirurgicale utilisée ainsi que l'expérience du praticien entrent en compte dans la réussite de la chirurgie primaire.

2.2 Anomalies dentaires

Toutes les dents sont susceptibles d'être affectées, quelles que soient la denture et la localisation, même si les dents les plus atteintes semblent être celles dans la région de la fente (1)(33).

D'après une étude de Sà et al. (2016) réalisée sur 85 patients porteurs de fentes labiopalatines, l'incisive maxillaire semblait être la dent la plus touchée par les anomalies dentaires (4). En dehors de la région de la fente, il semblerait que la deuxième prémolaire maxillaire soit la dent la plus touchée toutes anomalies confondues (34).

Dans une étude de Mangione et al. (2018) réalisée sur 74 patients fentes suivis au CHRU de Lille et au CHU Mondor de Créteil, 96% présentaient au moins une anomalie dentaire et dans 83,8% des cas, il s'agissait d'une agénésie. Il semblerait, d'après cette étude, que les patients porteurs de fentes labio-palatines bilatérales présentent un plus grand nombre de dents touchées par des anomalies. De la même façon, les patients porteurs d'une fente labio-palatine unilatérale gauche semblaient plus touchés que ceux présentant la même forme à droite. Cependant, les résultats n'étaient pas significatifs pour conclure à une relation entre les deux (1).

La littérature met en évidence la prévalence supérieure des anomalies dentaires chez les patients porteurs de fentes comparativement à la population générale et la combinaison fréquente de plusieurs anomalies dentaires chez un même patient, adjacentes ou non (1)(2)(3)(4) avec un nombre de dents affectées potentiellement corrélé avec la sévérité de la fente (4)(25)(35)(36). Les facteurs responsables des fentes interviendraient à la même période que l'odontogenèse expliquant la présence de ces anomalies. Celles les plus fréquemment rencontrées sont abordées dans ce paragraphe telles que les anomalies de nombre et d'éruption.

2.2.1 Anomalies de nombre

2.2.1.1 Par défaut

L'agénésie dentaire correspond à une anomalie de nombre, par défaut, d'un organe dentaire par absence de développement de son germe.

Le terme d'hypodontie est utilisé si moins de 6 dents sont absentes, celui d'oligodontie si au moins 6 dents sont absentes (figures 18 à 20) et enfin celui d'anodontie face à une absence totale de dent. Le décompte concerne l'une ou l'autre des arcades, en denture temporaire ou permanente, en excluant les dents de sagesse (37).

L'ensemble de la littérature est unanime pour dire qu'il s'agit de l'anomalie dentaire la plus fréquente (1)(3)(33).

Sa prévalence est plus importante chez les patients porteurs de fentes orofaciales que dans la population générale où elle est comprise entre 4,4 et

13,4%. La prévalence moyenne ressortant d'une méta-analyse de 2014 donnait un taux de 6,4% avec une grande variation selon le continent et le sexe (prévalence plus importante chez les femmes). Pour autant, il ne semblait pas y avoir de corrélation entre le type de fente et la prévalence de l'agénésie (38).

De plus, la distribution des agénésies dans et hors fente semblait identique avec des résultats retrouvés allant de 15,7 à 24% d'agénésie en dehors de la région de la fente selon les études (3). Sur la figure 15, cette patiente atteinte d'une fente vélopalatine dans le cadre d'une triade de Pierre Robin présente une agénésie de 45 (en dehors de la région de la fente).



Figure 15: Orthopantomogramme d'une patiente de 8 ans suivie pour sa fente vélopalatine dans le cadre d'une triade de Pierre-Robin (Iconographie personnelle)

Les études s'accordent à dire que l'incisive latérale maxillaire est la dent la plus atteinte (figure 16) avec une prévalence généralement allant de 45,3 à 58,6% (1)(3)(4)(25)(33)(39). L'hypothèse étiologique reprise par Ribeiro et al. et Sà et al. est un apport sanguin moindre soit congénital, soit lié aux chirurgies reconstructrices ou encore à une carence en tissus mésenchymateux qui entraverait le développement des germes dentaires (3)(4).

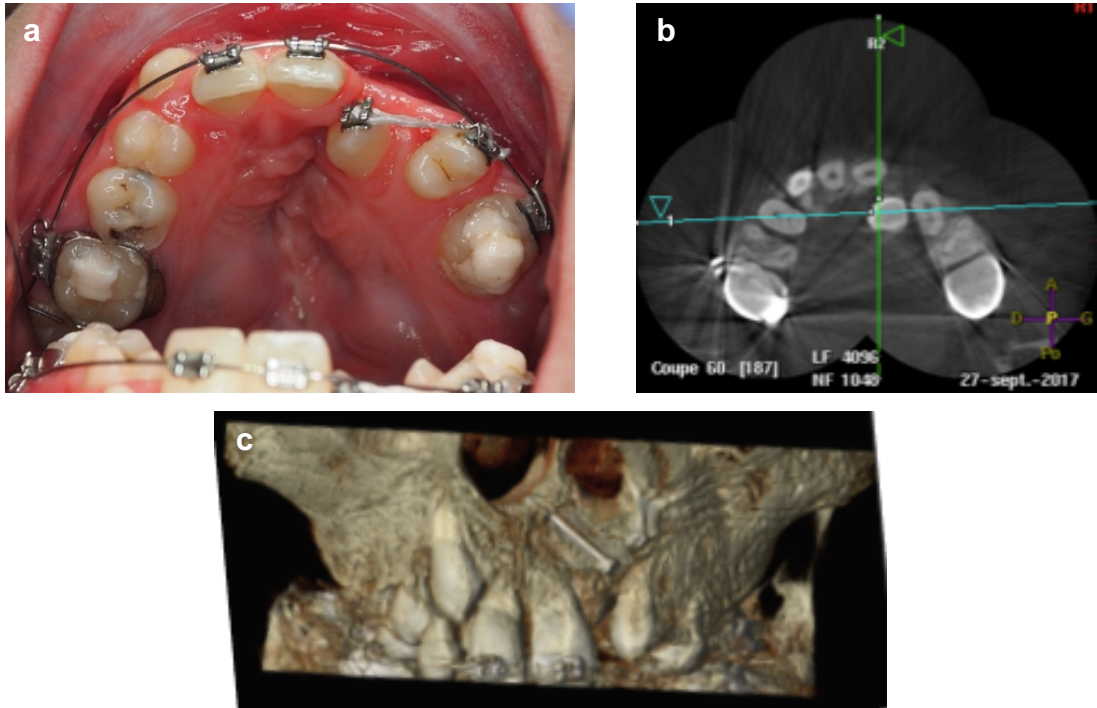


Figure 16: Vue endobuccale intra-arcade (a), coupe axiale (b) et reconstruction 3D (c) extraits d'un CBCT réalisé chez un patient avec une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale gauche (Courtoisie Dr Boucher)

La figure 16 présente une patiente atteinte d'une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale gauche. La vue clinique et le CBCT permettent de diagnostiquer les agénésies de 12 et 22. Il est à noter que les canines, ayant perdu leur guide, ont fait éruption en infra-vestibulo-position pour l'une et en position palatine pour l'autre.

Cependant, lorsqu'elle est présente, il semblerait que l'incisive latérale maxillaire ait davantage tendance à faire son éruption en distal de la fente plutôt qu'en mésial. Dans une étude de Lourenço Ribeiro et al. (2003), 76,8% des incisives latérales faisaient leur éruption en distal de la fente (3). C'est le cas sur la figure 17 où 22 est présente en distal de la fente labio-alvéolo-palatine unilatérale gauche. L'agénésie de 21 est également à noter.



Figure 17: Photographies endobuccales en vue inter-arcade vestibulaire (a) et en vue intra-arcade maxillaire (b)(Courtoisie Dr Boucher)

Une large étude menée par Bartzela et al. (2010) sur 240 orthopantomogrammes de patients avec une fente labio-palatine bilatérale montre que 59,8% des patients présentaient une agénésie. 9 patients présentaient une oligodontie. Les dents les plus souvent atteintes étaient dans l'ordre décroissant les incisives latérales maxillaires, les deuxièmes prémolaires maxillaires puis les mandibulaires (33).

Ces résultats concordent avec ceux retrouvés dans la littérature. Les deuxièmes prémolaires maxillaires et mandibulaires occupent la deuxième et la troisième position des dents les plus souvent manquantes. Des résultats similaires ont été retrouvés par Ribeiro et al. (3), par Wu et al (34) ou encore par Dewinter et al. (25). L'hypothèse étiologique formulée est la position plus superficielle des germes des prémolaires maxillaires par rapport aux mandibulaires pouvant expliquer le nombre plus important d'agénésies au maxillaire.

Les figures 18 à 20 présentent deux patients porteurs de fentes avec des oligodonties suivis dans le Service d'Orthopédie Dento-Faciale du CHU de Lille (courtoisie Dr Vandeweghe). Les orthopantomogrammes réalisés pour bilan orthodontique ont mis en évidence des agénésies multiples dont le diagnostic précis était difficile à poser du fait de la superposition des structures. La réalisation de CBCT a permis chez ces patients d'éliminer l'imprécision de la 2D.



Figure 18: Orthopantomogramme d'un patient porteur d'une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale droite (Iconographie personnelle)

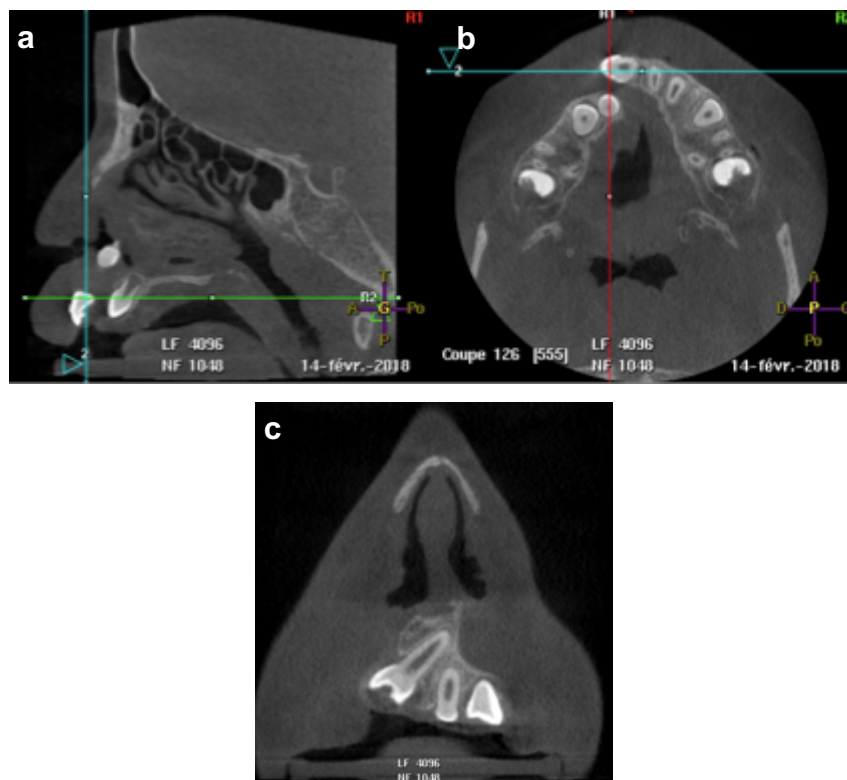


Figure 19: Différentes coupes extraites du CBCT réalisé chez ce même patient : a. coupe sagittale, b. coupe axiale, c. coupe frontale (Iconographies personnelles)

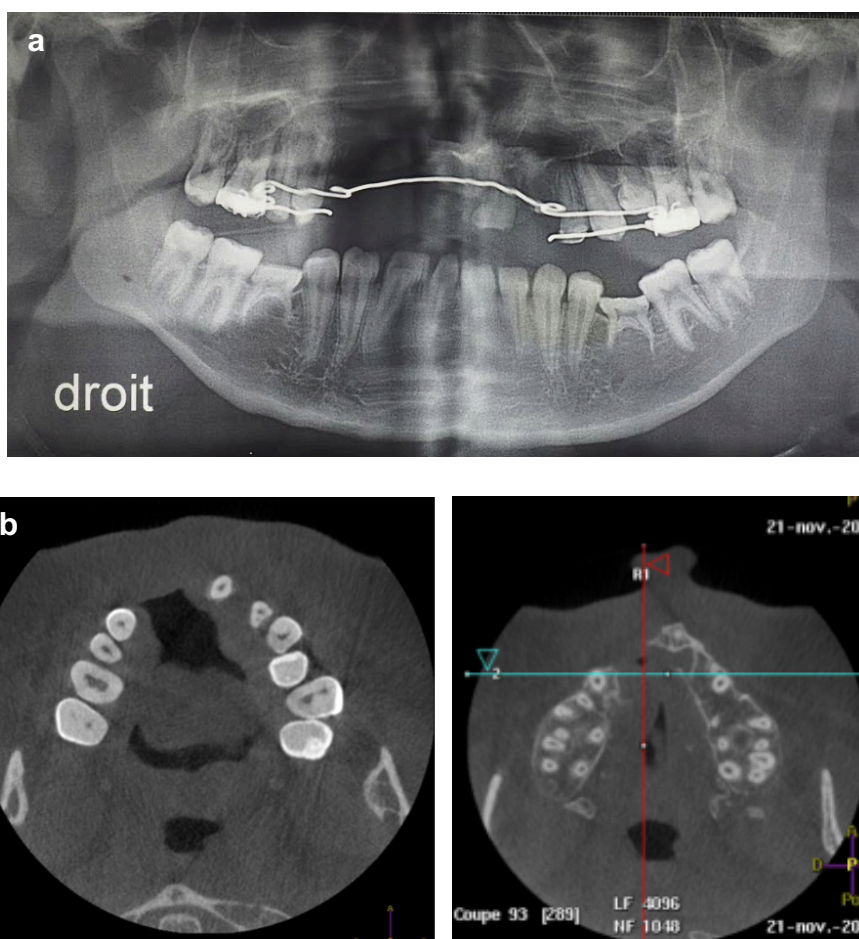


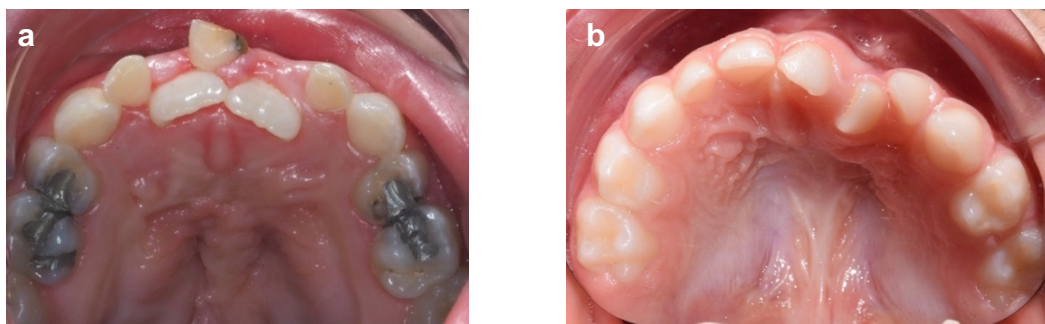
Figure 20: Orthopantomogramme (a) et coupes axiales (b) extraits d'un CBCT d'un patient avec une fente labio-alvéolo-palatine bilatérale (Iconographies personnelles)

L'étude réalisée par Lekkas et al. (2000) corrobore les deux hypothèses étiologiques formulées précédemment : aucune agénésie de dent permanente n'a été retrouvée au maxillaire, en postérieur de la canine, sur 266 sujets adultes porteurs de fentes n'ayant jamais été opérés. Les chirurgies réalisées pendant la petite enfance et la position superficielle des germes dentaires dans cette tranche d'âge (notamment des prémolaires) seraient donc les deux facteurs étiologiques principaux pouvant expliquer les agénésies en dehors de la fente, au maxillaire (40).

2.2.1.2 Par excès

Selon la définition de Bureau, tout organe dentaire en surnombre, quelle que soit sa forme ou sa disposition sur arcade, est considéré comme un organe surnuméraire.

Lorsque cette dent surnuméraire est dysmorphique (figure 21,a.), il semble qu'elle soit davantage un mésiodens même s'il peut s'agir également d'un odontome ou d'une dent rhiziforme. Lorsque sa morphologie est normale, on parle davantage d'hyperdontie eumorphique (figure 21,b.)(37).



Figures 21: Photographies endobuccales de deux vues intra-arcade maxillaire chez deux patients avec fente vélo-palatine (Photographies personnelles)

La première patiente, présentant une fente vélo-palatine dans le cadre d'une triade de Pierre Robin, est suivie en Orthopédie Dento-Faciale au CHU de Lille. Une dent surnuméraire dysmorphique et cariée est présente entre 11 et 21 palatoversées. Celle-ci a été extraite avant de débuter une thérapeutique d'expansion alvéolaire transversale et de vestibuloversion des incisives centrales par quad helix de Crozat.

Le second patient présente une 61 et une 61 bis eumorphique en position palatine avec rotation méso-vestibulaire à 90°.

Ces dents surnuméraires sont parfois incluses. Dans l'étude de Fardi (2011), 15,1% des dents incluses étaient des dents surnuméraires (41).

Il semblerait que les dents les plus touchées soient les incisives (figures 21 et 22) suivies des prémolaires (42).

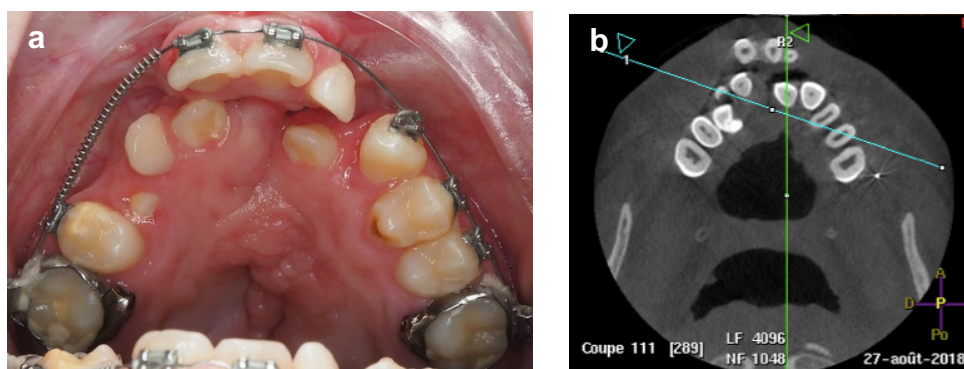


Figure 22 : Vue intra-arcade maxillaire (a) et coupe axiale (b) extraite d'un CBCT réalisé chez un patient avec une fente bilatérale totale (Courtoisie Dr Boucher)

La figure 22 met en évidence la présence d'une 22 bis en position palatine chez un patient avec une fente bilatérale totale. La 22 est présente dans la continuité d'arcade, la 12 est quant à elle présente en position palatine.

La littérature présente des résultats variés :

- Selon Sa et al. (2016) et Mangione et al.(2018), il s'agirait de l'anomalie la moins fréquente avec une prévalence retrouvée dans les deux études respectivement de 3,8% et de 8,1% de dents surnuméraires dans la région de la fente (1)(4).
- Dans leur article de 2003, Ribeiro et al. énonçaient la dent surnuméraire comme la deuxième anomalie dentaire la plus rencontrée en s'appuyant notamment sur les résultats de Milhon et Stafne, Fishman, Ranta, Hellquist et al. et Tsai et al. bien que dans leur étude à proprement parler ils retrouvent une prévalence de 6,4% (3).
- Dans une étude Rullo et al. (2015), 30% des patients de l'échantillon présentaient une dent surnuméraire dans la région antérieure maxillaire (39).

La majorité des études tendent quand même vers des pourcentages allant de 3,4 à 8,1% (Sà et al., Kim et Baek, Tortora et al., Mangione et al., Ribeiro et al., Gupta et al.).

Les hypothèses étiologiques avancées sont celles de l'hyperplasie localisée de la lame dentaire au niveau de la région incisive latérale ou encore de la séparation du germe dentaire liée à l'absence de fusion des bourgeons faciaux.

2.2.2 Anomalies d'éruption d'ordre topographique

Chez les patients porteurs de fentes, différentes anomalies dentaires de position ou dystopies primaires peuvent être retrouvées.

2.2.2.1 Inclusion

L'inclusion dentaire est liée à une malposition ou à une anomalie de la morphologie du germe dentaire pouvant toucher n'importe quelle dent. Différentes étiologies peuvent être en cause : espace insuffisant sur l'arcade, obstacle sur le chemin d'éruption, anomalies de croissance alvéolaire ou encore présence d'une gencive fibreuse trop épaisse (37). Dans la littérature, la prévalence de dents incluses (hors dents de sagesse) varie entre 5,6 et 18,8% dans la population générale (41).

Dans l'étude de Sà (2016) réalisée sur 157 patients porteurs d'une fente orofaciale, la prévalence de dents incluses dans la région de la fente s'élevait à 7,5% (4).

Dans une étude d'Akcam (2010) sur 122 patients porteurs de fentes labio-palatines, un taux significatif d'inclusion a été observé dans la région antérieure du côté de la fente et dans la région des prémolaires avec des taux allant de 2,9 à 29,2% (43).

