

Récupération de l'espace prothétique maxillaire postérieur par ostéotomie de Schuchardt

Pierre-Marie Brechard

▶ **To cite this version:**

Pierre-Marie Brechard. Récupération de l'espace prothétique maxillaire postérieur par ostéotomie de Schuchardt. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02402884

HAL Id: dumas-02402884

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02402884

Submitted on 10 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

MEMBRE DE
USPC
Université Sorbonne Paris Cité

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.10

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

MEMBRE DE
USPC
Université Sorbonne Paris Cité

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019 **N° 066**

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 21 octobre 2019

Par

Pierre-Marie BRECHARD

Récupération de l'espace prothétique maxillaire postérieur par ostéotomie de Schuchardt

Dirigée par Mme le Docteur Alice Guyon

JURY

M. le Professeur Louis Maman	Président
Mme le Professeur Tchilalo Boukpessi	Assesseur
Mme le Docteur Vanessa Baaroun	Assesseur
Mme le Docteur Alice Guyon	Assesseur
M. le Docteur Mickaël Samama	Invité

CC BY NC ND

Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme DURSUN Mme VITAL	M. COURSON Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDEMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET M. PIRNAY	Mme GERMA M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN Mme TAÏHI
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	Mme WULFMAN	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TRAMBA
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Mise à jour le 06 septembre 2019

Remerciements

À M. le Professeur Louis Maman

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste qualifié en Chirurgie orale

Docteur en Sciences odontologiques

Habilité à Diriger des Recherches

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Merci M. Le professeur Maman de l'honneur que vous me faites de présider mon jury de thèse d'exercice. J'ai eu la chance d'être à vos côtés pour apprendre la Chirurgie Orale pendant quelques mois, j'admire votre implication dans le développement de notre belle spécialité ainsi que votre passion de l'enseignement. C'est un réel honneur pour moi de vous présenter ce travail aujourd'hui, il représente l'accomplissement de nombreuses années d'apprentissage dont vous en êtes le garant. Je suis certain que nous continuerons à travailler ensemble.

À Mme le Professeur Tchilalo Boukpessi

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Habilité à Diriger des Recherches

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Merci Tchilalo pour l'honneur que tu me fais de participer à mon jury de thèse. Je suis fier de te compter parmi mon jury. Ta carrière universitaire brillante et ton dévouement pédagogique laissent dans ton sillage des étudiants heureux et bien formés. Nos spécialités respectives sont complémentaires et j'espère sincèrement continuer à travailler avec toi.

À Mme le Docteur Vanessa Baaroun

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste qualifiée en Chirurgie orale

Ancien Interne des Hôpitaux

Maître de Conférences des Universités, UFR d'Odontologie Paris Diderot

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Merci Vanessa de l'honneur que tu me fais de participer à mon jury, je suis touché que tu aies tout de suite accepté et sans hésitation de participer à mon jury. C'était un réel plaisir de travailler et d'apprendre à tes côtés. J'ai pu apprécier tout au long de mon stage ta passion pour l'enseignement.

À Mme le Docteur Alice Guyon

Docteur en Chirurgie dentaire

Spécialiste qualifiée en Chirurgie orale

Ancien Interne des Hôpitaux

Assistant Hospitalo-Universitaire, UFR d'Odontologie Paris Diderot

Merci Alice de m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail. C'est avec une certaine émotion que j'écris aujourd'hui ces quelques lignes car je souhaite remercier ici non seulement l'assistante hospitalo-universitaire que j'admire depuis si longtemps mais aussi l'amie que j'ai la chance d'avoir. Tu es un modèle d'inspiration pour moi depuis que nous travaillons ensemble, ta rigueur et ta maitrise des techniques chirurgicales font de toi une des personnes de notre spécialité que je respecte le plus. A cela s'ajoute ton humilité sans égal qui font de toi quelqu'un d'accessible et de passionnée. Tu allies à merveille ta réussite professionnelle et ta vie de famille de jeune Maman. Mon enseignement officiel s'arrête aujourd'hui mais je suis certain de m'inspirer de toi encore longtemps. Un grand merci pour tout.

À M. le Docteur Mickaël Samama

Docteur en Médecine

Spécialiste qualifié en Chirurgie orale et Stomatologie

Chef de Clinique assistant, Faculté de Médecine de Sorbonne Université

Je suis très honoré de te compter aujourd'hui parmi mon jury. Ta présence ici comptais sincèrement pour moi car tu représentes beaucoup pour la Chirurgie Orale. Tu tiens à cœur de promouvoir ta vision de cette spécialité, de la faire toujours avancer. C'est avec beaucoup de travail et de passion que tu prends également à cœur l'enseignement de tes internes. Mon passage, comme celui de nombreux autres internes, dans ton service a été un tournant décisif dans la vision de notre belle spécialité. Je suis fier de te présenter aujourd'hui ce travail qui, je sais, te tiens particulièrement à cœur. J'espère qu'il sera à la hauteur de tes attentes et te rendra fier.

A ma mère, la personne la plus importante de ma vie. Rien de tout cela n'aurait été possible sans toi. Tu as toujours privilégié ta famille avant toi-même, peu importe le sacrifice. Je ne trouve pas de mots à la hauteur des remerciements que tu mérites. Tu ne cesses de rendre ma vie meilleure. Vois en ce travail l'aboutissement de tout l'amour et l'attention que tu m'as porté.

A mon père, ton regard attentionné sur mes études et mon avenir m'ont toujours poussé à travailler plus pour obtenir ce dont je rêvais. C'est grâce à ta persévérance et ton soutien sans faille que je suis là aujourd'hui devant toi pour te présenter ce travail. Ta carrière professionnelle exceptionnelle a toujours été pour moi une source d'inspiration, plus je grandis et plus je t'admire. Merci d'avoir fait de moi la personne qui est devant toi aujourd'hui. J'espère que ce travail te rendra fier.

A mon frère, plus le temps passe et plus je ne cesse de t'admirer, ta réussite professionnelle est un exemple pour moi. Tu as eu toujours eu à cœur cette protection fraternelle envers moi qui m'est essentielle. Ton sens des valeurs familiales et l'attachement pour tes proches est un vrai ciment pour notre famille. Je suis heureux de te voir entre de bonnes mains, c'est une joie de recevoir **Joelle Thomas** dans notre famille.

A mes grands-parents maternels et à ma grande-tante Manoune, qui nous ont quitté et qui seraient tellement fiers de mes études. **A mon Papi** parti récemment qui me suivait au quotidien, qui s'intéressait en détail à mes études et tellement bienveillant à mon égard. **A ma Mamie Bernadette** qui n'a pas pu se déplacer mais qui m'accompagne avec une attention soutenue, un amour sans égal, je voulais te remercier de ta présence permanente.

Au Pr Andre Labbé et sa famille, Il est très probable que si je suis ici aujourd'hui c'est grâce à vous. Je vous ai toujours admiré tout au long de nos rencontres, d'abord médicales puis rapidement amicales. Je suis très honoré et fier de vous compter parmi mes amis. J'admire votre brillante carrière de professeur de médecine, ainsi que votre humilité sans égal. Merci à Monique également de m'avoir toujours si bien accueilli.

A Jean, mon ami de plus longue date, la frontière entre ami et frère a été dépassé depuis longtemps. Nous avons bien grandi depuis notre rencontre où tu maniais le Ciao comme personne. Notre amour commun pour la bonne vie n'a fait que s'accroître au fil du temps. T'avoir à mes côtés au quotidien m'est essentiel. Sois certain que tu feras toujours partie de ma vie. J'ai une pensée également pour ta famille qui m'a toujours considéré comme un des leurs, merci à Catherine, Pierre, Martin et Camille.

A Thomas, mon double sur terre, sans aucun doute l'une des personnes les plus importantes de ma vie. Depuis notre rencontre la connexion entre nous est une évidence, même si nous ne vivons plus dans les mêmes contrés notre amitié n'a été que renforcée. Je suis très fier de ta réussite professionnelle, tu sais être un médecin passionné et transmettre ta joie de vivre. Ta présence à mes côtés est essentielle. Merci également à ta famille qui m'a toujours si bien accueilli, merci à Catherine, Pascal, Marie et Alexandre. Tu auras toujours une place dans la maison des Auvergnats.

A Martin, c'est avec une immense sincérité que je te place aussi haut dans la liste des remerciements. Si notre passion commune pour la techno n'est plus un secret pour personne (qualifiée par certain de trop proche des travaux publics) notre amitié a été une évidence et ne cesse de s'accroitre de façon exponentielle. Tu représentes une concentration de qualités que l'on ne retrouve que rarement. Une pensée également à ta famille chez qui je suis si bien accueilli à chaque fois, merci à Catherine, Didier et Victoire.

A Alix, après une rencontre autour d'une recette culinaire mystérieuse, notre amitié n'a fait que se renforcer, au-delà de la distance qui nous sépare tu as toujours eu une attention particulière sur les gens qui comptent pour toi. Te savoir en couple avec Thomas me réjouis car je sais que tu es entre de

bonnes mains, tu mérites quelqu'un comme lui (cf paragraphe au-dessus). Merci Alix d'être à mes côtés.

A Florence, ma meilleure amie depuis longtemps, nos vies se suivent, d'abord à Toulouse puis un destin Parisien commun. Notre amitié ne fait que se renforcer au fil des années, tu as toujours su trouver du temps à consacrer à tes amis, malgré une vie amoureuse épanouie avec Florent. Tes qualités et ta maturité ont toujours su me guider et me rassurer. Ta présence à mes côtés est essentielle.

A mes amis :

A mes gars sûrs : ***Adrien SE, Fabien H, Jean-Baptiste P., Arthur H. , Anael A., Joffrey D. , Vincent B., Martin L. :*** Cela fait bientôt 10 ans que nous sévissons ensemble, des soirées d'intégration aux nights parisiennes en passant par Calvi et la Wolfhouse il s'en est passé des nanes. Vous êtes tous plus brillants les uns que les autres dans vos spécialités respectives, plus le temps passe et plus je suis fier de faire partie de votre meute de loups. Vous faites partie intégrante de ma vie et vous ne cessez de la rendre meilleure. Soyez tous certains de mon attachement sincère. Longue vie aux nanes.

A Jean-Baptiste et Denis, mes amis du lycée, nous traçons chacun nos routes dans des villes différentes mais notre amitié reste inchangée, comme au premier jour.

A Claire M., nos destins se sont rapprochés à notre arrivée à Paris et notre amitié a été une évidence depuis le début. Tu as toujours été présente pour moi dans les bons comme les mauvais moments, je ne te remercierais jamais assez pour tous ces moments, soit certaine de toute mon affection.

A Alexia R., mon amie de toujours, j'ai une pensée émue aujourd'hui pour toi car nous avons bien grandi depuis que nous nous connaissons, chaque moment où nous nous retrouvons me procure la même passion du début, sans perte de souffle. J'ai également une pensée pour ta maman Valérie qui m'a toujours si bien accueilli.

A Charlotte R., Nous sommes amis depuis si longtemps, rien que de compter les années nous vieillit. Le destin a fait que nos chemins se suivent. Je suis heureux de t'avoir à mes côtés à Paris.

Aux sudistes parisiens : ***Sophie, Marie-Sophie, Clothilde, Lucie, Z***, ***Victor I***.: Nos destins se suivent et nous permettent de vivre nos meilleures années ensemble. Soyez certains de mon affection.

A mon Ivry crew : ***Romy M., Mounia A., Jessica ET., Lia Y, Alexandra F., Aurélie B.*** : ce stage d'internat avec vous à Ivry a été le début d'une belle et riche amitié entre nous, qui n'a fait qu'augmenter et se renforcer au fil du temps, vos conseils et votre soutien sans faille ont été essentiels pour moi, soyez toutes certaines de mon attachement.

A mes Desco sûrs *:* ***Valfess, Mylène D., Joey LG., Kinz B., Arthur A., Clémence T, Helen O., Clémence C, Benoit DC., Ludovic S., Timothée G. :*** Merci pour toutes ces belles années d'internat à vos côtés, pour les séminaires dans toute la France Ô combien formateurs !

A ma team Pitié : ***Diane G., Victor M, Léonore B., Marie B, Élisa R, Oriane G :*** Merci pour tous ces moments agréables à la Pitié ou en dehors, merci pour cette belle pluridisciplinarité qui s'exporte même jusqu'au Divan du monde.

A mes dentistes sûrs : ***Charlotte, Jennifer, Mina, Timothée M, Gabrielle E, Caroline D, Micha, Labbé, VED, Dubeud, Boy. :*** Nos vies se sont tracées dans chacune de nos villes mais notre attachement reste intact, venez à Paris en dehors de l'ADF, vous verrez c'est sympa Paris !

A mes Grenoblois : ***Valentine V, Arnaud light, Moussa djeila le grand, Eliott , Loric, Nathan, Adil*** *:* Vous êtes arrivés dans le sillage de Martin et c'est un réel bonheur d'avoir fait votre rencontre. Comme nous nous le disons souvent nous avons l'impression de nous connaitre depuis si longtemps. Si l'air suffoquant en été de Grenoble vous affaiblit, Soyez les bienvenus chez moi à Paris.

A Éléonore T. et Mathilde G., j'ai eu la chance d'apprendre à vos côtés pendant un semestre, vous êtes des internes brillantes et attentionnées. Merci d'avoir été là pendant les bons comme les mauvais moments, nous nous sommes connus dans des circonstances difficiles mais nous avons su nous soutenir. Soyez certaine de mon attachement.

Au Dr Arnaud Lhomme, Merci Arnaud de m'avoir si bien accueilli dans ton cabinet. Tu es la personne qui m'a la plus donné envie de faire ce métier, je suis fier que nous puissions enfin être confrère aujourd'hui. Tu es un modèle pour moi tant sur le plan professionnel qu'humain. Ton humilité est un exemple pour tous.

Au Dr Bruno Courtois, Merci Bruno de m'avoir également accueilli au sein de ton cabinet, j'admire ta vision de notre spécialité et ton dévouement pour elle, j'espère que tes efforts pour la développer seront payants.

Au Dr Marie-Pierre Labadie, Merci également Marie-Pierre, ta bonne humeur et ton sourire m'ont toujours fait sentir chez moi au sein du cabinet.

Au Dr Hacene Abbar, C'est avec une certaine émotion que je t'adresse ces remerciements aujourd'hui, ta rencontre aura été un tournant important dans ma vie. J'admire tes compétences chirurgicales hors normes et ton amour pour la bonne vie. Notre amitié s'est installée au fil du temps comme une évidence, je suis heureux que nous puissions travailler ensemble. Sois certain de toute mon admiration.

Au Dr Alexis Dyonissopoulos, un grand merci Alexis pour ces merveilleux moments passés avec toi au bloc opératoire ou en dehors où tu as su me transmettre tes qualités chirurgicales et ton humour. Je suis très heureux et fier que nous puissions travailler ensemble.

Au Dr Pascal Delcampe, Merci d'avoir toujours pris le temps de m'apprendre et de m'avoir fait confiance. C'est un réel honneur de travailler à tes côtés.

Aux Dr Emilie Schwob, Guillaume Maréchal , je suis très heureux d'avoir eu la chance d'apprendre à vos côtés, que ce soit à la clinique avec Emilie et Pacal ou à la pitié Salpetrière avec Guillaume. C'est un grand honneur pour moi de travailler à présent à vos côtés.

A l'équipe de chirurgie Maxillo-Faciale de l'hôpital Saint-Joseph :

Au Dr Ludovic Benichou, merci Ludovic pour ton engagement dans ma formation, ta pédagogie et ta passion de nous enseigner sans aucune rétention m'ont été précieuses. Tu as su allier à merveille au sein de ton service une rigueur chirurgicale et une bonne humeur quotidienne. Merci pour tout.

Au Dr Aude Caillot, au-delà de tes compétences chirurgicales qui ne sont plus à démontrer à personne, tu as su prendre le temps de m'enseigner l'ensemble de ta spécialité sans aucune distinction. Tes qualités de brillante chirurgienne couplée à ta bonne humeur permanente ont su transformer des blocs de 10h en moments d'enseignement et de partage agréables.

Au Dr Serge Ketoff, Je t'adresse un remerciement tout particulier pour ton implication et l'aide que tu m'as apporté pour concevoir cet ouvrage. Au bloc opératoire comme en dehors tu as su nous transmettre ta rigueur dans tes gestes, dans ton organisation, tant essentielles pour notre métier. Je ne cesse d'être impressionné par tes compétences chirurgicales, tout semble si facile en te regardant. Je suis heureux d'avoir pu apprendre à tes côtés.

A Benoit Perrin de la société Bone3d pour son investissement dans ce travail, merci pour le temps que tu as m'généreusement consacré.

Table des matières

INTRODUCTION **3**

1. ANATOMIE DU MAXILLAIRE **4**

1.1 Morphologie générale et situation spatiale **4**

1.1.1 Les différentes faces *5*
1.1.2 Les processus *6*

1.2 Vascularisation et innervation de l'os maxillaire **6**

1.2.1 Vascularisation du maxillaire *6*
1.2.2 Innervation du maxillaire *8*

2.CONSEQUENCES DE L'EDENTEMENT NON COMPENSE ET INDICATION DE L'OSTEOTOMIE DE SCHUCHARDT **10**

2.1 Conséquences de l'édentement non compensé **10**

2.1.1. Phénomène de migration dentaire *10*
2.1.2. Modification des habitudes masticatrices *11*
2.1.3. Gradient thérapeutique de récupération de l'espace prothétique *11*

2.2 Examen tridimensionnel de l'espace prothétique **18**

2.2.1 Clinique *18*
2.2.2 Paraclinique *21*

3.PLANIFICATION CHIRURGICALE **24**
3.1 Enregistrement de la situation clinique **24**
3.1.1. Empreintes *24*
3.1.2. Enregistrement de l'arc facial *25*
3.1.3. Enregistrement inter-maxillaire *26*

3.2 Simulation prothétique antagoniste **27**

3.3 Quantification et simulation de l'ostéotomie sur l'articulateur **28**

3.4 Confection d'un outil de repositionnement **29**

4.PROTOCOLE CHIRURGICAL **31**

4.1 Contre-indications **31**

4.1.1 Générales *31*
4.1.2 Locales *31*

4.2 Protocole chirurgical **32**

4.2.1 Installation du patient *32*
4.2.2 Anesthésie *32*
4.2.3 Choix du tracé d'incision et décollement *32*
4.2.4 Ostéotomies *33*
4.2.5 Disjonction ptérygo-maxillaire et mobilisation du fragment osseux *40*
4.2.6 Fixation de la gouttière de repositionnement *42*
4.2.7 Ostéosynthèse *44*
4.2.8 Sutures *45*
4.2.9 Contention *46*

4.2.10 Contrôle radiographique post-opératoire 46

4.3 Consignes et suite post-opératoires 48

4.4 Complications et leurs prises en charge 49

4.4.1 Générales 49
4.4.2 Locales 49

5.APPORT DE LA PLANIFICATION CHIRURGICALE ASSISTEE PAR ORDINATEUR : 58

5.1 Phase d'acquisition des données Scanner et Optiques 59

5.1.1. Acquisition Scanner 59
5.1.2. Acquisition Optique 60

5.2. Phase de traitement des données et segmentation des ostéotomies 61

5.1.1 Traitement des données 61
5.1.2 Segmentation des ostéotomies 62

5.3. Design / Fabrication des guides de coupe 66

5.4. Design / Fabrication des gouttières et outils de contention sur mesure 69

5.4.1 Gouttière de repositionnement 69
5.4.2 Plaque palatine de contention 70

Conclusion 72

Bibliographie 73

Table des figures 76

Table des tableaux 78

Introduction

La réhabilitation prothétique des patients édentés est un enjeu quasi-quotidien des spécialistes en chirurgie orale. De nombreux facteurs sont à prendre en compte pour réhabiliter les patients dans de bonnes conditions. Au-delà des stratégies d'augmentation osseuse pré-implantaire ou gingivale le chirurgien oral doit raisonner en premier lieu en analysant l'espace prothétique car la prothèse dentaire est la finalité de notre traitement.
De plus en plus de patients tardent à réhabiliter les secteurs édentés et se retrouvent parfois dans des conditions prothétiques extrêmement complexes nécessitant des chirurgies pré-prothétiques.

La récupération de l'espace prothétique maxillaire postérieur est un challenge délicat mais parfois inévitable qui nécessite une analyse clinique approfondie et la connaissance de différentes techniques chirurgicales. L'ostéotomie segmentaire de Schuchardt, pratiquée depuis le 19ème siècle et inventée par un médecin allemand du même nom avait pour indication première le traitement de dysmorphoses orthodontiques. Depuis plusieurs années cette ostéotomie est remise au goût du jour mais cette fois-ci avec une indication pré-prothétique.
La planification est une démarche importante en chirurgie. C'est en planifiant son intervention que le chirurgien va récolter les informations nécessaires au bon déroulement du geste. Le XXIème siècle est marqué par l'avènement du numérique et ce dans tous les domaines, le monde médical ne fait pas exception. L'ordinateur est devenu un outil incontournable pour le chirurgien. L'obligation de moyens que nous avons envers nos patients nous oblige à constamment nous former et s'aider de toutes les nouvelles technologies, elles apportent une reproductibilité et une précision hors d'atteinte jusqu'à présent.

La première partie de ce travail concernera un bref rappel sur l'anatomie du maxillaire, élément clé pour toutes chirurgies. La seconde partie concernera l'évaluation clinique et paraclinique de l'espace prothétique, la troisième partie traitera la planification chirurgicale. La quatrième partie détaillera un protocole chirurgical de l'ostéotomie de Schuchardt avec la prise en charge des éventuelles complications. Enfin la cinquième et dernière partie s'intéressera à l'apport du numérique dans la planification et la réalisation des ostéotomies.

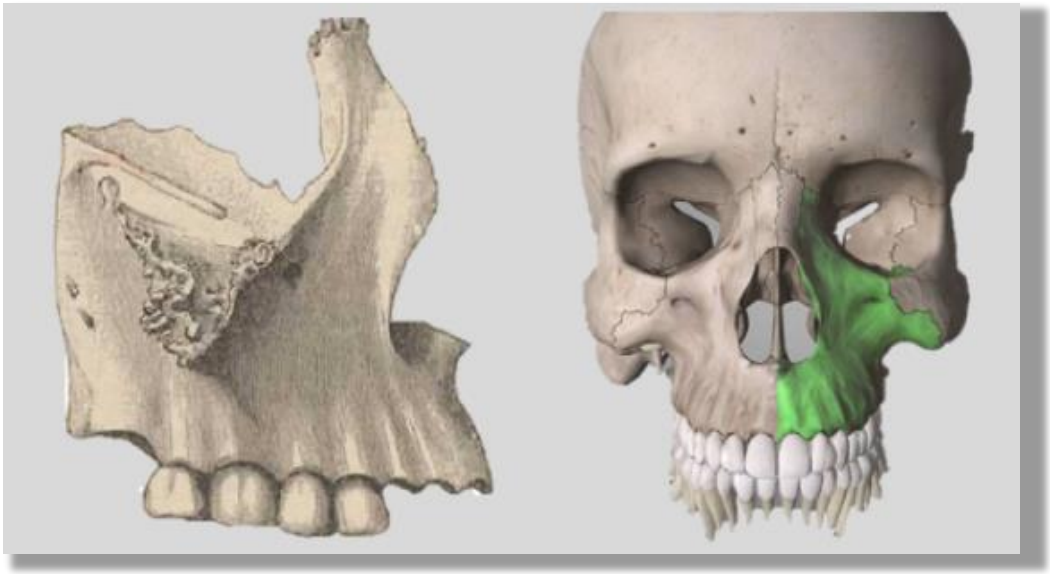
1 Anatomie du maxillaire

1.1 Morphologie générale et situation spatiale

L'os maxillaire est en relation directe avec les os du massif facial supérieur (palatin, zygomatique, nasal, lacrymal, cornet nasal inférieur et vomer) et les os de l'étage antérieur de la base du crâne comme le frontal et l'éthmoïde. Il est en relation avec le sphénoïde par l'intermédiaire du palatin au niveau des processus ptérygoïdes.

Il participe à la formation des cavités orbitaires, nasales et des fosses infra-temporales et ptérygo-palatines. Il participe, par son processus palatin qui s'articule avec la lame horizontale du palatin à la formation du palais osseux.

Figure 1 : Anatomie osseuse maxillaire



Source : Kamina, *Carnet d'anatomie.[2], Tête, cou, dos,* 2014.

La forme de l'os maxillaire est celle d'une pyramide triangulaire assez irrégulière, dont le sommet tronqué, orienté en dehors s'articule avec l'os zygomatique. Sa base répond à la paroi latérale de la cavité nasale correspondante. Il présente 3 faces : supérieure ou orbitaire, antérolatérale ou jugale et postéro-latérale ou infra-temporale.[1]

1.1.1 Les différentes faces

1.1.1.1. Face supérieure ou orbitaire

Très fine, souvent translucide, constitue la majeure partie de la paroi inférieure de la cavité orbitaire. Légèrement en bas, en avant et en dehors. Lisse et triangulaire. Poursuivie en arrière par le processus orbitaire du palatin.

1.1.1.2. Face antéro-latérale ou jugale

Orientée en avant et en dehors, légèrement concave, elle est facilement palpable sous la peau. Marquée par le foramen infra-orbitaire encadré par au-dessus l'insertion du muscle releveur de la lèvre supérieure et de l'aile du nez et en dessous par le muscle releveur de l'angle oral. La racine de la canine forme une saillie, au niveau des racines des incisives s'insère le muscle abaisseur du septum nasal. En face du sinus maxillaire la paroi osseuse est réduite à une mince pellicule au sein de laquelle chemine le pédicule alvéolaire supéro-antérieur.