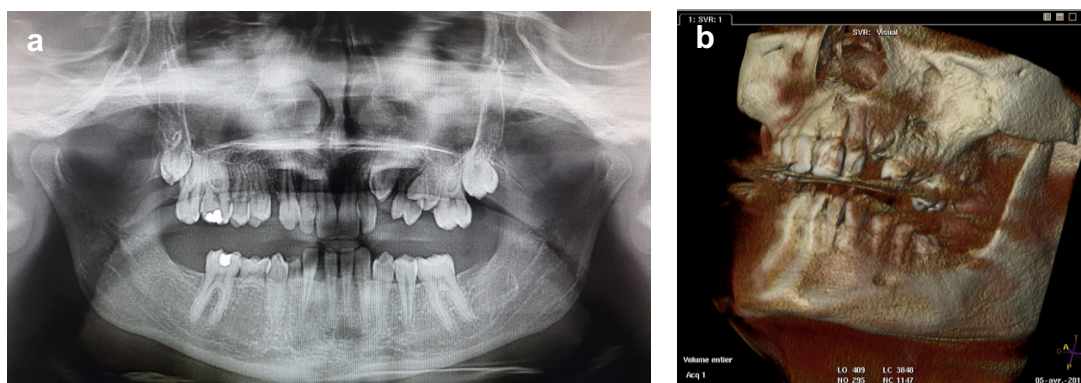


Figure 23: Orthopantomogramme (a) et reconstruction 3D (b) extraite d'un CBCT réalisés chez une patiente de 12 ans avec fente palatine dans le cadre d'un syndrome oro-digito-facial de type 1 (Courtoisie Dr Rolin)

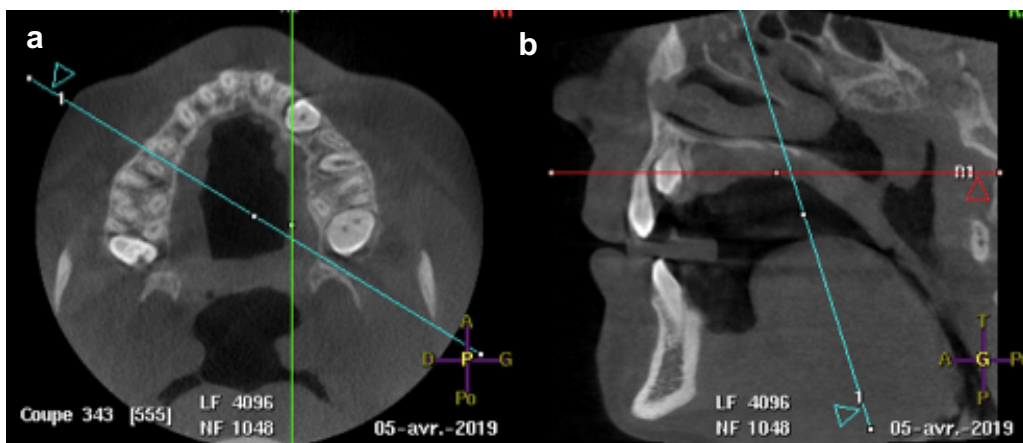


Figure 24: Coupes axiale (a) et sagittale (b) extraites d'un CBCT réalisé chez cette même patiente (Courtoisie Dr Rolin)

La fréquence de canines maxillaires incluses chez les patients porteurs de fentes est plus élevée que dans la population générale où les taux retrouvés sont compris entre 1 à 8,4% en moyenne (41). L'orthopantomogramme de cette patiente présentée sur la figure 23 met en évidence une 23 incluse et un retard d'éruption de 24 et 25. Le CBCT (figures 23,b et 24) nous permet notamment de conclure à une position palatine de cette canine.

Dans l'étude de Mangione et al. (2018), un taux d'inclusion de canine de 18,9% était retrouvé. L'hypothèse avancée est celle d'un espace d'éruption réduit à cause des chirurgies primaires. L'agénésie de l'incisive latérale peut également jouer un rôle ; en effet, la racine de l'incisive latérale sert normalement de guide à l'éruption de la canine. Ainsi, lors d'agénésie de l'incisive latérale maxillaire, la canine adjacente est incluse dans 71,4% des cas (figure 25) (1).

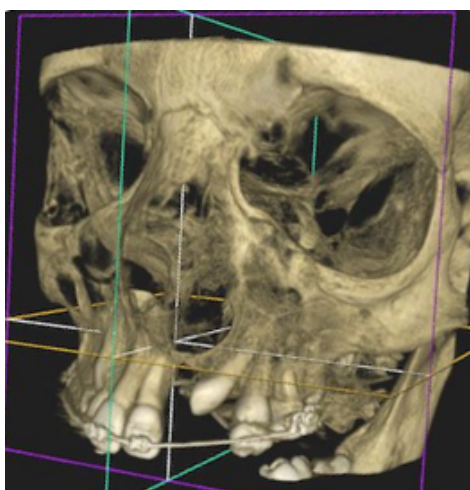


Figure 25: Reconstruction 3D issue d'un CBCT réalisé chez un patient avec une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale gauche (Iconographie personnelle)

Une agénésie de 22 et une inclusion de 23 sont à noter sur la figure 25.

2.2.2.2 Ectopie

Une dent est dite ectopique lorsqu'elle fait son éruption en dehors de son trajet normal et qu'elle se retrouve donc dans un site plus ou moins éloigné de la normale (37).

La figure 26 met en évidence une ectopie de 14 chez ce patient présentant une large fistule bucco-nasale.

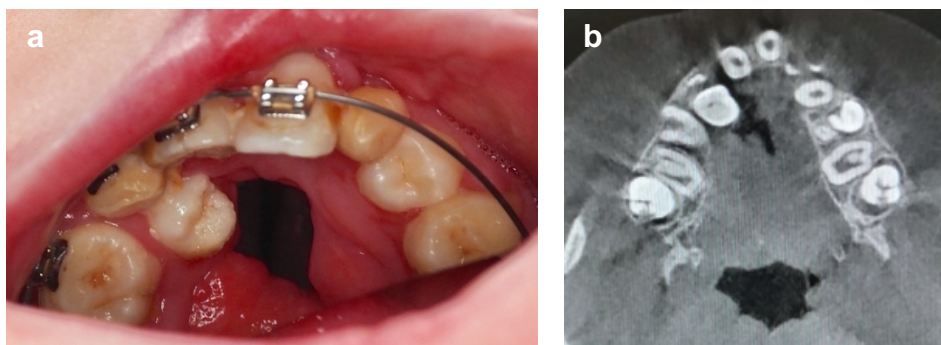


Figure 26: Vue endobuccale intra-arcade maxillaire (a) et coupe axiale (b) extraite d'un CBCT réalisé chez un patient avec une large fistule bucco-nasale (Courtoisie Dr Boucher)

La littérature montre peu de résultats en termes d'ectopie dentaire chez les patients porteurs de fentes :

- 18,9% d'éruptions dentaires ectopiques ont été retrouvés dans l'échantillon de Rullo et al. (39).
- Seuls 2,3% d'éruptions dentaires ectopiques ont été enregistrés dans la région de la fente dans une étude de Sà et al. (4).

La prévalence des ectopies dentaires dans le secteur antérieur maxillaire chez les patients porteurs de fentes semble peu documentée dans la littérature à notre connaissance.

2.2.2.3 Rotation

De nombreuses études se sont intéressées aux rotations des incisives c'est-à-dire à tout déplacement mésio ou disto-buccal de la dent compris entre 45 et 180° autour de son axe longitudinal au sein de son alvéole. La rotation constitue un signe de dysharmonie dento-maxillaire généralement retrouvée au maxillaire chez les patients porteurs de fentes.

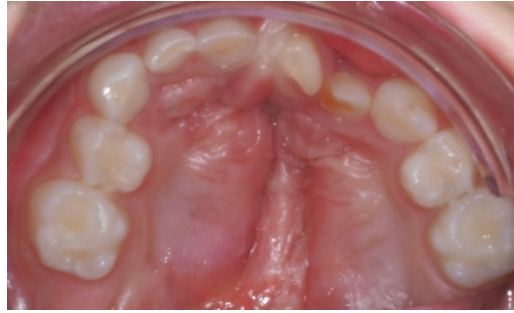


Figure 27: Photographie endobuccale d'une vue intra-arcade maxillaire chez un patient de 5 ans avec une fente labio-alvéolo-palatine (Photographie personnelle)

La figure 27 montre une vue clinique endobuccale d'une rotation disto-palatine de 45° de 61 en bordure de fente. La figure 28 montre une coupe axiale et une reconstruction 3D extraites d'un CBCT réalisé chez une patiente et montre une rotation disto-palatine de 21. Ce CBCT, réalisé en post-opératoire à +6 mois d'une GPP, met en évidence l'absence de continuité osseuse entre les deux fragments. Des précautions doivent être prises chez cette patiente : la pose d'un multiattache pour corriger la rotation et l'angulation radiculaire distale de cette incisive centrale gauche entraînerait l'exposition de la racine dans la fente ce qui pourrait porter atteinte au pronostic de cette dent.

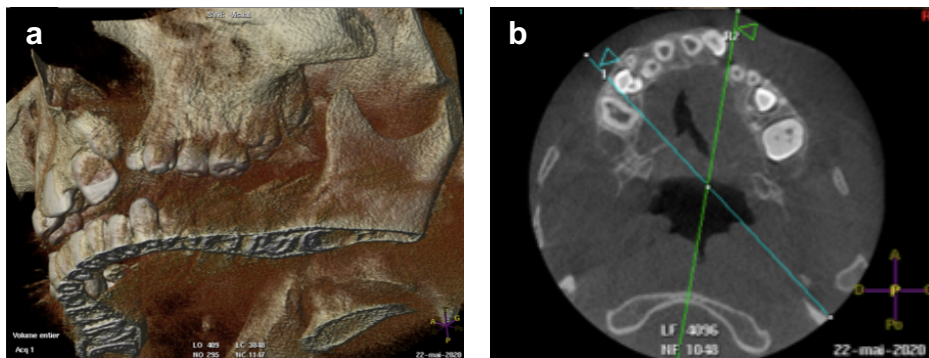


Figure 28: Reconstruction 3D (a) et coupe axiale (b) extraites d'un CBCT réalisé chez une patiente porteuse d'une fente unilatérale gauche (Iconographies personnelles)

Il semblerait que cette anomalie soit l'anomalie dentaire la plus fréquente dans la population générale (42). Dans des populations avec fentes, des taux sont évoqués de 31,1% et 25,7% dans les études de Rullo et al et Mangione et al. concernant des rotations d'incisives centrales et latérales (1)(39).

2.2.2.4 Transposition

La transposition correspond à la permutation des positions de deux dents souvent adjacentes et est généralement associée à d'autres anomalies dentaires. C'est une anomalie peu fréquente dans la population générale et chez les patients porteurs de fentes. La figure 29 présente une reconstruction 3D issue

d'un CBCT réalisé chez un patient porteur d'une fente unilatérale totale. Une transposition des germes de 13 et 14 est à noter.

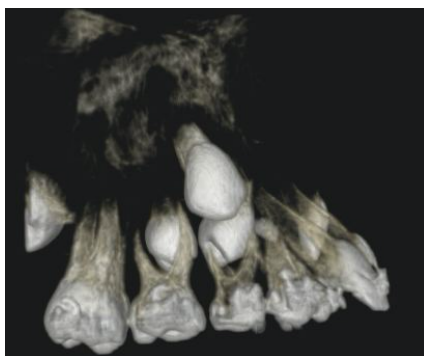


Figure 29: Reconstruction 3D issue d'un CBCT (Iconographie personnelle)

Dans une étude de 2016 menée par Sà sur un échantillon de 178 patients porteurs de fentes, 3,4% présentaient une transposition dans la région de la fente. Celle-ci semblait être davantage présente chez des patients avec une fente labio-palatine totale bilatérale (14,3%)(4).

Wu et al. ont également décrit des transpositions chez des patients porteurs de fentes. Elles ont été observées uniquement sur des fentes labio-palatines avec une prévalence de 10,6% sur les formes bilatérales et 3,6% sur les formes unilatérales. L'ensemble des transpositions observées concernait une canine avec une première prémolaire maxillaire (34).

L'objectif de cette deuxième partie était de mettre en évidence les différentes spécificités osseuses et dentaires que les patients porteurs de fentes orofaciales peuvent présenter. Il apparaît indispensable de réaliser un/plusieurs examen(s) tridimensionnel(s) au cours de la croissance afin de préciser les diagnostics et d'orienter les thérapeutiques.

Cette troisième partie a ainsi pour but d'exposer les incidences chirurgicales, orthodontiques et omnipratiques que ces CBCT peuvent avoir sur la prise en charge de ces patients.

3 Apports du CBCT à la prise en charge chirurgicale, orthodontique et omnipratique des patients porteurs de fentes orofaciales

Comme nous l'avons vu précédemment, la tomographie volumique par faisceau conique est une technique d'imagerie permettant l'acquisition de données tridimensionnelles de manière rapide avec une bonne résolution spatiale pour un coût dosimétrique relativement faible en permettant de se concentrer sur une zone en particulier (notamment sur le maxillaire).

Les patients porteurs de fentes présentent de nombreuses spécificités cliniques et possèdent un parcours de soins faisant intervenir différentes disciplines. La figure 30 s'inspire du protocole utilisé au Centre de Compétence du Centre Hospitalier de Lille et expose la chronologie de la prise en charge de ces patients selon 3 axes principaux : chirurgicale, orthodontique et omnipratique. Différents CBCT sont réalisés lors d'étapes importantes afin d'orienter et de planifier les thérapeutiques. Ce schéma sera repris régulièrement dans cette partie afin de situer les propos.

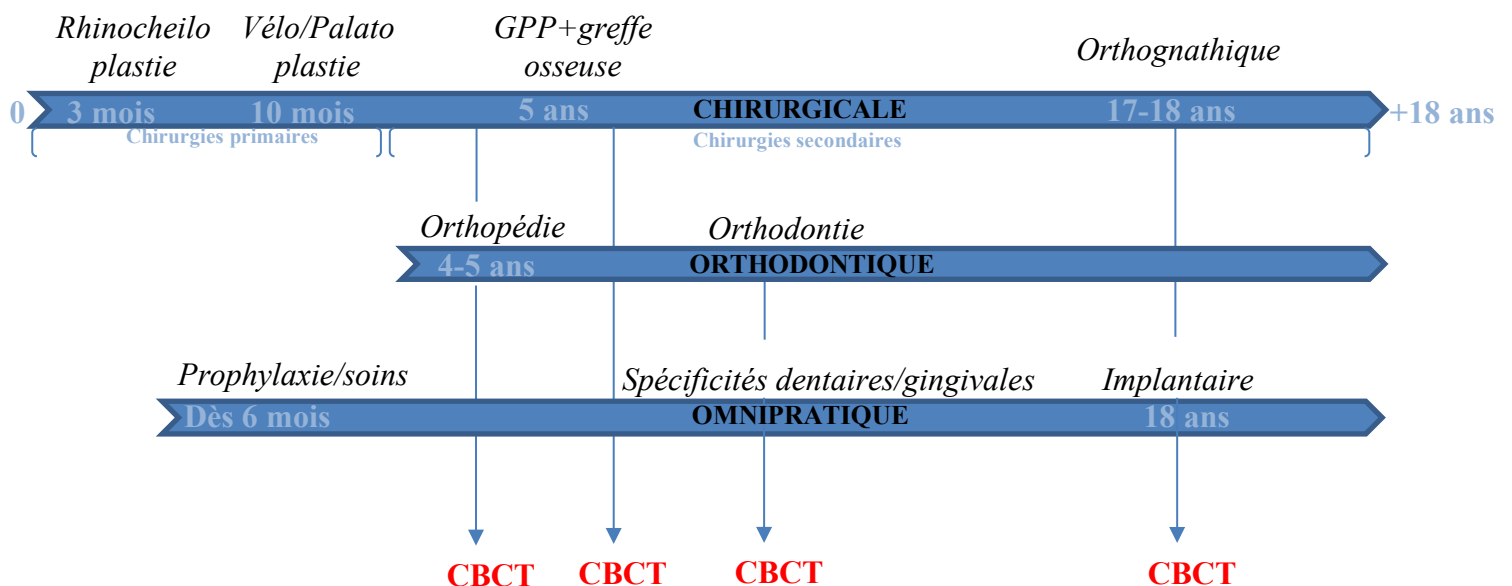


Figure 30: Schéma récapitulatif de la prise en charge pluridisciplinaire et du suivi d'un patient porteur d'une fente orofaciale (Schéma personnel)

3.1 Incidences chirurgicales

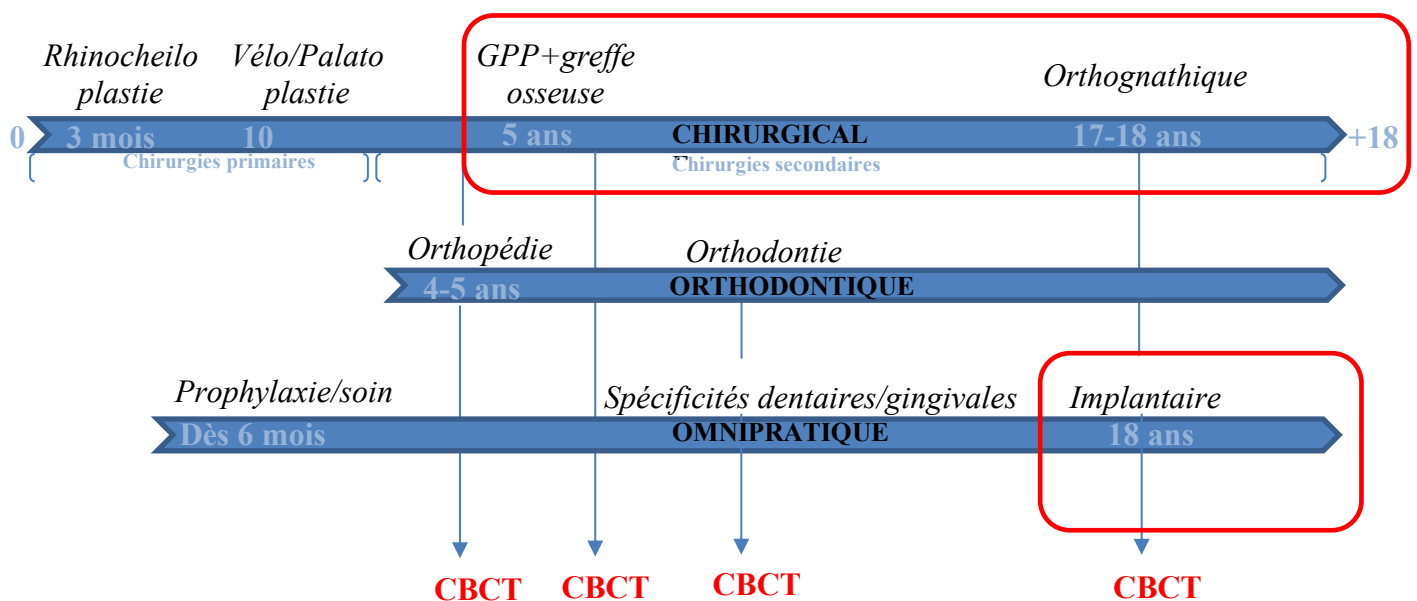
3.1.1 Temps chirurgicaux

Les différents temps chirurgicaux permettent la reconstruction anatomique des structures cutanéomuqueuses, musculaires et cartilagineuses afin de restaurer la fonction et l'esthétique chez ces patients. Ces différentes chirurgies sont réalisées à des âges différents, avec des techniques et des calendriers d'interventions différents selon les équipes bien qu'aucun protocole n'ait montré de supériorité en termes de résultats esthétiques et fonctionnels (44)(45).

La première phase de réparation primaire chirurgicale comprend la rhinocheiloplastie, la véloplastie, la palatoplastie et la gingivopériostoplastie et vise à rétablir la morphologie et les fonctions.

La phase de réparation secondaire, plus tardive, a pour objectifs principaux l'amélioration des répercussions fonctionnelles, morphologiques et psychologiques des séquelles des chirurgies primaires et l'obtention d'un massif cranio-facial équilibré. Elle permet également de faciliter les migrations dentaires en période orthodontique et la réhabilitation implantaire par la réalisation de greffes osseuses secondaires ou tertiaires.

Seules les chirurgies osseuses pour lesquelles le CBCT trouve une indication seront abordées dans ce travail : la gingivopériostoplastie associée à une greffe osseuse alvéolaire, la chirurgie orthognathique et la chirurgie implantaire.



3.1.1.1 La gingivopériostoplastie

La gingivopériostoplastie (GPP) correspond à la fermeture de la fente alvéolaire résiduelle par différentes techniques de dissection, décollement, mobilisation de lambeaux muqueux et sutures. Elle peut être réalisée avec ou sans greffe osseuse. Il s'agit principalement de greffe autologue par prélèvement d'os spongieux au niveau de la crête iliaque, du crâne, d'une côte ou de la symphyse mentonnière. L'os spongieux autologue prélevé en copeaux au niveau de la crête iliaque est le greffon de référence. Ce greffon présente une bonne ostéointégration au niveau du site greffé par sa capacité de revascularisation précoce et sa richesse en cellules souches, une faible morbidité du prélèvement, une grande quantité d'os disponible et une bonne maniabilité permettant le modelage et le comblement facile de la fente alvéolaire résiduelle (46). De l'os de banque est également une solution alternative même s'il a été démontré que la greffe d'os allogénique avait une incorporation moindre et retardée par rapport à de l'os autologue (47).

Cette opération peut être :

- primaire c'est-à-dire être combinée avec la cheiloplastie initiale (délétère pour la croissance du maxillaire, elle est abandonnée dans la plupart des centres),
- secondaire précoce si elle est réalisée avant l'éruption de la canine permanente
- secondaire tardive si elle est réalisée après l'éruption de la canine permanente
- tertiaire si elle est proposée en fin de croissance en vue d'une réhabilitation implantaire ou prothétique.

Elle a pour objectifs de :

- stabiliser les fragments osseux du maxillaire en rétablissant une continuité alvéolaire et gingivale
- améliorer l'environnement parodontal pour permettre l'éruption des dents permanentes et leur mobilisation orthodontique
- améliorer le support et la symétrie de la lèvre supérieure et de la base de l'aile du nez
- réaliser une fermeture étanche du plan nasal et buccal

- faciliter la réhabilitation prothétique et la pose d'implant éventuelles
- éviter le défaut de croissance maxillaire en stimulant celle-ci par le pont osseux formé (45)(46)(48)(49)(50)(51).

3.1.1.2 La chirurgie orthognathique

La chirurgie orthognathique vise à corriger, en fin de croissance, des dysmorphoses squelettiques par repositionnement chirurgical des bases osseuses dans une position d'équilibre cranio-facial. Elle constitue le principal traitement des séquelles squelettiques antéro-postérieures, verticales ou transversales et des asymétries chez les patients porteurs de fentes. Elle n'est pas systématique et est indiquée de manière moins fréquente qu'auparavant avec l'amélioration de la prise en charge précoce et du suivi des chirurgies primaires. Cependant, devant l'échec des forces orthopédiques, une poussée de croissance tardive dégradant les résultats obtenus orthodontiquement ou devant une prise en charge tardive, l'existence d'une dysmorphose peut orienter vers une prise en charge orthodontico-chirurgicale (52)(53).

Toute chirurgie orthognathique doit être encadrée par de l'orthodontie et des bilans radiographiques pré- et post-chirurgicaux. L'orthodontie permettra, avant la chirurgie, de décompenser les arcades pour les préparer à la chirurgie, d'optimiser les déplacements des bases osseuses en per-opératoire afin d'obtenir un bon engrènement post-opératoire, garant de la stabilité. Les bilans radiographiques permettant la surveillance de la croissance faciale sont classiquement réalisés par analyse téléradiographique en 2D mais peuvent également être réalisés sur un examen en 3D.

La forme clinique principalement rencontrée chez les patients porteurs de fentes orofaciales est une rétromaxillie et une insuffisance de développement vertical du maxillaire associée à une rotation postérieure de la mandibule se traduisant par une classe III squelettique et dentaire. Une endomaxillie est également fréquente lors d'une perte de vue du patient après le traitement primaire (44). L'existence de ces dysmorphoses peut s'expliquer par trois points principaux :

- La chirurgie des fentes est une chirurgie de compromis dans le choix des priorités. Certains protocoles privilégient les fonctions ou l'esthétique aux convictions morphogénétiques laissant la croissance au second plan (44).

- Les brides cicatricielles des chirurgies primaires sont responsables de tensions freinant la croissance (54).
- Le potentiel de croissance propre à chacun peut être responsable d'un défaut de croissance que l'orthodontie seule ne peut pas corriger.

Ces dysmorphoses seront principalement traitées par ostéotomie de Le Fort I pour corriger l'hypoplasie du maxillaire, associée ou non à une ostéotomie sagittale des branches montantes permettant la correction de décalages maxillomandibulaires modérés n'excédant pas 10 mm. Une disjonction chirurgicale pourra également être envisagée afin d'éliminer un pont ostéoïde maxillaire alvéolaire ou palatin qui bloquerait la correction du sens transversal. Enfin, une greffe osseuse tertiaire pourra être réalisée de manière concomitante afin de faciliter une réhabilitation implantaire future par épaissement ou allongement de la crête osseuse.

La réalisation de la GPP est un préalable indispensable : la greffe osseuse consolide et stabilise les fragments maxillaires prévenant la récurrence du collapsus de ces fragments sans perturber le potentiel de croissance résiduel. L'obtention d'un maxillaire monobloc permet d'envisager ensuite, après le pic pubertaire et selon le déficit, les ostéotomies sans risque pour la vascularisation. Cependant, la chirurgie orthognathique est généralement moins stable chez les patients porteurs de fentes que dans la population générale avec un pourcentage de récurrence supérieur à 25% dans les plans horizontal et vertical.

Les séquelles reflètent le plus souvent le suivi dont le patient a pu bénéficier. En l'absence de suivi régulier, des dysmorphoses plus conséquentes peuvent être observées, il faudra alors reprendre le traitement là où il s'est arrêté. Lorsque le patient n'a pas bénéficié d'une gingivopériostoplastie par perte de vue après le traitement primaire, on observe :

- dans les cas de fentes unilatérales : une endognathie du petit fragment, une absence de continuité osseuse et une communication buconasale
- dans les cas de fentes bilatérales (figure 31) : le bourgeon médian rétrusif verrouille tout déplacement. Sa vascularisation, fonction de son socle vomérien, rend toute mobilisation à risque.

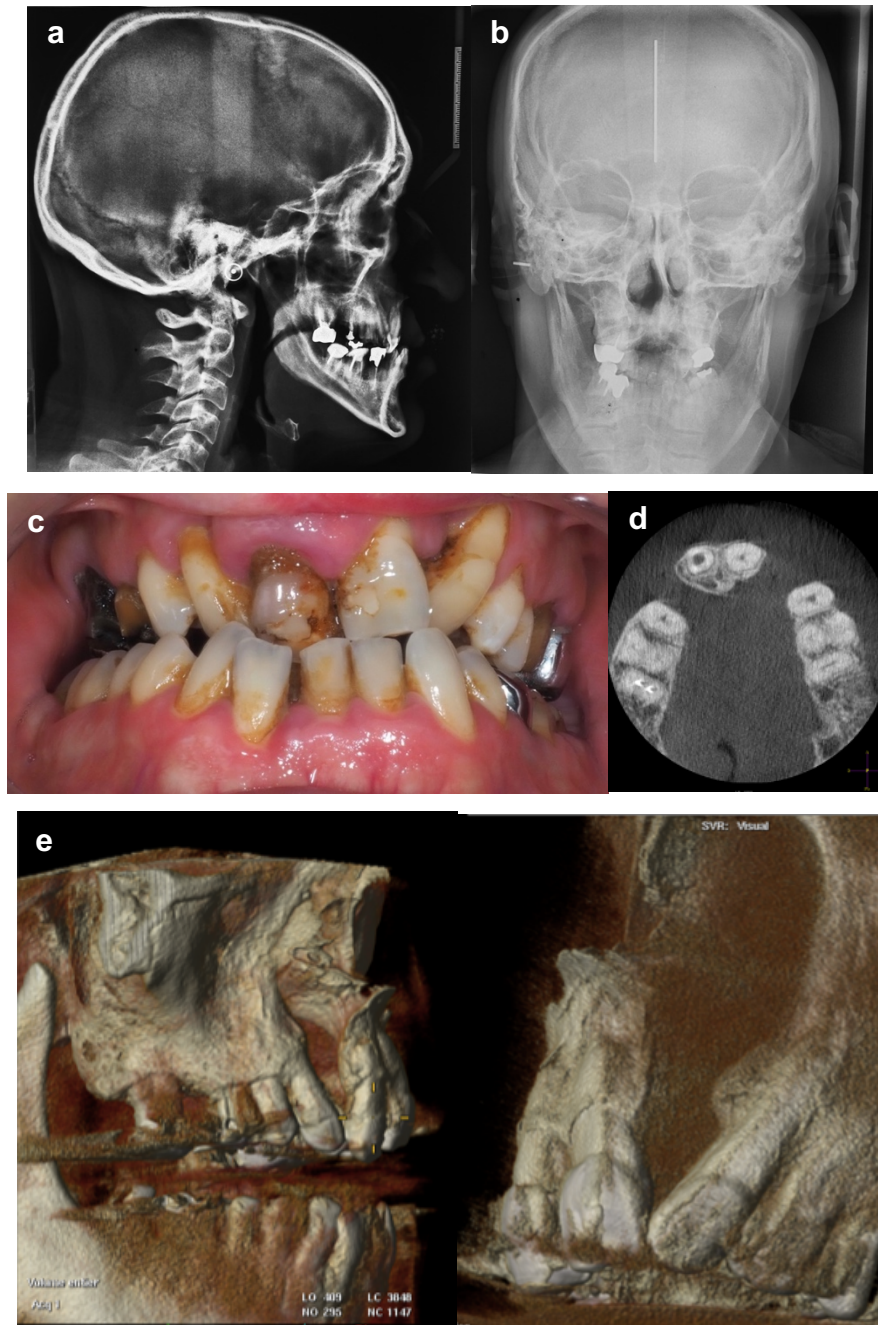


Figure 31: Téléradiographie de profil (a), de face (b), vue endobuccale inter-arcade vestibulaire (c), coupe axiale (d) et reconstruction 3D (e) issus d'un CBCT chez un patient porteur d'une fente labio-alvéolo-palatine bilatérale (Iconographies personnelles)

Une thérapeutique multiattache va être entreprise chez ce patient de 42 ans afin de préparer les arcades à une chirurgie orthognathique. Dans le cadre de la prise en charge tardive des séquelles de sa fente labio-alvéolo-palatine bilatérale, un CBCT a été réalisé devant la mobilité du bourgeon antérieur afin de proposer les différentes thérapeutiques et le calendrier opératoire au patient.

3.1.1.3 La chirurgie implantaire

La réhabilitation implanto-portée est réalisée en fin de croissance et a pour objectifs l'obtention d'une occlusion dentaire stable et de fonctions orofaciales normales. L'esthétique du sourire et la bonne projection de la région nasolabiale sont également recherchées. Cette réhabilitation est généralement réalisée dans les cas d'agénésie(s) avec décision d'ouverture d'espace ou lors d'avulsions pour cause carieuse. Bien souvent, une prothèse provisoire à visée esthétique et fonctionnelle est réalisée en temporisation comme chez cette patiente présentée sur la figure 32. La décision thérapeutique d'une ouverture d'espace et réhabilitation implanto-portée à l'âge adulte a été prise devant l'agénésie de 12. Une dent provisoire intégrée à l'appareillage multiattache a été installée en temporisation.

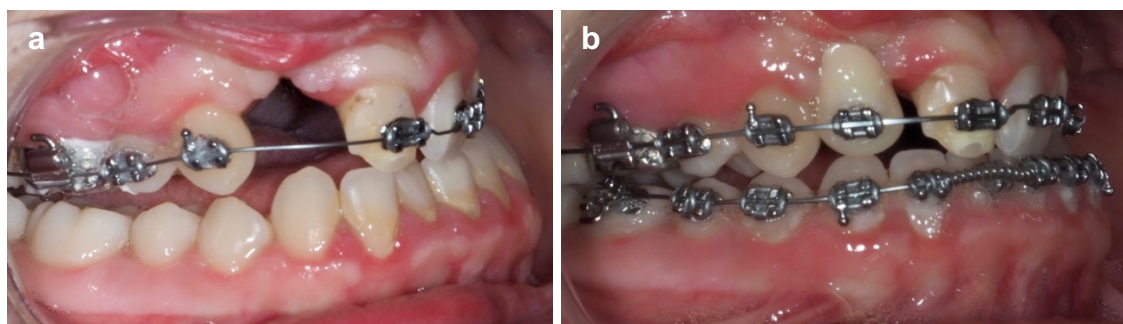


Figure 32: Vues endobuccales latérales droites d'une patiente de 16 ans porteuse d'une fente bilatérale : a. avant, b. après réalisation d'une dent provisoire en place de 12 absente (Photographies personnelles)

3.1.1 Incidences du CBCT sur la prise en charge chirurgicale d'un patient porteur de fentes orofaciales

L'âge du patient peut faire varier le protocole chirurgical et les indications de réalisation de cet examen radiographique 3D.

Chez l'enfant, le CBCT est prescrit à visée prospective : il influe sur le diagnostic, le choix thérapeutique et le « timing » de réalisation des chirurgies (51).

Chez l'adulte, il peut être prescrit avec les mêmes objectifs dans la continuité d'un suivi mené à terme afin de réaliser les dernières étapes chirurgicales. Il peut également être prescrit face à une situation clinique stable et établie afin de faire un bilan des conséquences de l'absence de réalisation de certaines chirurgies pour les patients n'ayant pas eu un suivi régulier et désireux d'une amélioration de leur esthétique faciale (44). Même si le potentiel de croissance résiduel est nul, l'objectif chez l'adulte sera la reprise des principaux temps non réalisés. La fente alvéolaire devra préalablement être fermée par GPP associée à une greffe

osseuse. Une distraction transversale sera ensuite envisagée à distance après consolidation osseuse. La chronologie est l'exact inverse de celle adoptée chez l'enfant afin d'éviter l'élargissement de la fente alvéolaire et de la communication bucconasale. En effet, une fermeture étanche est plus difficile à obtenir (44).

3.1.1.1 La gingivopériostoplastie associée à la greffe osseuse alvéolaire

3.1.1.1.1 En pré-opératoire

3.1.1.1.1.1 Diagnostic

Avant la chirurgie, la réalisation du CBCT permet de poser le diagnostic du type de fente. Les données cliniques seules et les examens en 2D sont parfois insuffisants pour déterminer la forme anatomoclinique.

Certaines études ont montré que le type de fente influe sur la réussite de la greffe osseuse en termes de volume osseux retrouvé à différents temps post-opératoires:

- Étude de Feichtinger et al. (2008) : les patients présentant une fente alvéolaire seule présentaient de meilleurs résultats que ceux présentant une fente totale. Il existait une corrélation entre la taille de la fente et le succès de la greffe osseuse (55).
- Étude de Touzet-Roumazeille et al. (2015) : les patients présentant une fente alvéolaire seule présentaient de meilleurs résultats que ceux présentant une fente unilatérale totale (46).

Le CBCT permet donc au chirurgien, au-delà de la pose d'un diagnostic, d'établir un pronostic du taux de réussite qu'il peut attendre en fonction de la forme clinique dont le patient est atteint.

3.1.1.1.1.2 Choix thérapeutique

L'impact des dents adjacentes à la fente sur la greffe osseuse alvéolaire est considérable et influence le succès de celle-ci. La sollicitation mécanique précoce du greffon induit une meilleure ostéogenèse et intégration de celui-ci : ainsi, l'éruption des dents à travers la greffe osseuse a un impact significatif sur la stabilité de la greffe. Il est donc indispensable de connaître la distribution des germes dentaires et leurs stades de formation grâce au CBCT.

Dans une étude de Zhang et al. (2012), la résorption osseuse inévitable de la greffe était significativement plus faible lorsque les dents à côté de la fente faisaient leur éruption à travers la greffe avec des taux de résorption du greffon de 10,4% lorsque l'éruption d'une dent permanente se faisait spontanément au travers de la greffe contre 36,6% en l'absence de dent permanente (56).

De même dans une étude de Dissaux et al. (2015), la quantité de greffe osseuse résiduelle à 6 mois post-chirurgie était influencée positivement par l'éruption dentaire à travers la greffe. Dans leur étude :

- Groupe A : réalisation de la greffe osseuse alvéolaire à un âge moyen de 5,2 ans → le coefficient d'os résiduel à 6 mois était compris entre 69 et 90% lorsque l'incisive latérale permanente maxillaire avait fait son éruption au travers (dans 4 cas sur 14)
- Groupe B : réalisation de la greffe osseuse alvéolaire à un âge moyen de 10 ans → coefficient d'os résiduel à 6 mois compris entre 51,4 et 83% lorsque la canine permanente maxillaire avait fait son éruption au travers (dans 4 cas sur 14)

Trois conclusions peuvent être tirées de cette étude sur le coefficient d'os résiduel, les meilleurs résultats étaient retrouvés lorsque:

- une incisive latérale ou une canine permanente faisaient éruption à travers la greffe
- la greffe osseuse alvéolaire était réalisée à un âge moyen de 5,2 ans.
- l'incisive latérale permanente était présente (coefficient significativement moindre retrouvé lors d'une agénésie de l'incisive latérale, dans le groupe B uniquement)(49).

Comme vu précédemment, le greffon de référence utilisé pour la réalisation de la GPP est de l'os spongieux autologue prélevé en copeaux au niveau de la crête iliaque. Ce prélèvement nécessite la réalisation de lambeaux musculopériostés et une dissection importante des tissus mous et durs pouvant entraîner des complications au niveau du site donneur (douleurs, paresthésie, hématome, troubles de la marche etc...). Le fait de définir en pré-opératoire de manière précise le volume requis pour la reconstruction du défaut osseux permet de diminuer la morbidité au niveau du site donneur en utilisant des techniques mini-invasives.

Différentes méthodes existent pour définir le volume du défaut osseux : méthode guidée par un repère osseux, un plan de référence ou une image en miroir du côté non affecté. Cependant, ces méthodes permettent uniquement un calcul de volume et pas une simulation chirurgicale permettant la prédiction du résultat.

Une étude de Chou et al. (2019) a comparé deux modèles de simulation chirurgicale 3D de GPP basés sur CBCT : modèle imprimé ou modèle virtuel à échelle réelle 3D. Le paramètre étudié était la mesure du volume du défaut osseux d'une fente alvéolaire.

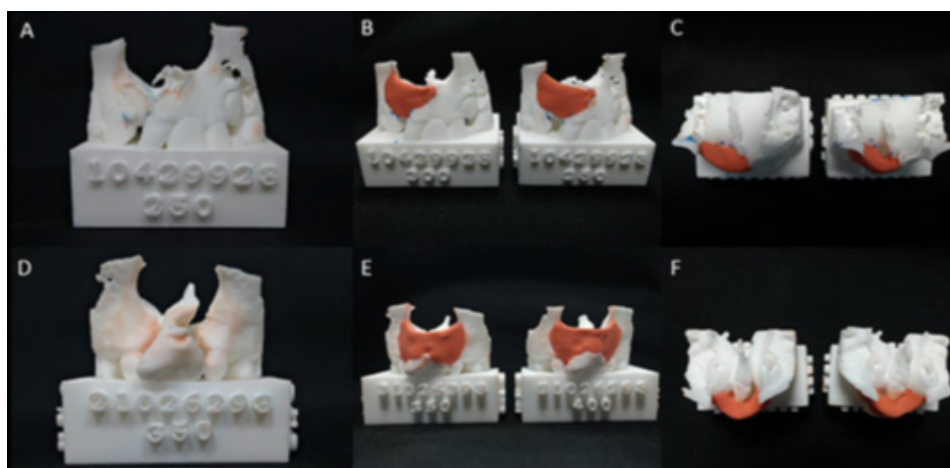


Figure 33: Modèles imprimés en 3D (57)

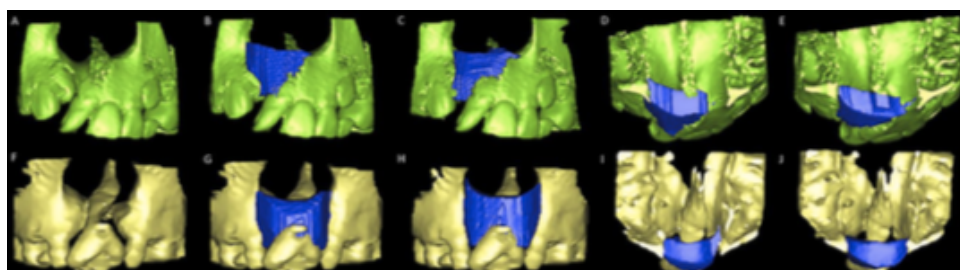


Figure 34: Modèles virtuels en 3D (57)

Les figures 33 et 34 présentent successivement la simulation de la greffe osseuse alvéolaire par un modèle imprimé (figure 33) et virtuel (figure 34) chez des patients porteur d'une fente alvéolaire unilatérale (33 A à C et 34 A à E) et bilatérale (33 D à F et 34 F à J). Pour chaque patient, deux modèles différents existent pour deux densités de CBCT différentes.

Aucune différence significative n'a été mise en évidence dans cette étude. Les conclusions sont que l'applicabilité de ces méthodes est fonction des besoins cliniques et pédagogiques. Le modèle virtuel permet de fournir des informations précises sur le défaut osseux et son volume contrairement au modèle imprimé qui permet une simulation du geste opératoire mais a un coût nettement supérieur (57).

Une étude approfondie du CBCT est donc primordiale et permet au chirurgien de poser l'indication de la GPP et de planifier les gestes opératoires en fonction (46)(49)(56) :

- du volume initial de la fente
- de la qualité de l'os environnant
- de la nécessité d'une greffe et choix du type de greffon
- de la position exacte des dents autour de la fente
- des contraintes anatomiques
- du « timing » chirurgical à respecter.