1.1.1.3. Face postéro-latérale ou infra-temporale

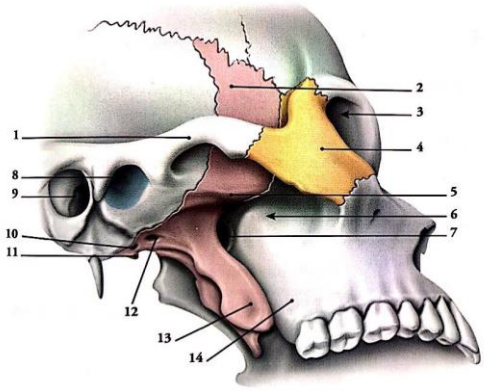
Se subdivise en deux portions :

- L'une antérieure et latérale, est légèrement concave forme avec l'os zygomatique la fosse maxillo-zygomatique et répond à la partie antérieure du corps adipeux de la joue.
- L'autre, postérieure, correspond à la tubérosité maxillaire qui sépare le sinus maxillaire de la fosse infra-temporale en arrière.

Cette paroi contient les vaisseaux et nerfs alvéolaires super-postérieurs dont les branches osseuses pénètrent par les foramens alvéolaires postérieurs et supérieurs.
Dans sa partie postéro-supérieure, la tubérosité est marquée par le coude que fait l'artère maxillaire avant de pénétrer dans la fissure ptérygo-maxillaire.[2]

[2] Delmar, « Anatomie descriptive du tiers moyen de la face ».

Figure 2 : Vue latérale du crâne montrant la fosse infra-temporale



Source : Kamina, *Carnet d'anatomie.[2], Tête, cou, dos,* 2014.

1.1.2 Les processus

L'ostéotomie de Schuchardt se situe au niveau du processus alvéolaire et de la tubérosité maxillaire postérieure, cette zone anatomique s'articule en arrière avec les lames verticales du ptérygoide par une suture.

1.2 Vascularisation et innervation de l'os maxillaire

1.2.1 Vascularisation du maxillaire

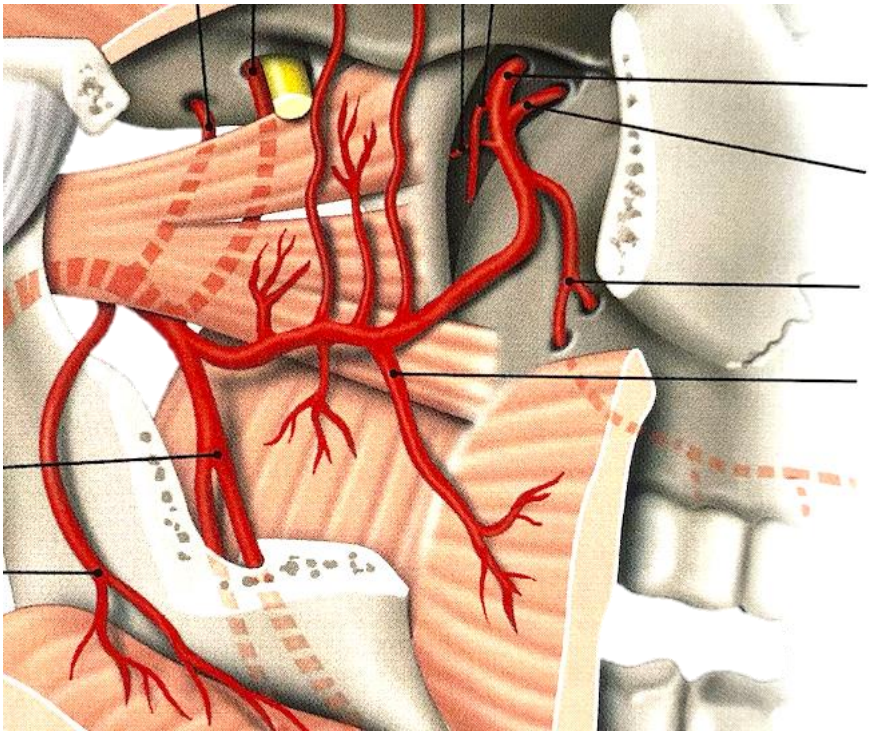
1.2.1.1. Artérielle

L'artère maxillaire est une artère très sinueuse et volumineuse, elle naît en arrière du col de la mandibule. Elle se dirige en avant et en dedans vers la fosse ptérygo-palatine.

Elle est d'abord comprise entre le col de la mandibule et le ligament sphéno-mandibulaire. Elle est située sous la veine mandibulaire et le nerf auriculo-temporal. Puis elle gagne la fosse infra-temporale en parcourant la face latérale du muscle ptérygoïdien latéral, parfois en le traversant.
Enfin elle atteint la fosse ptérygo-palatine en passant entre les chefs du ptérygoïdien latéral et se place au-dessous du nerf maxillaire. Elle se termine en artère sphéno-palatine.[3]

[3] Vacher, « Bases anatomiques de l'abord du sinus maxillaire pour l'implantologie ».

Figure 3 : Vascularisation artérielle maxillaire postérieure



Source : Kamina, *Carnet d'anatomie.[2], Tête, cou, dos,* 2014.

➔ Branches et collatérales de l'artère maxillaire :

- **De la partie mandibulaire** : tympanique antérieure, auriculaire profonde, méningée moyenne, ptérygo-méningée, alvéolaire inferieure
- **De la partie ptérygoïdienne:** masséterine, ptérygoidiennes, temporale profonde, buccale
- **De la partie pterygo-palatine** : alvéolaire supero-posterieure, infra-orbitaire, canal ptérygoïdien, palatine descendante, petites palatines et grandes palatines

1.2.1.2. Veineuse

Le réseau veineux maxillaire profond est très complexe et se traduit par de nombreuses anastomoses sous forme de plexus veineux.

La veine maxillaire qui se draine dans la veine jugulaire externe s'anastomose avec la veine faciale qui elle se draine dans la veine jugulaire interne via un plexus veineux ptérygoïdien.

Figure 4 : Système de drainage veineux maxillaire



Source : IntechOpen, 2016.

Ce plexus veineux ptérygoïdien est une zone à risque de saignement important pour les ostéotomies de Schuchardt. Le saignement veineux est un saignement en nappe, une hémorragie dans cette zone anatomique peut avoir de lourdes conséquences.

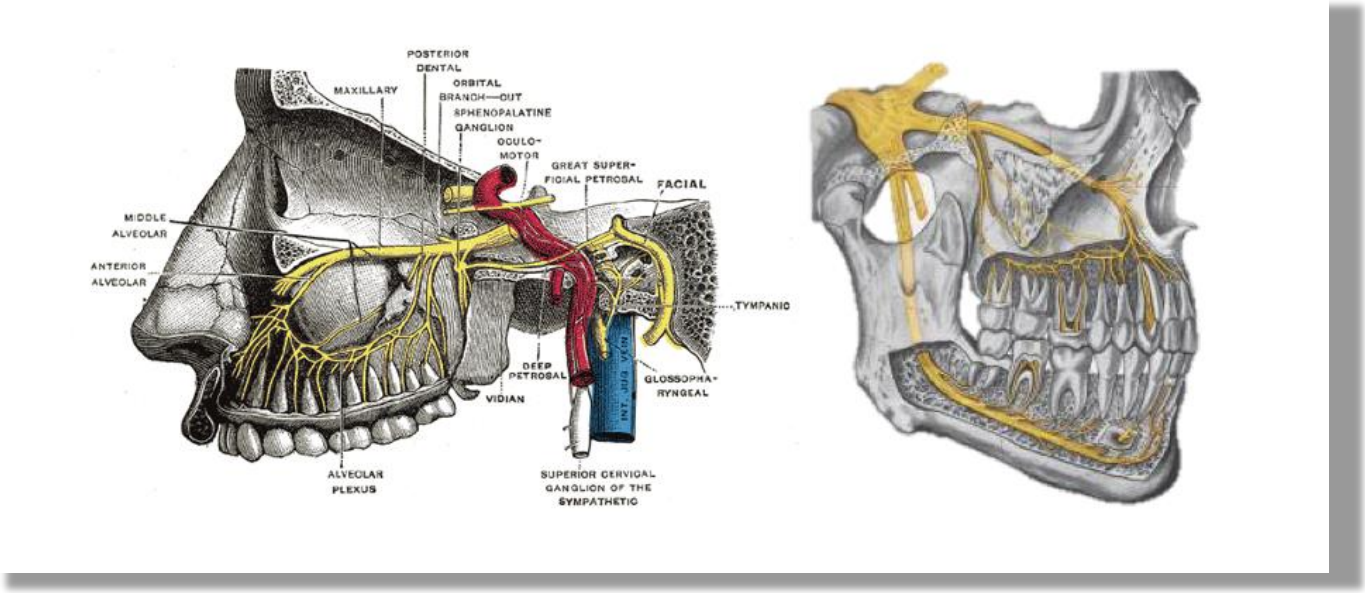
1.3. Innervation du maxillaire

Le nerf maxillaire nait du ganglion trigéminé, qui est situé sur la fossette trigéminale de l'apex de la face antéro-supérieure du rocher de l'os temporal. Il sort du crâne par le foramen rond qui se situe sur la grande aile du sphénoïde, et se dirige vers la fosse ptérygopalatine ou il s'anastomose avec le ganglion sphéno-palatin. De là il entre dans un canal situé dans l'os maxillaire et sous l'orbite, le canal sous-orbitaire, et il en sort par le foramen sous-orbitaire.

Les rameaux nerveux qui vont être en rapport direct avec l'ostéotomie de Schuchardt sont les rameaux palatins et alvéolaires.Les rameaux palatins descendent verticalement pour s'engager dans le canal grand palatin, puis traversent les différents canaux, canal grand palatin pour le nerf grand palatin et

canaux palatins mineurs pour les nerfs palatins mineurs, et innervent la muqueuse du méat inferieur, tout le voile et de la partie postérieure du palais dur.[4]

Figure 5 : Trajet et branches terminales du nerf maxillaire



Source : Kamina, *Carnet d'anatomie.[2], Tête, cou, dos,* 2014.

Les rameaux alvéolaires supérieurs et postérieurs nés du nerf maxillaire avant qu'ils ne pénètrent dans le sillon infra-orbitaire, ils descendent contre la tubérosité du maxillaire et s'enfoncent dans les canaux alvéolaires supérieurs et postérieurs. Les rameaux alvéolaires supérieurs et moyen se détachent du tronc dans le canal infra-orbitaire et descend dans la paroi latérale du sinus. Les rameaux alvéolaires supérieurs et antérieurs se détachent du tronc à l'extrémité antérieure du canal infra-orbitaire. Tous ces rameaux alvéolaires peuvent également faire saillie dans la cavité du sinus maxillaire et être irrités au cours des sinusites ou des chirurgies trans-sinusiennes comme l'ostéotomie de Schuchardt. Ils forment en s'unissant un plexus alvéolaire disposé en arc de cercle au-dessus des racines des dents et innervant les dents, l'os et la muqueuse du sinus maxillaire.[5]

[4] Vacher.
[5] Vacher.

2.Conséquences de l'édentement non compensé et indication de l'ostéotomie de Schuchardt

2.1. Conséquences de l'édentement non compensé

2.1.1 Phénomène de migration dentaire

Les organes dentaires, liés à l'os alvéolaire par le ligament desmodontal subissent au rythme des intercuspidations des forces d'ingression et d'égression qui, si elles sont exercées dans le même axe, s'annulent et permettent de ce fait une certaine stabilité spatiale des dents.

Cependant la perte d'une dent antagoniste va déséquilibrer ce système en faveur de l'égression. La rapidité d'égression d'une dent est dépendante de nombreux facteurs et très variable selon les patients.[6]

Figure 6 : Exemple d'égression du secteur postérieur maxillaire par édentement non compensé



Source : Baeg, « Posterior maxillary segmental osteotomy for management of insufficient intermaxillary vertical space and intermolar width discrepancy: a case report », 2016.

Dans la grande majorité des cas les égressions dentaires concernent les molaires maxillaires ou mandibulaires. D'une part car ce sont les dents postérieures qui sont statistiquement plus atteintes et

[6] Maino et al., « Déplacements orthodontiques pré-prothétiques : vers une meilleure efficacité en utilisant des ancrages osseux temporaires (TADs) ».

donc extraites et d'autre part la tendance actuelle fait que le secteur postérieur n'étant pas une priorité esthétique les patients ont tendance à retarder cette prise en charge. Les dents postérieures ont une activité fonctionnelle essentielle, en effet le calage postérieur participe au maintien de la dimension verticale de la face. Le manque de calage postérieur va entraîner une rotation antihoraire du plan d'occlusion avec une bascule fonctionnelle de la mandibule. Ceci fermant d'autant plus l'espace prothétique. De plus l'absence de dents postérieures reporte la charge de l'occlusion sur les dents restantes, aggravant leurs migrations.[7]

2.1.2 Modification des habitudes masticatrices

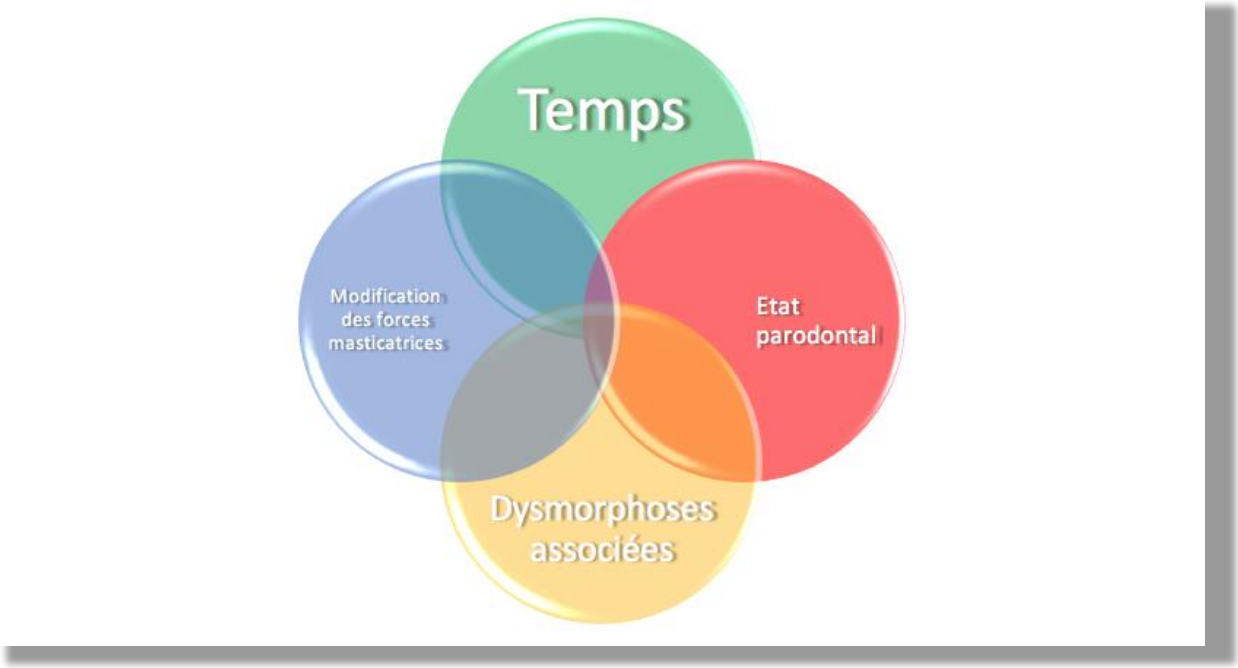
La perte de plusieurs organes dentaires va entraîner chez le patient la mise en place de systèmes de compensation masticatrice sur les dents restantes. En effet la perte des calages postérieurs uni ou bilatéraux va entraîner une bascule du plan d'occlusion dans le plan transversal et sagittal, ceci accentuant les migrations dentaires.

2.1.3 Gradient thérapeutique de récupération de l'espace prothétique

La quantité d'égression dentaire maxillaire postérieure dans le cadre d'un édentement mandibulaire postérieur non compensé est dépendante de nombreux facteurs comme le temps, les forces masticatrices, les habitudes alimentaires, l'état parodontal des dents restantes, les dysmorphoses squelettiques associées ainsi que la qualité de l'occlusion dentaire résiduelle. [8]

[7] Halimi et al., « Relations entre la courbe de Spee et les variables craniofaciales : analyse de régression ».
[8] Halimi et al.

Figure 7 : Facteurs de risque d'apparition des égressions dentaires



Source : Auteur, 2019.

L'attitude thérapeutique à adopter sera dépendante de l'aspect quantitatif et qualitatif de l'espace prothétique à récupérer et elle s'effectuera selon un gradient thérapeutique allant du moins invasif au plus invasif.

Améloplastie

L'améloplastie est une intervention visant à modifier la morphologie de l'émail d'une dent. Il s'agit d'une procédure courante qui consiste à réduire ou modifier le volume d'une couronne dentaire. Son amplitude est limitée par l'anatomie de la dent car elle doit rester strictement dans l'émail pour ne fragiliser l'état pulpaire.

L'améloplastie est donc indiquée pour les pertes d'espace prothétiques allant jusqu'à 2-3 mm maximum.[9]

[9] Piette et Goldberg, *La dent normale et pathologique*.

Ingression orthodontique

Le déplacement d'une dent dans l'os peut être assimilé au déplacement d'un solide dans un fluide de haute viscosité. En effet c'est l'application de forces constantes sur une dent ou un groupe de dents qui va déséquilibrer les rapports entre l'ostéoclasie et l'apposition osseuse grâce aux capteurs desmodontaux et ainsi permettre le déplacement.
L'ingression orthodontique se définit comme le déplacement vertical d'une dent en direction apical. Elle est obtenue par l'application d'une force légère et constante le plus souvent grâce à des ancrages osseux immobiles et des chaînes élastomériques. L'emploi des ancrages osseux permet de limiter considérablement les mouvements parasites que pourraient subir les dents d'appui. Ils permettent également d'appliquer des forces plus importantes et de façon plus précise. Plusieurs types d'ancrages osseux sont à notre disposition : les minivis et les plaques d'ancrage.

Premièrement les minivis, ce sont des vis en titane de surface lisse, l'ostéointégration n'est pas nécessaire et leur mise en charge est immédiate. Le plus souvent pour l'ingression molaire maxillaire il est recommandé de placer au minimum une vis en vestibulaire entre les racines mésiale et distale des molaires ou entre deux dents ainsi qu'une ou deux vis en palatin, ceci afin de réaliser une sorte de hamac avec les élastiques.[10]

[10] Maino et al., « Déplacements orthodontiques pré-prothétiques : vers une meilleure efficacité en utilisant des ancrages osseux temporaires (TADs) ».

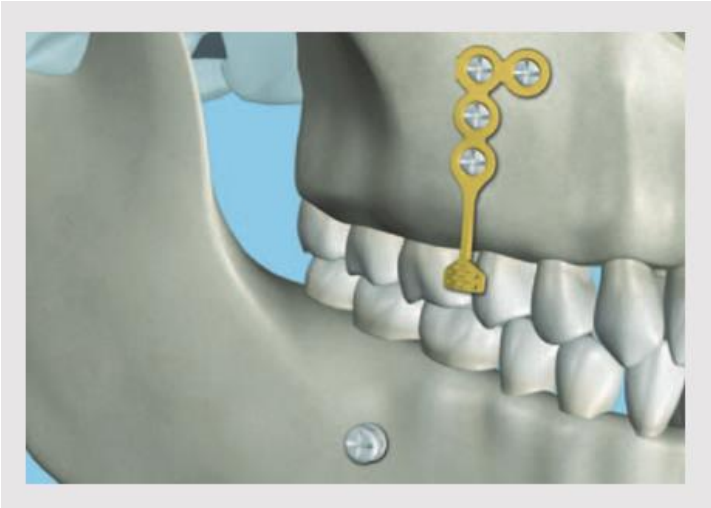
Figure 8 : Ingression molaire à l'aide d'une minivis



Source : Maino, « Déplacements orthodontiques pré-prothétiques : vers une meilleure efficacité en utilisant des ancrages osseux temporaires (TADs) », 2016.

Deuxièmement les plaques d'ancrage, ce sont des dérivés des plaques d'ostéosynthèse, elles sont munies d'une partie vissée contre l'os et d'un bras de longueur et d'extrémité variable. Elles sont lus robustes que les minivis et permettent l'application de forces plus importantes.

Figure 9 : Plaque d'ancrage orthodontique de type Bollard



Source : Synthes, 2018.

Le temps moyen de traitement est estimé à 6-8 mois. Certains auteurs considèrent que la quantité maximale d'ingression d'une dent serait de l'ordre de 3,5-4 mm à cause de la présence du sinus

maxillaire.[11] Cette option thérapeutique présente le grand avantage d'être conservatrice des tissus dentaires, Muller de van (1952) a déclaré que "la préservation de ce qui reste est d'une importance capitale dans le remplacement méticuleux de ce qui a été perdu.[12] [13]

Réhabilitation prothétique

Pour les égressions plus importantes où l'améloplastie n'est pas suffisante, il sera nécessaire de réaliser une modification importante du volume et de la forme de la couronne en réalisant une couronne périphérique avec plus ou moins une élongation coronaire associée.
La réduction est amélaire et dentinaire avec une possibilité d'atteinte pulpaire, dans ce cas il sera nécessaire d'associer à cette thérapeutique un traitement endodontique.
Cette technique présente comme inconvénient majeur une faible économie en tissus dentaires.
La quantité d'espace prothétique obtenu est essentiellement limitée par l'atteinte de la furcation dentaire.[14]
Cette option thérapeutique est très indiquée dans le cas de dents déjà délabrées, nécessitant une réhabilitation par couronne périphérique.

Ostéotomie de Schuchardt

La dernière option thérapeutique est l'ostéotomie segmentaire maxillaire postérieure dite de type Schuchardt. Elle consiste à réaliser une ostéotomie complète du bloc osseux comprenant les dents égressées puis de le refixer dans sa nouvelle position idéale grâce à des plaques d'ostéosynthèse.

Elle est indiquée lorsque la perte d'espace prothétique est importante et ne pouvant être traitée par les autres options thérapeutiques. Certains auteurs estiment qu'au-delà de 6-7 mm seule l'ostéotomie

[12] Rebuffet, « Approche biomécanique des traitements orthodontiques à l'aide d'ancrages squelettiques ».
[13] Eswaran, « Preventive prosthodontics: use of conventional over denture to preserve the residual hard and soft tissues-a case report ».
[14] Fajri, Berrada, et Merzouk, « L'articulateur dans l'étude pré-prothétique en prothèse amovible partielle ».

permet d'obtenir le résultat escompté.[15]Elle présente comme avantage une récupération de l'espace prothétique immédiatement, en peropératoire avec un contrôle du résultat.[16]

La hauteur moyenne nécessaire est comprise le plus souvent entre 6 et 8 mm, ceci correspondant à la hauteur moyenne d'une couronne dentaire. L'amplitude des mouvements verticaux obtenue par l'ostéotomie de Schuchardt est plus importante que les autres options thérapeutiques. En effet la hauteur osseuse de la partie sinusienne du maxillaire nous offre des possibilités de résection plus importantes.

Cette technique est connue depuis longtemps, utilisée en premier lieu dans la prise en charge des dysmorphoses orthodontiques dans les cas de béances antérieures. Elle retrouve aujourd'hui son indication dans les prises en charge pré-prothétiques. Il s'agit d'une chirurgie délicate, comprenant de nombreux risques opératoires immédiats ou différés nécessitant une dextérité chirurgicale avancée ainsi qu'une grande connaissance de l'anatomie.

Une étude indienne réalisée par Punde parue en 2013 dans le *Journal of dental implants* a étudié la quantité d'espace prothétique récupéré en moyenne par une ostéotomie de Schuchardt. Il a mesuré l'espace prothétique avant et après l'intervention sur une série de 5 cas.

Tableau 1 : Hauteur osseuse moyenne gagnée par ostéotomie de Schuchardt

Table 1: Interocclusal clearance before and after the procedure

Duration of edentulous condition (months)	Pre-operative interocclusal clearance (mm)	Post-operative clearance (mm)
60	7	10
55	6.5	10
62	6	9.5
64	5.5	9
58	5	9

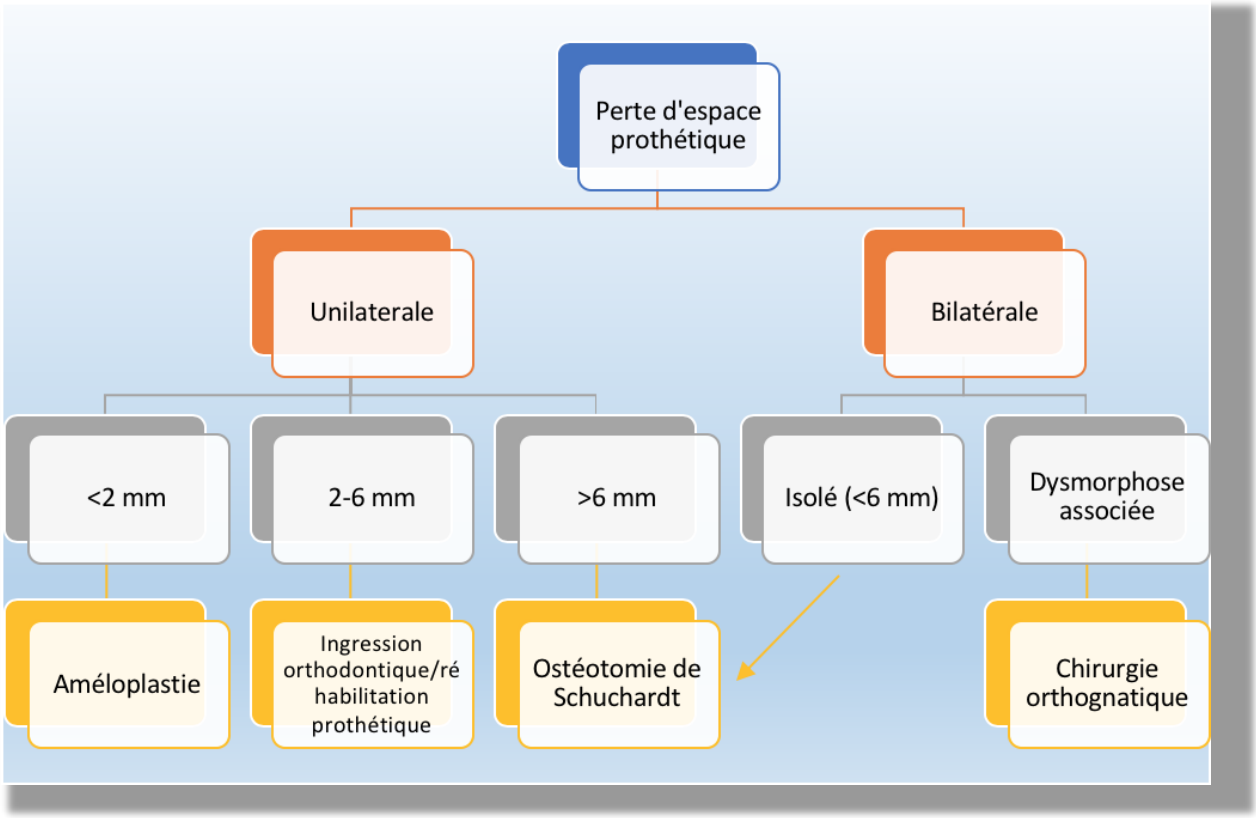
Source : Punde, « Gaining vertical interarch space for implant placement : the surgical protocol - series of five cases », 2013.