3.1.1.1.1.3 « Timing » chirurgical

La littérature s'accorde sur le fait que le « timing » de la greffe osseuse alvéolaire doit être décidé en fonction du stade de développement de la dentition plutôt que de l'âge civil du patient. Ainsi, la réalisation d'un CBCT pré-chirurgical apparaît comme indispensable au choix de ce « timing » opératoire.

Dans la littérature, les études retrouvées montrent que le moment idéal de réalisation de la greffe est basé sur l'observation au niveau de la canine et/ou de l'incisive latérale de :

- la quantité et qualité osseuse alvéolaire
- l'axe dentaire
- l'édification radiculaire : en général lorsque $\frac{1}{4}$ à $\frac{2}{3}$ de la longueur radiculaire est formée (47)(50).

Selon Lilja et al., le moment idéal pour la greffe est lorsque l'incisive latérale permanente ou la canine sont recouvertes d'une fine couche osseuse. C'est l'épaisseur d'os couvrant la couronne, plus que l'édification radiculaire qui importe dans le choix du « timing » opératoire. Cependant, dans cette étude datant de 2000, seules des radiographies intra-orales ont été réalisées (50).

De la même façon, Captier et al. ont étudié sur orthopantomogramme le choix du moment idéal de réalisation de la greffe osseuse en prenant en compte l'observation de la canine permanente. Ils ont distingué deux situations :

- un os alvéolaire suffisant, une canine permanente bien axée dont l'éruption n'est pas gênée par l'incisive latérale : choix d'une greffe alvéolaire secondaire tardive (attente $\frac{3}{4}$ égression ou éruption complète)

- un défaut osseux avec des bords de fentes hypoplasiques, une agénésie ou une position de l'incisive latérale entravant l'éruption de la canine mal positionnée : greffe osseuse alvéolaire secondaire précoce. L'objectif est ici d'apporter de l'os pour permettre l'éruption de la canine (47).

Cependant, basée sur un examen radiographique bidimensionnel, l'appréciation de la qualité et quantité osseuse est imprécise.

3.1.1.1.2 En post-opératoire

Après la chirurgie, le CBCT permet d'analyser la hauteur, longueur et largeur de la greffe osseuse et de reconstruire de manière tridimensionnelle le greffon osseux afin d'évaluer son volume. Les dimensions maximales de la greffe en post-opératoire sont généralement exprimées en pourcentage des dimensions maximales de la fente alvéolaire mesurées en pré-opératoire (figure 35). Lorsque l'ostéointégration est bonne et que l'architecture osseuse du greffon est semblable à celle de l'os environnant, il est parfois difficile de mesurer avec précision le volume résiduel du greffon. Une analyse des mouvements dentaires (éruption, rotation...) post-chirurgie peut également être réalisée (46)(49)(51)(55)(56)(58).

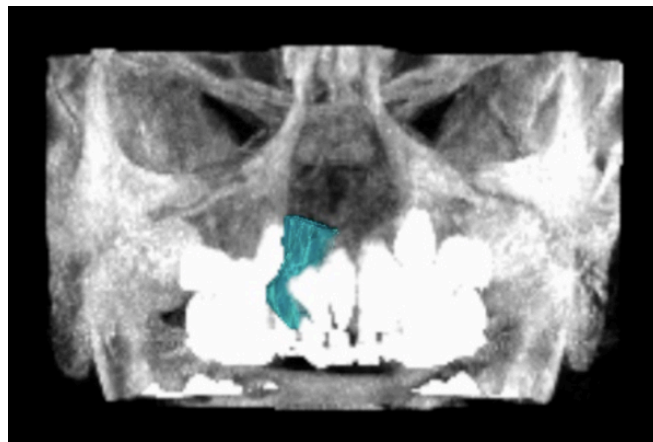


Figure 35: Reconstruction tridimensionnelle du volume initial de la fente grâce à l'outil Region Of Interest du logiciel Osirix (46)

Ces mesures propres au patient opéré permettent d'assurer son suivi et permettent également d'affiner les techniques chirurgicales en alimentant la recherche scientifique.

3.1.1.1.2.1 Analyse de la quantité de greffe osseuse résiduelle en 2D vs 3D

L'étude de Dissaux et al. citée précédemment met en évidence l'importance de l'analyse tridimensionnelle en révélant une surestimation des résultats de la

quantité de greffe osseuse résiduelle à 6 mois post-chirurgie en 2 dimensions VS en 3 dimensions (49).

Ces résultats concordent avec la littérature qui contient des études basées sur la 2D sur le long terme avec des taux de réussite allant jusqu'à 95% pour les greffes osseuses secondaires (49)(58)(51). Dans l'étude de Lilja et al. évoquée dans le paragraphe précédent, un taux de réussite de 91% était annoncé (50).

Or l'équipe de Feichtinger qui a publié les principales études sur l'évaluation radiographique tridimensionnelle de la greffe osseuse chez les patients porteurs de fentes retrouvait des taux de réussite aux alentours de 50%.

Cette différence s'explique par le fait que dans la majorité des études en 2D, les critères d'évaluation des taux de réussite sont basés sur le score de Bergland (figure 36). Le principe de base de cette évaluation bidimensionnelle est qu'il existe une corrélation significative entre la hauteur osseuse verticale intra-alvéolaire (os marginal) déterminée sur radiographie 2D et la quantité de résorption osseuse.

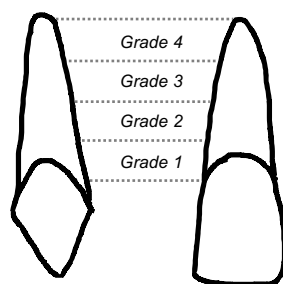


Figure 36: Échelle de Bergland

Les taux de réussite moindres retrouvés par l'équipe de Feichtinger s'expliquent par le fait que les résultats dans les trois dimensions de l'espace sont surestimés en 2D du fait des superpositions de structures, des déformations et distorsions. Ils ont mis en évidence que la résorption de la greffe était plus importante dans la dimension sagittale au niveau de la partie alvéolaire de la greffe et qu'elle était maximale dans la dimension verticale au niveau de la partie du palais dur de la greffe (55)(58). Ils ont également montré que la résorption dans le sens transversal était sous-estimée en 2D.

Une étude de Datana et al. citée plus loin retrouvait également une résorption maximale dans la dimension sagittale (51).

L'échelle de Bergland (1986) ne prenant pas en compte les variations surfaciques antéropostérieures et latérales du greffon, le pont osseux formé n'est pas analysé dans ses trois dimensions contrairement aux examens radiographiques 3D ce qui explique ces résultats.

3.1.1.1.2.2 Analyse de la quantité de greffe osseuse résiduelle à différents temps post-opératoires

Plusieurs facteurs influencent les résultats de la greffe osseuse comme l'hygiène et la présence d'infections bucco-dentaires mais c'est la résorption osseuse qui est le principal facteur d'échec de la greffe. C'est pourquoi de nombreuses études dans la littérature étudient la zone néo-greffée à distance de l'intervention chirurgicale, généralement après une période d'un, trois ou six mois et d'un an à trois ans post-greffe. Les études montrent en effet que le processus de résorption osseuse se poursuit jusqu'à trois ans post-opératoire mais de manière stable avec des résultats variant peu entre un et trois ans (49)(51)(55)(56)(58).

Dans l'une de ces études en 2006, Feichtinger et al. ont mis en évidence que le maximum de résorption de la greffe osseuse était atteint à un an post-opératoire avec en moyenne 49,6% de perte. Cette perte restait stable sur les deux années qui suivaient avec respectivement 51,3 et 52% de perte osseuse moyenne. Dans cette étude, l'éruption des dents bordant la fente à travers la greffe osseuse influençait les résultats de la greffe osseuse :

- Pour 2 patients dont les dents adjacentes à la fente avaient fait leur éruption à travers la greffe : le volume de la greffe osseuse mesuré à 1 an post-opératoire était supérieur au volume initial de la fente.
- Pour 3 patients dont l'incisive latérale ou la canine avaient fait leur éruption à travers la greffe : le volume à 2 ans était supérieur au volume à 1 an post-opératoire.
- Pour 2 patients présentant une agénésie de l'incisive latérale +/- la canine permanente bordant la fente : une fonte complète de la greffe a eu lieu.
- Seuls 2 patients ne présentaient aucune agénésie et ont vu une résorption de la greffe osseuse moindre que la moyenne à 1 an post-opératoire avec 11,5% de résorption (58).

Dans une autre étude menée en 2008 par les mêmes auteurs avec un recul de deux ans post-opératoires cette fois, il a été mis en évidence :

- les mêmes taux de résorption moyens avec 51 et 52% retrouvés respectivement à un et deux ans post-opératoire.
- une fonte osseuse de 95% lors d'agénésie de l'incisive latérale à 1 an post opératoire (55).

Dans une étude plus récente de 2019 de Datana et al., une quantité de résorption osseuse moyenne à 3 mois post-opératoire de 36,46% était retrouvée. L'équipe de Datana justifie la date de 3 mois post-opératoire par la nécessité de réaliser un CBCT le plus tôt possible car la fenêtre thérapeutique permettant la greffe osseuse et les thérapeutiques orthodontiques est limitée (51).

Le CBCT post-opératoire permet de surveiller l'éruption des dents dans la zone néo-greffée et d'évaluer la quantité d'os présente afin d'orienter les thérapeutiques orthodontiques, implantaires et chirurgicales. L'étude du CBCT permet également de déterminer si une nouvelle greffe est nécessaire afin d'améliorer l'état parodontal (51).

La reprise de la thérapeutique orthodontique varie selon les équipes. Elle peut être initiée entre 3 et 8 semaines post-opératoire pour stabiliser le greffon : à 3 semaines le greffon est vascularisé et le cal osseux non complètement ossifié, la mobilisation des dents stimule l'ostéogénèse alvéolaire en regard des racines dentaires. D'autres préfèrent attendre la consolidation complète pendant 3 à 6 mois avant toute reprise de traitement orthodontique actif.

3.1.1.2 La chirurgie orthognathique

De par son caractère peu irradiant, la réduction des artefacts métalliques et la possibilité d'acquérir des images en position assise donc orthostatique, les recommandations européennes préconisent le recours au CBCT en chirurgie orthognathique pour sa précision, son efficacité et sa sécurité. La tomographie volumétrique à faisceau conique, examen tridimensionnel apportant des informations volumétriques, surfaciques et sectionnelles sur les structures craniofaciales, trouve de nombreuses indications dans ce domaine en pré-, per- et post-opératoire.

3.1.1.2.1 En pré-opératoire

3.1.1.2.1.1 Modèles de fusion 3D

La superposition d'images 3D grâce à des algorithmes mathématiques informatiques offre la possibilité de créer un modèle facial numérique du patient permettant au chirurgien:

- l'évaluation clinique pré-opératoire, l'affinement du diagnostic
- la simulation et la planification chirurgicale

- le suivi post-opératoire.

Il est possible de fusionner des données squelettiques issues d'un CBCT avec des données dentaires issues d'un modèle numérique (figure 37) ou avec des données sur les tissus mous issues de la photographie 2D/3D ou de la stéréophotogrammétrie (figure 38). La réalisation du modèle numérique dentaire se fait soit par numérisation du modèle en plâtre avec le CBCT soit par prise d'empreinte optique avec un scanner intra-oral. Les résultats d'une revue systématique de 2015 concluent à la fiabilité de ces modèles numériques en alternative au modèle en plâtre conventionnel (59). Concernant la photographie 3D, il s'agit davantage d'un effet de relief créé grâce à un principe stéréoscopique que d'une réelle image tridimensionnelle.



Figure 37: Fusion de données issues du CBCT et d'un modèle numérique dentaire par le logiciel SimPlant® (60)



Figure 38: Modèle facial numérique d'un patient créé par fusion d'une photographie 2D et de données issues du CBCT par le logiciel Dolphin Imaging®

Selon les recommandations de la Société Française de Stomatologie, Chirurgie-Maxillo-Faciale et Chirurgie Orale (SFSCMFCO) de 2017, la fusion de ces données apporte des informations précises et fiables mais celles-ci doivent encore être améliorées en termes d'efficacité et de rapidité (61).

3.1.1.2.1.2 Planification chirurgicale

La planification conventionnelle d'une chirurgie orthognathique comprend l'analyse céphalométrique sur téléradiographie 2D, l'analyse clinique faciale et l'analyse des modèles dentaires en plâtre du patient. C'est une procédure

satisfaisante présentant comme inconvénients principaux d'être chronophage, complexe et parfois imprécise du fait d'erreurs liées à la multiplicité des étapes.

La planification 3D comprend la simulation virtuelle et la confection d'outils de transfert de données. Elle permet la simulation de différents plans de traitement et de leurs objectifs en prenant en compte les prévisions de croissance chez l'enfant et la faisabilité de la thérapeutique chez l'adulte. Elle permet ensuite le transfert du plan de traitement simulé au bloc opératoire.

De nombreux logiciels spécialisés existent actuellement afin de réaliser cette planification. Selon un rapport de la SFSCMFCO de 2017, les plus utilisés sont Mimics®, SimPlant OMS® (figure 37), Dolphin Imaging® (figures 38 et 39) et Maxilim® et permettent notamment :

- la segmentation de l'image DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) et sa conversion en un modèle 3D
- l'identification et la délimitation des structures anatomiques sur l'image CBCT
- l'analyse céphalométrique du modèle numérique 3D
- la simulation des ostéotomies
- la relocalisation des segments osseux selon les mouvements chirurgicaux planifiés
- la prédiction des changements au niveau des tissus mous et durs
- l'obtention d'une photographie des résultats attendus (61).



Figure 39: Présentation de la planification chirurgicale via le module de chirurgie 3D de Dolphin Imaging®

Dans une étude de Lonic et al. (2016), l'apport de la simulation 3D à la prise en charge des patients porteurs de fentes a été étudié. Il a été mis en évidence une modification du plan de traitement initial prévu par planification conventionnelle

en 2D pour 83,3% des patients porteurs de fentes après simulation 3D. Un CBCT pré-opératoire définissait l'état clinique initial du patient puis la simulation conventionnelle 2D était transférée en 3D et des ajustements étaient réalisés si besoin. Ces ajustements du complexe maxillo-mandibulaire pouvaient être réalisés dans toutes les dimensions de l'espace de manière linéaire ou angulaire (figure 40).

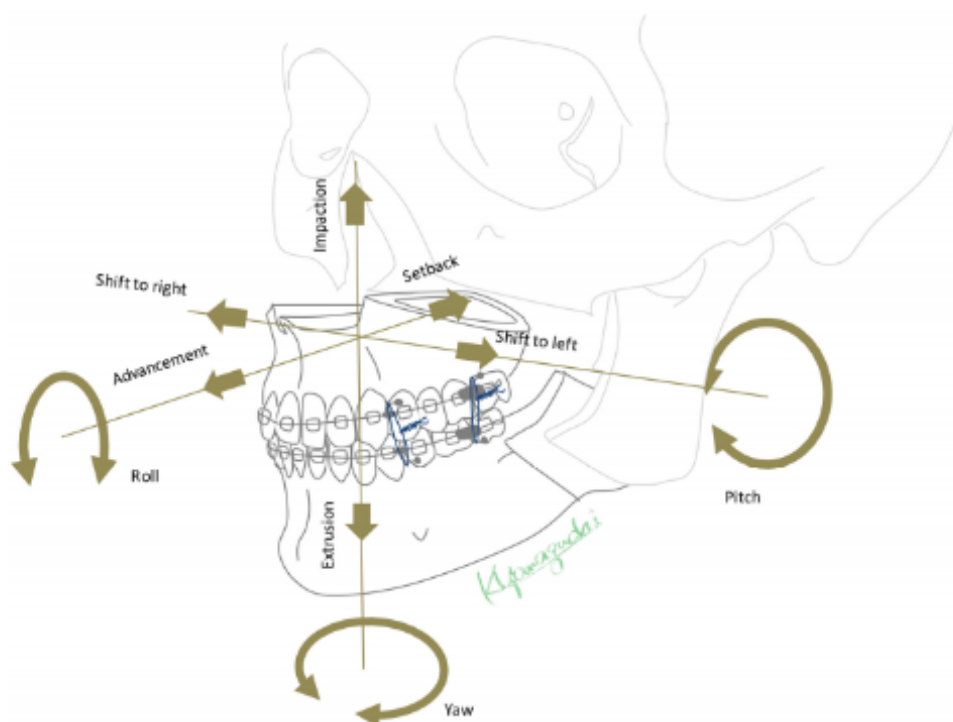


Figure 40: Différents mouvements possibles du complexe maxillo-mandibulaire dans la simulation 3D (62)

La majorité des ajustements concernait la rotation autour de l'axe yaw (63,3% des cas) et la ligne médiane (36,7% des cas). La simulation a permis d'éviter de sévères interférences osseuses (46,7% des cas). Dans 53,3% des cas, deux modifications de paramètres sur la planification initiale étaient réalisées et dans 20% des cas une seule. Le transfert de la 2D à la 3D conduisait à corriger les informations sur les structures osseuses en termes de position, orientation et forme.

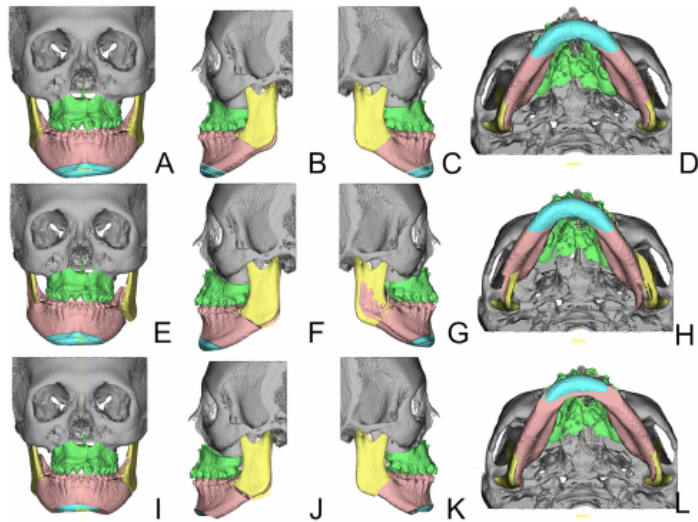


Figure 41: Visualisation de la situation préopératoire, du plan de traitement conventionnelle transféré en 3D et des ajustements réalisés sur différentes coupes (62)

La figure 41 montre un patient porteur d'une fente palatine isolée. De gauche à droite, des coupes frontales, latérales gauche et droite et basale du même patient sont présentées dans la même position. Les coupes de A à D montrent la situation initiale du patient. De E à H il s'agit du transfert du plan de traitement 2D en 3D. Les figures I à L montrent les ajustements effectués par l'orthodontiste et l'équipe chirurgicale. On note une sévère interférence osseuse au niveau du ramus droit (E et H) corrigée par la rotation antihoraire autour de l'axe y (I et L). De plus, la position de la génioplastie a été modifiée afin de réduire la hauteur faciale du patient en raccourcissant le segment du menton (I à L)(62).

Concernant la prédiction des changements au niveau des tissus durs et mous après simulation 3D, la littérature fait état de résultats favorables avec une fiabilité satisfaisante et une bonne précision des changements au niveau des tissus durs. La SFSCMFCO recommande ainsi la simulation 3D en alternative à la simulation conventionnelle pour planifier les déplacements osseux dans les cas de fentes labiopalatines même si des études supplémentaires contrôlées randomisées et indépendantes sont nécessaires afin de recommander plus spécifiquement une méthode parmi les différentes proposées actuellement et d'évaluer la précision chirurgicale ainsi que les bénéfices pour le patient (61).

Ces changements osseux s'accompagnent inévitablement de modifications au niveau des tissus mous. Leur prédiction ont une importance particulière dans la planification et la décision thérapeutique puisqu'elles traduisent les résultats

esthétiques attendus par le patient. Or la littérature montre que la simulation au niveau des lèvres, narines et de la zone paranasale n'est pas totalement fiable et peut encore être améliorée.

Dans une étude de 2015, Liebregts et al. ont évalué la précision de la simulation des modifications des tissus mous après une ostéotomie bimaxillaire sur 60 patients. Des CBCT pré- et post- (+1 an) chirurgicaux ont été réalisés. La simulation 3D pré-opératoire a ensuite été appariée avec les résultats post-opératoires du patient. Avec une erreur moyenne absolue inférieure à 2mm, la précision de la simulation de la face était de 100%, 93% pour la région de la lèvre supérieure, 90% pour celle de la lèvre inférieure et 95% pour la région du menton. La prévisibilité était corrélée à l'ampleur de l'avancement maxillaire et mandibulaire et à l'âge du patient. La conclusion de l'étude était qu'une simulation des tissus mous pour la chirurgie bimaxillaire était précise mais que des variations au niveau de la position des lèvres étaient possibles et qu'il était important d'en informer les patients (63). Cette précaution est indispensable chez les patients porteurs de fentes orofaciales pour qui ces zones d'intérêts constituent la localisation principale de leur malformation.

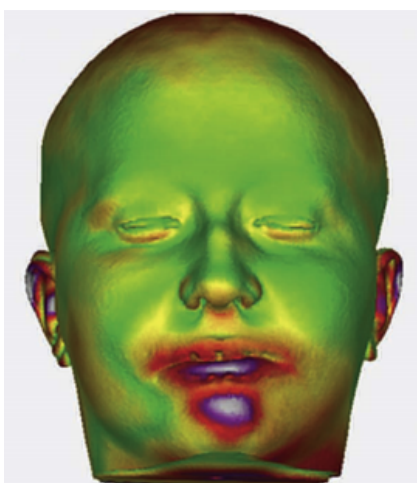


Figure 42: Analyse volumétrique des tissus mous (60)

La figure 42 présente une analyse volumétrique visuelle superposée des modifications des tissus mous entre la planification virtuelle et le contrôle post-opératoire. La couleur verte affiche des variations de 0 à 0,6 mm, la jaune de 0,6 à 0,9 mm, la rouge de 0,9 à 1,2 mm et la pourpre de 1,2 à 1,8 mm. Les résultats de cette étude de Zinser et al. (2013)(60), détaillée ensuite, rejoignent ceux de l'étude de Liebregts et al. (2015) avec le maximum de changements retrouvés autour des lèvres et du menton avec toutefois plus de précision autour du nez.

Une fois la simulation terminée, des outils de transfert des données peuvent être réalisés selon différents procédés d'impression ou d'usinage afin de transférer cette simulation en per-opératoire.

De manière conventionnelle, des gouttières chirurgicales sont réalisées à partir des modèles en plâtre du patient, d'une cire d'occlusion, d'un arc facial et d'un montage sur articulateur afin d'établir l'occlusion en per-opératoire. Avec la Planification Assistée par Ordinateur (PAO) et la Conception Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) il est possible de réaliser :

- des gouttières chirurgicales utilisées pendant l'intervention pour positionner les bases osseuses (puis la technique conventionnelle d'ostéosynthèse est réalisée)
- des systèmes incluant le repositionnement et l'ostéosynthèse dans le même temps: 1. positionnement des bases osseuses défini par la planification virtuelle, 2. ostéotomie grâce à des guides de coupe, 3. ostéosynthèse par des mini-plaques sur mesure placées grâce aux trous préforés dans les guides de coupe.

Les mini-plaques sont surtout utiles dans les cas d'asymétries importantes avec une composante verticale marquée et dans les cas d'anomalies sévères que les patients porteurs de fentes peuvent présenter.

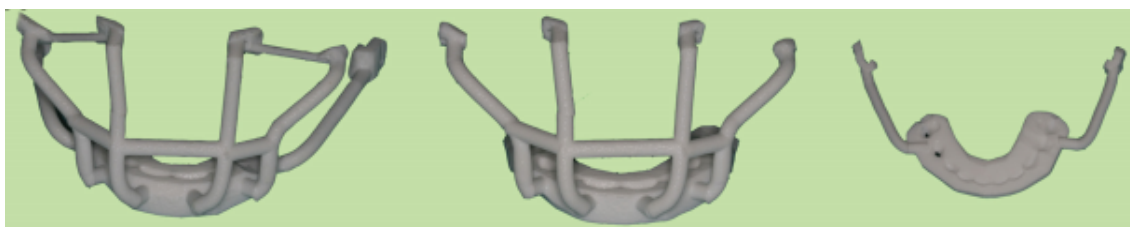


Figure 43: Différentes gouttières CAD/CAM (60)

La figure 43 nous montre une série de 3 gouttières superposées ensuite sur la figure 44 à des reconstructions tridimensionnelles du crâne d'un patient réalisées à partir des données du CBCT. Ces figures sont extraites d'une étude de Zinser et al. (2013) ayant pour objectif de comparer la précision du transfert chirurgical de la planification virtuelle entre les gouttières CFAO, les gouttières conventionnelles et la navigation chirurgicale sans gouttière.

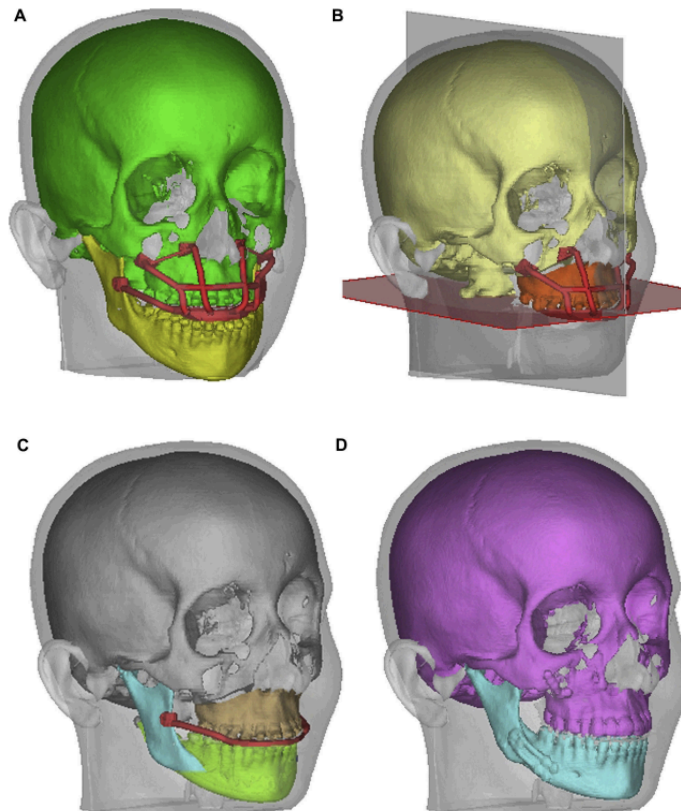


Figure 44: Superposition des gouttières CAD/CAM sur des reconstructions tridimensionnelles obtenues à partir des données du CBCT (60)

Ces 3 gouttières sont nécessaires au transfert de la planification virtuelle en per-opératoire (figure 45) :

- A : la gouttière 1 permet la création de repères squelettiques pour la réalisation de l'ostéotomie
- B : la gouttière 2 permet le transfert chirurgical de la position du maxillaire planifiée virtuellement
- C : la gouttière 3 permet de fixer l'occlusion finale et d'obtenir une position centrée des condyles dans la fosse mandibulaire.

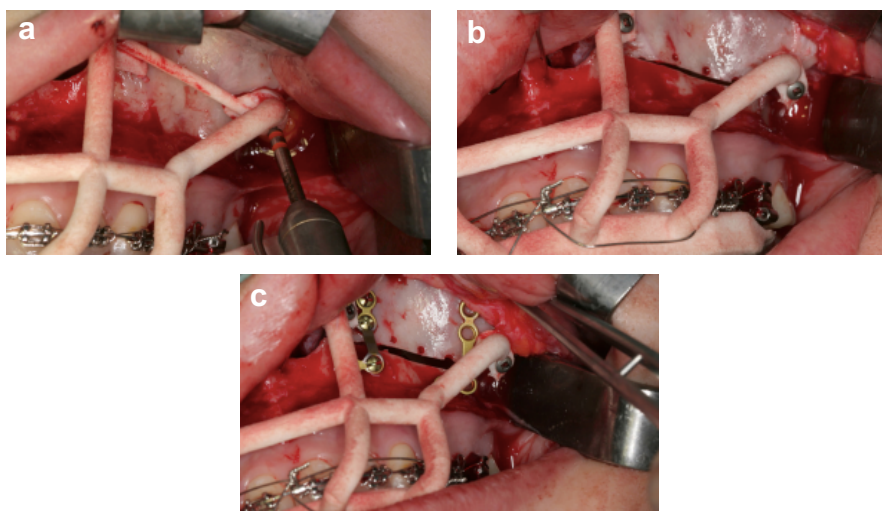


Figure 45: Vues opératoires des gouttières CAD/CAM (60)

Les résultats de cette étude montraient que le transfert chirurgical de la planification par gouttières CFAO était plus précis qu'avec les gouttières conventionnelles car il permettait le maintien des condyles dans leur position centrée dans les fosses mandibulaires et un meilleur contrôle de la position verticale et horizontale du maxillaire en rapport avec la base squelettique. De même, les gouttières CFAO et la navigation chirurgicale semblaient montrer de meilleurs résultats concernant la prédiction et le transfert de la planification virtuelle des tissus mous bien qu'aucune approche n'ait permis une réelle précision (60).

Une étude de Kraeima et al. (2016) a analysé la précision du positionnement du maxillaire après ostéotomie bimaxillaire en comparant la planification chirurgicale virtuelle, basée sur la superposition du CBCT et du modèle numérique dentaire via le logiciel Simplant® et les résultats post-opératoires (écart moyen retrouvé: 1,3mm). Le positionnement et la fixation du maxillaire étaient réalisés grâce à des guides de forage CAD-CAM spécifiques et des plaques d'ostéosynthèse (figure 46).

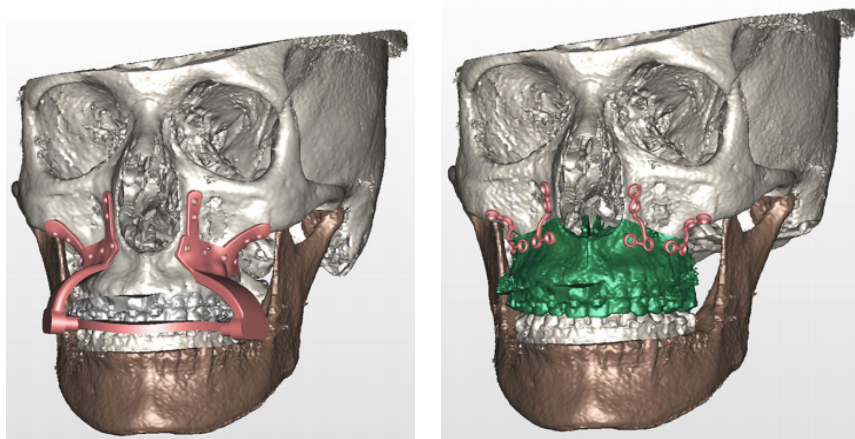


Figure 46: Guide de perçage et d'ostéotomie (à gauche), plaques d'ostéosynthèse sur mesure (à droite)(64)

Cette étude ne concernait que 3 patients sans malformation craniofaciale, les résultats ne peuvent donc pas être extrapolés mais permettent de montrer les avantages de l'utilisation d'outils de transfert de données à savoir le positionnement du maxillaire indépendamment du condyle mandibulaire, l'absence de points de référence extraoraux et la précision du transfert du plan de traitement 3D lors de la chirurgie (64).

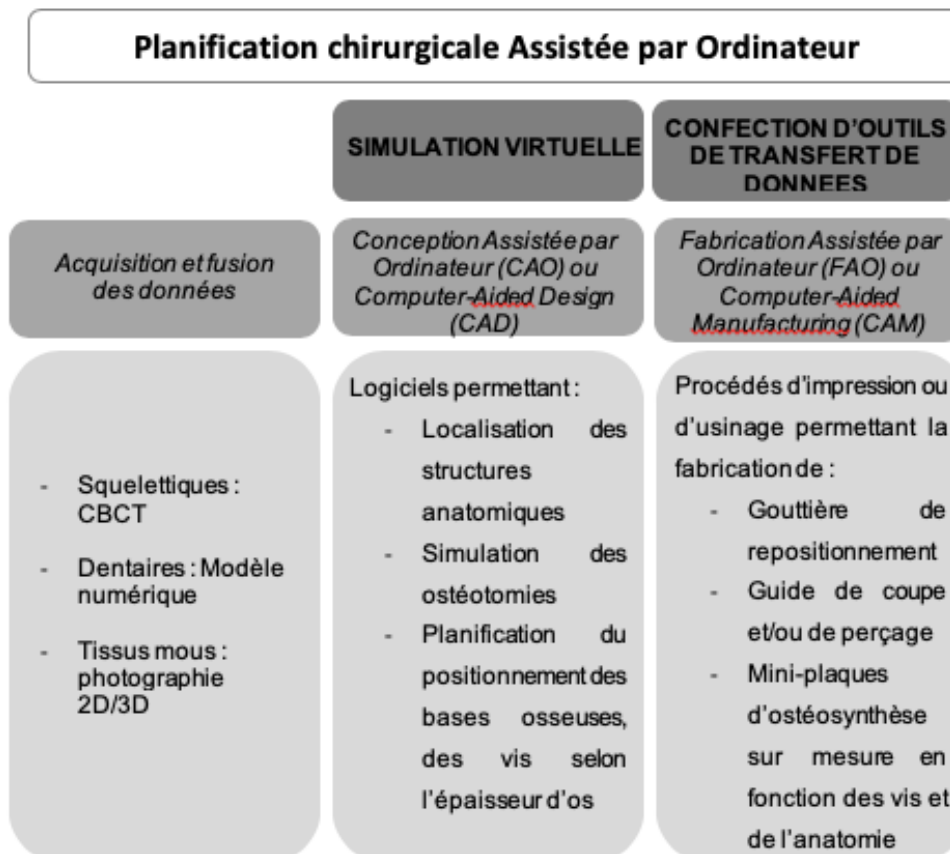


Figure 47: Schéma récapitulatif des possibilités de planification chirurgicale assistée par ordinateur offertes par le CBCT (Schéma personnel)

Le schéma de la figure 47 récapitule les étapes d'une planification chirurgicale assistée par ordinateur. Réalisée en pré-opératoire, la planification comprend l'acquisition et la fusion de données permettant ensuite la simulation virtuelle qui pourra engendrer la réalisation d'outils de transfert de données utilisés en per-opératoire.

3.1.1.2.2 En per-opératoire

Il est possible d'utiliser ces outils de transferts conçus et fabriqués en amont en fonction de la planification afin de guider le chirurgien en peropératoire. L'utilisation d'outils informatiques est également possible pour aider à la réalisation de l'acte opératoire ; on parlera alors d'une Chirurgie orthognathique Assistée par Ordinateur (CAO) avec des systèmes de navigation chirurgicale en temps réel.

Différents systèmes existent et fonctionnent globalement sur le même principe :

- Acquisition/fusion des données et simulation chirurgicale (même principe qu'énoncé précédemment)
- Transfert du plan de traitement virtuel dans une console de navigation

- Calibrage du système : mise en correspondance de points/plans de référence osseux et dentaires sur l'imagerie et sur le patient
- Enregistrement et calibrage des instruments chirurgicaux en fonction de la planification des traits d'ostéotomie
- Pendant l'intervention : guidage intermittent ou continu des instruments de coupe et du positionnement des fragments osseux.

Zinser et son équipe ont publié deux articles en 2013 sur le transfert de la planification 3D en per-opératoire.

La première étude, citée précédemment, visait à comparer la précision des gouttières conventionnelles VS gouttières CFAO VS navigation sans gouttière. Les résultats montraient que les gouttières CFAO et la navigation chirurgicale étaient des outils fiables, innovants et précis pour le transfert de la planification virtuelle et constituaient des alternatives aux gouttières conventionnelles qui, elles, peuvent présenter des malpositions allant jusqu'à 5 mm (60).

La seconde étude présentait un protocole de chirurgie orthognathique assistée par ordinateur utilisant la navigation chirurgicale et incorporant un écran IGV interactif (figure 48).

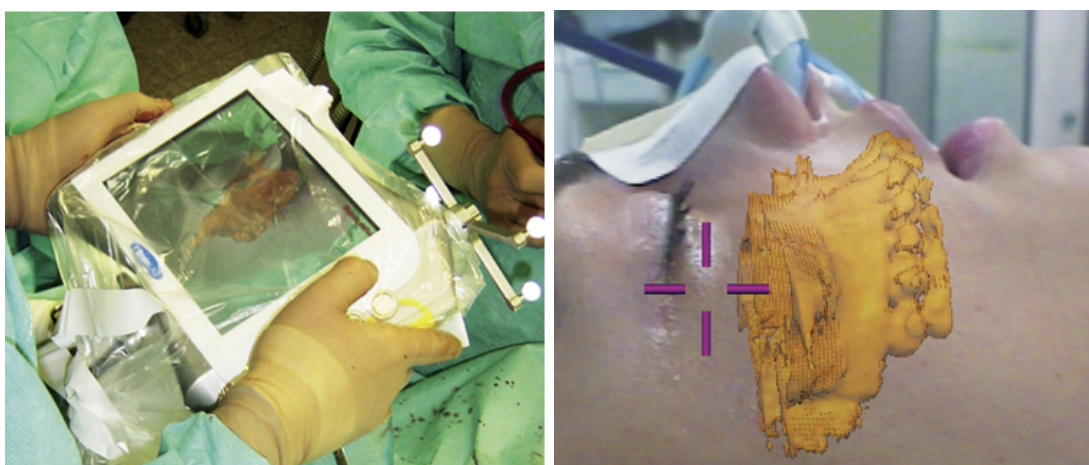


Figure 48: Transfert de la planification grâce à un écran IGV portable avec caméra VGA à l'arrière (à gauche) montrant la projection du maxillaire sur le patient (à droite)(65)

Les principaux avantages de cette technologie mis en évidence dans cette étude étaient :

- « La réalité augmentée » c'est-à-dire la possibilité d'augmenter la perception tridimensionnelle du chirurgien grâce à une caméra à matrice vidéo (VGA) permettant la superposition de la position réelle du maxillaire avec celle planifiée.

- Le positionnement maxillaire de manière indépendante : meilleur contrôle vertical et horizontal du maxillaire par rapport à sa base squelettique sans se soucier de la mobilité mandibulaire
- Absence d'utilisation de gouttières intermédiaires.

Le principal inconvénient était l'augmentation significative de la durée opératoire : 3,8 heures VS 4,8 heures avec l'IGV. Cependant, cette augmentation disparaît avec l'expérience du praticien (65).

Les résultats de cette étude ont montré un transfert cliniquement acceptable et précis de la planification pré-opératoire en per-opératoire (par comparaison de 7 points osseux définis).

Dans certaines situations cliniques comme les cas de rotation antihoraire du maxillaire, cette technologie est supérieure à la technique conventionnelle. Les patients présentant des fentes étaient exclus de la population d'étude. Cependant, le critère d'inclusion était la présence d'une classe III squelettique avec une infra ou une supraclusion maxillaire. Ces dysmorphoses pouvant être présentées par les patients porteurs de fentes, il a paru intéressant de citer cette étude afin d'illustrer la navigation chirurgicale.

Selon les recommandations de la SFSCMFCO, la navigation en chirurgie orthognathique est fiable, relativement précise et les déplacements obtenus sont satisfaisants. Elle peut donc être proposée en alternative à la chirurgie conventionnelle bien qu'aucune donnée comparative ne permette d'affirmer sa supériorité en termes de bénéfices thérapeutiques (notamment la réduction des complications)(61).

3.1.1.2.3 En post-opératoire

Réalisé en post-opératoire dans certains cas, le CBCT permet de visualiser les effets de l'intervention et notamment les modifications de positionnement du condyle post-chirurgie. La figure 49 présente le bilan d'une patiente de 35 ans avant et après chirurgie orthognathique de classe III dans un contexte d'hyperdivergence faciale. Les reconstructions tridimensionnelles cutanées (49,a et d), osseuses (49,b et e) et les téléradiographies de profil (49,c et f) sont présentées ici. Le CBCT permet de s'affranchir des superpositions pour une étude précise du condyle.

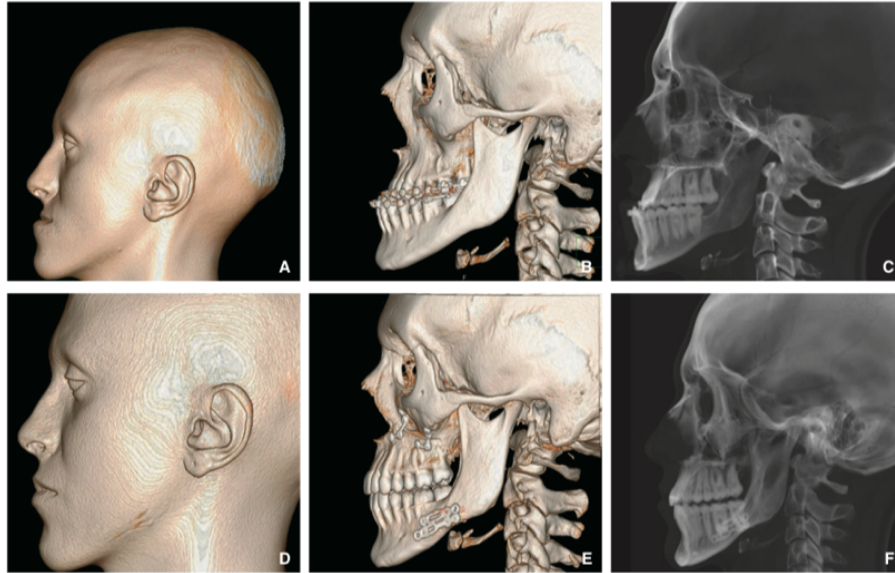


Figure 49: Reconstructions tridimensionnelles cutanées, osseuses et téléradiographies de profil d'un bilan pré et post-chirurgie orthognathique (6)

Une revue systématique de 2014 a comparé la planification chirurgicale virtuelle avec les résultats chirurgicaux obtenus en post-opératoire. Le critère de succès était une différence maximale de 2mm entre la planification et les résultats obtenus après la chirurgie et concernait 125 patients sur les 133 inclus dans ces études. Les auteurs mettaient en évidence la précision et la reproductibilité de la planification virtuelle même si des études cliniques indépendantes étaient nécessaires selon eux pour valider réellement la précision de cette planification. La méta-analyse était ici impossible du fait d'une trop grande hétérogénéité dans la présentation des données (66).