[15] Meningaud, Corcos, et Pitak-Arnnop, « Ostéotomie de Schuchardt à visée préimplantaire ».
[16] Punde, « Gaining vertical interarch space for implant placement : the surgical protocol - series of five cases ».

Les 5 patients de l'étude étaient tous compris entre 25 et 35 ans, les dents concernées étaient toutes en excellent état de conservation. Les résultats retrouvent une moyenne de 4 mm de gain. [17] Cette étude montre des résultats qui semblent faibles après avoir pratiqué une ostéotomie. Si nous analysons de plus près l'espace prothétique nécessaire dans les cas présentés nous nous rendons compte que l'espace manquant est faible, sachant qu'en moyenne la hauteur nécessaire pour une dent postérieure est de 7,5 à 9 mm, ici il ne manque que 3-4 mm. Nous pouvons donc nous poser la question de l'indication de l'ostéotomie dans ce cas, une ingression orthodontique, moins invasive, aurait peut-être pu être envisagée.

Il est très important d'étudier en amont toutes les possibilités thérapeutiques qui s'offrent à nous afin de choisir la plus adaptée au cas.

Figure 10 : Arbre décisionnel face à la perte d'espace prothétique



Source : Auteur, 2019.

[17] Punde.

Cet arbre décisionnel découle d'une étude de la littérature sur les différentes techniques citées ci-dessus. Il tente de simplifier les choix face aux différents cas cliniques auxquels nous devons faire face. Il est nécessaire de l'adapter à chaque cas clinique.

2.2 Examen tridimensionnel de l'espace prothétique

L'examen de l'espace prothétique disponible doit être le prérequis indispensable avant de débuter tout plan de traitement. Il est important de rappeler que la finalité de nos thérapeutiques chirurgicales est de placer une prothèse dentaire permettant de restaurer la fonction manducatrice et l'esthétique.

L'espace prothétique s'évalue tout d'abord de façon clinique avec des mesures et analyses de l'édentement mais aussi paracliniques avec la radiologie.

2.2.1 Clinique

La qualité du support parodontal, l'état dentaire des dents égressées, les éventuelles infections sur les dents adjacentes sont des critères cliniques à évaluer avant l'indication de cette chirurgie. En effet si les dents concernées ne sont pas conservables, les thérapeutiques visant à les ingresser ne sont évidemment plus indiquées.

L'analyse de l'espace prothétique se réalise dans les 3 sens de l'espace : mésio-distal (M-D), transversal et vertical.

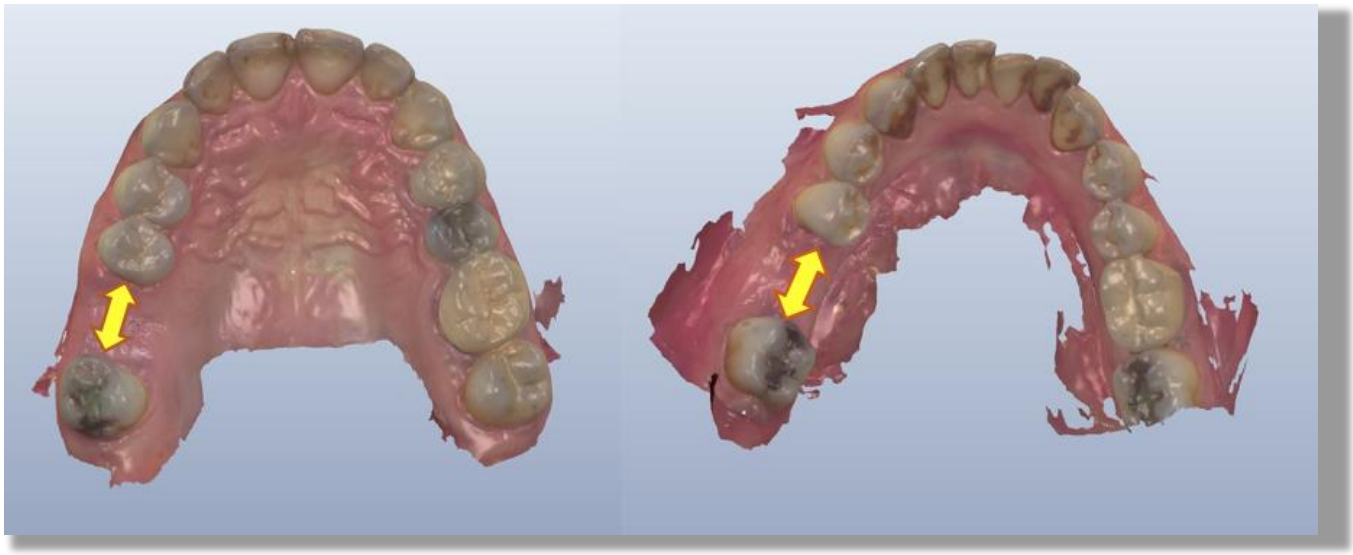
Sens mésio-distal

Il consiste à mesurer la distance entre les dents bordants l'édentement en partant de la ligne de plus grand contour.
Selon une étude anthropologique le diamètre mésio-distal moyen des dents mandibulaires est le suivant :

- Molaire : 9-11 mm
- Prémolaire : 6,5-7,5 mm [18]

[18] Piette et Goldberg, *La dent normale et pathologique*.

Figure 11 : Espace prothétique M-D sur un édentement d'une molaire maxillaire (gauche) et mandibulaire (droite), Fichiers STL, empreintes optiques avec le système 3shape



Source : Auteur, logiciel et caméra optique 3shape, 2019.

Sens Transversal

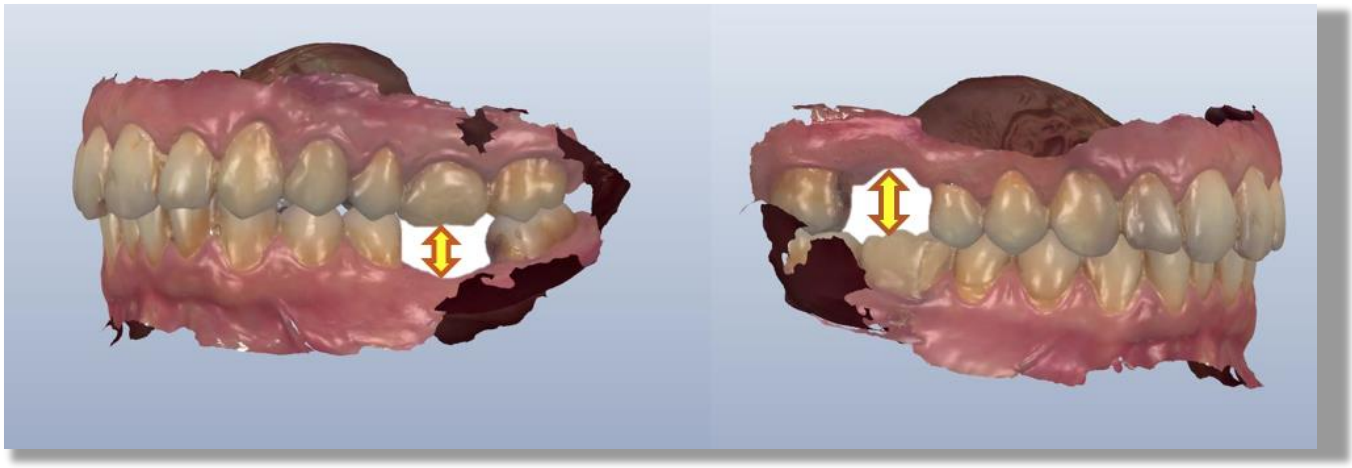
La cuspide palatine de la dent maxillaire doit se trouver à l'aplomb de la crête mandibulaire. Le plus souvent la migration des dents antagonistes ne se fait pas de manière rectiligne strict, ceci pouvant créer un futur inversé d'articulé. Cette notion est à anticiper avant la chirurgie car l'ostéotomie de Schuchardt doit permettre de retrouver un sens transversal correct.

Sens vertical

C'est le sens le plus atteint lors des pertes d'espace prothétique, le sens vertical se mesure de la cuspide la plus basse des dents antagonistes jusqu'à la crête édentée. La hauteur minimale pour placer une prothèse est d'environ 7,5 mm.[19]

[19] Piette et Goldberg.

Figure 12 : Espace prothétique vertical sur un édentement d'une molaire maxillaire (gauche) et mandibulaire (droite), fichiers STL, empreinte optique avec le système 3shape



Source : Auteur, logiciel et caméra optique 3shape, 2019.

Figure 13 : Photos cliniques endobuccales montrant une forte égression du secteur postérieur maxillaire



Source : Dr Ketoff, Hôpital Saint-Joseph, Paris, 2019.

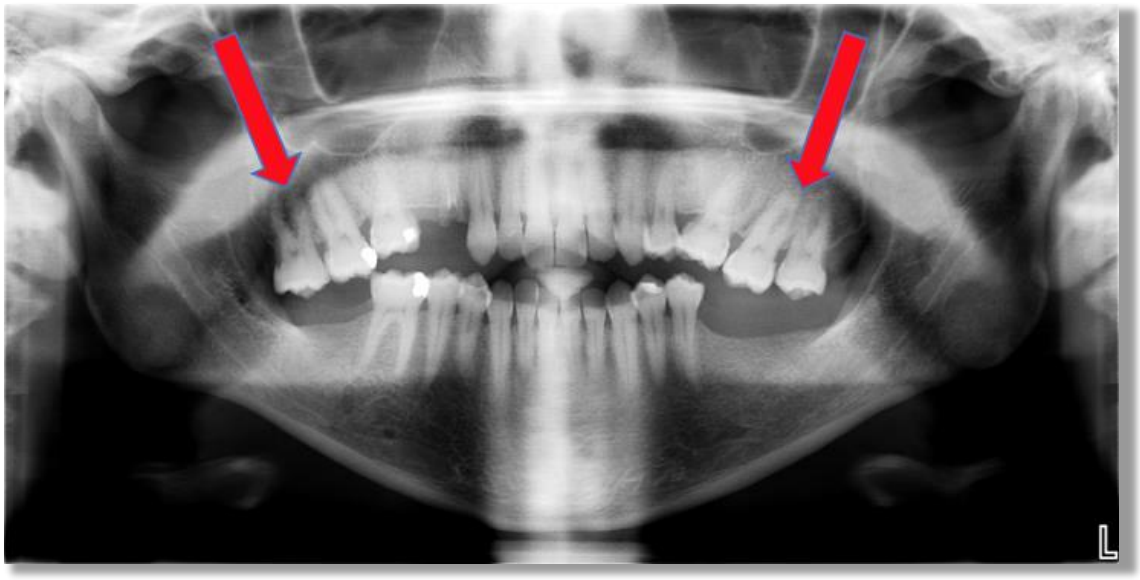
Une méthode simple et rapide pour la mesurer cliniquement est l'utilisation d'une sonde graduée utilisée en parodontologie. La mesure s'effectue de la cuspide la plus coronale de la dent égressée jusqu'au contact de la muqueuse antagoniste de la crête édentée.

2.2.2 Paraclinique

Panoramique dentaire

La radiographie panoramique est un bon examen de débrouillage pour évaluer l'espace prothétique vertical mais il n'est pas suffisant pour la planification chirurgicale.

Figure 14 : Panoramique dentaire montrant une égression des secteurs postérieurs à gauche et à droite



Source : Dr Ketoff, Hôpital Saint-Joseph, Paris, 2019.

L'examen du cas clinique doit nous amener à chercher s'il existe des dysmorphoses dento-squelettiques associées. En effet la perte d'espace prothétique peut être la conséquence d'une anomalie du sens vertical des bases osseuses et non d'origine alvéolaire uniquement.

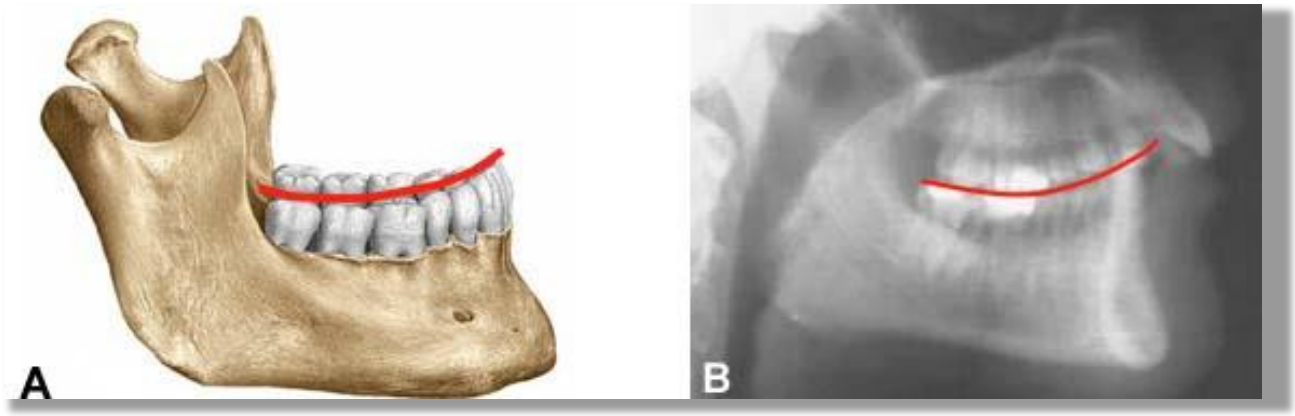
De ce fait, une étude céphalométrique doit toujours être menée à la recherche de dysmorphoses dento-squelettiques. Nous choisirons d'analyser les critères qui interagissent avec les dysmorphoses alvéolaires comme : la courbe de Spee, le décalage sagittal des bases osseuses, le guidage antérieur.

Analyse squelettique de profil

➔ La courbe de Spee :

La courbe de Spee est définie comme la courbe anatomique établie suite à l'alignement occlusal des dents dans le plan sagittal, en commençant par la pointe cuspidienne de la canine mandibulaire jusqu'aux pointes cuspidiennes vestibulaires des molaires en passant par les pointes cuspidiennes vestibulaires des prémolaires donnant naissance à une courbe à concavité supérieure.[20]

Figure 15 : Courbe de Spee schématique sur la figure A et sur une téléradiographie de profil sur la figure B



Source : Orthodontistes Lemay, 2017.

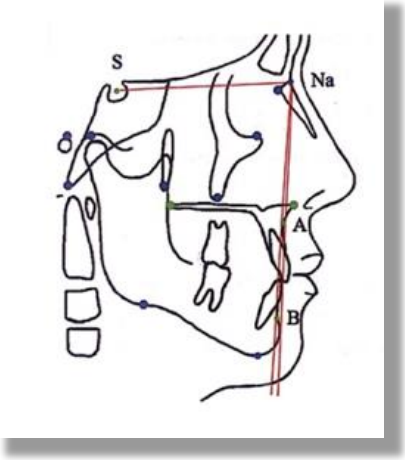
La courbe de Spee est modifiée lors des pertes d'espaces prothétiques postérieurs, la téléradiographie de profil nous permet d'évaluer et de quantifier la migration alvéolaire postérieure.

➔ Le décalage sagittal des bases osseuses : les angles de Steiner

- **SNA :** étage antérieur de la base du crâne et point Nasion (Na) au point le plus déclive sous-nasal, norme = 82°, cet angle renseigne la position sagittale du maxillaire
- **SNB :** Étage antérieur de la base du crâne et point Nasion (Na) au point le plus déclive sus-mentonnier, norme = 80°, cet angle renseigne la position sagittale de la mandibule
- **ANB :** rapports sagittaux entre le maxillaire et la mandibule, indépendamment de la base du crâne.

[20] Halimi et al., « Relations entre la courbe de Spee et les variables craniofaciales : analyse de régression ».

Figure 16 : Angles de Steiner



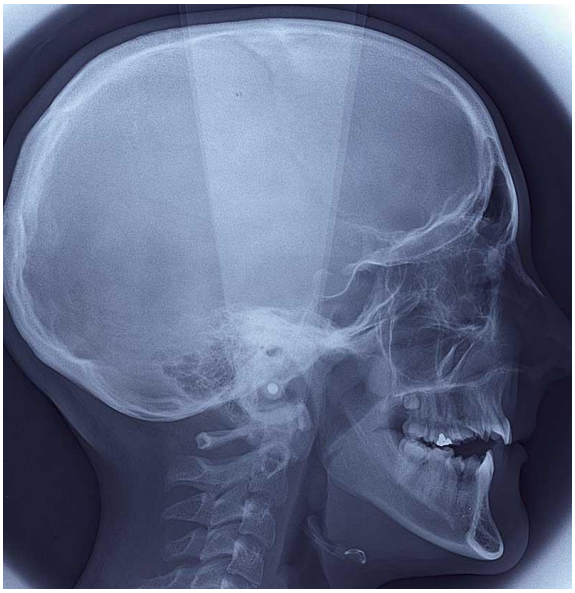
Source : Gola et al. *Analyse céphalométrique fonctionnelle et esthétique de profil*, 2006.

L'analyse des angles de Steiner sur la téléradiographie de profile permet d'évaluer le décalage sagittal des bases osseuses maxillaire et mandibulaire. En cas de dysmorphose des bases osseuses une prise en charge orthognatique de l'espace prothétique peut être privilégiée à l'ostéotomie segmentaire.

➔ Le guide antérieur de l'occlusion

L'analyse du guide antérieur de l'occlusion est primordiale pour diagnostiquer une perturbation de type béance ou supracclusion. En effet, comme pour le décalage sagittal des bases, la prise en charge orthognatique de ces défauts doit être privilégiée, en essayant de prendre en compte également la perte d'espace prothétique postérieure.

Figure 17 : Téléradiographie de profil montrant une béance antérieure



Source : Béziat, « Chirurgie orthognatique piezoelectrique », 2013.

3.Planification chirurgicale

3.1 Enregistrement de la situation clinique

La planification chirurgicale est l'étape clé après le diagnostic et la décision du plan de traitement. C'est une étape obligatoire qui nécessite de la rigueur. Elle est garante du bon déroulement de l'intervention et de l'obtention d'un résultat fiable et reproductible.

3.1.1. Empreintes

Dans un premier temps, prise d'empreinte alginate des deux arcades puis coulée des modèles avec un plâtre solide et précis type IV par exemple.

Figure 18 : Modèles en plâtre maxillaire et mandibulaire, situation clinique initiale

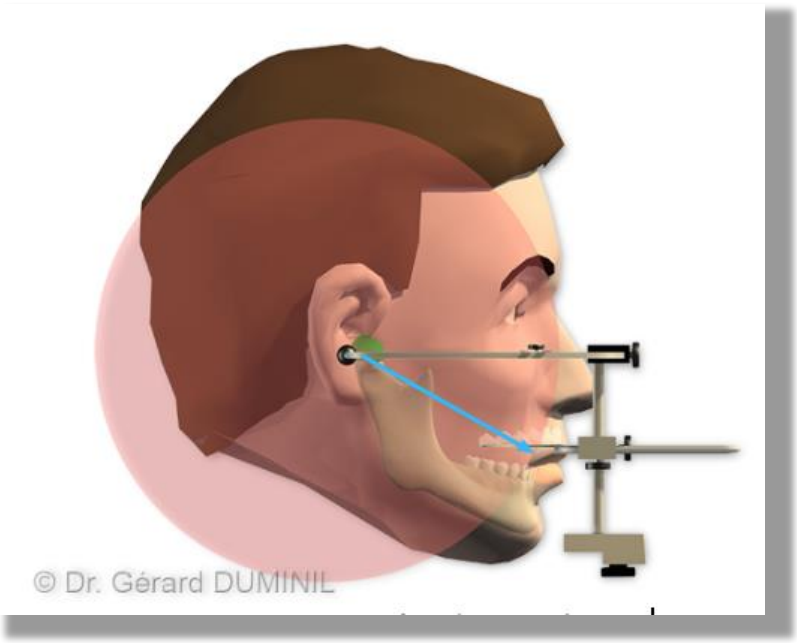


Source : Auteur, 2019.

3.1.2. Enregistrement de l'arc facial

Dans un deuxième temps l'étape clé est l'enregistrement d'un arc facial : le but étant d'enregistrer la position spatiale du maxillaire par rapport aux composants postérieurs de l'occlusion, à savoir les articulations temporo-mandibulaires gauche, droite et la pente condylienne.

Figure 19 : Schéma d'enregistrement d'un arc facial



Source : Duminil, « L'arc facial en 2min15 », 2015.

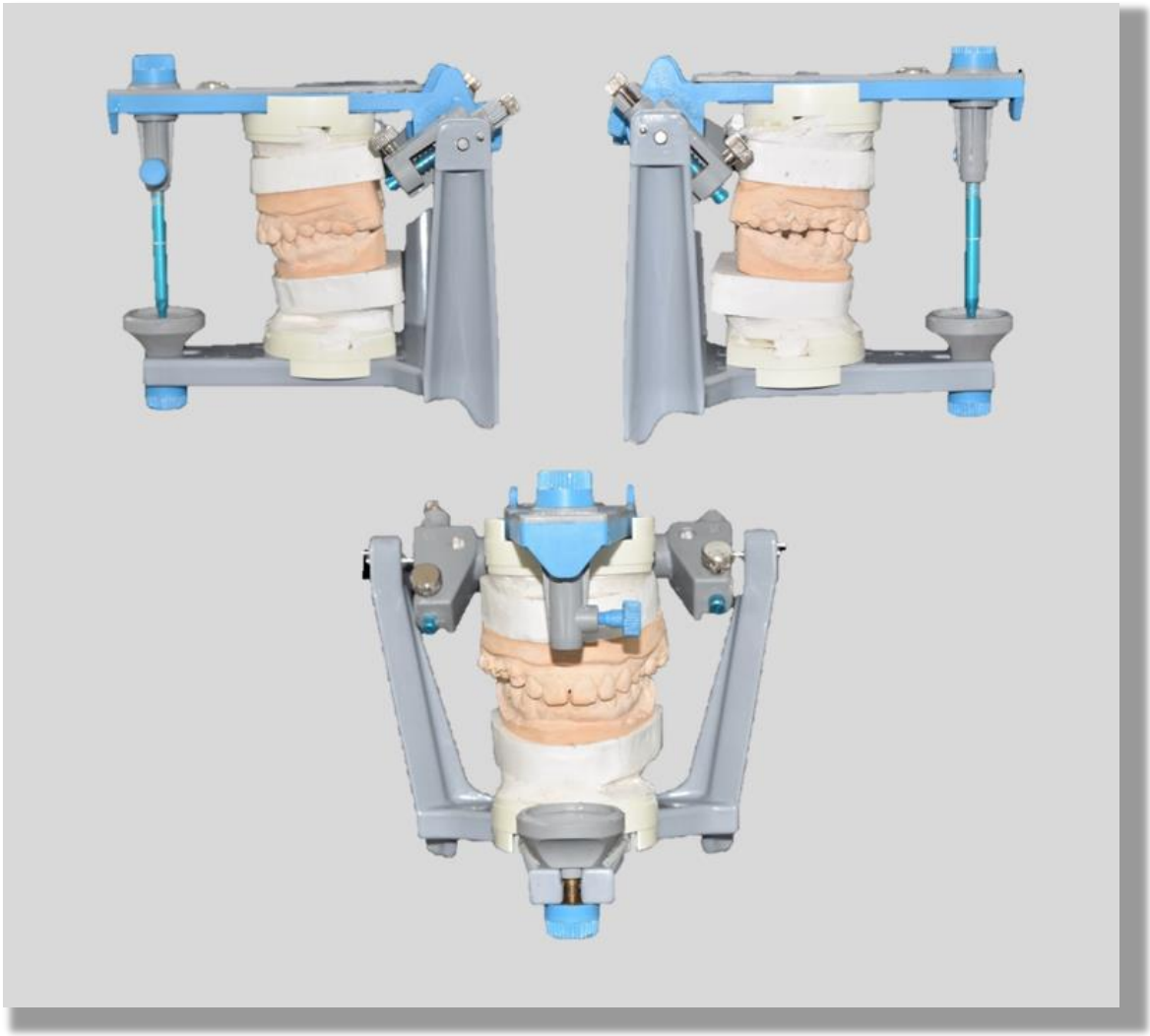
L'arc facial va permettre de monter sur l'articulateur le modèle maxillaire dans une position spatiale la plus proche possible de la réalité clinique. Cette étape est importante car dans le cas d'une perturbation de la courbe d'occlusion le modèle ne peut pas être monté grâce à la table de montage standard.