La fiabilité et la précision des mesures linéaires et angulaires obtenues avec la planification assistée par ordinateur ont été retrouvées dans l'étude de Van Hemelen et al. en 2015. Les mesures des tissus durs étaient comparables entre la méthode conventionnelle et la méthode assistée par ordinateur. Les mesures prédictives au niveau des tissus mous étaient significativement plus précises avec la planification assistée par ordinateur (PAO). Une courbe d'apprentissage existait avec la PAO avec un temps de planification plus élevé initialement (38 min VS 20 min) mais diminuant avec l'expérience du praticien (67).

La superposition des CBCT pré- et post-chirurgicaux de patients ayant subi une chirurgie orthognathique est également possible. La carte des codes couleurs permet une évaluation visuelle et quantitative des changements post-opératoires dans les trois dimensions. La couleur verte par exemple met en évidence une

correspondance parfaite de la base du crâne chez ce patient opéré puisqu'aucun déplacement chirurgical n'a été réalisé sur cette partie. L'avancée maxillaire a créé l'apparition d'un code couleur rouge car le résultat post-chirurgical s'éloigne vers l'extérieur de la situation initiale contrairement à la couleur bleue qui représente un déplacement vers l'intérieur (figure 50). Cette technique permet de quantifier et d'analyser les déplacements réalisés mais aussi ceux induits : Cevidanes et al. dans leur étude s'intéressent à la position tridimensionnelle du condyle mandibulaire des patients ayant eu une chirurgie bimaxillaire ou maxillaire uniquement (68).

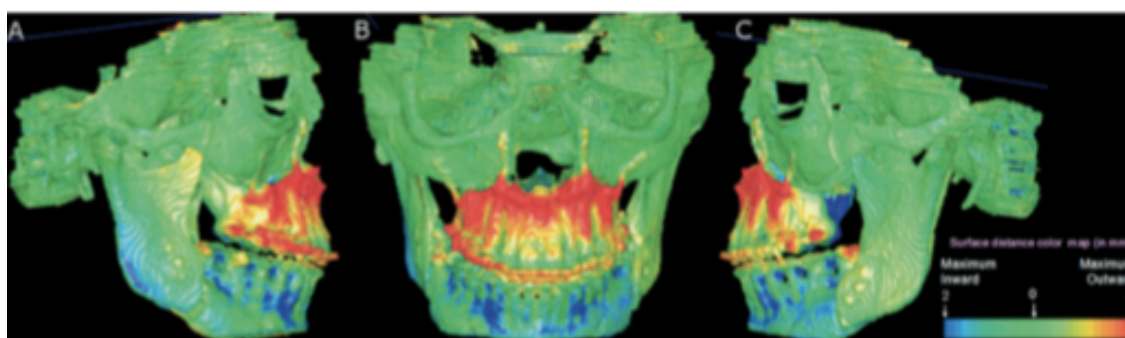


Figure 50: Superpositions de CBCT pré- et post-chirurgicaux d'un patient ayant été opéré d'une avancée maxillaire et d'un recul mandibulaire (68)

3.1.1.3 La réhabilitation implanto-portée et greffe osseuse

La trophicité des tissus cicatriciels au niveau de la fente osseuse n'en fait pas un site de choix pour le succès et la pérennité d'un implant (48). Cependant, la littérature compte plusieurs publications faisant état de succès implantaire à long terme sur un site de fente osseuse avec des taux de survie globaux des implants retrouvés dans l'étude de Borgnat et al. en 2015 de 97,4% (69), de 98,6% pour Matsui et al. en 2007 (70), 95,8% pour Landes et al. en 2012 et de 82,2% (71), pour Kramer et al. en 2005. Dans cette dernière, la survie des implants était moindre chez les patients porteurs de fentes labio-alvéolo-palatines mais la réalisation d'une greffe osseuse améliorerait ce taux (72). Rioux et al. reprennent ces résultats et concluent que les chances d'ostéointégration de l'implant sont équivalentes sur un site de fente vs un site sain (48). Pour Landes et al., d'un point de vue fonctionnel, les réhabilitations prothétiques implanto-portées sont comparables à celles posées chez des patients non porteurs de fentes. Cependant, l'esthétique est légèrement restreinte en partie à cause des tissus mous péri-implantaires mais reste satisfaisante (71). La thérapeutique implantaire est donc une solution fiable à proposer aux patients porteurs de fentes évitant ainsi prothèse amovible et mutilation de dents adjacentes.

Quel que soit le système, les avantages concernent à la fois le patient et le praticien avec :

- possibilité d'analyse complète du cas à l'avance
- prédictibilité du résultat final : la mise en place optimale des implants garantit la réussite prothétique
- réduction du temps opératoire et du délai de cicatrisation
- réduction des accidents chirurgicaux par une connaissance parfaite de l'anatomie du patient et un respect strict des structures
- chirurgie mini-invasive : minimise le traumatisme chirurgical donc les suites opératoires
- analyse précise des volumes osseux existants : permet notamment de poser l'indication d'une greffe tertiaire chez les patients porteurs de fentes (figure 51, b.)
- réduction du stress pour le praticien et le patient
- réduction du délai entre la chirurgie et la réhabilitation prothétique (dans certains cas)
- chirurgie sans lambeau possible (flapless) = réduction du risque hémorragique.

Les principales limites de ces systèmes sont l'interdiction de tout écart au protocole sous peine de compromettre l'ensemble du plan de traitement, la perte des notions anatomiques de chirurgie conventionnelle et leurs coûts élevés. Le temps de planification est considérablement augmenté mais entraîne une réduction du temps opératoire. La multiplicité des systèmes et les controverses entre eux peuvent également limiter leurs utilisations (85).

3.2 Incidences orthodontiques et omnipratiques

3.2.1 Différents temps

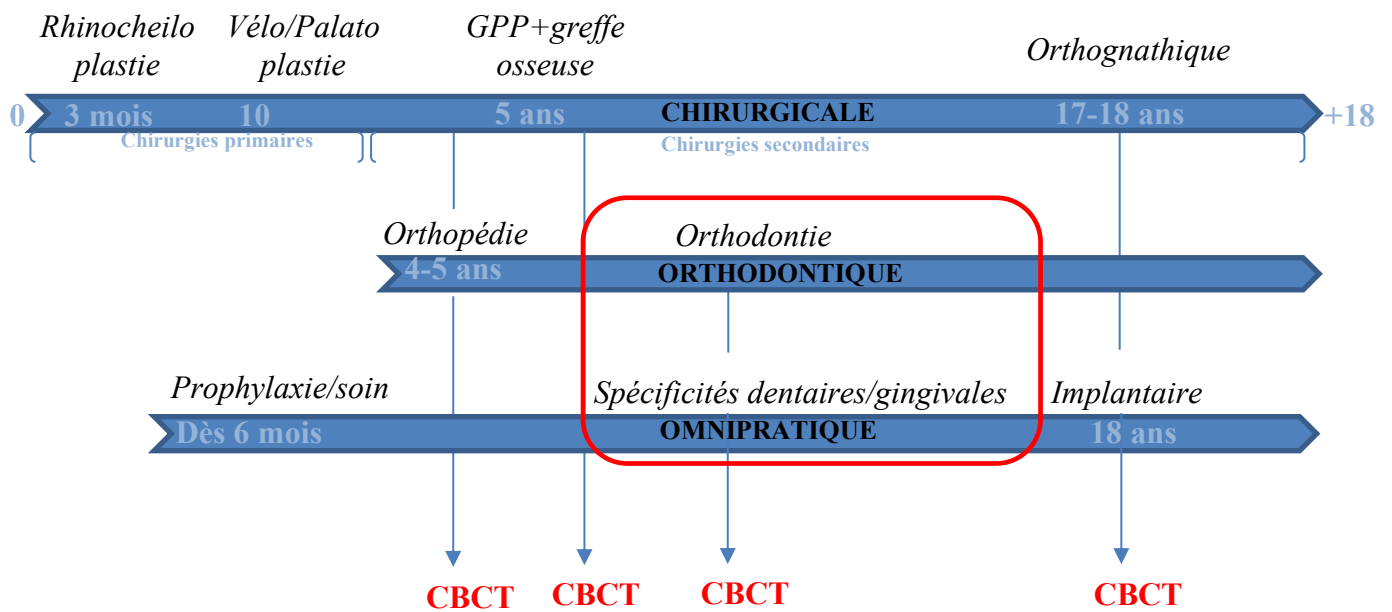
Malgré ses spécificités, le patient porteur de fentes n'en reste pas moins un patient comme les autres et il ne faut pas tomber dans le piège : rester focalisé sur la région de la fente. Des visites régulières de contrôle de l'ensemble de la cavité buccale chez le chirurgien-dentiste sont indispensables tout au long de sa vie pour permettre la prise en charge précoce de toute maladie carieuse ou parodontale et la maintenance des restaurations déjà réalisées. Lorsque des anomalies dentaires et osseuses sont mises en évidence, il est nécessaire que

l'orthodontiste et le chirurgien-dentiste travaillent ensemble pour planifier une prise en charge pluridisciplinaire.

L'ensemble des spécificités pouvant toucher les patients porteurs de fentes orofaciales sont souvent difficiles à gérer et négligées par les patients et leurs familles qui font déjà face à des troubles du langage, de l'alimentation, des troubles psychologiques et de nombreuses interventions chirurgicales. Cependant, les répercussions esthétiques et fonctionnelles de ces anomalies sont importantes et compliquent les traitements orthodontiques, chirurgicaux, prothétiques et restaurateurs. Il est donc indispensable de les accompagner (1)(4).

L'orthodontie des séquelles des fentes est variable selon les protocoles de chirurgies primaires. Dans un contexte favorable, l'orthodontie sera une orthodontie d'accompagnement de la croissance mais bien souvent le spécialiste en orthopédie dentofaciale doit permettre aux phénomènes de dentition de s'effectuer dans les meilleures conditions malgré une anatomie et une croissance défavorables en raison des cicatrices post-opératoires. Les différentes thérapeutiques s'effectuent en denture temporaire, mixte et définitive afin de pallier les conséquences de la malformation et de ses chirurgies. Le maxillaire est atteint dans ses dimensions, dans sa forme, dans les éléments qu'il contient (germes dentaires) mais aussi dans les fonctions auxquelles il participe (52).

L'importance d'une collaboration étroite entre chirurgien-dentiste et orthodontiste va être exposée dans ce paragraphe en prenant l'exemple des prises en charge d'anomalies de nombre et d'éruption d'ordre topographique afin de comprendre l'incidence du CBCT sur la prise en charge thérapeutique de ces anomalies.



3.2.2 Incidences du CBCT sur la prise en charge orthodontique et omnipratique d'un patient porteur de fentes orofaciales

Le CBCT permet de visualiser en détail la formule dentaire :

- morphologie, position, taille, distribution des germes dentaires dans les trois dimensions de l'espace,
- rapports interdentaires : présence de résorptions externes sur les dents adjacentes,
- rapports avec les éléments anatomiques adjacents (nerfs, sinus),
- présence d'éventuels foyers d'ankyloses
- limites des déplacements orthodontiques possibles
- conservabilité/pronostic.

Il permet une étude topographique et morphologique approfondie aboutissant à un choix thérapeutique réfléchi et individualisé s'inscrivant dans une stratégie thérapeutique pluridisciplinaire.

3.2.2.1 Prise en charge d'une anomalie de nombre

3.2.2.1.1 Cas d'une agénésie d'une incisive latérale permanente

Dans le cas d'une agénésie d'une incisive latérale permanente, deux solutions thérapeutiques s'offrent au spécialiste en orthopédie-dentofaciale : l'ouverture d'espace et la réhabilitation prothétique ou la fermeture d'espace. Cette décision a un impact sur le taux de succès de la greffe osseuse.

Dans une étude de Feichtinger citée précédemment, le taux de résorption de la greffe osseuse alvéolaire a été étudié sur examen en 3D. En cas de fermeture d'espace au cours du traitement orthodontique, le taux de résorption était significativement plus faible qu'en cas d'ouverture d'espace pour laquelle une perte osseuse moyenne de 95,2% était retrouvée à 1 an post-opératoire (58).

Une étude de Schultze-Mosgau (2003) a mis en évidence les mêmes résultats : un taux de résorption significativement plus faible a été mesuré lors de fermetures d'espaces avec évolution de la canine en place de l'incisive latérale dans le site de la fente néo-greffée. Celle-ci libère un stimulus intrinsèque maintenant le niveau osseux pendant la cicatrisation. Ces résultats, bien que corroborant ceux de Feichtinger, sont à relativiser car l'étude a été réalisée sur orthopantomogramme (74).

Afin de réaliser ce choix binaire chez les patients porteurs de fentes, il faut réaliser un examen clinique et radiographique approfondi. Le contexte psychologique d'une fermeture esthétique ne doit pas guider à lui seul la décision. Il est indispensable de prendre en considération le contexte occlusal, dentaire et osseux.

Fermer l'espace de l'incisive latérale par la canine rend la fonction canine impossible. Des prémolaires pouvant assurer une fonction de groupe sont indispensables. La présence d'une dysharmonie dento-maxillaire (DDM) peut être considérée comme un atout puisqu'elle permet de limiter la rétraction du prémaxillaire liée à la fermeture d'espace qui aggraverait le décalage sagittal. Dans le cadre d'un protocole orthodontico-chirurgical, un avancement maxillaire peut pallier cette rétraction. En l'absence de DDM, la fermeture d'espace de l'incisive par la canine et la pose d'implant en secteur postérieur peuvent être une solution thérapeutique alternative s'affranchissant des exigences esthétiques et fonctionnelles du secteur antérieur. C'est la thérapeutique choisie pour le patient

porteur d'une fente unilatérale totale droite présenté sur la figure 52 : l'espace de 12 absente est actuellement en cours de fermeture par 13 qui a fait son éruption depuis la réalisation de ce CBCT et pour laquelle une coronoplastie sera réalisée en fin de traitement. Un implant en place de 15 après mésialisation du secteur est également prévu.

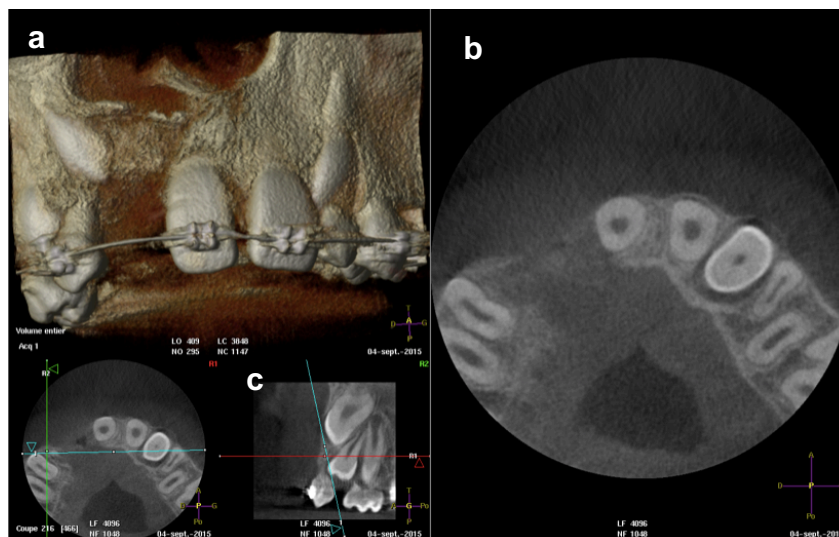


Figure 52: Différentes vues extraites d'un CBCT réalisé chez un patient porteur d'une fente unilatérale totale droite : a. reconstruction 3D, b. coupe axiale, c. coupe sagittale (Iconographie personnelle)

Le maintien de l'espace de l'incisive latérale et la restauration prothétique restent une solution de choix car ils permettent d'obtenir un recouvrement incisif, une occlusion stable avec une classe 1 canine, une arcade dentaire suffisamment longue, un meilleur soutien de la lèvre et un maintien de la dimension transversale. Ils évitent également l'avancée du petit fragment pour combler l'espace qui provoquerait une asymétrie dommageable à l'équilibre du tiers moyen (51). La restauration peut se faire soit par une solution prothétique seule type bridge collé soit par une solution prothétique implanto-portée. Cette dernière peut nécessiter une greffe muco-gingivale et/ou osseuse que Captier et al. dans leur étude de 2002 nomment greffe de comblement car il s'agit d'une greffe secondaire tardive réalisée en fin de croissance (47).

Quelle que soit la solution thérapeutique envisagée, la réalisation d'un CBCT est indispensable afin de vérifier le volume osseux au niveau de l'alvéole, le positionnement et la continuité entre le petit et le grand fragment, la présence d'une forme d'arcade harmonieuse et le parallélisme des racines dentaires (53). L'indication du CBCT à visée implantaire dans le cas d'une ouverture d'espace et d'une réhabilitation implanto-portée a été abordée dans le paragraphe 3.1.1.3.

Dans une étude de Pascoal et al. (2016), les modifications de la dimension de la crête alvéolaire avant et après traitement orthodontique ont été analysées dans des cas d'agénésies de l'incisive latérale. Des modèles en plâtre, orthopantomogramme et CBCT ont été réalisés. Les mesures de hauteur, largeur et épaisseur osseuse sur le modèle en plâtre et l'orthopantomogramme n'étaient pas corrélées avec celles de l'examen 3D mettant en évidence l'importance de cet examen radiographique (75).

3.2.2.1.2 Cas d'une dent surnuméraire

Lorsque l'existence d'une dent surnuméraire est diagnostiquée, une partie de la décision thérapeutique se base sur des éléments cliniques et radiographiques conventionnels :

- denture lactéale ou permanente
- morphologie et localisation de la dent surnuméraire,
- agénésies associées,
- dysharmonie dentomaxillaire engendrée.

L'abstention thérapeutique associée à un suivi est la solution thérapeutique généralement choisie en denture temporaire en vertu du principe que la présence de dents apporte un volume osseux (53). De même, lorsqu'une dent surnuméraire est incluse, asymptomatique et n'est pas à risque pour les dents adjacentes ou lorsqu'elle est associée à une agénésie par exemple, la solution thérapeutique choisie est également l'abstention thérapeutique.

Cependant, lorsque cette dent surnuméraire empêche l'éruption d'une autre dent, entraîne une résorption radiculaire ou lorsqu'une DDM est présente en denture permanente, le traitement consiste la plupart du temps en l'élimination chirurgicale de celle-ci.

Bien que visible sur l'orthopantomogramme de première intention, cette intervention, souvent délicate, nécessite la réalisation d'un CBCT afin de préciser la localisation tridimensionnelle de celle-ci et ses rapports anatomiques avec les éléments adjacents afin de planifier le geste opératoire.

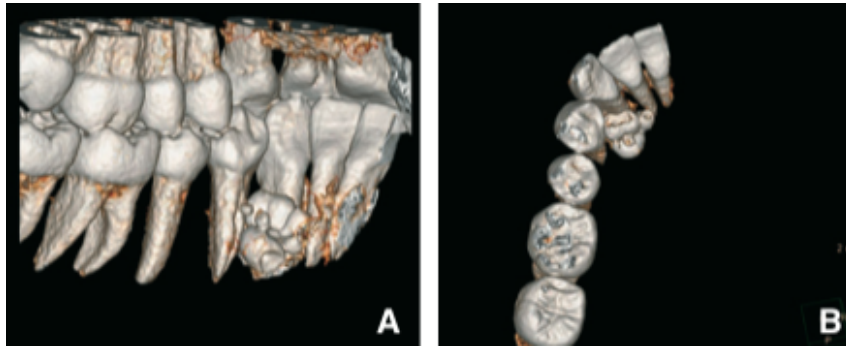


Figure 53: Reconstruction 3D issue d'un CBCT avec mise en évidence d'un odontome complexe entre 43 et 44 (6)

La figure 53 présente une reconstruction 3D issue d'un CBCT réalisée afin de connaître la position de l'élément surnuméraire dans les trois dimensions, celle des dents adjacentes et des éléments vasculonerveux. Sur ces vues sagittale et axiale, la localisation dans l'espace inter-radicaire de 43-44 et le contact de l'odontome complexe avec les deux tiers apicaux de la racine de 43 précisent le contexte anatomique et permettent la planification de la chirurgie d'exérèse avec toutes les précautions requises.

Lorsque la dent surnuméraire a entraîné l'inclusion secondaire d'une autre dent, l'avulsion de l'obstacle peut permettre l'éruption spontanée de cette dent retenue. Si celle-ci ne se produit pas, un deuxième temps opératoire de désinclusion chirurgicale peut être envisagé et rejoint ainsi la thérapeutique de la dent incluse. Dans la littérature, le pronostic de ces dents dont l'inclusion est secondaire à la présence d'un obstacle est généralement bon (76).