Le modèle en plâtre mandibulaire sera monté sur articulateur à son tour via un enregistrement du rapport intermaxillaire.

3.1.3. Enregistrement inter-maxillaire

Il consiste à placer du silicone entre les deux arcades et réaliser un mordu occlusal pour l'enregistrer en relation centrée, guidée par le praticien si besoin. L'enregistrement de la situation clinique permet au praticien de se passer du patient pour poursuivre son analyse et avoir une vision spatiale plus précise en pivotant autour de l'articulateur. Le bilan peut être complété par des photos intra-buccales comme référence clinique de départ.

Figure 20 : Situation initiale transposée sur un articulateur



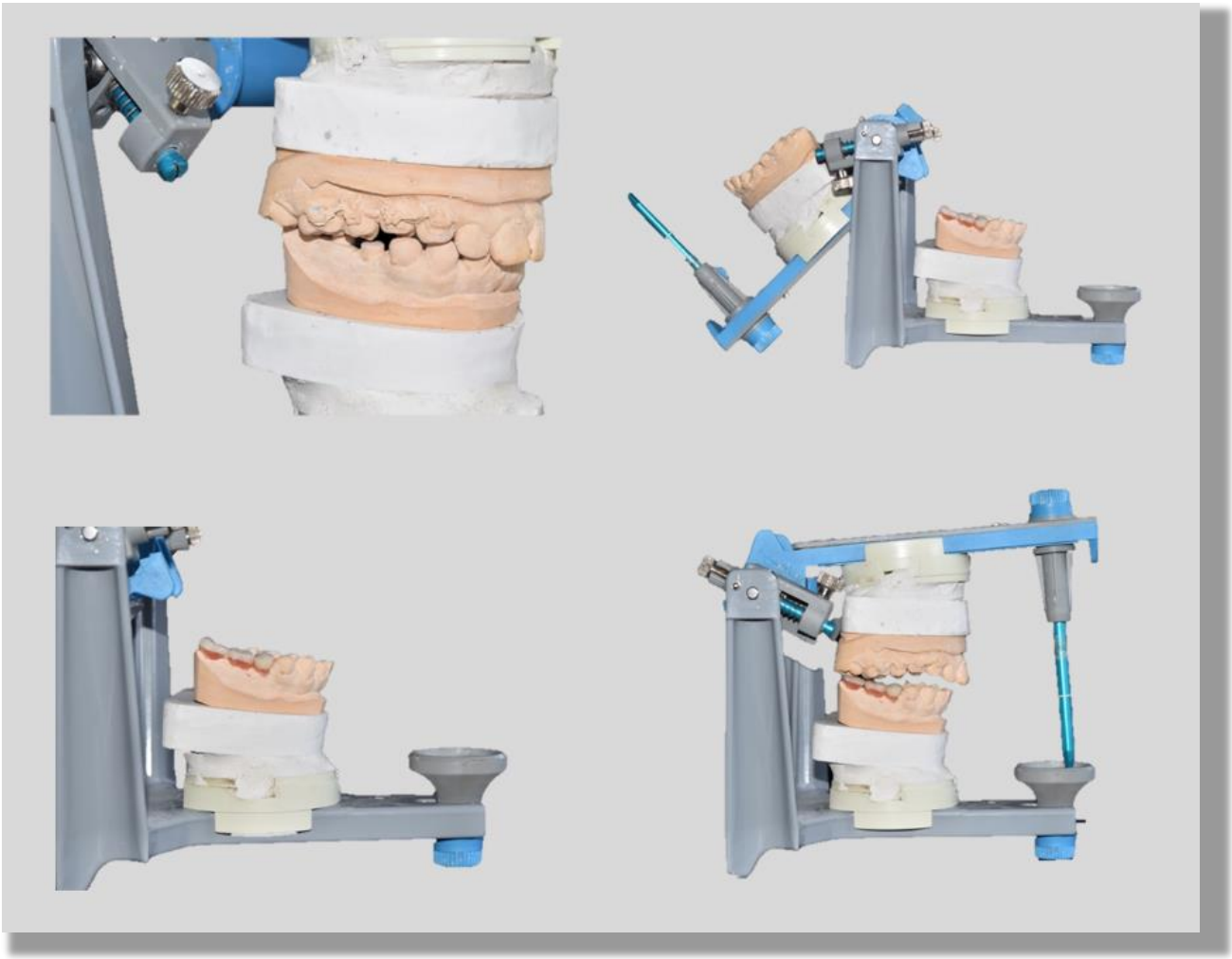
Source : Auteur, 2019.

3.2 Simulation prothétique antagoniste

Le but de l'ostéotomie segmentaire ici est de récupérer un espace prothétique suffisant dans le but de réhabiliter prothétiquement l'arcade antagoniste par une prothèse dentaire fixe ou amovible.

Cette étape consiste à demander au prothésiste de réaliser un waxup (si prothèse fixe) ou un montage directeur (si prothèse amovible) des futures prothèses dentaires. Il s'agit d'une simulation idéale du plan de traitement prothétique, il doit être la référence pour simuler l'ostéotomie. Cette nouvelle occlusion virtuelle va nous servir pour simuler l'ostéotomie et replacer le fragment osseux.

Figure 21 : Simulation des prothèses antagonistes sur articulateur

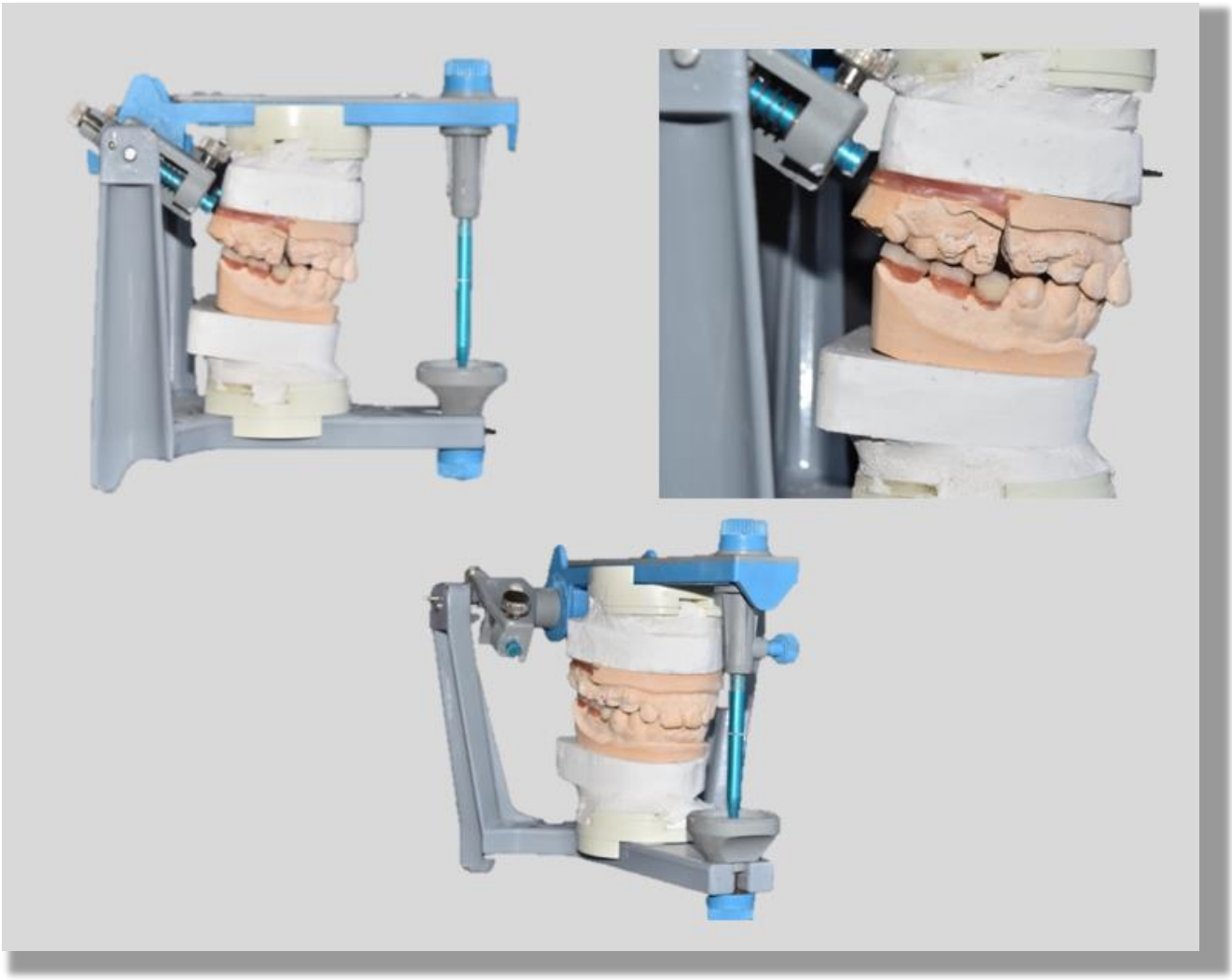


Source : Auteur, 2019.

3.3 Quantification et simulation de l'ostéotomie sur l'articulateur

A l'aide d'une scie à plâtre fine, nous scions le plâtre au niveau des futures ostéotomies verticales puis au niveau de l'ostéotomie sus-apicale. Une fois le bloc de plâtre séparé il est nécessaire de diminuer sa taille pour simuler l'impaction jusqu'à obtenir une occlusion stable sur l'articulateur avec les waxup des dents antagonistes. Une fois en bonne position nous le fixons à l'aide de cire de laboratoire.

Figure 22 : Simulation de l'ostéotomie sur articulateur avec réglage occlusal



Source : Auteur, 2019.

Figure 23 : Simulation d'une ostéotomie bilatérale sur articulateur et fixation à la cire de laboratoire



Source : Dr Ketoff, Hôpital Saint-Joseph, Paris, 2019.

3.4 Confection d'un outil de repositionnement

Le repositionnement du bloc d'ostéotomie est l'étape clé avant la mise en place des plaques d'ostéosynthèse, cette nouvelle position est calculée par rapport à l'occlusion souhaitée, comme expliqué au paragraphe précédent. Lors de l'ostéosynthèse le fragment osseux doit être immobilisé en bonne position occlusale. Pour cela, plusieurs outils sont à notre disposition, soit nous réalisons une gouttière de repositionnement en résine que nous fixons à l'arcade traitée, soit nous réalisons un duplicata de la future prothèse antagoniste puis nous fixons l'occlusion inter-arcade comme en traumatologie.

Dans le cas d'une gouttière de repositionnement, nous demandons au prothésiste de réaliser une gouttière en résine de toute l'arcade sur le modèle préparé. Elle devra être réalisée en résine dure, non déformable, même après un cycle de stérilisation et comporter des trous avec de pouvoir passer des torons métalliques et fixer l'occlusion durant l'ostéosynthèse.
Dans le cas d'utilisation de prothèse antagoniste, nous demandons au prothésiste un duplicata de la future prothèse, une fois l'ostéotomie réalisée et obtention de la nouvelle occlusion, nous pouvons réaliser un blocage inter-arcade classique de traumatologie.

Dans le cas où des implants ont déjà été posés au niveau de l'arcade antagoniste il peut être judicieux de réaliser en amont de la chirurgie une empreinte pour prothèses implantaires (ciel ouvert ou fermé), ceci afin de placer le jour de l'intervention le repère occlusal. Cette technique permet par ailleurs d'améliorer la pérennité des résultats obtenus en réalisant une contention fiable de la nouvelle occlusion. [21]

L'ostéosynthèse d'une ostéotomie de Schuchardt présente un risque important d'instabilité post-opératoire pour plusieurs raisons :

- Axe de rotation palatin non ostéosynthésé.
- Faible étendue du fragment
- Plaques rapprochées, pas de trépied mécanique
- Pulsion linguale néfaste et qui tente de vestibuler le montage.
- Occlusion non stabilisée

De ce fait, il est important d'apporter un moyen de contention supplémentaire durant les premières semaines.

La plaque palatine est réalisée par le prothésiste en résine transparente (surveillance d'un éventuel hématome ou d'une nécrose du palais), dure et fixée aux dents maxillaires à l'aide de torons métalliques. Elle est laissée en place au moins 6 semaines, temps de la consolidation osseuse.[22]

Un autre moyen de contention intéressant est la mise en place d'une prothèse amovible mandibulaire immédiate ou la mise en charge des implants pendant l'intervention pour retrouver un repère occlusal et éviter les récidives précoces.

[21] Meningaud, Corcos, et Pitak-Arnnop, « Ostéotomie de Schuchardt à visée préimplantaire ».
[22] Béziat, *Chirurgie orthognatique piézoélectrique : diagnostic, indications, préparation orthodontique, réalisation des plans d'occlusion, techniques chirurgicales piézoélectriques*.

4.Protocole chirurgical

4.1 Contre-indications

4.1.1 Générales

Les contre-indications générales concernent l'état de santé global du patient. Elles concernent essentiellement les contre-indications à l'anesthésie générale telles que les pathologies systémiques non stabilisées. On notera aussi comme contre-indication générale l'absence de motivation du patient.

4.1.2 Locales

Le respect du gradient thérapeutique

L'ostéotomie de Schuchardt apparait comme la solution thérapeutique la plus adaptée dans le cas d'égressions dentaires extrêmes. Elle est la plus invasive et son indication doit scrupuleusement être évaluée. Elle est contre-indiquée pour les pertes d'espace prothétiques légères (améloplasties / ingressions orthodontiques) ou moyennes (réhabilitation prothétique / ingression orthodontique).

Dysmorphose associée

Lorsque la perte d'espace prothétique postérieur maxillaire est liée à une dysmorphose dento-squelettique cela peut contre-indiquer une ostéotomie alvéolaire simple. En effet lorsqu'il existe une perte de hauteur postérieure par bascule du maxillaire en arrière il est préférable de réaliser une ostéotomie totale du maxillaire de type Lefort I avec une impaction postérieure.

Infections à proximité

Toute infection à proximité d'une zone à opérer doit être évaluée et traitée en amont, ceci afin d'éviter des complications post-opératoires (infection dentaire de type granulome, kyste ou cellulite, sinusite maxillaire aigue).[23]

[23] Béziat.

4.2 Protocole chirurgical

4.2.1 Installation du patient

Le patient est installé sur la table d'opération en décubitus dorsal.

4.2.2 Anesthésie

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale avec une intubation nasotrachéale à l'aide d'une sonde préformée. L'intubation de type nasotrachéale nous laisse le contrôle essentiel de l'occlusion dentaire. Il n'est pas nécessaire de placer une sonde nasogastrique en première intention dans ce type d'intervention car l'alimentation liquide et froide en per os est autorisée, il n'est pas nécessaire de réaliser un blocage interdentaire en post-opératoire en première intention.[24]

L'anesthésie générale sera complétée d'une infiltration locale à la lidocaïne adrenalinée, ceci ayant plusieurs buts :

- Anticiper l'antalgie post-opératoire
- Participer à l'hémostase
- Amorcer un décollement des tissus.

Une infiltration en fin d'intervention à la ropivacaïne adrenalinée diminue les douleurs post-opératoires selon une étude de la Haute autorité de santé pour la Société Française d'Anesthésie et Réanimation.[25]

4.2.3 Choix du tracé d'incision et décollement

Il doit être réfléchi en amont car les sutures ne doivent pas se trouver à l'aplomb d'un site d'ostéotomie.[26] Il est réalisé de préférence à la lame froide, une simple incision horizontale est pratiquée légèrement au-dessus de la ligne muco-gingivale, sans décharge en première intention. L'incision est au contact osseux strict et se prolonge en arrière jusqu'à la tubérosité maxillaire.

L'exposition des parois osseuses est une étape importante de la chirurgie. Le décollement est réalisé à l'aide d'une rugine. Il expose d'abord la face jugale du maxillaire et latéralement jusqu'à l'os zygomatique. Puis les faces infra temporales jusqu'aux sutures ptérygomaxillaires et aux lames latérales des processus ptérygoïdes, permettant ainsi de placer une lame malléable au niveau postérieur de la tubérosité en sous périosté. Le décollement se limitera au bloc alvéolaire à déplacer.

[24] Meningaud, Corcos, et Pitak-Arnnop, « Ostéotomie de Schuchardt à visée préimplantaire ».
[25] Haute autorité de santé, « Prise en charge de la douleur postopératoire chez l'adulte et chez l'enfant ».
[26] Moloney, Stoelinga, et Tideman, « The posterior segmental maxillary osteotomy: recent applications ».

Enfin, il faut, pour faciliter la fermeture de la voie d'abord, décoller la berge inférieure de l'incision vestibulaire sans la désinsérer du collet des dents. A ce niveau, le décollement doit bien respecter la corticale qui est souvent extrêmement mince en regard des apex dentaires.

Figure 24 : Surface de décollement pour l'ostéotomie de Schuchardt



Source : Auteur, 2019.

4.2.4 Ostéotomies

Les ostéotomies peuvent être réalisées soit à la micro-scie mécanique sous irrigation continue au sérum glacé soit à l'aide de la piézochirurgie qui, selon Beziat et al. 2013 permet une ostéotomie plus précise (1,5mm de large selon l'insert) et un moindre échauffement de l'os.[27]

L'architecture des ostéotomies doit être conceptualisée en amont afin de faciliter les mouvements du bloc osseux. Dans les cas simples de translation il est possible de les réaliser à main levée sans aide, cependant dans les mouvements complexes du bloc osseux avec des zones de résection multiples il

[27] Béziat, *Chirurgie orthognatique piézoélectrique : diagnostic, indications, préparation orthodontique, réalisation des plans d'occlusion, techniques chirurgicales piézoélectriques*.

est fortement conseillé de préfigurer les ostéotomies à l'ordinateur et de s'aider d'un guide de coupe.[28]

Figure 25 : Schéma d'ostéotomie de Schuchardt



Source : IntechOpen, 2016.

Ostéotomie horizontale sus-apicale

L'ostéotomie horizontale se situe au minimum 3 à 5 mm au-dessus des apex dentaires, ceci afin de ne pas léser le paquet vasculo-nerveux apportant la vascularisation de la pulpe dentaire.[29] Elle s'effectue sur la face infra-temporale, sous l'apophyse pyramidale et en s'incurvant progressivement vers le bas. Elle se termine au contact de la lame latérale du processus ptérygoïde en arrière de la tubérosité.

Lors d'un mouvement d'impaction simple dans le plan sagittal elle est composée de deux traits d'ostéotomie parallèles éloignés de la quantité d'impaction nécessaire. La plupart du temps les mouvements du bloc osseux sont plus complexes, mêlant impaction verticale, rotation sagittale et l'ajustement transversal.

Si le mouvement souhaité du bloc osseux est une rotation autour de l'axe palatin il sera nécessaire de pratiquer deux incisions osseuses horizontales et de reséquer l'os au centre.

Cette ostéotomie peut être aidée d'un guide de coupe réalisé grâce au scanner, permettant de s'assurer d'une coupe à distance des apex dentaires.[30]

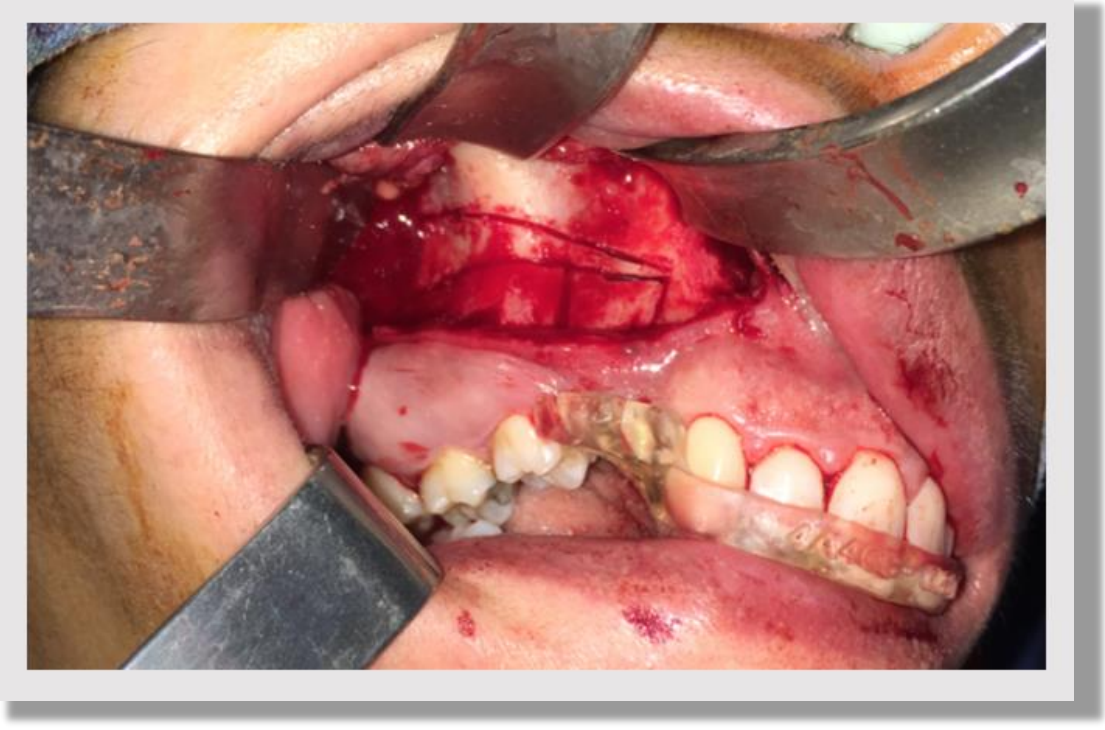
[28] Gilles, Couvreur, et Dammous, « Ultrasonic orthognathic surgery: enhancements to established osteotomies ».
[29] Punde, « Gaining vertical interarch space for implant placement : the surgical protocol - series of five cases ».
[30] Ataoglu, Kucukkolbası, et Ataoglu, « Posterior segmental osteotomy of maxillary edentulous ridge: an alternative to vertical reduction ».

Figure 26 : Ostéotomie sus-apicale horizontale pour translation après résection osseuse



Source : Dr Guyon, Hôpital Pitié-Salpêtrière, Paris, 2018.

Figure 27 : Ostéotomie sus-apicale en triangle pour bascule antérieure avec guide de coupe directionnel en place



Source : Dr Ketoff, Hôpital Saint-Joseph, Paris, 2019.

Ostéotomie verticale antérieure

Elle doit s'effectuer de préférence à la piézochirurgie et à distance des racines des dents adjacentes. Elle se poursuit le plus profondément possible sans léser le périoste du côté palatin. Il est fortement conseillé de placer un doigt en rappel contre la paroi palatine afin de quantifier et contrôler la progression de l'ostéotomie et arrêter le geste avant la perforation du périoste, voire de la muqueuse.[31]

Enfin cette ostéotomie peut être complétée grâce à un ostéotome et un maillet en prenant garde de ne pas léser le périoste palatin.

Lors des mouvements importants de rotation sagittale, il peut être nécessaire d'extraire la dent adjacente afin d'obtenir l'espace nécessaire.

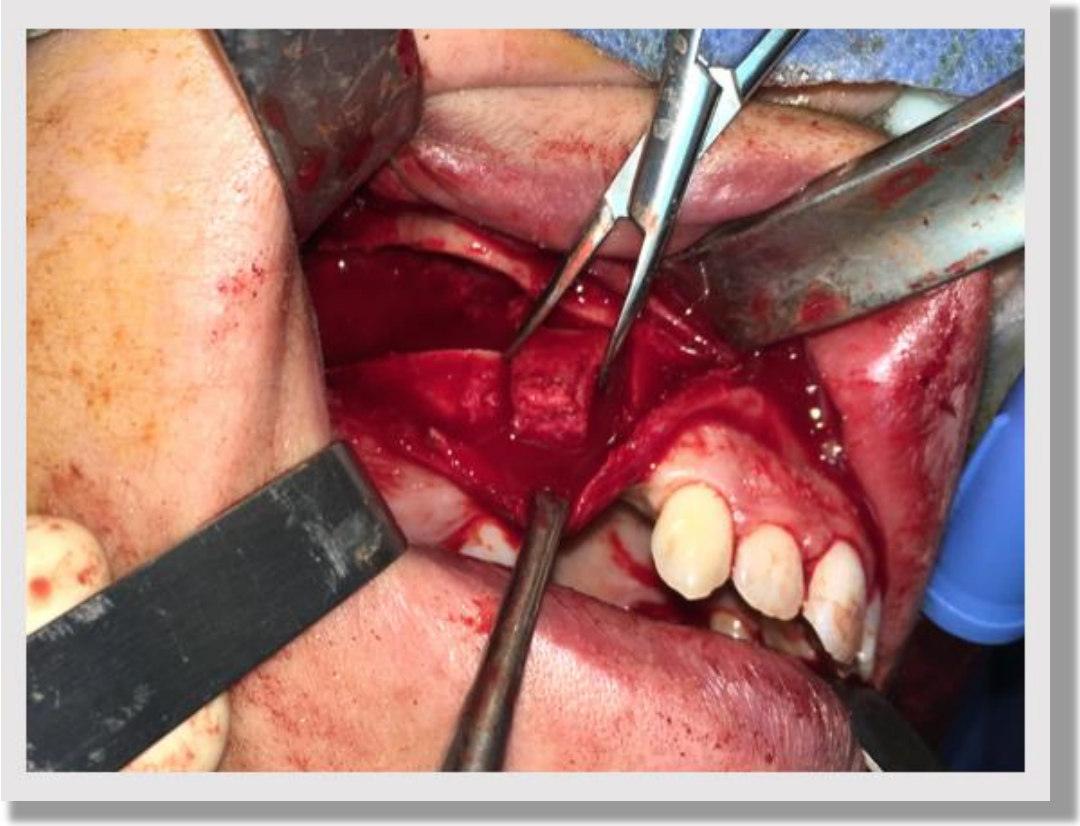
Figure 28 : Ostéotomie verticale sans résection pour translation apicale du bloc osseux



Source : Dr Guyon, Hôpital Pitié-Salpêtrière, Paris, 2018.

[31] Kashani et Rasmusson, « Osteotomies in orthognathic surgery ».

Figure 29 : Ostéotomie verticale avec résection osseuse pour bascule antérieure du bloc osseux

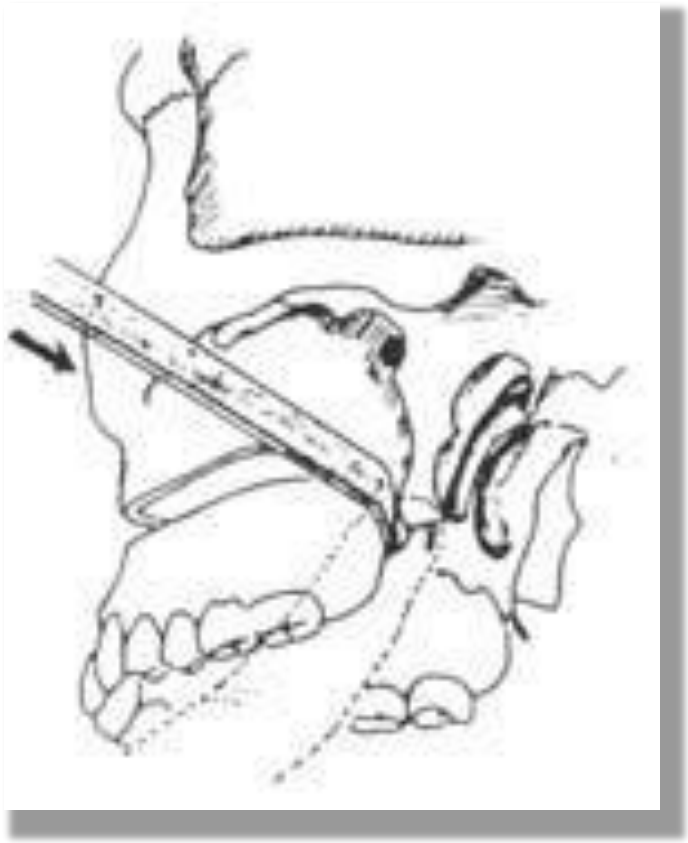


Source : Dr Ketoff Hôpital Saint-Joseph, Paris, 2019.

Ostéotomie postérieure, disjonction ptérygo-maxillaire

Elle ouvre la suture ptérygo-maxillaire, selon Beziat et al. en 2013 il est préférable d'utiliser la piézochirurgie avec des inserts coudés de type 0T8R ou OT8L afin de limiter le risque de lésion de l'artère maxillaire. Il est essentiel de garder un contact osseux strict en suivant la partie postérieure de la tubérosité. L'application de micromouvements de dehors en dedans avec de faibles forces permet de sentir parfaitement le passage de l'insert ay travers de la jonction osseuse.

Figure 30 : Schéma de disjonction ptérygo-maxillaire à l'ostéotome courbe avec contrôle digital

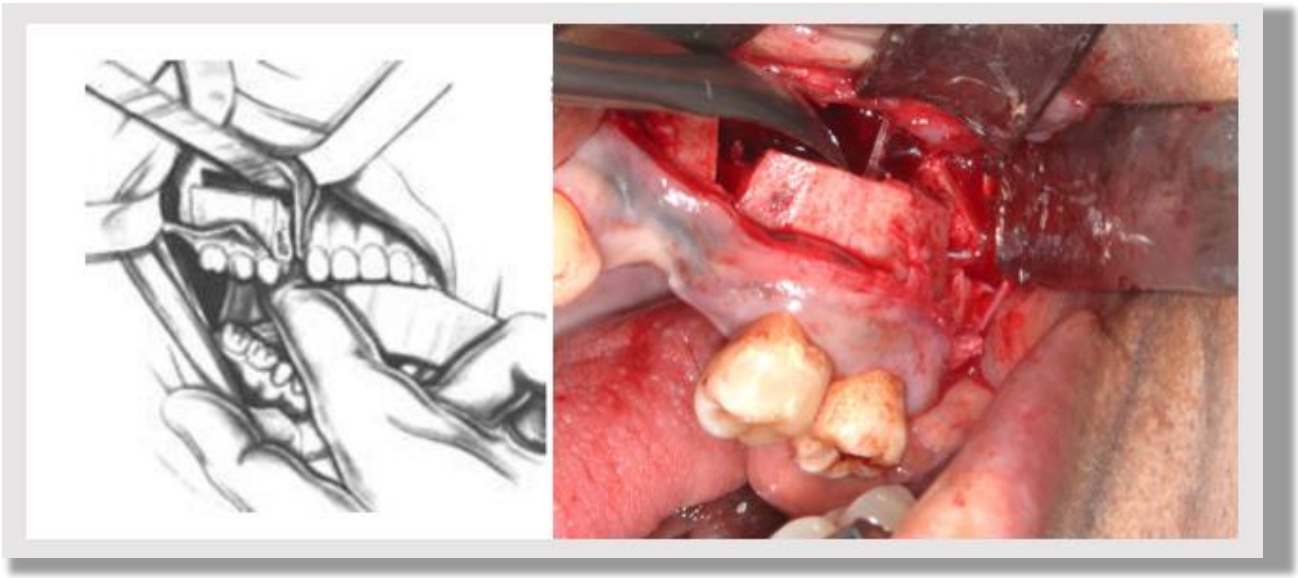


Source : IntechOpen, 2016.

Disjonction / Bascule palatine de l'ostéotomie

Avant de procéder à l'ostéotomie palatine, un geste de bascule médial du bloc osseux par pression digitale va permettre de rompre la paroi palatine osseuse et d'accéder en vision directe trans-sinusienne à cette paroi palatine. Cette disjonction peut être réalisée à l'aide d'une rugine ou d'un disjoncteur de Tessier.

Figure 31 : Bascule palatine à l'aide d'une rugine



Source : Source : Dr Guyon, Hôpital Pitié-Salpêtrière, Paris, 2018.

Figure 32 : Bascule palatine à l'aide d'un disjoncteur de Tessier



Source : Dr Ketoff, Hôpital Saint-Joseph, Paris, 2019.

Ostéotomie palatine trans-sinusienne

Le clivage osseux est obtenu par fracture en bois vert et bascule du bloc osseux et peut être complété par la piézochirurgie par voie trans-sinusienne sans léser le périoste. Il est fortement conseillé de placer un doigt de contrôle en palatin pour limiter l'effraction du périoste. [32] En effet le périoste palatin est l'unique source de vascularisation du bloc d'ostéotomie, il doit impérativement être conservé pour éviter la nécrose osseuse.

Figure 33 : Schéma du clivage osseux palatin par voie trans-sinusienne avec contrôle digital



Source : IntechOpen, 2016.

4.2.5. Disjonction ptérygo-maxillaire et mobilisation du fragment osseux

Cette région est le siège du seul geste aveugle et dangereux : la disjonction ptérygo-maxillaire, la seule incertitude du procédé car aucun écarteur, aucun miroir ne permet de contrôler à vue l'ostéotomie, ni une hémorragie possible. Ceci soulève plusieurs problèmes :

- ➔ Où et comment se produit la séparation osseuse ?
- ➔ Quels sont les dangers vasculaires ?
- ➔ Quelles sont les résistances à la mobilisation ?

[32] Meningaud, Corcos, et Pitak-Arnnop, « Ostéotomie de Schuchardt à visée préimplantaire ».

4.2.5.1 Où et comment se produit la séparation osseuse ?

Selon Couly il ne s'agit pas d'une suture mais d'un adossement osseux, véritable apposition des tubérosités maxillaires sur les processus ptérygoïdes. Celles-ci peuvent être considérées comme étant des cornières osseuses, verticales, qui reçoivent les insertions des muscles vélaires, pharyngiens et masticateurs. Les deux os palatins solidarisent les deux tubérosités maxillaires sur les processus ptérygoïdiens.[33]

La solidarisation ptérygo-maxillaire ne dépasse pas 8 mm de haut, située au niveau du 1/3 inférieur des 2 surfaces osseuses et surmontée de la fente ptérygo-maxillaire. Elle est très résistante dans le sens vertical (sens des travées osseuses) mais ne présente aucune résistance transverso-horizontale.

4.2.5.2 Disjonction ptérygo-maxillaire

3 types de disjonction :

- ➔ Disjonction idéale
- ➔ Fracture ptérygoïdienne haute et mono fragmentaire ou basse et comminutive
- ➔ Fracture de la tubérosité maxillaire

4.2.5.3 Quels sont les dangers vasculaires ?

Lors de la disjonction, l'hémorragie est toujours redoutée, rarement rencontrée. L'artère maxillaire est située bien en arrière du trajet de l'ostéotome, puis elle passe au-dessus pour pénétrer dans la fosse ptérygo-maxillaire, à environ 25 mm au-dessus du bord inferieur de la jonction (avec un ostéotome de 15 mm de large, il reste donc 1 cm de marge de sécurité)
En outre, noyée dans l'abondant tissu cellulo-graisseux, elle peut « fuir » devant l'instrument.[34]

[33] Couly, « Dangerosité en chirurgie maxillofaciale ».
[34] Couly.

Habituellement en cas d'hémorragie un simple tamponnement est suffisant. Par contre les plexus veineux alvéolaires surtout ptérygoïdiens représentent un danger constant, protégée par une mince lame périostée : l'ostéotome doit glisser contre la tubérosité maxillaire en tachant de toujours rester au contact osseux.

Comme nous l'avons déjà vu, l'artère palatine supérieure est également menacée mais cette lésion potentielle est difficilement contrôlable. En effet par soucis de conservation vasculaire il est primordial de ne pas aborder la face palatine et de conserver une vascularisation periostée intacte, seule garante de la vascularisation du bloc osseux.[35]

- Quelles sont les résistances à la mobilisation ?

➔ *Résistance musculo-aponévrotiques :*

Les plus importantes, représentées par les muscles tenseurs homolatéraux du voile du palais qui se réfléchissent au niveau des crochets ptérygoïdiens. Ceci peut aussi expliquer l'apparition de troubles phonétiques, généralement transitoires en post-opératoire.

➔ *Résistances muqueuses :*

Il s'agit essentiellement d'une résistance de la muqueuse palatine qui n'est pas désinserée de l'os palatin par soucis de conservation vasculaire. Lors de la mobilisation du fragment et de son impaction par exemple il peut survenir une résultante de rotation selon l'axe d'ostéotomie palatine, il peut s'avérer nécessaire dans ce cas de réaliser une ostéotomie palatine trans-sinusienne, celle-ci doit être réalisée à l'aide de la piézochirurgie dans un souci de respect du périoste palatin.

4.2.6. Fixation de la gouttière de repositionnement

La gouttière de repositionnement est réalisée sur mesure, elle est fixée à l'aide de fil d'acier par ligatures interpapillaires passant par les trous établis en amont par le laboratoire. Les ligatures sont mises en place de façon symétrique en commençant par les secteurs sans ostéotomie, ceci afin de ne pas créer d'instabilité, et en terminant par le secteur opéré. Les ligatures et la gouttière seront retirées une fois l'ostéosynthèse réalisée.

[35] Li et Meara, « Location of the descending palatine in relation to the Le Fort I osteotomy ».

Les ligatures les plus couramment utilisées sont les ligatures d'Ivy, elles ont l'avantage d'être simples à mettre en place et moins traumatisantes pour le parodonte comparé aux arcs de Dautrey par exemple. [36]

Figure 34 : Fixation inter-arcade de l'occlusion par duplicata de prothèses



Source : Dr Guyon, Hôpital Pitié-Salpêtrière, Paris, 2018.

Figure 35 : Fixation de l'occlusion intra-arcade par une gouttière en résine



Source : Joshi, « Posterior maxillary segmental osteotomy for management of supraerupted teeth : a case report », 2010.

[36] Marinetti et Deffrennes, « Utilisation per- et postopératoire de plans de morsure en résine en chirurgie orthognathique ».

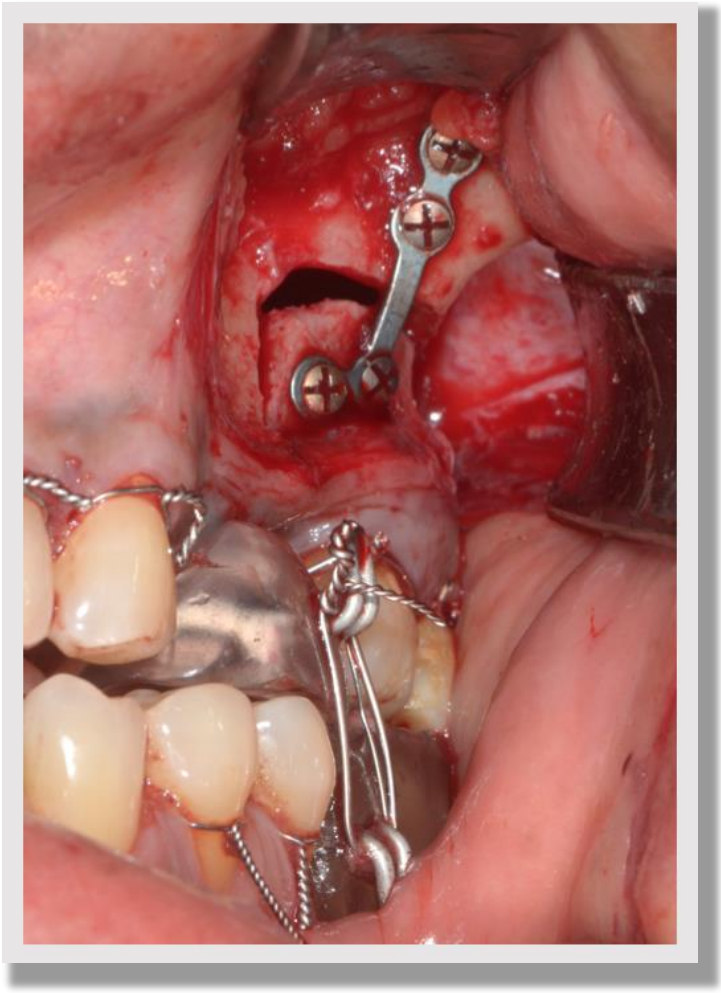
Dans le cas ci-dessus une gouttière a été utilisée pour réaliser une immobilisation du bloc d'ostéotomie, cet outil nous permet de nous passer de l'occlusion dentaire en per-opératoire, elle peut par exemple être réalisée même avec une intubation oro-trachéale, ce qui n'est pas le cas pour les duplicatas de prothèse. De ce fait, en cas de contre-indication à une intubation nasale (anatomique, séquelles de fentes, …) il est obligatoire d'utiliser une gouttière et non un blocage inter-arcade.

4.2.7. Ostéosynthèse

L'ostéosynthèse est classique, elle est assurée par deux plaques, le plus souvent en forme de L ou J. Pendant le remodelage et la pose des plaques la position et la stabilité du maxillaire doivent être parfaite. Les aides opératoires écartent la lèvre supérieure avec deux écarteurs endobuccaux maxillaires.

Le modelage des plaques s'effectue selon la nouvelle anatomie osseuse, elles doivent être totalement passive afin d'éviter les déplacements secondaires.

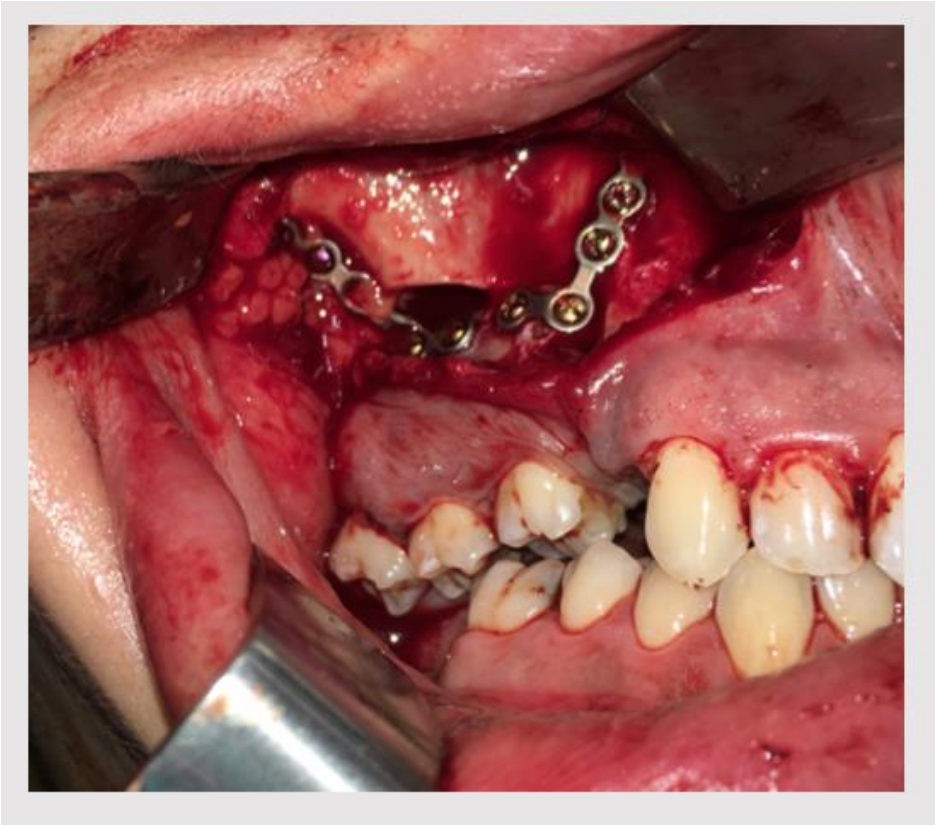
Figure 36 : Mise en place de plaques d'ostéosynthèse après blocage inter-arcade



Source : Dr Guyon, Hôpital Pitié-Salpêtrière, 2018.

Sur la photographique clinique ci-dessus on remarque que nous réalisons l'ostéosynthèse une fois le blocage inter-arcade est obtenu grâce à un duplicata de prothèse muni de crochets vestibulaires pour accueillir les torons métalliques.

Figure 37 : Mise en place de 2 plaques modelées à la nouvelle anatomie osseuse



Source : Dr Ketoff, Hôpital Saint-Joseph, Paris, 2019.

Mise en place des plaques : Pour chaque plaque, on visse les deux vis inférieures, puis on fore le premier trou supérieur et on met une vis dans ce trou avant de forer seulement ensuite le dernier trou. Le premier trou supérieur doit être parfaitement centré. On utilise couramment des vis de 2 mm de diamètre.

4.2.8. Sutures

Les sutures sont simples et sont réalisées au fil résorbable de diamètre 4.0 à l'aide d'un surjet ou de points simples. L'unique incision permet une suture simple et peu chronophage pour le praticien, cependant il s'agit d'une étape importante qu'il ne faut pas négliger malgré la possible fatigue de fin d'intervention.

4.2.9. Contention

La contention est une étape importante pour la pérennité des résultats, elle est nécessaire pour soutenir le rôle d'immobilisation joué par les plaques d'ostéosynthèse. Les contentions peuvent être de plusieurs types et même couplées pour être plus efficaces.

Premièrement pour contrer l'instabilité verticale du montage, nous pouvons utiliser une prothèse antagoniste : soit par une prothèse amovible mise en place juste après l'intervention, soit par une mise en charge des implants de la crête antagoniste s'ils sont déjà présents et ostéointégrés.

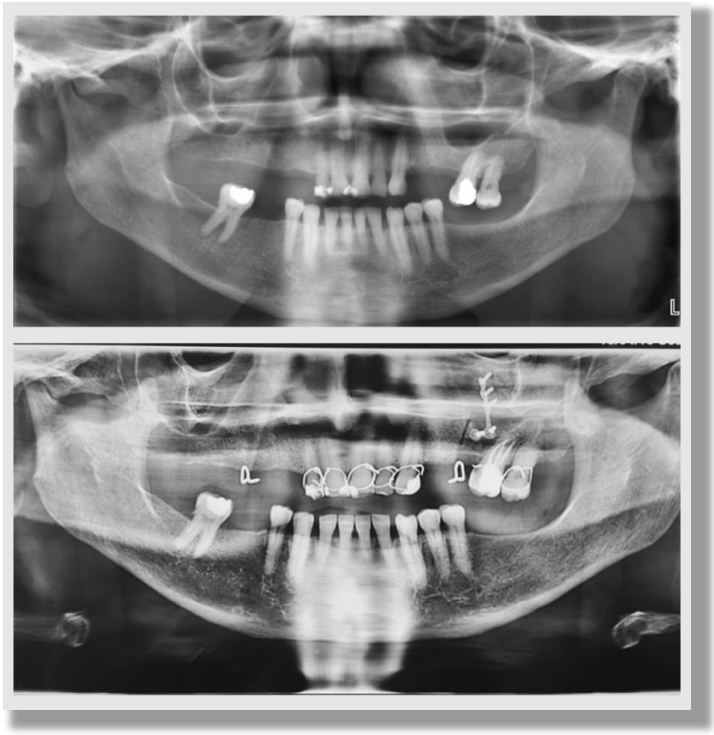
Deuxièmement, pour contrer l'instabilité transversale dûe en grande partie à la pulsion linguale nous pouvons placer une plaque de contention palatine qui sera fixée au palais durant 6 semaines.[37]

4.2.10. Contrôle radiographique post-opératoire

Le contrôle radiographique post-opératoire par une radiographie panoramique à J0 permet d'évaluer le résultat immédiat de la chirurgie et de contrôler la bonne mise en place du matériel d'ostéosynthèse. Il est recommandé de réaliser une radiographie panoramique de contrôle à J45 car il s'agit du délai nécessaire à la cicatrisation osseuse.[38]

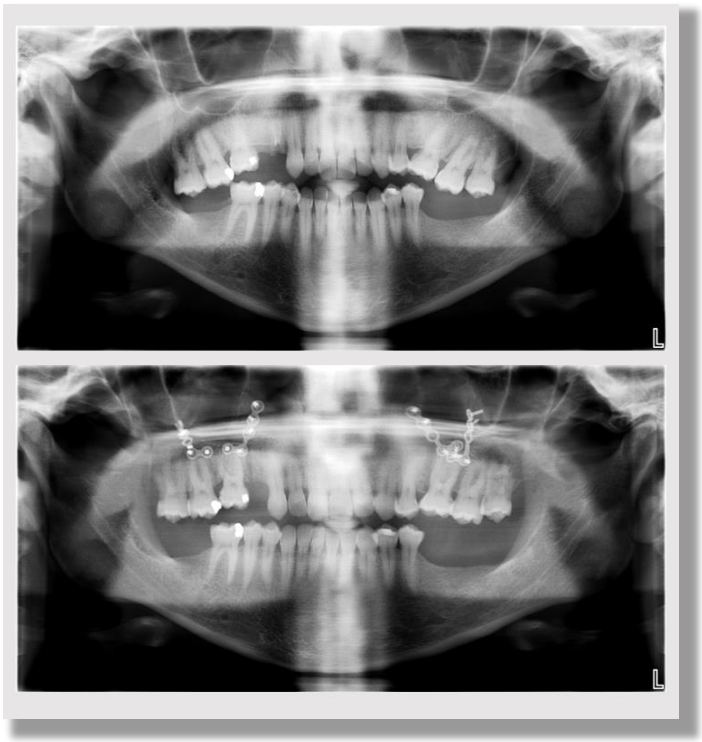
[37] Meningaud, Corcos, et Pitak-Arnnop, « Ostéotomie de Schuchardt à visée préimplantaire ».
[38] Béziat, *Chirurgie orthognatique piézoélectrique : diagnostic, indications, préparation orthodontique, réalisation des plans d'occlusion, techniques chirurgicales piézoélectriques*.

Figure 38 : Panoramique de contrôle à J0 d'une ostéotomie unilatérale



Source : Dr Guyon, Hôpital Pitié-Salpêtrière, 2018.

Figure 39 : Panoramique de contrôle à J0 d'une ostéotomie bilatérale



Source : Dr Ketoff, Hôpital Saint-Joseph, 2019.

4.3. Consignes et suite post-opératoires

L'intervention est fatigante pour les patients et ce d'autant plus que le patient est âgé ou fragile. Les difficultés d'alimentation post-opératoires peuvent nuire de façon non négligeable à la convalescence. Le patient est hospitalisé le plus souvent une nuit pour une surveillance d'un éventuel saignement précoce et gérer de façon plus efficace l'antalgie post-opératoire. L'ostéotomie segmentaire ne requiert pas en première intention la mise en place d'une sonde naso-gastrique, le patient peut en effet ouvrir et fermer la bouche permettant une alimentation per os.

Le traitement post-opératoire consiste à la mise en place d'une antibioprophylaxie par Augmentin 3g/j pendant 7 jours ou Dalacine 600 x3 pendant 7 jours en cas d'allergie. La chirurgie osseuse maxillaire segmentaire suit les mêmes règles que la chirurgie orthognatique, selon Bentley et coll. qui ont fait une étude sur les infections post-opératoires, ils recommandent d'encadrer cette chirurgie par une antibioprophylaxie à large spectre. [39]

Une corticothérapie est vivement recommandée afin de limiter l'œdème à raison de 1 mg/kg pendant 5 jours. Toujours afin de limiter l'œdème il existe de nos jours des masques qui s'adaptent au visage du patient faisant circuler de l'eau à température idéale. Prenons l'exemple du masque Osteomed Hilotherm :

Figure 40 : Masque Hilotherm du groupe Osteomed



Source : Osteomed, 2017.