3.2.2.2 Prise en charge d'une anomalie d'éruption d'ordre topographique : l'inclusion

Dans l'étude de Da Silva Filho et al. citée précédemment, la réalisation de la greffe osseuse alvéolaire avant l'éruption de la canine définitive pouvait entraîner une absence d'éruption spontanée de celle-ci par rétention au niveau de la greffe. Dans leur échantillon, 6% soit 3 patients sur les 47 ont nécessité une traction orthodontique de la canine permanente (77).

Cette traction orthodontique s'intègre dans un gradient thérapeutique de prise en charge des dents incluses allant de l'abstention à l'avulsion chirurgicale. La mise en place orthodontico-chirurgicale par désinclusion chirurgicale puis traction orthodontique est la solution de choix puisqu'elle permet la mise en place de la dent sur arcade. Cette solution thérapeutique nécessite une démarche

pluridisciplinaire : une coopération étroite de l'orthodontiste avec le parodontiste ou le chirurgien est indispensable afin d'établir le diagnostic, la thérapeutique et le pronostic. Les examens cliniques et radiographiques sont nécessaires aux deux disciplines afin de gérer cette anomalie.

3.2.2.2.1 Temps orthodontique pré-chirurgical

Le premier temps orthodontique est pré-chirurgical et consiste en l'ouverture de l'espace et à la préparation du futur site de mise en place de la dent incluse.

La figure 54 présente un patient de 13 ans suivi dans le Centre de compétence de Lille pour sa fente palatine. Il est en cours de traitement par un appareil multiattaches avec absence de 11, 12 et 22 sur arcade. Après réalisation d'un CBCT (figure 57), le diagnostic d'agénésies de 12 et 22 et d'inclusion de 11 a été posé. Au vu du contexte clinique, la décision d'une fermeture d'espace de 12 et 22 par 13 et 23 a été prise. La phase orthodontique pré-chirurgicale a consisté en l'aménagement du futur site de 11 par alignement et nivellement de l'arcade avec diverses sections d'arcs en nickel-titane et par l'activation régulière de coils ouverts. L'espace ainsi obtenu est maintenu par un coil fermé.



Figure 54: Photographies endobuccales de vues intra- et inter-arcade en cours de thérapeutique multiattaches (Courtoisie Dr Rolin)

3.2.2.2.2 Temps chirurgical

La localisation précise de la dent incluse dans les trois plans de l'espace contribue à une procédure chirurgicale moins invasive : le dégagement

chirurgical osseux et muqueux de la couronne se fait alors a minima permettant une conservation du complexe parodontal.

Ce dégagement consiste en la réalisation d'un lambeau suivi d'un décollement de la fibromuqueuse en regard de la dent concernée. La technique chirurgicale varie considérablement selon la position et l'axe de la dent incluse. Il est donc indispensable pour le chirurgien de connaitre avec précision ces données. Lorsque la dent est en position vestibulaire, trois sortes de lambeaux sont réalisées le plus souvent :

- lambeau de translation apicale : dent incluse en vestibulaire dont le grand axe est relativement proche du grand axe normal (figure 55,a.)
- lambeau de translation latérale et apicale : dent oblique dont le site éruptif présumé est éloigné du couloir éruptif normal
- lambeau repositionné : inclusion très apicale

En palatin, un lambeau plus ou moins étendu suivant le collet des dents est réalisé (figure 55,b.). L'objectif est de repérer la crypte osseuse et de dégager la couronne de la dent incluse afin d'installer le dispositif de traction. Le lambeau est ensuite repositionné et le deuxième temps orthodontique peut démarrer.

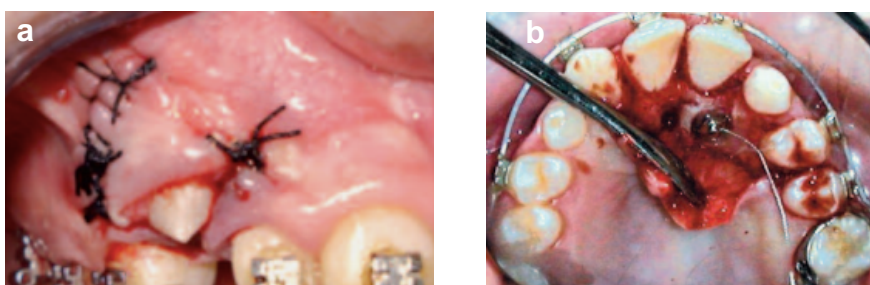


Figure 55: Dégagement chirurgical par lambeaux déplacé apicalement et repositionné (76)

Il est indispensable d'avertir le patient des risques opératoires (résorption radiculaire) et des risques d'échecs (ankylose, coudure radiculaire, récessions tissulaires marginales...) lors de la mise en place de la dent incluse. Le CBCT permet notamment d'établir un pronostic de la thérapeutique orthodontico-chirurgicale. Il semble qu'un patient jeune avec une dent incluse dans une direction voisine de la normale à proximité de son couloir éruptif normal a un meilleur pronostic qu'une dent éloignée de son couloir éruptif normal avec un crochet apical chez un patient âgé par exemple (76).

3.2.2.2.3 Temps orthodontique post-chirurgical

Le second temps orthodontique est post-chirurgical et consiste en la traction et la mise en place sur arcade de la dent incluse. Les forces utilisées sont douces

et continues avec réactivation du système de manière régulière et rapprochée (76). Toute interruption de la traction peut entraîner l'ankylose de la dent tractée et donc l'impossibilité de mise en place sur arcade.

L'attitude thérapeutique la plus souvent réalisée est la traction sur appareillage multiattaches bien que le positionnement de la dent incluse oriente le choix du dispositif d'ancrage permettant la traction. Ainsi, une position palatine requiert généralement une traction verticale en palatin sur un dispositif fixe type arc transpalatin (figure 56) puis une traction vestibulaire après éruption dans la cavité buccale alors qu'une position vestibulaire orientera davantage vers un appareil multiattaches avec arc rigide et traction par un système auxiliaire type chaînette élastomérique (figure 54). Toute inclinaison mésiodistale devra également être prise en compte dans l'attitude thérapeutique.



Figure 56: Dispositif de traction de deux canines incluses sur deux crochets soudés à un arc transpalatin sur bagues molaires (76)

La traction requiert également la pose d'un ancrage orthodontique collé en périopératoire sur la dent incluse. Le CBCT permet la visualisation des trajectoires d'éruption possibles et ainsi le positionnement de manière idéale du dispositif de traction selon la direction de traction souhaitée et le contexte anatomique.

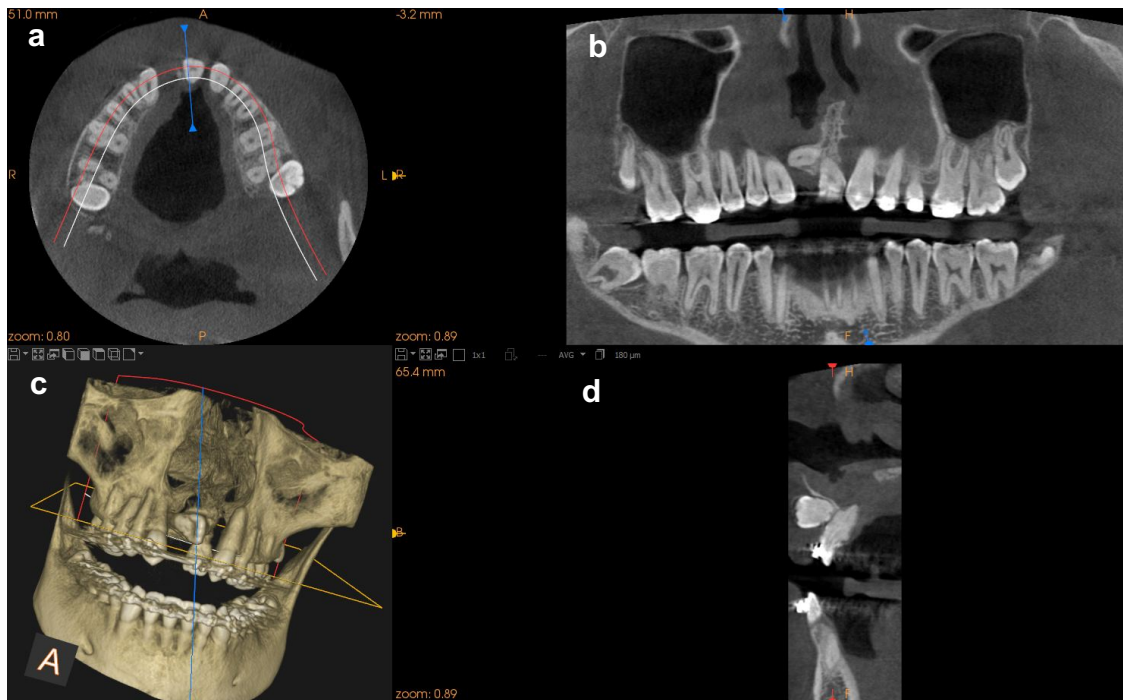


Figure 57: Différentes vues extraites d'un CBCT indiqué pour inclusion de 11 : a. Coupe axiale, b : reconstruction panoramique, c : reconstruction 3D et d : coupe sagittale (Iconographie personnelle)

Les différentes coupes extraites d'un CBCT sur la figure 57 mettent en évidence la proximité entre la face vestibulaire de la couronne de 11 et la face mésiale de la racine de 21 entraînant une difficulté dans la mise en place du dispositif. La connaissance de cet élément permet d'adapter le dispositif et sa localisation afin de prévenir certains effets parasites (rotation).

L'étude sur CBCT de la direction de traction optimale permet également d'éviter l'apparition de lésions au niveau des racines des dents adjacentes. Il constitue un support sur lequel s'appuyer afin d'expliquer au patient les différentes complications per- et post-opératoires possibles (décollement du dispositif, nécessité d'un deuxième temps opératoire etc...)

La mise en évidence de signes d'ankylose au CBCT rend toute traction impossible : l'os alvéolaire a fusionné avec le ciment ou la dentine de la dent par atrophie ou disparition du ligament alvéolodentaire rendant tout déplacement impossible. Bien qu'étant une structure molle, l'altération ou la disparition du ligament alvéolodentaire peuvent être diagnostiquées sur CBCT en pré-opératoire ou en post-opératoire comme sur la figure 58 où un CBCT a été réalisé suite à un échec de traction de 13 incluse chez ce patient de 13 ans. La flèche montre un foyer d'ankylose au niveau de la région cervico-distale de 13

expliquant l'impossibilité de mise en place sur arcade de celle-ci. Une résorption radiculaire de 14 est également à noter et correspond à une perte du cément et de la dentine radiculaire entraînant une diminution de la longueur de la racine. Toutes les précautions sont à prendre concernant cette dent pour la poursuite du traitement orthodontique entrepris car les mouvements dentaires peuvent aggraver l'importance de cette résorption allant jusqu'à entraîner une mobilité pathologique de cette 14.

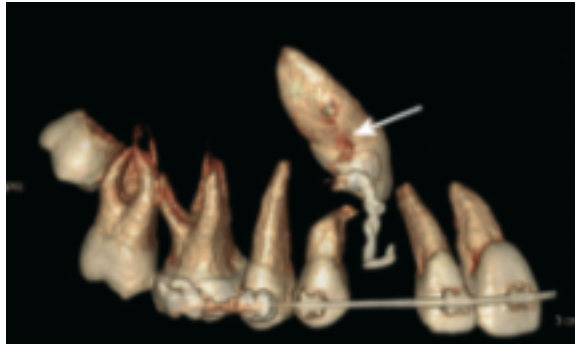


Figure 58: Reconstruction 3D issue d'un CBCT réalisé après échec de traction de 13 incluse (6)

L'objectif de cette troisième partie était de faire le lien entre l'imagerie volumétrique par faisceau conique et les patients porteurs de fentes orofaciales en exposant les incidences que peut avoir le CBCT sur la prise en charge chirurgicale, orthodontique et omnipratique de ces patients. Plusieurs CBCT sont ainsi amenés à être prescrits durant la croissance que ce soit en pré-, per- ou post-opératoire avec comme objectifs principaux l'affinement des diagnostics et une prise en charge qualitative individualisée.

Conclusion

De par sa résolution spatiale adaptée aux tissus durs, son coût dosimétrique faible, son caractère non invasif, sa sensibilité aux artefacts métalliques moindre et ses possibilités de reconstructions multiplanaires, l'imagerie volumétrique par faisceau conique est l'examen radiographique de choix chez les patients porteurs de fentes orofaciales. Ces patients présentent en effet une absence de fusion de bourgeons faciaux lors de l'embryogenèse laissant un défaut osseux, associé ou non à diverses anomalies osseuses et dentaires.

Ces enfants se retrouvent parfois dans des situations de souffrance psychique devant les répercussions fonctionnelles, morphologiques et psychologiques de leur malformation. Le spécialiste en orthopédie dentofaciale intervient au sein d'une équipe soignante dans un long processus de réhabilitation esthétique et fonctionnelle mis en place dès les premiers mois de vie.

Le CBCT trouve dans ce processus une place de choix à différentes étapes clés du parcours de soins et pour différents intervenants. Il offre au patient une prise en charge qualitative et individualisée en permettant un diagnostic précis de la forme clinique et des diverses atteintes. Il permet l'optimisation de la prise en charge en orientant les choix thérapeutiques et leurs « timings ». A l'ère du numérique, le CBCT est également une base pour les nouvelles technologies de planification et guidage assistées par ordinateur.

Cette technique d'imagerie présente donc de nombreux avantages et est l'objet de nombreuses études cliniques. Ainsi, ce travail ne peut être exhaustif mais a pour objectif de montrer l'apport considérable de cet examen à la prise en charge de cette malformation rare ; prise en charge qui relève de l'interdisciplinarité et non de la pluridisciplinarité.

Références bibliographiques

1. Mangione F, Nguyen L, Foumou N, Bocquet E, Dursun E. Cleft palate with/without cleft lip in French children: radiographic evaluation of prevalence, location and coexistence of dental anomalies inside and outside cleft region. *Clin Oral Investig*. mars 2018;22(2):689-95.
2. Stahl F, Grabowski R, Wigger K. Epidemiology of Hoffmeister's « genetically determined predisposition to disturbed development of the dentition » in patients with cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*;juill 2006;43(4):457-65.
3. Lourenço Ribeiro L, Teixeira Das Neves L, Costa B, Ribeiro Gomide M. Dental anomalies of the permanent lateral incisors and prevalence of hypodontia outside the cleft area in complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*;mars 2003;40(2):172-5.
4. Sá J, Araújo L, Guimarães L, Maranhão S, Lopes G, Medrado A, et al. Dental anomalies inside the cleft region in individuals with nonsyndromic cleft lip with or without cleft palate. *Med Oral Patol Oral Cirurgia Bucal*. 1 janv 2016;21(1):e48-52.
5. SEDENTECXT (2009) Radiation Protection V1.1. Cone Beam CT for dental and maxillofacial radiology (evidence-based guidelines).
6. Alouini O, Serres M, Lhermet D, Ameur AA, Dupuy-Bonafé I. Imagerie tridimensionnelle et traitement orthodontique;Radiologie et imagerie médicale; 25 janv 2020;(Vol.39, No.1) Elsevier Masson
7. Silva MAG, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop*;mai 2008;133(5):640.e1-5.
8. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofacial Radiology*, 44(1), 20140224
9. de Santé, H. A(2009) Tomographie volumique a faisceau conique de la face (cone beam computerized tomography) Service évaluation des actes professionnels Saint Denis.
10. Felizardo R, Martin-Duverneuil N. Tomographie volumique à faisceau conique (cone beam computed tomography);Médecine;août 2018(Vol. 13, No.4) Elsevier Masson
11. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, Pauwels R, Vanheusden S, Suetens P, et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur J Radiol*. sept 2009;71(3):461-8.
12. Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB, et al. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dento Maxillo Facial Radiol*. 2015;44(1):20140197.
13. Garib DG, Calil LR, Leal CR, Janson G. Is there a consensus for CBCT use in Orthodontics? *Dent Press J Orthod*. oct 2014;19(5):136-49.
14. Cavézian R, Pasquet G. Imagerie et orthopédie dento-faciale : évolution, présent et avenir. *Orthod Fr*. 1 mars 2008;79(1):3-12.
15. Marie-José Boileau. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte Principes et moyens thérapeutiques. Elsevier Masson. Vol. 1. 2011.
16. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dento Maxillo Facial Radiol*. 2015;44(1):20140282.
17. Kuijpers-Jagtman AM, Kuijpers MAR, Schols JGJH, Maal TJJ, Breuning KH, van Vlijmen OJC. The use of cone-beam computed tomography for orthodontic purposes. *Semin Orthod*. 1 sept 2013;19(3):196-203.
18. Hodges RJ, Atchison KA, White SC. Impact of cone-beam computed tomography on orthodontic diagnosis and treatment planning. *Am J Orthod Dentofac Orthop*;mai 2013;143(5):665-74.
19. Preston CB, Lampasso J-D, Tobias P-V. Évaluation céphalométrique et mesure

- des voies aériennes supérieures. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale*;2004;23-456-A-15
20. Chung R-R, Lagravere M-O, Flores-Mir C, Heo G, Carey JP, Major P-W. Analyse comparative des valeurs céphalométriques de céphalogrammes latéraux générés par CBCT versus céphalogrammes latéraux conventionnels. *International Orthodontics*;15 déc 2009;7(4),308-321
 21. Xu Y, Oh H, Lagravère MO. Malocclusions de classe II division 1 squelettiques et dentaires évaluées par tomographie volumétrique à faisceau conique. *International Orthodontics*;7 sept 2017;15(3),365-387
 22. Faure J, Oueiss A, Marchal-Sixou C, Braga J, Treil J. Céphalométrie tridimensionnelle : applications en clinique et en recherche. *Orthod Fr.* mars 2008;79(1):13-30.
 23. Mischkowski RA, Scherer P, Ritter L, Neugebauer J, Keeve E, Zöllner JE. Diagnostic quality of multiplanar reformations obtained with a newly developed cone beam device for maxillofacial imaging. *Dento Maxillo Facial Radiol.* janv 2008;37(1):1-9.
 24. Salmon B, Denmat DL. Radioprotection au cabinet dentaire; *Médecine*, 23 déc 2016;20(15), 0-4
 25. Dewinter G, Quirynen M, Heidbüchel K, Verdonck A, Willems G, Carels C. Dental abnormalities, bone graft quality, and periodontal conditions in patients with unilateral cleft lip and palate at different phases of orthodontic treatment. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*;juill 2003;40(4):343-50.
 26. Ercan E, Celikoglu M, Buyuk SK, Sekerci AE. Assessment of the alveolar bone support of patients with unilateral cleft lip and palate: a cone-beam computed tomography study. *Angle Orthod.* nov 2015;85(6):1003-8.
 27. Movahhedian N, Vossoughi M, Hajati-Sisakht M. A Cone-Beam Computed Tomographic Study of Alveolar Bone Morphology in Patients With Unilateral Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 17 sept 2019;57:105566561987461.
 28. Teja Z, Persson R, Omnell ML. Periodontal Status of Teeth Adjacent to Nongrafted Unilateral Alveolar Clefts. *Cleft Palate Craniofac J.* 1 juill 1992;29(4):357-62.
 29. Buyuk SK, Ercan E, Celikoglu M, Sekerci AE, Hatipoglu M. Evaluation of dehiscence and fenestration in adolescent patients affected by unilateral cleft lip and palate: A retrospective cone beam computed tomography study. *Angle Orthod.* mai 2016;86(3):431-6.
 30. Bénateau H, Traoré H, Gilliot B, Taupin A, Ory L, Jamard M-RG, et al. Fermeture des fistules palatines séquellaires de fentes. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale*;2 juin 2011;112(3):139-44.
 31. Emory RE, Clay RP, Bite U, Jackson IT. Fistula formation and repair after palatal closure: an institutional perspective. *Plast Reconstr Surg.* mai 1997;99(6):1535-8.
 32. B C, Je L, Mr G, Op R. Clinical and microbiological evaluation of the periodontal status of children with unilateral complete cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*;1 nov 2003;40(6):585-9.
 33. Bartzela TN, Carels CEL, Bronkhorst EM, Rønning E, Rizell S, Kuijpers-Jagtman AM. Tooth agenesis patterns in bilateral cleft lip and palate. *Eur J Oral Sci.* févr 2010;118(1):47-52.
 34. Wu T-T, Chen PKT, Lo L-J, Cheng M-C, Ko EW-C. The characteristics and distribution of dental anomalies in patients with cleft. *Chang Gung Med J.* juin 2011;34(3):306-14.
 35. Tsai TP, Huang CS, Huang CC, See LC. Distribution patterns of primary and permanent dentition in children with unilateral complete cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*;mars 1998;35(2):154-60.
 36. da Silva APRB, Costa B, de Carvalho Carrara CF. Dental Anomalies of Number in The Permanent Dentition of Patients With Bilateral Cleft Lip: Radiographic Study.