[39] McMahon et al., « Measuring health-related benefit and quality of care in oral and maxillofacial surgery : British association of oral and maxillofacial surgeons outcomes project ».

Ils ont l'avantage d'avoir en permanence une température idéale sur la peau de 17°c, sans besoin de la changer ou de risquer une brûlure cutanée, le masque s'adapte parfaitement au visage du patient grâce à ses propriétés élastiques. [40]

Enfin, la gestion de la douleur post-opératoire est essentielle, elle est variable selon les patients, plusieurs paliers de prescription doivent être disponibles pour le patient :

L'hygiène de la cavité buccale est essentielle pour la bonne cicatrisation, il doit être assuré par le patient à l'aide d'une brosse à dent post-chirurgicale 7/100 ainsi que des bains de bouche antiseptiques à la chlorhexidine.[41]

Le mouchage est formellement contre-indiqué après l'intervention pendant les 6 semaines de consolidation osseuse, ceci afin de ne pas créer d'emphysème dans les tissus mous de la joue. Il est également recommandé d'ouvrir le plus possible la bouche en cas d'éternuement.

4.4. Complications et leurs prises en charge

4.4.1 Générales

Œdème, inconfort, asthénie sont retrouvés presque chez tous les patients, leur importance varie d'un patient à un autre. Les complications générales sont heureusement rares et sont le plus souvent causée par l'anesthésie générale elle-même.

4.4.2 Locales

4.4.2.1. Saignement

L'hémorragie est une complication redoutée lors des ostéotomies. Cette région anatomique est dotée d'une vascularisation abondante, il est donc normal d'avoir un saignement peropératoire important, notamment au moment de la disjonction osseuse. En règle générale ce saignement cède spontanément en quelques minutes.

L'anesthésiste doit également participer au contrôle du saignement en contrôlant la tension artérielle. Les infiltrations locales avec vasoconstricteurs concourent également au contrôle du saignement.

[40] Moutamassik, « Intérêt de l'ostéotomie bimaxillaire dans les dysmorphoses maxillo-mandibulaires classe III : à propos de 13 cas ».

[41] Huck et Buxeraud, « Une hygiène bucco-dentaire adaptée pour tous ».

La majorité des saignements peropératoires proviennent de petites artères comme l'artère antrale ou l'artère alvéolaire postérieure, elles sont le plus souvent contrôlables par des moyens locaux comme l'électrocoagulation, la ligature ou la mise en place d'un matériaux hémostatique résorbable type Surgicel®. Cependant lorsque le saignement provient d'une artère de plus gros calibre comme l'artère palatine descendante ou maxillaire interne, les moyens locaux simples sont rapidement inefficaces. L'artère palatine descendante se situe dans le canal du grand palatin, situé dans la partie perpendiculaire de l'os palatin, l'artère est facilement lésée lors d'une ostéotomie des parois du sinus maxillaire médial ou latéral, d'une disjonction ptérygomaxillaire ou d'une fracture du maxillaire vers le bas. Bien que cette artère soit bien visualisée après fracture du maxillaire, et que le saignement peut être contrôlé avec des clips artériels ou une cautérisation. Parfois, le moignon proximal d'une artère sectionnée peut se rétracter dans le grand canal palatin ou dans la fosse ptérygomaxillaire et rendre l'hémostase difficile, entraînant une perte de sang supplémentaire.[42]

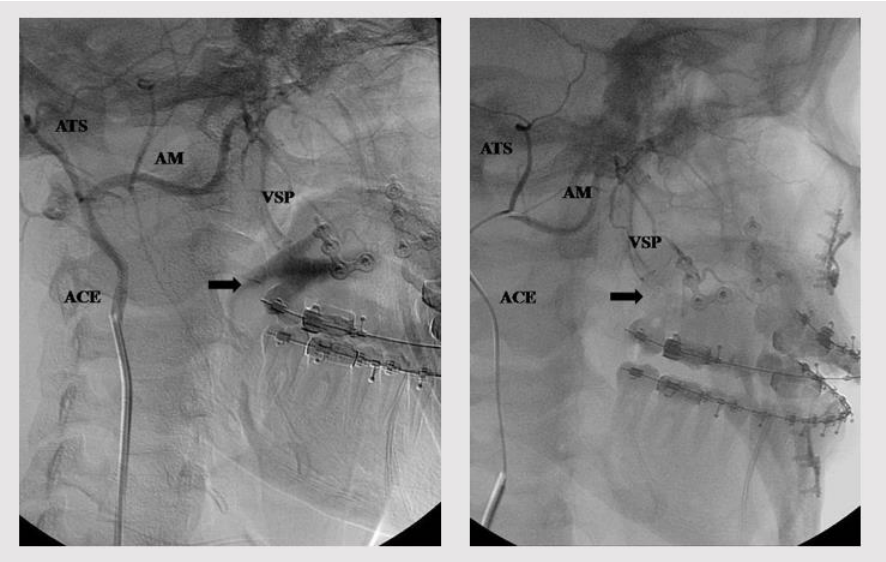
Les saignements les plus problématiques sont ceux qui se produisent plusieurs jours après la chirurgie. Ils se manifestent par des épistaxis, saignements buccaux ou pharyngés. Ces saignements peuvent être provoqués par des épisodes d'hypertension artérielle, d'échecs de ligatures chirurgicales ou cas plus grave d'une rupture d'un anévrysme artériel ou veineux. Les mesures pour stopper l'épistaxis sont : mise en place de mèches avec vasoconstricteurs comme la naphazoline adrénalinée, la cautérisation des vaisseaux, la ligature et enfin l'embolisation percutanée.[43]

L'angiographie est une technique d'imagerie vasculaire permettant de localiser avec précision un saignement actif ou une malformation veineuse/artérielle (pseudoanevrysme, fistule arterio-veineuse). Elle est bien moins invasive qu'une exploration chirurgicale et peut être entrepris même en l'absence de saignement actif pour un simple contrôle. Elle peut également être couplée si besoin à une embolisation percutanée.

Les facteurs locaux comme la perturbation anatomique post opératoire et les spasmes artériels peuvent compliquer l'embolisation.[44]

[42] Epker, « Vascular considerations in orthognathic surgery ».
[43] Bouletreau et al., « Complications vasculaires graves de l'ostéotomie de Le Fort I ».
[44] Hueto-Madrid et Gutierrez-Santamaria, « Complicaciones quirúrgicas de la cirugía ortognática : presentación de tres casos y revisión de la literatura ».

Figure 41 : A gauche : angiographie digitalisée du système carotidien externe, microblushs en distal des rameaux sphénopalatins.
A droite : contrôle angiographique post-embolisation, disparistion des microblushs



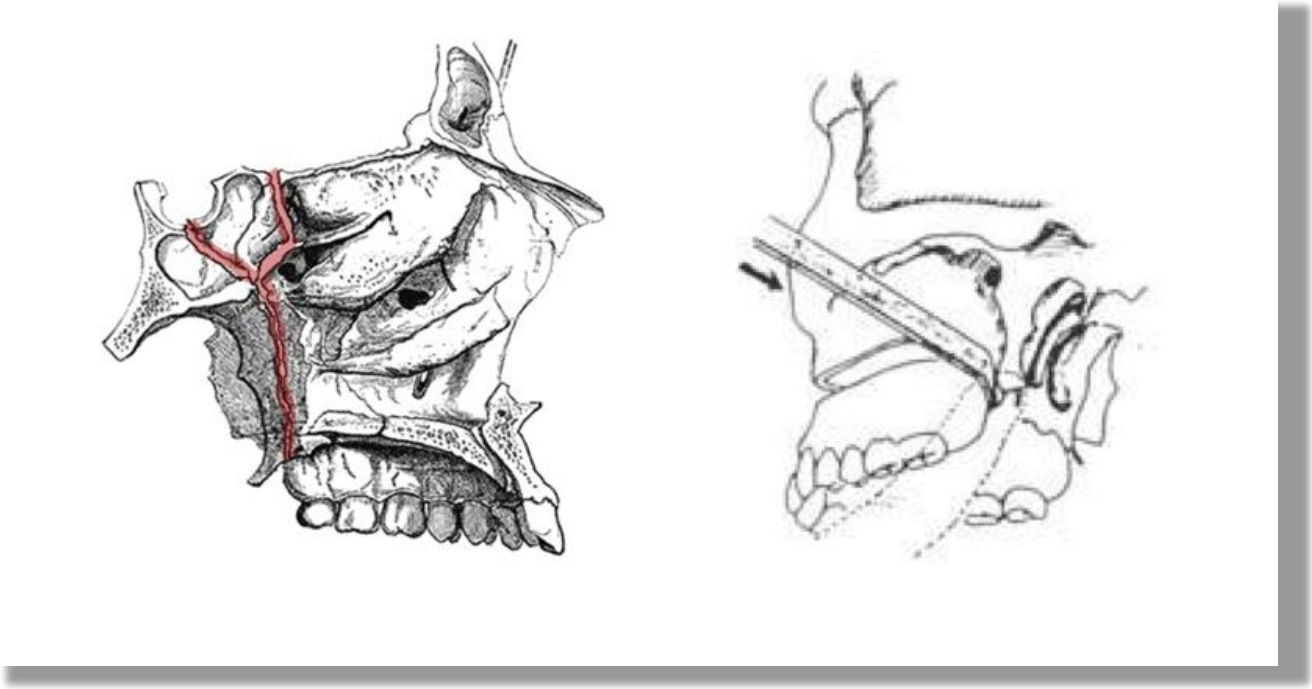
Source : Bouletreau, « Complications vasculaires graves de l'ostéotomie de Le Fort I », 2012.

Au niveau veineux, la majeure partie du sang est drainée par les veines satellites des artères dans le plexus ptérygoïdien, situé dans la région ptérygoïdienne, entre les muscles masticateurs. Il est également en relation avec le sinus caverneux et les veines de l'orbite. Il alimente avec les veines auriculaires et temporales superficielles, la veine retro-mandibulaire qui se jette dans la veine jugulaire interne.

4.4.2.2. Bad split

La traduction littérale du terme bad split signifie « mauvais clivage ». Elle correspond à un clivage osseux erroné du bloc osseux, ne poursuivant pas la ligne de rupture des corticales réalisées pour guider le clivage. La dangerosité majeure de ces interventions se situe lors du temps de disjonction pterygo-maxillaire et de la mobilisation du bloc osseux.

Figure 42 : A gauche : Contrôle digital de la disjonction postérieure
A droite : Fracture ascendante verticale du sphénoïde



Source : Hueto-Madrid, « Complicaciones quirúrgicas de la cirugía ortognática : presentación de tres casos y revisión de la literatura » 2012.

Ce geste aveugle implique des repères stricts, un matériel adapté, une stratégie fondée sur l'anatomie et la prudence. Ce temps de disjonction doit être une ostéotomie sélective transversale de l'apophyse pyramidale du palatin qui solidarise en clavette le dièdre inferieur des deux ailes de l'apophyse ptérygoïde sur la tubérosité.[45]

Les accidents de ce geste sont représentés par les fractures incontrôlées de la tubérosité, les fractures de l'apophyse ptérygoïde avec refend prolongé vers le corps du sphénoïde et les masses latérales de l'ethmoïde et la perforation de la lame verticale du palatin. Les fractures de la base du crâne sont heureusement extrêmement rares. La littérature ne rapporte qu'un seul cas d'écoulement de liquide céphalo-rachidien par la narine à J3 d'une ostéotomie de Lefort 1 d'avancée. La prise en charge en service de neurochirurgie consistait à placer un drain lombaire pour éviter l'hypertension intracérébrale ou rachidienne.[46]

[45] Hueto-Madrid et Gutierrez-Santamaria.
[46] Gruber, « A complication of Lefort I osteotomy : a case report and review of the literature ».

4.4.2.3. Infection

L'infection post-opératoire, de gravité variable, allant du simple abcès gingival à la cellulite maxillo-faciale, vient le plus souvent d'une désunion précoce des sutures en bouche. En cas d'infection du site d'ostéosynthèse une détersion doit compléter l'antibiothérapie afin d'éviter l'installation d'une ostéite.[47]

4.4.2.4. Nécrose du bloc osseux

C'est la complication la plus grave car elle est la plus délabrante. Pour bien comprendre les risques de cette intervention et mettre en place des stratégies adaptées il est essentiel de rappeler les sources de vascularisation de la zone d'ostéotomie :

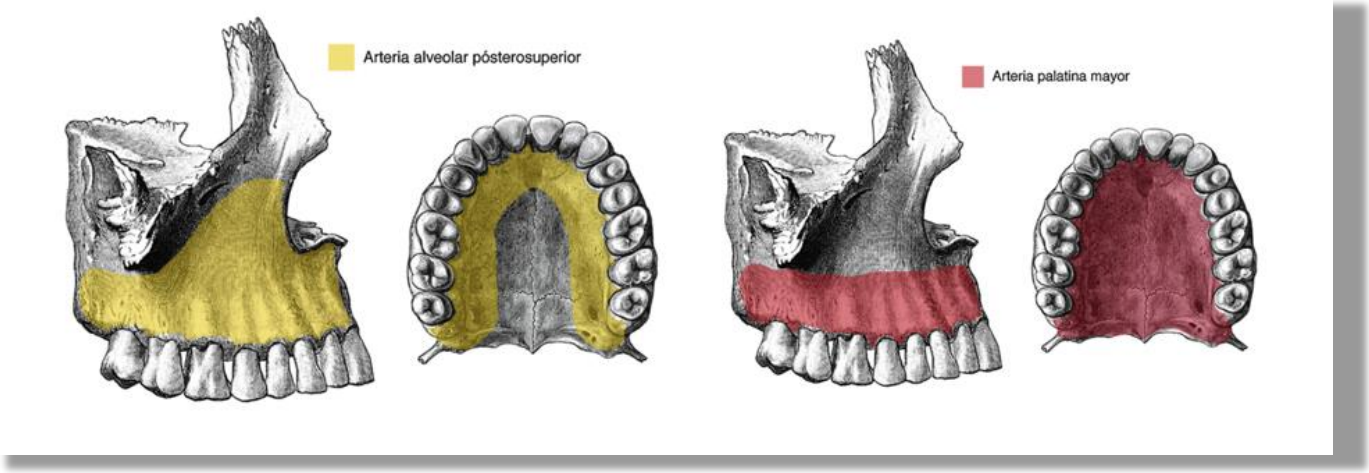
- Le périoste vestibulaire
- Le périoste palatin
- L'os spongieux lui-même via les canaux de Havers

L'ostéotomie va rompre toute la vascularisation de l'os spongieux, le décollement au niveau de la voie d'abord vestibulaire va rompre l'apport vasculaire du périoste vestibulaire. Il ne reste donc que le périoste palatin. C'est pourquoi il est primordial de ne pas le léser en utilisant la piézochirurgie sous irrigation au sérum glacé avec un contrôle digital au niveau palatin.

De plus, en cas d'utilisation d'une plaque palatine en contention post-opératoire elle ne devra pas être compressive pour ne pas créer d'ischémie.[48]

[47] Béziat, *Chirurgie orthognatique piézoélectrique : diagnostic, indications, préparation orthodontique, réalisation des plans d'occlusion, techniques chirurgicales piézoélectriques*.
[48] Bruneder et al., « Anatomy of the Le Fort I segment : are arterial variations a potential risk factor for avascular bone necrosis in Le Fort I osteotomies ? »

Figure 43 : Territoires de vascularisation des artères alvéolaire supéro-postérieure en jaune et palatine descendante en rouge.



Source : Hueto-Madrid, « Complicaciones quirúrgicas de la cirugía ortognática : presentación de tres casos y revisión de la literatura » 2012.

Leurs lésions peuvent entrainer des nécroses osseuse et/ou muqueuse dans les zones concernées
La nécrose du bloc osseux se manifeste le plus souvent par des douleurs insomniantes, évolutives malgré les antalgiques, une couleur atone de la muqueuse palatine ainsi qu'une possible exposition osseuse.

La prise en charge dépend de l'étendue de la nécrose, elle consiste à la reprise chirurgicale par une nécrosectomie en complément de l'antibiothérapie.

4.4.2.5. Nécrose pulpaire

Une étude clinique autrichienne menée par Rudiger Emshoff et al. en 2000 a étudié l'effet des ostéotomies maxillaires sur la circulation sanguine pulpaire.
Pour cela il a pris une mesure de référence à l'aide d'un doppler à laser le flux sanguin pulpaire la veille de la chirurgie, puis à J4 et enfin à J56.
Les résultats montrent qu'une diminution significative du flux sanguin pulpaire apparaît à J4 pour tous les types de dents. Cette différence tend à diminuer entre les mesures de J4 et J56.

Durant la période post-opératoire, il existe une discordance entre la vitalité et la sensibilité dentaire. En effet, il y a systématiquement une perte de sensibilité transitoire des dents concernées par l'ostéotomie (interruption nerveuse), alors même que la vitalité dentaire est conservée. Dans cette

situation post-opératoire, le seul moyen d'effectuer un diagnostic de la vitalité dentaire est la fluxmétrie par laser doppler. Le recouvrement d'une sensibilité complète en cas d'ostéotomie de Le Fort I est de 60 % à 6 mois et 100 % à 18 mois.[49] Nous supposerons que cette donnée est transposable à l'ostéotomie de Schuchardt. Nous comprenons donc que c'est la surveillance clinique des dents concernées qui sera essentielle durant les 18 mois qui suivront la chirurgie.

Les nécroses pulpaires se manifestent par :

- Douleurs à la percussion axiale et latérale
- Dyschromie dentaire : jaune ou grise
- Fistule ou collection purulente
- Test de vitalité négatif

Le suivi clinique est important, il est fortement conseillé de pratiquer des tests de vitalité sur les dents concernées durant les 3-4 mois qui suivent l'intervention. Ces tests peuvent être faussés dans les premiers jours à cause de la saturation des récepteurs de la douleur.
Afin d'éviter les complications il est recommandé de placer les traits d'ostéotomie horizontaux à un minimum de 3 à 5 mm au-dessus des apex dentaires avec une irrigation constate au sérum glacé.
En cas de nécrose pulpaire un traitement endodontique doit être entrepris rapidement pour ne pas perturber la cicatrisation osseuse. [5051]

4.4.2.6. Résorption radiculaire inflammatoire

L'ostéotomie antérieure peut passer à proximité d'une dent et l'endommager, il est décrit dans la littérature qu'une lésion de plus de 10 % de la surface entraine le plus souvent un syndrome inflammatoire important empêchant la cicatrisation complète. L'inflammation péri-radiculaire peut conduire à plusieurs scénarios : soit une ankylose locale avec fusion de la racine et de l'os alvéolaire, soit la mise en place d'un granulome résorbant au fur et à mesure la racine.
La prise en charge des résorptions externes passe par le traitement endodontique de cette dent en premier, ceci afin de limiter l'inflammation locale en apportant un anti-inflammatoire dans la racine (hydroxyde de calcium)[52]. Ceci peut être complété par une détersion chirurgicale de la racine.

[49] Ketoff et al., « Complications dentaires de la préparation orthodontique et de la chirurgie orthognathique ».
[50] Emshoff, Kranewitter, et Norer, « Effect of Le Fort I osteotomy on maxillary tooth-type-related pulpal blood-flow characteristics ».
[51] Ketoff et al., « Complications dentaires de la préparation orthodontique et de la chirurgie orthognathique ».
[52] Aubert, « Les résorptions externes pathologiques ».

4.4.2.7. Défaut de cicatrisation osseuse

4.4.2.7.1. Rupture d'ostéosynthèse

Elle se caractérise cliniquement par une mobilité du fragment osseux avec plus ou moins exposition du matériel d'ostéosynthèse, elle peut venir de plusieurs raisons : l'alimentation strictement liquide non respectée par le patient, une insuffisance biomécanique du nombre ou de la disposition des plaques. Un forage des pré-trous des vis d'ostéosynthèse sans irrigation crée une ischémie et une perte d'ancrage.

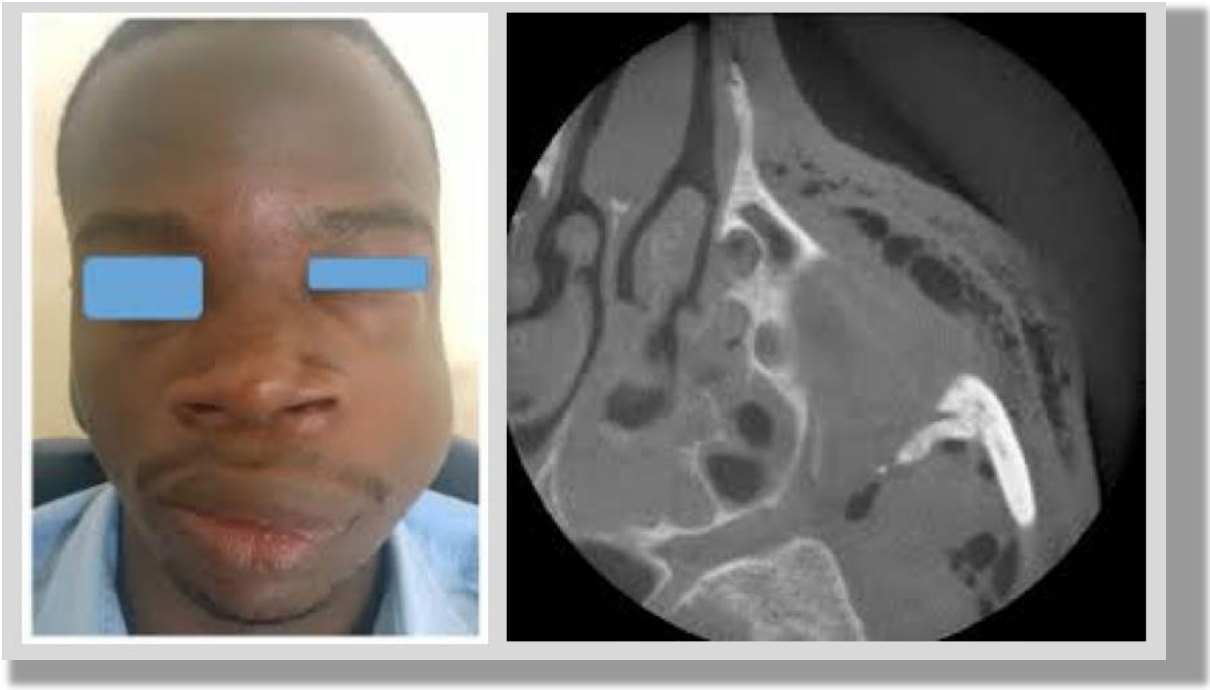
4.4.2.7.2. Pseudarthrose ou cal vicieux

La pseudarthrose se définit comme l'arrêt du processus de cicatrisation osseuse et la mise en place d'un cal vicieux ou fibrotique entrainant une mobilité des fragments osseux. Elle apparait le plus souvent lors des ruptures d'ostéosynthèse passées inaperçues. Sa prise en charge consiste à une réintervention pour déposer les plaques d'ancrages, une résection des berges osseuses et de nouvelles plaques d'ostéosynthèse.

4.4.2.7.3. Emphysème des tissus mous de la joue

L'emphysème se définit comme une fuite de gaz dans les tissus mous, celui-ci pouvant provenir du sinus maxillaire par exemple, ouvert lors de la chirurgie. Il est d'apparition brutale lors d'un mouchage ou un éternuement retenu, cliniquement il se présente comme une tuméfaction douloureuse, froide et crépitante à la palpation en regard de la zone opérée.

Figure 44 : Vue clinique et scanographique d'un emphysème facial



Source : Ja et al., « Emphysème sous-cutané facial d'origine dentaire : à propos d'un cas clinique », 2015.

Étant donné le potentiel infectieux d'un emphysème il est recommandé de mettre en place une antibiothérapie à large spectre. Il n'est pas forcément indiqué de réaliser un scanner, celui-ci montre la présence de bulles d'air radioclaires dans les tissus mous de la face en regard du sinus ouvert.[53]

[53] Ja et al., « Emphysème sous-cutané facial d'origine dentaire : à propos d'un cas clinique ».

5.Apport de la planification chirurgicale assistée par ordinateur :

Les technologies médicales font partie intégrante de notre quotidien. Plus qu'un simple utilisateur, le chirurgien a un rôle capital à jouer dans l'innovation de ces technologies. Par l'évaluation de nouveaux instruments, il peut guider les industriels vers des solutions amenant à un réel impact clinique. De plus par sa pratique quotidienne, il a la capacité d'identifier les réels besoins non comblés par les technologies actuelles. Cependant, l'innovation et le développement ne font pas partie de la formation médicale actuelle.

L'OMS définit sous le terme de dispositif médical « tout article, instrument, appareil ou équipement utilisé pour prévenir, diagnostiquer ou traiter une affection ou une maladie, ou détecter, mesurer, rétablir, corriger ou modifier la structure ou la fonction de l'organisme à des fins de santé. En théorie l'action d'un dispositif médical n'est pas obtenue par des moyens pharmacologiques, ni par le métabolisme. »[54]

L'innovation dans le domaine des technologies médicales est donc le développement de nouveaux dispositifs ou instruments destinés à une utilisation en clinique. La simulation et le contrôle des ostéotomies dans les trois sens de l'espace est le facteur déterminant de la réussite de l'intervention chirurgicale.
En effet, la découpe virtuelle des pièces squelettiques apporte de nombreux avantages face à l'ancienne méthode traditionnelle sur plâtre :

- Haute précision
- Reproductibilité
- Contrôle scanographique de la faisabilité et du respect des zones nobles.
- Didactique pour l'explication de l'intervention au patient.
- Conception et design des ostéotomies dans les 3 sens de l'espace.
- Conception des guides de coupe, de repositionnements et de contention sur mesure.
- Avantage médico-légal dans la sauvegarde des données et l'information aux patients.

[54] Organisation mondiale de la santé, « Dispositifs médicaux : comment résoudre l'inadéquation ? : rapport final du projet dispositifs médicaux prioritaires ».

Ce nouveau type de prise en charge présente une courbe d'apprentissage non négligeable de la part des praticiens. Elle ne doit en aucun cas se substituer à l'apprentissage de la méthode classique du montage sur articulateur. La planification virtuelle doit être le fruit d'une collaboration étroite entre le chirurgien, qui apporte ses notions cliniques et médicales, et l'ingénieur qui conçoit et travail sur la segmentation. En effet son expertise des logiciels et des matériaux imprimables est une grande aide pour les praticiens. [55]

5.1 Phase d'acquisition des données Scanner et Optiques

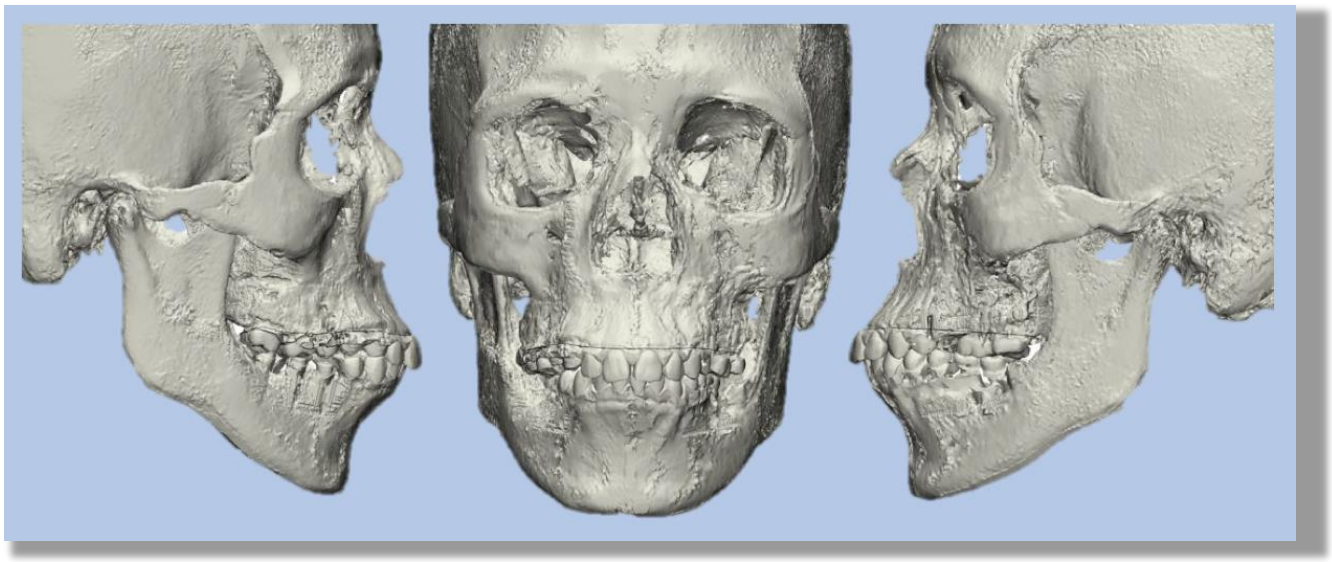
5.1.1. Acquisition Scanner

Elle consiste à enregistrer les structures squelettiques du crâne sur lesquelles nous pourront segmenter des pièces osseuses. Elle peut être réalisée à l'aide d'un scanner ou d'un Cone Beam. Une étude récente de 2016 a étudié la précision de la surface osseuse des reconstruction 3D du crâne après un recalcule à partir des coupes scanners. Il retrouve un résultat significatif d'imprécision et micro-artefacts de la part du CBCT, notamment sur les zones les plus externes du volume. Cette imprécision découle des propriétés même du Cone Beam, il s'agit d'un faisceau conique contrairement au faisceau scanner qui lui est plan. Il serait donc recommandé d'utiliser un scanner facial à faisceau plan pour recueillir les données DICOM, notamment en cas de conception d'un outil à appui de surface osseuse.[56]

Le scanner est réalisé avec une légère béance occlusale antérieure à l'aide de contons salivaires ou d'un mordu réalisé à partie de matériau d'empreinte permettant une plus grande stabilité, ceci afin de faciliter la segmentation des différentes pièces squelettiques.

[55] Philippe, « Chirurgie maxillofaciale guidée : simulation et chirurgie assistée par guides stéréolithographiques et miniplaques titane préfabriquées ».
[56] Waszak et al., « Prospective head motion correction using FID-guided on-demand image navigators ».

Figure 45 : Vue 3D de la situation clinique

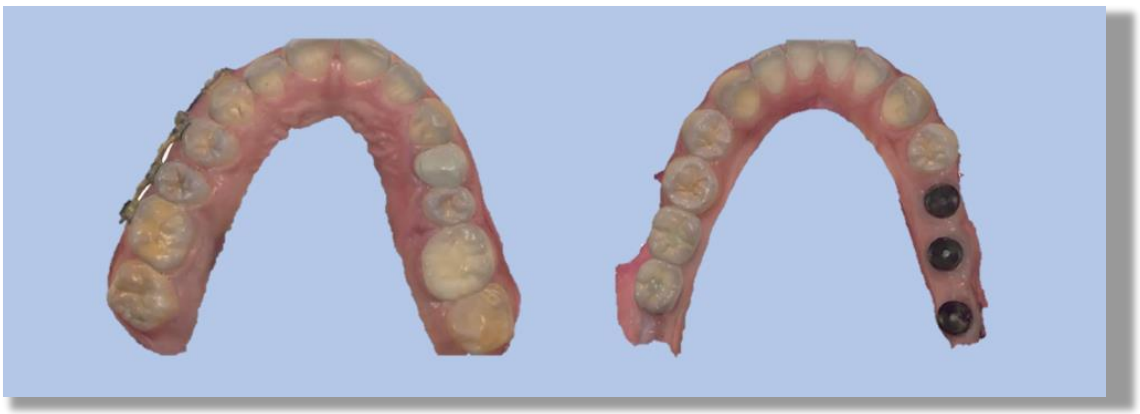


Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

4.4.5. Acquisition Optique

Vient ensuite l'acquisition intra-orale via une caméra optique qui enregistre l'anatomie des arcades séparément puis entre elles pour l'occlusion. Cette étape est importante pour la précision des guides et gouttières à appuis dentaires, en effet les propriétés du scanner sont limitées en ce qui concerne la précision des organes dentaires, on note de nombreux artefacts ne permettant pas de fabriquer des dispositifs à appuis dentaires suffisamment précis. Ces données sont enregistrées sous le format informatique STL qui signifie : « STereo-Lithography ». Le fichier STL décrit un objet par sa surface externe.[57]

Figure 46 : Arcades maxillaire et mandibulaires numérisées en format STL



Source : Auteur, logiciel et caméra optique 3shape, 2019.

[57] Lecocq, « La prise d'empreintes numériques : principes et intérêts en orthodontie ».

Figure 47 : Arcades maxillaire et mandibulaire en occlusion enregistrées par la caméra optique au format STL



Source : Auteur, logiciel et caméra optique 3shape, 2019.

4.5. Phase de traitement des données et segmentation des ostéotomies

4.5.1 Traitement des données

➔ Nettoyage des artefacts

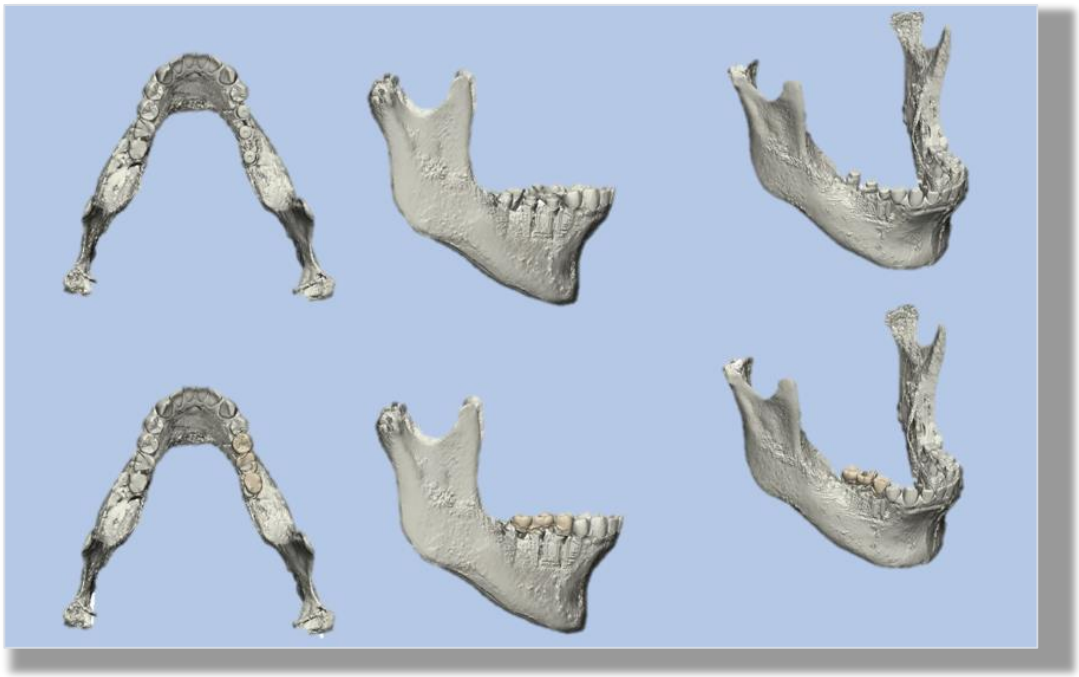
Le nettoyage des artéfacts permet une meilleure définition des structures en relief et donc une meilleure adaptation des outils à appui osseux ou dentaire. Les artefacts proviennent le plus souvent de rayonnements parasites déviés par les éléments métalliques de la cavité orale (amalgames, implants, bagues, couronnes, stellites par exemple) qui se surajoutent aux rayonnements primaires. [58]

➔ Wax up virtuel des prothèses antagonistes

Les wax-up virtuels sont élaborés sur l'arcade antagoniste par l'ingénieur sur la prescription de l'opérateur, il peut se servir soit d'une banque de couronnes dentaires avec de nombreuses tailles et formes différentes, soit d'un mirroring des dents controlatérales. Ceci sera la base de la planification des ostéotomies et des mouvements osseux.

[58] Philippe, « Chirurgie maxillofaciale guidée : simulation et chirurgie assistée par guides stéréolithographiques et miniplaques titane préfabriquées ».

Figure 48 : Wax-up virtuel en miroir du secteur opposé



Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

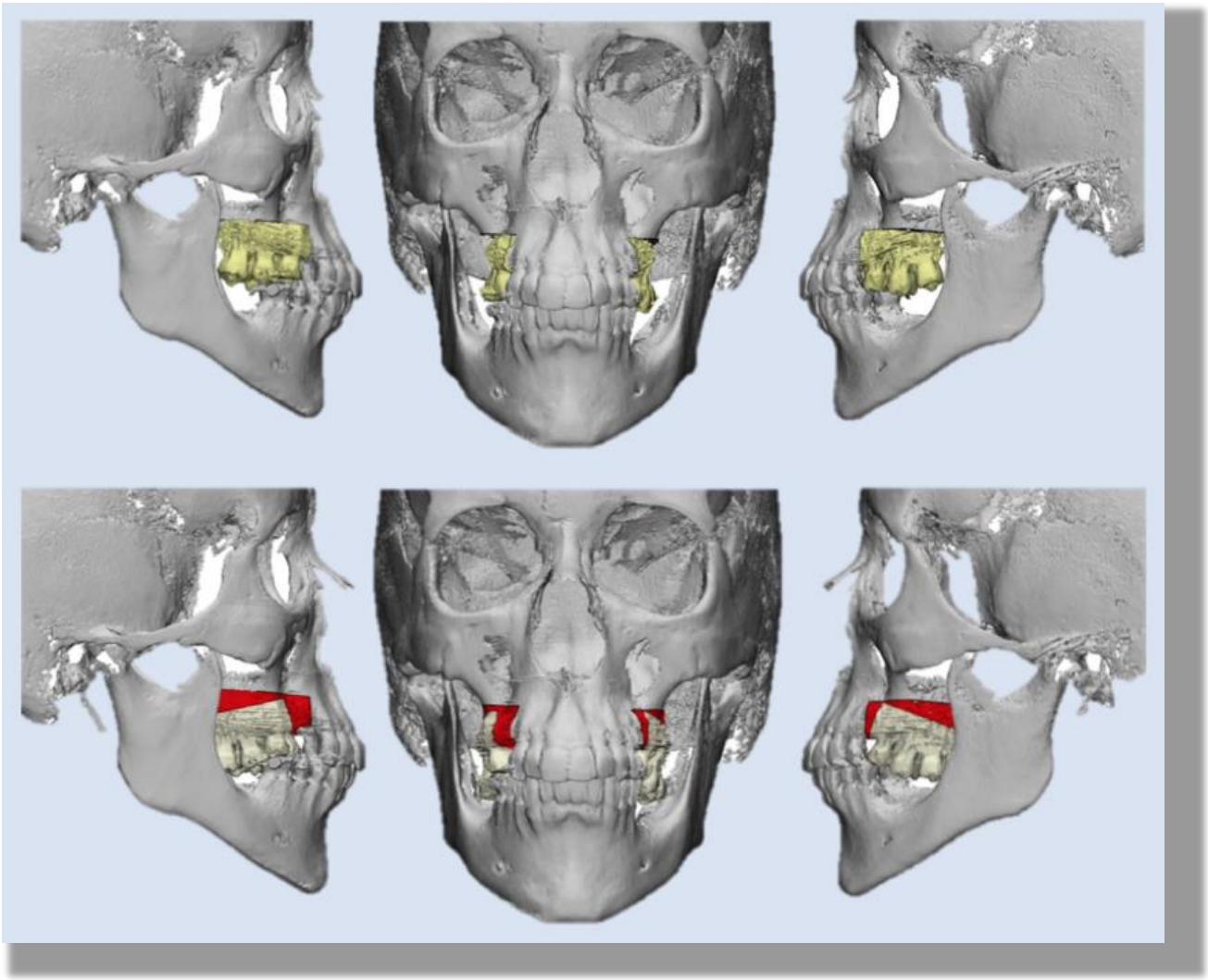
4.5.2 Segmentation des ostéotomies

Mobilisation du bloc d'ostéotomie avec contrôle occlusal

La segmentation des différentes pièces anatomiques du modèle scanographique réalisé précédemment va permettre à l'ingénieur de placer les pièces osseuses dans leur nouvelle position. Cette position est calculée par rapport à la nouvelle occlusion prescrite par l'opérateur. La précision obtenue est de l'ordre du dixième de millimètre.[59] En soustrayant informatiquement la position des deux modèles 3D ,nous mettons en évidence une zone de résection osseuse, plus ou moins complexe selon les mouvements osseux.

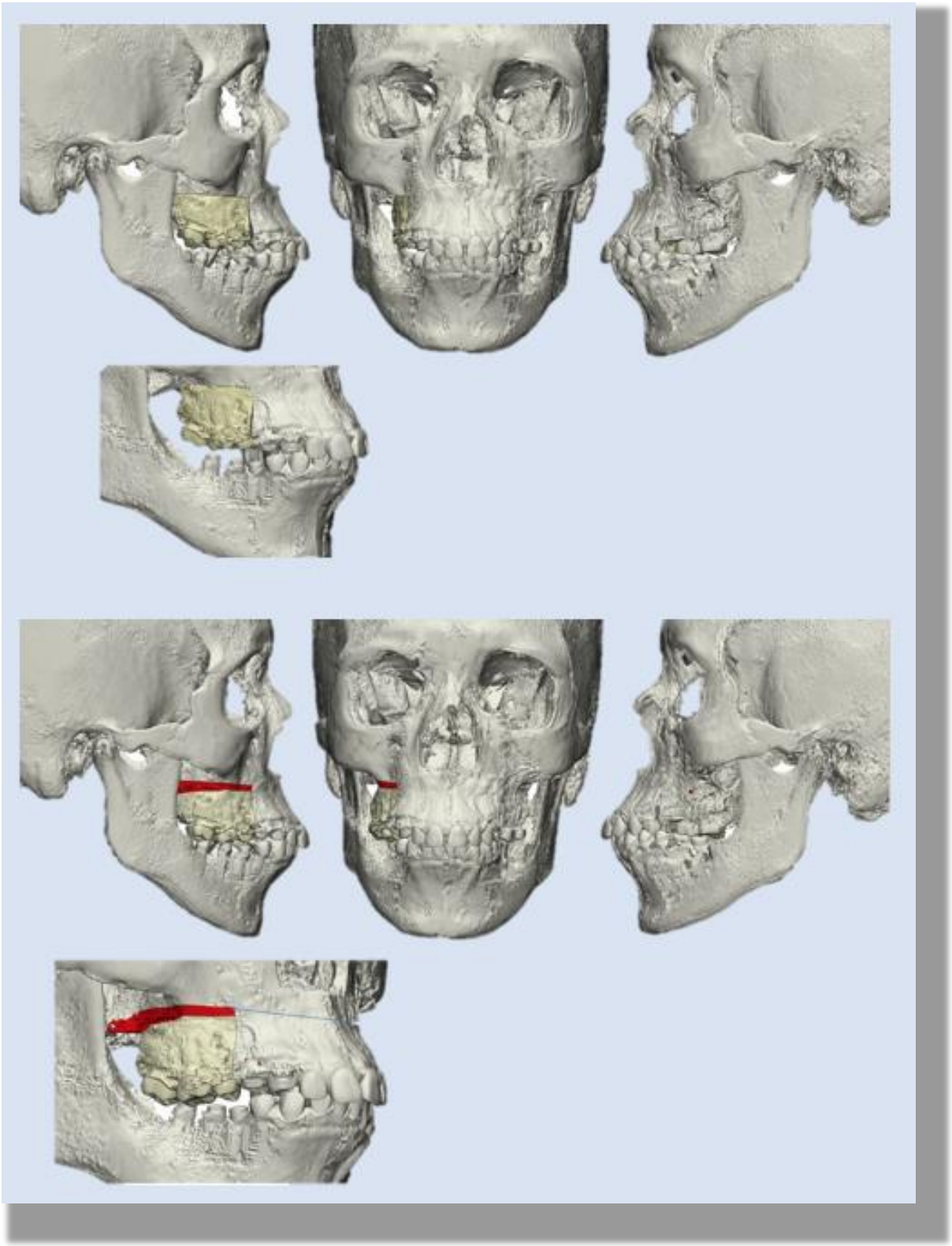
[59] Philippe, « Chirurgie orthognatique guidée ».

Figure 49 : Schuchardt bilatéral : Planification 3D de la nouvelle position du bloc osseux avec wax-up virtuel en haut, de la zone de résection à prévoir en rouge en bas.



Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

Figure 50 : Schuchardt unilatéral : Planification 3D de la nouvelle position du bloc osseux avec wax-up virtuel en haut, de la zone de résection à prévoir en rouge en bas.

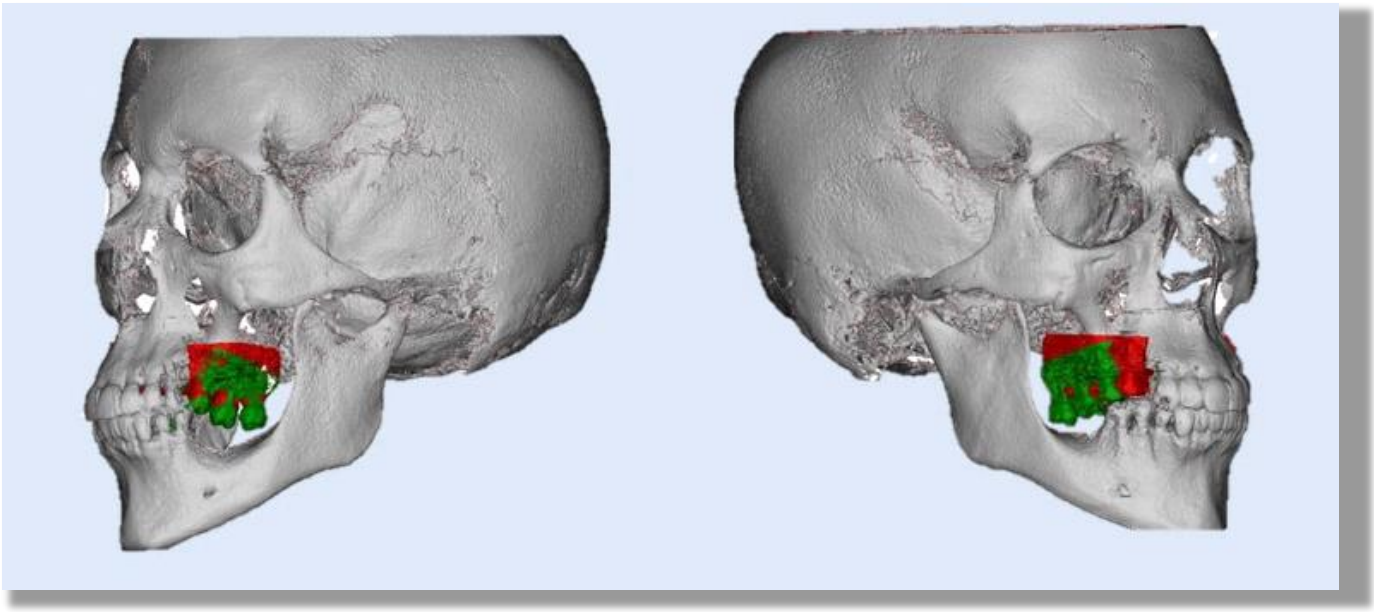


Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

Contrôle scanographique du mouvement des ostéotomies

Cet outil informatique est une aide précieuse pour le chirurgien au cours de sa planification. Il va permettre de coupler les segmentations osseuses avant et après l'ostéotomie sur les coupes scanner du patient. Ceci va permettre d'étudier d'une part la faisabilité des mouvements osseux dans leur amplitude mais d'autre part d'anticiper le rapprochement des zones nobles comme les artères grandes palatine, antrale ou encore les racines dentaires.

Figure 51 : Visualisation en vert de l'état préopératoire et en rouge post-opératoire



Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

Figure 52 : Coupes scanner avec matching des zones d'ostéotomies en vert et rouge



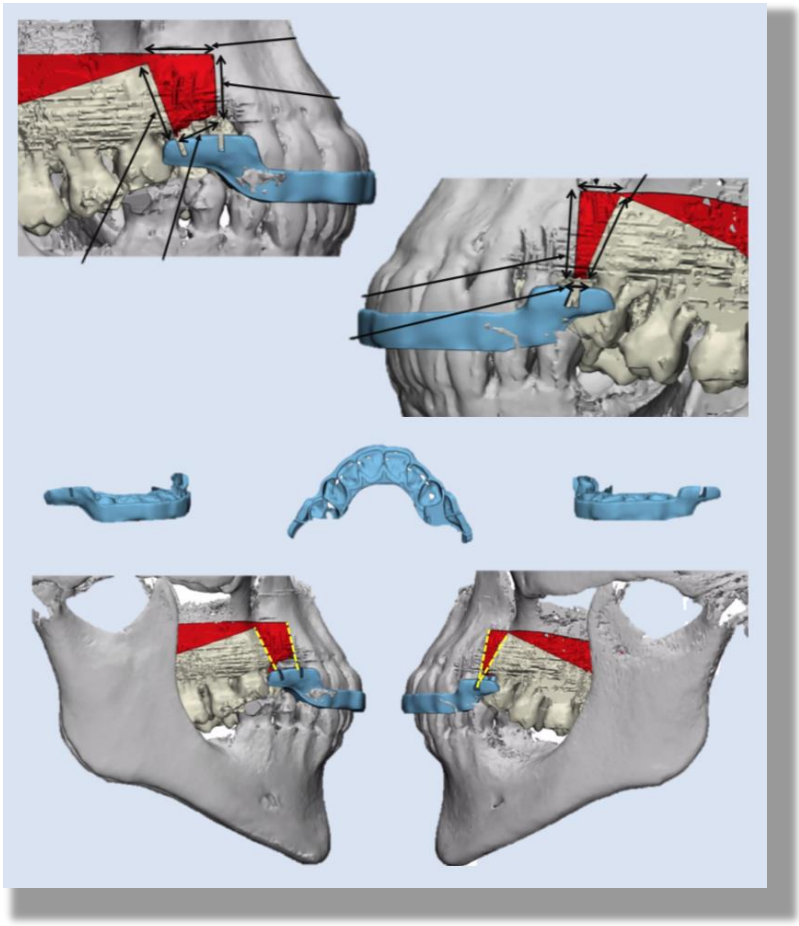
Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

4.6 Design / Fabrication des guides de coupe

Cette phase, en collaboration avec l'ingénieur médical, reste une prescription du chirurgien, il en est donc pleinement responsable.

La conception du guide de coupe, comme les autres étapes, doit être réalisée en collaboration étroite entre un ingénieur et un chirurgien. Les deux protagonistes ont des compétences différentes, très spécifiques dans leurs domaines respectifs mais complémentaires. L'opérateur a par exemple la notion de ce qui est chirurgicalement faisable, notamment concernant le volume des guides ou l'architecture afin qu'ils puissent s'insérer à travers la voie d'abord chirurgicale. Quant à l'ingénieur il peut évaluer les propriétés biomécaniques du guide comme sa résistance lors des différentes utilisations peropératoires.