- Cleft Palate Craniofac J. sept 2008;45(5):473-6.
37. Collège des Enseignants en Odontologie Pédiatrique, Coordination par le Pr Michèle Muller-Bolla. Guide d'odontologie pédiatrique. La clinique par la preuve. 2e édition CdP. 2018.
 38. Khalaf K, Miskelly J, Voge E, Macfarlane TV. Prevalence of hypodontia and associated factors: a systematic review and meta-analysis. J Orthod. déc 2014;41(4):299-316.
 39. Rullo R, Festa VM, Rullo R, Addabbo F, Chiodini P, Vitale M, et al. Prevalence of dental anomalies in children with cleft lip and unilateral and bilateral cleft lip and palate. Eur J Paediatr Dent. sept 2015;16(3):229-32.
 40. Lekkas C, Latief BS, ter Rahe SP, Kuijpers-Jagtman AM. The adult unoperated cleft patient: absence of maxillary teeth outside the cleft area. Cleft Palate-Craniofacial Journal; janv 2000;37(1):17-20.
 41. Fardi A, Kondylidou-Sidira A, Bachour Z, Parisis N, Tsirlis A. Incidence of impacted and supernumerary teeth-a radiographic study in a North Greek population. Med Oral Patol Oral Cirurgia Bucal. 1 janv 2011;16(1):e56-61.
 42. Gupta SK, Saxena P, Jain S, Jain D. Prevalence and distribution of selected developmental dental anomalies in an Indian population. J Oral Sci. juin 2011;53(2):231-8.
 43. Akcam MO, Evirgen S, Uslu O, Memikoğlu UT. Dental anomalies in individuals with cleft lip and/or palate. Eur J Orthod. avr 2010;32(2):207-13.
 44. Rioux E, Decker A, Deffrennes D. Réflexions thérapeutiques sur le traitement des séquelles de fente labio-alvéolo-palatine chez le patient adulte – Partie 1; International Orthodontics; 2012; 10(3),241-260
 45. Rioux E, Decker A, Deffrennes D. Réflexions thérapeutiques sur le traitement des séquelles de fente labio-alvéolo-palatine chez le patient adulte – Partie 2; International Orthodontics; 2012; 10(4),404-421
 46. Touzet-Roumazeille S, Vi-Fane B, Kadlub N, Genin M, Dissaux C, Raoul G, et al. Osseous and dental outcomes of primary gingivoperiosteoplasty with iliac bone graft: A radiological evaluation. J Cranio-Maxillo-fac Surg; juill 2015;43(6):950-5.
 47. Captier G, Bigorre M, Mattei L, Delestan C, Montoya P. La greffe osseuse secondaire dans les fentes labio-maxillo-palatines totales : modalités techniques et indications à propos de 62 greffes. In Annales de chirurgie plastique esthétique (Vol. 48, No.1, pp. 20-30). Elsevier Masson
 48. Rioux E, Decker A, Deffrennes D. Réflexions thérapeutiques sur le traitement des séquelles de fente labio-alvéolo-palatine chez le patient adulte – Partie 1. International Orthodontics, 10(3),241-260
 49. Dissaux C, Bodin F, Grollemund B, Bridonneau T, Kauffmann I, Mattern J-F, et al. Evaluation of success of alveolar cleft bone graft performed at 5 years versus 10 years of age. J Cranio-Maxillo-fac Surg; janv 2016;44(1):21-6.
 50. Lilja J, Kalaaji A, Friede H, Elander A. Combined bone grafting and delayed closure of the hard palate in patients with unilateral cleft lip and palate: facilitation of lateral incisor eruption and evaluation of indicators for timing of the procedure. Cleft Palate-Craniofacial Journal; janv 2000;37(1):98-105.
 51. Datana S, Chattopadhyay PK, Kadu A. Bony bridge resorption after secondary alveolar grafting and correlation with success of orthodontic treatment: A prospective volumetric cone beam computed tomography (CBCT) study. Med J Armed Forces India. oct 2019;75(4):375-82.
 52. Duret A, Delcampe P, Peron J-M. Les séquelles maxillaires dans les fentes labioalvéolopalatovélaires. Prise en charge orthodontique. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 1 sept 2007;108(4):301-5.
 53. Lesne V. Le traitement orthodontique de l'enfant porteur de fente. Orthod Fr. 1 déc 2004;75(4):321-38.

54. Duquennoy-Martinot V, Belkhou A, Pasquesoone L, Depoortère C, Guerreschi P. La reprise de cicatrice chez l'enfant : situations cliniques et solutions. In *Annales de Chirurgie Plastique Esthétique*; 24 juin 2016 (Vol. 61, no. 5, pp. 578-588). Elsevier Masson
55. Feichtinger M, Zemann W, Mossböck R, Kärcher H. Three-dimensional evaluation of secondary alveolar bone grafting using a 3D- navigation system based on computed tomography: a two-year follow-up. *Br J Oral Maxillofac Surg.* juin 2008;46(4):278-82.
56. Zhang W, Shen G, Wang X, Yu H, Fan L. Evaluation of alveolar bone grafting using limited cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* avr 2012;113(4):542-8.
57. Chou P-Y, Denadai R, Hallac RR, Dumrongwongsiri S, Hsieh W-C, Pai BC, et al. Comparative Volume Analysis of Alveolar Defects by 3D Simulation. *J Clin Med.* 6 sept 2019;8(9).
58. Feichtinger M, Mossböck R, Kärcher H. Assessment of bone resorption after secondary alveolar bone grafting using three-dimensional computed tomography: a three-year study. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*; mars 2007;44(2):142-8.
59. De Luca Canto G, Pachêco-Pereira C, Lagravere MO, Flores-Mir C, Major PW. Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* mai 2015;18(2):65-76.
60. Zinser MJ, Sailer HF, Ritter L, Braumann B, Maegele M, Zöllner JE. A paradigm shift in orthognathic surgery? A comparison of navigation, computer-aided designed/computer-aided manufactured splints, and « classic » intermaxillary splints to surgical transfer of virtual orthognathic planning. *J Oral Maxillofac Surg*; déc 2013;71(12):2151.e1-21.
61. de Bonne Pratique, R. (2013) Société Française de Stomatologie, Chirurgie Maxillo-Faciale et Chirurgie Orale; Techniques d'imagerie en chirurgie orthognathique: Recommandations de Bonne Pratique; Juillet 2017
62. Lonic D, Pai BC-J, Yamaguchi K, Chortrakarnkij P, Lin H-H, Lo L-J. Computer-Assisted Orthognathic Surgery for Patients with Cleft Lip/Palate: From Traditional Planning to Three-Dimensional Surgical Simulation. *PloS One.* 2016;11(3):e0152014.
63. Liebrechts J, Xi T, Timmermans M, de Koning M, Bergé S, Hoppenreijts T, et al. Accuracy of three-dimensional soft tissue simulation in bimaxillary osteotomies. *J Cranio-Maxillo-fac Surg* ;avr 2015;43(3):329-35.
64. Kraeima J, Jansma J, Schepers RH. Splintless surgery: does patient-specific CAD-CAM osteosynthesis improve accuracy of Le Fort I osteotomy? *Br J Oral Maxillofac Surg.* déc 2016;54(10):1085-9.
65. Zinser MJ, Mischkowski RA, Dreiseidler T, Thamm OC, Rothamel D, Zöllner JE. Computer-assisted orthognathic surgery: waferless maxillary positioning, versatility, and accuracy of an image-guided visualisation display. *Br J Oral Maxillofac Surg.* déc 2013;51(8):827-33.
66. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell RB, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* août 2014;43(8):957-65.
67. Van Hemelen G, Van Genechten M, Renier L, Desmedt M, Verbruggen E, Nadjmi N. Three-dimensional virtual planning in orthognathic surgery enhances the accuracy of soft tissue prediction. *J Cranio-Maxillo-fac Surg*; juill 2015;43(6):918-25.
68. Cevidanes LHS, Bailey LJ, Tucker SF, Styner MA, Mol A, Phillips CL, et al. Three-dimensional cone-beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthop*; janv 2007;131(1):44-50.
69. Borgnat F, Martin P, Paulus C. Réhabilitation implanto-portée des patients porteurs de fentes labio-alvéolo-palatines : étude rétrospective sur 43 patients. *Revue de*

Stomatologie, de Chirurgie maxillo-faciale et de Chirurgie Orale, 1 sept 2015;116(4), 229-234.

70. Matsui Y, Ohno K, Nishimura A, Shirota T, Kim S, Miyashita H. Long-term study of dental implants placed into alveolar cleft sites. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*; juill 2007;44(4):444-7.
71. Landes CA, Bündgen L, Laudemann K, Ghanaati S, Sader R. Patient satisfaction after prosthetic rehabilitation of bone-grafted alveolar clefts with nonsubmerged ITI Straumann dental implants loaded at three months. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*;sept 2012;49(5):601-8.
72. Kramer F-J, Baethge C, Swennen G, Bremer B, Schwestka-Polly R, Dempf R. Dental implants in patients with orofacial clefts: a long-term follow-up study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* oct 2005;34(7):715-21.
73. Ella B, Moreau E, Bayle E, Fortin T, Rouas P, Hauret L, et al. Chirurgie numérique guidée en implantologie orale. Une alternative pour les écueils anatomiques et chirurgicaux. *Médecine buccale*;23 déc 2016;(Vol. 8, No. 1)
74. Schultze-Mosgau S, Nkenke E, Schlegel AK, Hirschfelder U, Wiltfang J. Analysis of bone resorption after secondary alveolar cleft bone grafts before and after canine eruption in connection with orthodontic gap closure or prosthodontic treatment1. *J Oral Maxillofac Surg.* 1 nov 2003;61(11):1245-8.
75. Pascoal S, Pinho T. Une étude des dimensions de la crête alvéolaire avant et après traitement orthodontique dans des cas d'agénésie de l'incisive latérale maxillaire : une étude pilote. *International Orthodontics*, 9 nov 2016; 14(4), 476-490.
76. Zerouaoui MF, Bahije L, Zaoui F, Rerhrhaye W. Mise en place orthodontico-chirurgicale des canines incluses : moyens de prévisions des échecs. *Actual Odonto-Stomatol.* 1 déc 2012;(260):313-25.
77. da Silva Filho OG, Teles SG, Ozawa TO, Filho LC. Secondary bone graft and eruption of the permanent canine in patients with alveolar clefts: literature review and case report. *Angle Orthod.* avr 2000;70(2):174-8.

Table des illustrations

Figure 1: Rotation du couple source/capteur autour du sujet (8).....	19
Figure 2: Voxel isométrique (iconographie personnelle)	20
Figure 3: Différentes tailles de champ d'exploration projetées sur une reconstruction 3D d'un crâne humain : le cylindre rose représente un petit champ d'exploration de 4x5cm, l'orange un champ moyen de 8x8cm et le bleu un grand champ (10).....	22
Figure 4: Différentes coupes extraites d'un CBCT indiqué pour inclusion de 23 : a. axiale, b. frontale, c. reconstruction 3D, d. sagittale (Iconographie personnelle)	28
Figure 5: Reconstruction 3D (a.) et coupe sagittale (b.) extraits d'un CBCT avec mise en évidence des VAS (iconographies personnelles)	31
Figure 6: Différentes coupes extraites d'un CBCT réalisé à 6 mois post opératoire d'une greffe osseuse alvéolaire: a. axiale, b. frontale, c. reconstruction 3 D, d. sagittale (Iconographie personnelle)	32
Figure 7: Vue panoramique osseuse (a) et coupes sagittales (b) extraits d'un CBCT réalisé après pose de minivis (iconographies personnelles)	33
Figure 8: Mesures sur coupe axiale de CBCT de l'épaisseur de l'os alvéolaire au niveau d'une dent en regard de la fente (27)	39
Figure 9: Mesures de la hauteur osseuse alvéolaire sur CBCT : A. coupe sagittale, B. coupe frontale (27).....	39
Figure 10 : Différence entre déhiscence et fenestration osseuse (iconographie personnelle).....	40
Figure 11: Coupes axiale et sagittale de CBCT montrant une fenestration sur la face palatine d'une dent antérieure dans la région de la fente: a. coupe sagittale, b. coupe axiale (27)	41
Figure 12 : Orthopantomogramme d'une patiente de 6 ans avec une fente palatine (Iconographie personnelle)	42
Figure 13: Vues intra-arcade maxillaire (a) et mandibulaire (b) et coupe axiale (c) extraite d'un CBCT chez une patiente avec une fente palatine (Courtoisie Dr Rolin)...	42
Figure 14: Fistule bucco-nasale chez une patiente de 5 ans atteinte d'une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale gauche (Iconographie personnelle)	43
Figure 15: Orthopantomogramme d'une patiente de 8 ans suivie pour sa fente vélopalatine dans le cadre d'une triade de Pierre-Robin (Iconographie personnelle).....	46
Figure 16: Vue endobuccale intra-arcade (a), coupe axiale (b) et reconstruction 3D (c) extraits d'un CBCT réalisé chez un patient avec une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale gauche (Courtoisie Dr Boucher)	47
Figure 17: Photographies endobuccales en vue inter-arcade vestibulaire (a) et en vue intra-arcade maxillaire (b)(Courtoisie Dr Boucher)	47
Figure 18: Orthopantomogramme d'un patient porteur d'une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale droite (Iconographie personnelle)	48
Figure 19: Différentes coupes extraites du CBCT réalisé chez ce même patient : a. coupe sagittale, b. coupe axiale, c. coupe frontale (Iconographies personnelles)	49
Figure 20: Orthopantomogramme (a) et coupes axiales (b) extraits d'un CBCT d'un patient avec une fente labio-alvéolo-palatine bilatérale (Iconographies personnelles) ..	49
Figures 21: Photographies endobuccales de deux vues intra-arcade maxillaire chez deux patients avec fente vélo-palatine (Photographies personnelles)	50
Figure 22 : Vue intra-arcade maxillaire (a) et coupe axiale (b) extraite d'un CBCT réalisé chez un patient avec une fente bilatérale totale (Courtoisie Dr Boucher).....	51
Figure 23: Orthopantomogramme (a) et reconstruction 3D (b) extraite d'un CBCT réalisés chez une patiente de 12 ans avec fente palatine dans le cadre d'un syndrome oro-digito-facial de type 1 (Courtoisie Dr Rolin)	52

Figure 24: Coupes axiale (a) et sagittale (b) extraites d'un CBCT réalisé chez cette même patiente (Courtoisie Dr Rolin).....	53
Figure 25: Reconstruction 3D issue d'un CBCT réalisé chez un patient avec une fente labio-alvéolo-palatine unilatérale gauche (Iconographie personnelle).....	53
Figure 26: Vue endobuccale intra-arcade maxillaire (a) et coupe axiale (b) extraite d'un CBCT réalisé chez un patient avec une large fistule bucco-nasale (Courtoisie Dr Boucher).....	54
Figure 27: Photographie endobuccale d'une vue intra-arcade maxillaire chez un patient de 5 ans avec une fente labio-alvéolo-palatine (Photographie personnelle).....	55
Figure 28: Reconstruction 3D (a) et coupe axiale (b) extraites d'un CBCT réalisé chez une patiente porteuse d'une fente unilatérale gauche (Iconographies personnelles)	55
Figure 29: Reconstruction 3D issue d'un CBCT (Iconographie personnelle)	56
Figure 30: Schéma récapitulatif de la prise en charge pluridisciplinaire et du suivi d'un patient porteur d'une fente orofaciale (Schéma personnel).....	57
Figure 31: Téléradiographie de profil (a), de face (b), vue endobuccale inter-arcade vestibulaire (c), coupe axiale (d) et reconstruction 3D (e) issus d'un CBCT chez un patient porteur d'une fente labio-alvéolo-palatine bilatérale (Iconographies personnelles)	62
Figure 32: Vues endobuccales latérales droite d'une patiente de 16 ans porteuse d'une fente bilatérale : a. avant, b. après réalisation d'une dent provisoire en place de 12 absente (Photographies personnelles).....	63
Figure 33: Modèles imprimés en 3D (57).....	66
Figure 34: Modèles virtuels en 3D (57).....	66
Figure 35: Reconstruction tridimensionnelle du volume initial de la fente grâce à l'outil Region Of Interest du logiciel Osirix (46).....	68
Figure 36: Échelle de Bergland	69
Figure 37: Fusion de données issues du CBCT et d'un modèle numérique dentaire par le logiciel SimPlant® (60).....	72
Figure 38: Modèle facial numérique d'un patient créé par fusion d'une photographie 2D et de données issues du CBCT par le logiciel Dolphin Imaging®	72
Figure 39: Présentation de la planification chirurgicale via le module de chirurgie 3D de Dolphin Imaging®	73
Figure 40: Différents mouvements possibles du complexe maxillo-mandibulaire dans la simulation 3D (62).....	74
Figure 41: Visualisation de la situation préopératoire, du plan de traitement conventionnelle transféré en 3D et des ajustements réalisés sur différentes coupes (62)	75
Figure 42: Analyse volumétrique des tissus mous (60).....	76
Figure 43: Différentes gouttières CAD/CAM (60).....	77
Figure 44: Superposition des gouttières CAD/CAM sur des reconstructions tridimensionnelles obtenues à partir des données du CBCT (60).....	78
Figure 45: Vues opératoires des gouttières CAD/CAM (60)	78
Figure 46: Guide de perçage et d'ostéotomie (à gauche), plaques d'ostéosynthèse sur mesure (à droite)(64)	79
Figure 47: Schéma récapitulatif des possibilités de planification chirurgicale assistée par ordinateur offertes par le CBCT (Schéma personnel)	80
Figure 48: Transfert de la planification grâce à un écran IGV portable avec caméra VGA à l'arrière (à gauche) montrant la projection du maxillaire sur le patient (à droite)(65)	81
Figure 49: Reconstructions tridimensionnelles cutanées, osseuses et téléradiographies de profil d'un bilan pré et post-chirurgie orthognathique (6).....	83
Figure 50: Superpositions de CBCT pré- et post-chirurgicaux d'un patient ayant été opéré d'une avancée maxillaire et d'un recul mandibulaire (68).....	84

Figure 51: Différents logiciels de planification virtuelle de l'intervention (73).....	85
Figure 52: Différentes vues extraites d'un CBCT réalisé chez un patient porteur d'une fente unilatérale totale droite : a. reconstruction 3D, b. coupe axiale, c. coupe sagittale (Iconographie personnelle)	90
Figure 53: Reconstruction 3D issue d'un CBCT avec mise en évidence d'un odontome complexe entre 43 et 44 (6)	92
Figure 54: Photographies endobuccales de vues intra- et inter-arcade en cours de thérapeutique multiattaches (Courtoisie Dr Rolin).....	93
Figure 55: Dégagement chirurgical par lambeaux déplacé apicalement et repositionné (76).....	94
Figure 56: Dispositif de traction de deux canines incluses sur deux crochets soudés à un arc transpalatin sur bagues molaires (76)	95
Figure 57: Différentes vues extraites d'un CBCT indiqué pour inclusion de 11 : a. Coupe axiale, b : reconstruction panoramique, c : reconstruction 3D et d : coupe sagittale (Iconographie personnelle).....	96
Figure 58: Reconstruction 3D issue d'un CBCT réalisé après échec de traction de 13 incluse (6)	97

Table des tableaux

Tableau 1: Tailles du champ d'exploration et zones d'intérêt correspondantes	22
Tableau 2 : Comparaison des doses efficaces selon les techniques d'imagerie dento-maxillo-faciale	25
Tableau 3 : Dose effective moyenne selon les champs d'exploration de tomographie volumique et selon le protocole	25

Imagerie volumétrique par faisceau conique et patients porteurs de fentes orofaciales / **DEVULDER Laëtitia**.- p. 108 : ill. 58; réf. 77.

Domaines : Orthopédie dento-faciale

Mots clés Rameau: Fentes orofaciales ; CBCT ; Anomalies dentaires ; Gingivopériostoplastie ; Chirurgie orthognathique

Mots clés FMeSH: Fentes orofaciales ; CBCT ; Anomalies dentaires ; Gingivopériostoplastie ; Chirurgie orthognathique

Résumé de la thèse

Les fentes orofaciales sont des malformations craniofaciales congénitales fréquentes. Les patients porteurs de ces fentes peuvent présenter de nombreuses anomalies osseuses et dentaires provenant soit de la malformation princeps soit des séquelles des prises en charge. Un long processus de réhabilitation esthétique et fonctionnelle est nécessaire à la réparation de cette malformation. Il faut intervenir une équipe soignante pluridisciplinaire dans laquelle le spécialiste en orthopédie dento-faciale occupe une place importante.

A une époque où l'imagerie volumétrique par faisceau conique révolutionne la pratique de l'orthopédie dento-faciale grâce à sa résolution spatiale adaptée aux tissus durs, son coût dosimétrique faible et son caractère non invasif, il est intéressant de se demander quelle est la place de cet examen dans la prise en charge de ces patients.

L'objectif de ce travail est donc de montrer l'apport de cet examen radiologique tridimensionnel au bilan et à la prise en charge des patients porteurs de fentes orofaciales. Il permet notamment d'affiner les diagnostics des structures dures atteintes et d'orienter les thérapeutiques et leurs « timings ». Les différents examens réalisés durant la croissance ont des incidences sur la prise en charge chirurgicale, orthodontique et omnipratique. Ils peuvent également servir de support aux nouvelles technologies de planification et guidage assistés par ordinateur.

JURY :

Président : Pr COLARD Thomas

Assesseurs : **Dr BOCQUET Emmanuelle**

Dr Marquillier Thomas

Dr TELLIEZ Pierre

Membres invités : Dr FOUMOU-MORETTI Nathalie