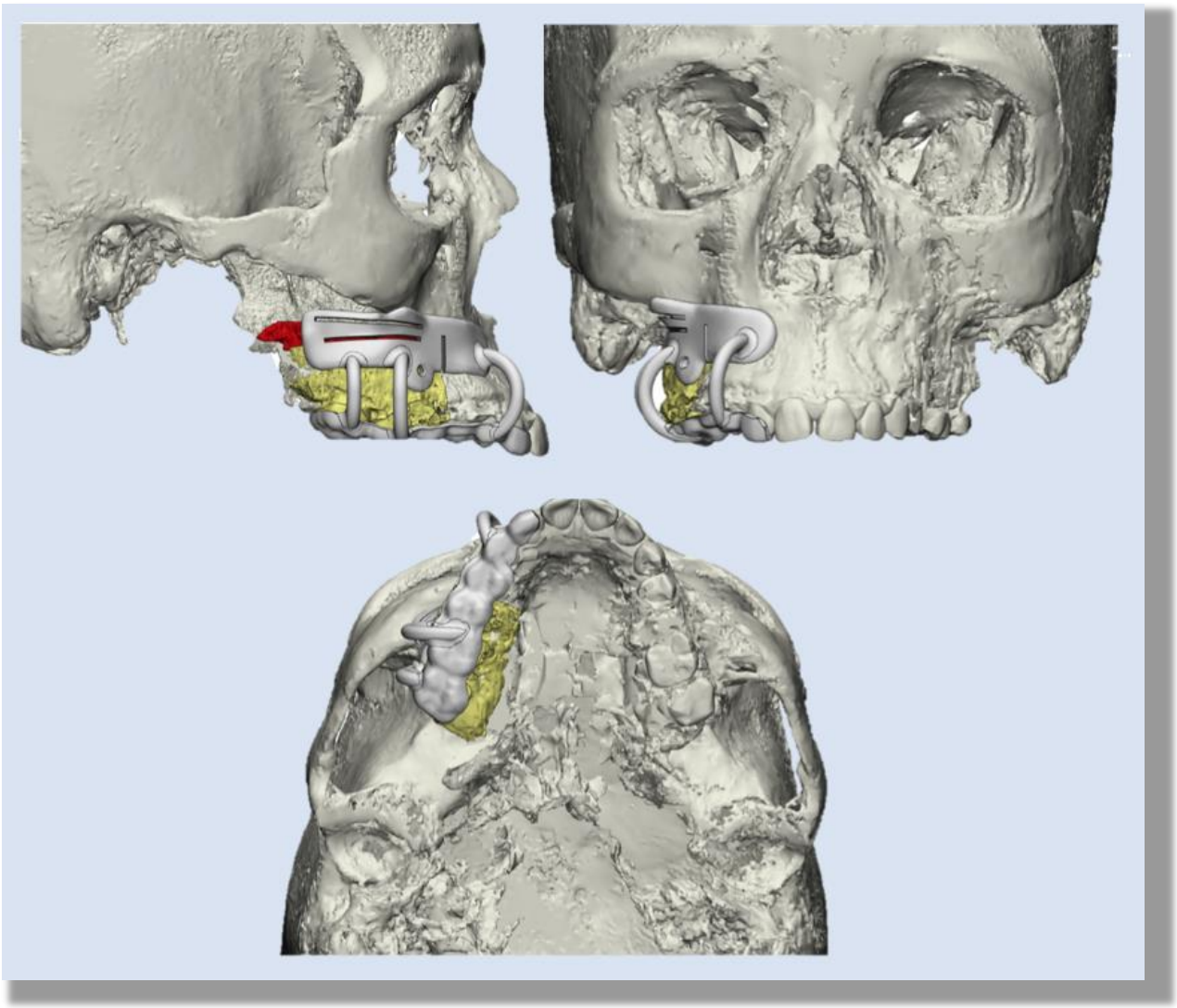
Figure 53 : Guide de coupe avec indicateur simple de direction



Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

L’appui dentaire présente comme avantage une grande stabilité et un repositionnement très reproductible du fait des nombreuses anfractuosités des surfaces occlusales. Un seul appui dentaire ne suffit pas pour stabiliser le guide, nous avons donc décider de placer un pertuis sur le versant vestibulaire pour insérer ne vis d’ostéosynthèse, dont l’axe est calculé pour éviter les racines dentaires.

Figure 54 : Guide de coupe avec guidage quasi-complet, stabilisé par un appui dentaire et une vis d’ostéosynthèse



Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

Les guides de coupe doivent remplir le cahier des charges suivant :

- Taille la plus limitée possible
- Contours atraumatiques
- Forme adaptée à la surface osseuse
- Pas de compression des organes nobles
- Absence de contre-dépouille pour l'insertion
- Stabilisé par un appui osseux étroit avec +/- une vis d'ostéosynthèse

Les guides de coupe présentent des ailes latérales ou des rainures destinées à guider de manière atraumatique la partie travaillante des inserts de découpe.[60]

Les guides sont des dispositifs médicaux qui doivent répondre aux normes européennes. La réglementation européenne définit des exigences à respecter pour pouvoir apposer le marquage CE sur un produit qui sera alors librement commercialisable dans tous les pays de l'union européenne. Ces exigences concernent le plus souvent les performances et la sécurité mais aussi le marquage, les instructions d'utilisation associées. Des exigences peuvent également impacter les activités du fabricant comme la mise en place d'un système de management de la qualité, de procédures de surveillance des produits, de traçabilité.

Les matériaux utilisés doivent avoir les qualités suivantes :

- Stérilisables (autoclave)
- Non déformables
- Non allergènes

[60] Philippe.

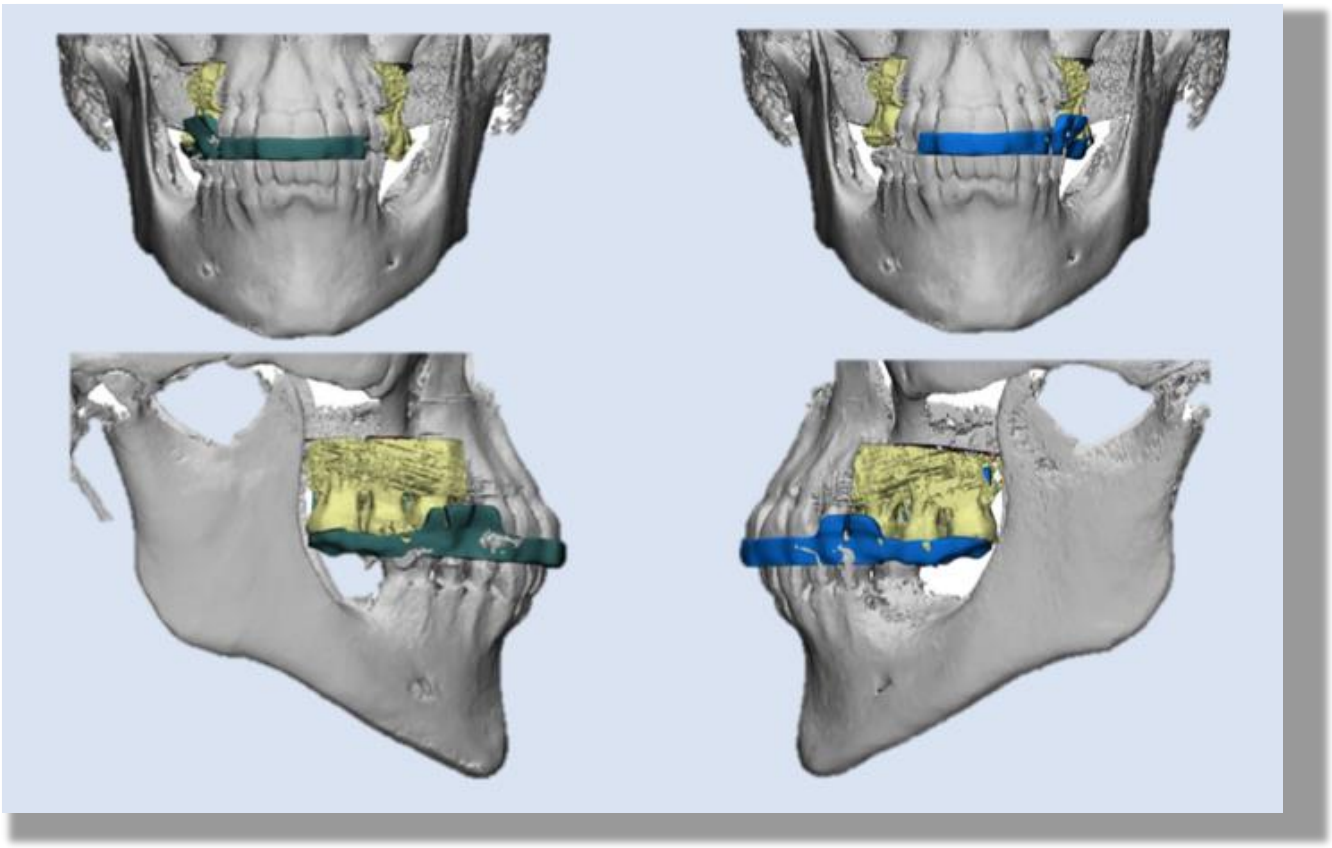
4.7 Design / Fabrication des gouttières et outils de contention sur mesure

4.7.1 Gouttière de repositionnement

Elle est la référence occlusale idéale pour replacer le bloc d'ostéotomie dans les 3 sens de l'espace. Le placement du bloc dans la gouttière doit se faire de manière totalement passive, s'il subsiste une résistance à l'insertion il faut chercher des zones d'interférence osseuse, le plus souvent au niveau ptérygoïdien ou palatin.

Elle doit avoir un appui sur toutes les dents de l'arcade pour maximiser la précision du positionnement osseux, et être munie de trous pour fixer la gouttière via des torons péri-dentaire au fil d'acier.

Figure 55 : Gouttières de repositionnement finale sur mesure

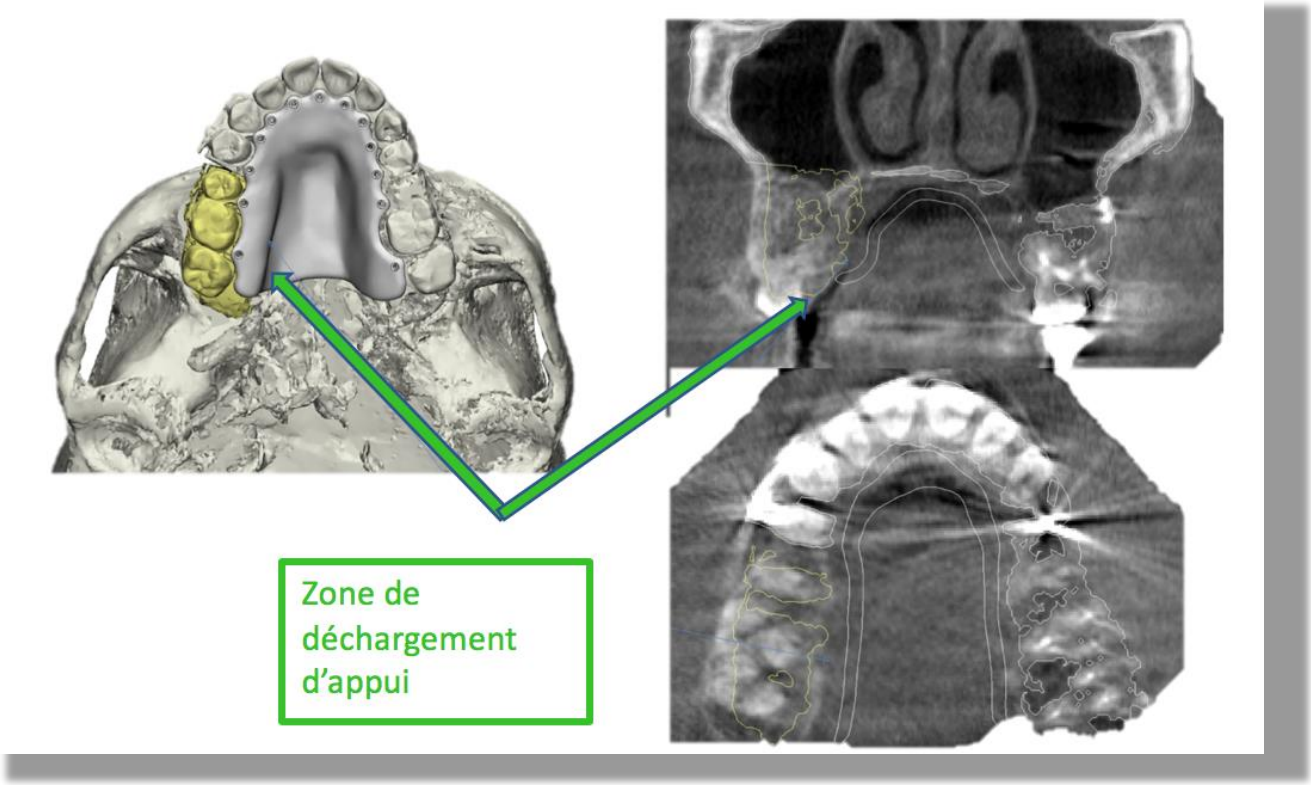


Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

4.7.2 Plaque palatine de contention

Les ostéotomies segmentaires intra-orales sont soumises à de nombreux facteurs déstabilisants comme la langue qui est un muscle en perpétuel mouvement sur la zone et très puissant. Ces mouvements perturbent la cicatrisation osseuse, de plus les mouvements transversaux des blocs d'ostéotomie sont très sujets aux récidives, c'est pourquoi la confection d'une plaque palatine de contention participera d'une part à l'immobilisation du bloc osseux et d'autre part à empêcher un mouvement de récidive de bascule interne.

Figure 56 : Plaque de contention sur mesure



Source : Auteur, Dr Ketoff, B. Perrin, Société Bone3d, 2019.

La clé de la cicatrisation réside dans le respect des apports vasculaires, après l'ostéotomie, seule la vascularisation du périoste palatin est intacte. [61] C'est pourquoi il est primordial que la gouttière de contention à appui muqueux présente un appui allégé sur la zone opérée. Cette décharge peut être imaginée et conçue avec une très grande précision grâce à l'outil informatique.

[61] Bruneder et al., « Anatomy of the Le Fort I segment : are arterial variations a potential risk factor for avascular bone necrosis in Le Fort I osteotomies ? »

Cette gouttière palatine devra avoir les caractéristiques suivantes :

- **Transparente** afin de permettre une surveillance clinique d'un hématome, d'une ischémie, d'une nécrose.
- **Déchargée au niveau de la muqueuse palatine** concernée par l'ostéotomie pour préserver la vascularisation osseuse du bloc déplacé
- **En résine non poreuse** pour diminuer la rétention de plaque dentaire
- **Munie de trous de fixation** pour des ligatures inter-dentaires.

Conclusion

La récupération de l'espace prothétique maxillaire postérieur dans les 3 sens de l'espace est un défi que les chirurgiens oraux doivent relever avant de permettre une réhabilitation prothétique des patients. L'indication de l'ostéotomie de Schuchardt pré-prothétique doit découler d'une étude clinique approfondie et d'une évaluation du gradient thérapeutique. Il s'agit d'une chirurgie invasive mais respectueuse des tissus restants.

Cette intervention impose aux praticiens une grande rigueur dans la planification chirurgicale ainsi qu'une grande maîtrise opératoire. Chaque praticien voulant opérer ce type d'ostéotomie se voit dans l'obligation de savoir anticiper, détecter et prendre en charge les complications.

Le XXIème siècle est marqué par l'avènement de l'ère numérique, l'informatique est omniprésente dans tous les domaines, y compris le monde médical. Nous constatons aujourd'hui l'apparition d'un nouveau genre de collaboration pluridisciplinaire, celle d'un chirurgien et d'un ingénieur informatique pour la planification chirurgicale assistée par ordinateur. Cet outil, indispensable de nos jours, permet d'améliorer considérablement la précision, la reproductibilité, la sécurité de nos chirurgies, mais il est également un outil didactique pour l'information de nos patients.

L'ostéotomie de Schuchardt, boudée pour son indication orthodontique pour laisser place à la chirurgie orthognatique, voit dans cette nouvelle indication une renaissance. L'intérêt grandissant des chirurgiens pour cette ostéotomie permettra d'enrichir, par leur expérience, la littérature à ce sujet encore très faible de nos jours.

Bibliographie

Ataoglu, H., H. Kucukkolbası, et T. Ataoglu. « Posterior segmental osteotomy of maxillary edentulous ridge: an alternative to vertical reduction ». *International journal of oral and maxillofacial surgery* 31, n° 5 (2002): 558-59. https://doi.org/10.1054/ijom.2002.0288.

Aubert, C. « Les résorptions externes pathologiques ». Thèse d'exercice, Université de Lorraine, 2012. http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA_TD_2012_AUBERT_CAROLINE.pdf.

Béziat, J.-L. *Chirurgie orthognatique piézoélectrique : diagnostic, indications, préparation orthodontique, réalisation des plans d'occlusion, techniques chirurgicales piézoélectriques*. Les Ulis : EDP sciences, 2013.

Bouletreau, P., H. Chemli, J. Mortier, M. Freidel, et P. Breton. « Complications vasculaires graves de l'ostéotomie de Le Fort I ». *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale* 113, n° 1 (2012): 14-18. https://doi.org/10.1016/j.stomax.2011.10.003.

Bruneder, S., J. Wallner, A. Weiglein, L. Kmečová, J. Egger, U. Pilsl, et W. Zemann. « Anatomy of the Le Fort I segment : are arterial variations a potential risk factor for avascular bone necrosis in Le Fort I osteotomies ? » *Journal of cranio-maxillofacial surgery* 46, n° 8 (2018): 1285-95. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2018.04.023.

Couly, G. « Dangerosité en chirurgie maxillofaciale ». In *EMC Chirurgie orale et maxillo-faciale*. 22-090-K-20. Elselvier Masson, 2005.

Delmar, H. « Anatomie descriptive du tiers moyen de la face ». *Annales de chirurgie plastique esthétique* 54, n° 5 (2009): 399-407. https://doi.org/10.1016/j.anplas.2009.04.007.

Emshoff, R., R. Kranewitter, et B. Norer. « Effect of Le Fort I osteotomy on maxillary tooth-type-related pulpal blood-flow characteristics ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontology* 89, n° 1 (2000): 88-90. https://doi.org/10.1016/S1079-2104(00)80021-9.

Epker, B. N. « Vascular considerations in orthognathic surgery ». *Oral surgery oral medicine oral pathology* 57, n° 5 (1984): 467-72.

Eswaran, M.A. « Preventive prosthodontics: use of conventional over denture to preserve the residual hard and soft tissues-a case report ». *International journal of biomedical research* 6 (2015): 574-77. https://doi.org/10.7439/ijbr.

Fajri, L., S. Berrada, et N. Merzouk. « L'articulateur dans l'étude pré-prothétique en prothèse amovible partielle ». *Actualités odonto-stomatologiques*, n° 276 (2016): 4. https://doi.org/10.1051/aos/2016034.

Gilles, R., T. Couvreur, et S. Dammous. « Ultrasonic orthognathic surgery: enhancements to established osteotomies ». *International journal of oral and maxillofacial surgery* 42, nº 8 (2013): 981-87. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.12.004.

Gruber, E. A. « A complication of Lefort I osteotomy : a case report and review of the literature ». *British journal of oral and maxillofacial surgery* 46, nº 7 (2008): e25. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2008.07.163.

Halimi, A., H. Benyahia, M. F. Azeroual, L. Bahije, et F. Zaoui. « Relations entre la courbe de Spee et les variables craniofaciales : analyse de régression ». *International orthodontics* 16, nº 2 (2018): 361-73. https://doi.org/10.1016/j.ortho.2018.03.026.

Haute autorité de santé. « Prise en charge de la douleur postopératoire chez l'adulte et chez l'enfant ». Haute autorité de santé, 2008.

Huck, O., et J. Buxeraud. « Une hygiène bucco-dentaire adaptée pour tous ». *Actualités pharmaceutiques* 57, nº 579 (2018): 18-21. https://doi.org/10.1016/j.actpha.2018.07.004.

Hueto-Madrid, J.-A., et J. Gutierrez-Santamaria. « Complicaciones quirúrgicas de la cirugía ortognática : presentación de tres casos y revisión de la literatura ». *Revista española de cirugía oral y maxilofacial* 34, nº 2 (2012): 56-74. https://doi.org/10.1016/j.maxilo.2011.09.009.

Ja, A.-K., D. Sx, K.-G. Ndy, et A. Yjj. « Emphysème sous-cutané facial d'origine dentaire : à propos d'un cas clinique » 22 (2015): 5.

Kashani, H., et L. Rasmusson. « Osteotomies in orthognathic surgery ». *A textbook of advanced oral and maxillofacial surgery* 3 (2016). https://doi.org/10.5772/63345.

Ketoff, S., N. Sigaux, M. Raberin, et P. Bouletreau. « Complications dentaires de la préparation orthodontique et de la chirurgie orthognathique ». *L'orthodontie française* 89, nº 2 (2018): 137. https://doi.org/10.1051/orthodfr/201810.

Lecocq, G. « La prise d'empreintes numériques : principes et intérêts en orthodontie ». *International orthodontics* 14, nº 2 (2016): 184-94. https://doi.org/10.1016/j.ortho.2016.03.004.

Li, K. K., et G Meara. « Location of the descending palatine in relation to the Le Fort I osteotomy ». *Journal of oral and maxillofacial surgery* 54 (1996): 822-25.

Maino, G., G. Maino, D. Dalessandri, et C. Paganelli. « Déplacements orthodontiques pré-prothétiques : vers une meilleure efficacité en utilisant des ancrages osseux temporaires (TADs) ». *L'orthodontie française* 87, nº 4 (2016): 367-73. https://doi.org/10.1051/orthodfr/2016046.

Marinetti, A., et D. Deffrennes. « Utilisation per- et postopératoire de plans de morsure en résine en chirurgie orthognathique ». *International orthodontics* 5, nº 2 (2007): 183-95. https://doi.org/10.1016/S1761-7227(07)90006-6.

McMahon, J., F. Puglia, I. Martin, D. Mitchell, S. Dover, R. Bentley, S. Parmar, A.T. Smith, C. Kerawala, et I. Holland. « Measuring health-related benefit and quality of care in oral and maxillofacial surgery : British association of oral and maxillofacial surgeons outcomes project ». *British journal of oral and maxillofacial surgery* 56, nº 6 (2018): 439-43. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2018.05.016.

Meningaud, J.-P., L. Corcos, et P. Pitak-Arnnop. « Ostéotomie de Schuchardt à visée préimplantaire ». *Implantodontie* 14, nº 1 (2005): 23-25. https://doi.org/10.1016/j.implan.2005.02.002.

Moloney, F., P. J. W. Stoelinga, et H. Tideman. « The posterior segmental maxillary osteotomy: recent applications ». *Journal of oral and maxillofacial surgery* 42, nº 12 (1984): 771-81. https://doi.org/10.1016/0278-2391(84)90344-6.

Moutamassik, S. « Intérêt de l'ostéotomie bimaxillaire dans les dysmorphoses maxillo-mandibulaires classe III : à propos de 13 cas ». Thèse d'exercice, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, 2018. https://docplayer.fr/81290920-Interet-de-l-osteotomie-bimaxillaire-dans-les-dysmorphoses-maxillo-mandibulaires-classe-iii.html.

Organisation mondiale de la santé. « Dispositifs médicaux : comment résoudre l'inadéquation ? : rapport final du projet dispositifs médicaux prioritaires ». Organisation mondiale de la santé, 2012. http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s23211fr/s23211fr.pdf.

Philippe, B. « Chirurgie maxillofaciale guidée : simulation et chirurgie assistée par guides stéréolithographiques et miniplaques titane préfabriquées ». *Revue de stomatologie, de chirurgie maxillo-faciale et de chirurgie orale* 114, nº 4 (2013): 228-46. https://doi.org/10.1016/j.revsto.2013.06.005.

———. « Chirurgie orthognatique guidée ». *I.D. L'information dentaire* 97, nº 26 (2015): 14-21.

Piette, E., et M. Goldberg. *La dent normale et pathologique*. Bruxelles : De Boeck Université, 2001.

Punde, P. « Gaining vertical interarch space for implant placement : the surgical protocol - series of five cases ». *Journal of dental implants* 3, nº 1 (2013): 42. https://doi.org/10.4103/0974-6781.111689.

Rebuffet, L. « Approche biomécanique des traitements orthodontiques à l'aide d'ancrages squelettiques ». Thèse d'exercice, Université de Nantes, 2011. http://archive.bu.univ-nantes.fr/pollux/show.action?id=fd6d40d8-55cd-4492-a08e-4ee1ee1d7bf9.

Vacher, C. « Bases anatomiques de l'abord du sinus maxillaire pour l'implantologie ». *Actualités odonto-stomatologiques*, nº 265 (2013): 19-23. https://doi.org/10.1051/aos/2013503.

Waszak, M., P. Falkovskiy, T. Hilbert, G. Bonnier, B. Maréchal, R. Meuli, R. Gruetter, T. Kober, et G. Krueger. « Prospective head motion correction using FID-guided on-demand image navigators ». *Magnetic resonance in medicine* 78, nº 1 (2017): 193. https://doi.org/10.1002/mrm.26364.

Table des figures

Figure 1 : Anatomie osseuse maxillaire 4
Figure 2 : Vue latérale du crâne montrant la fosse infra-temporale 6
Figure 3 : Vascularisation artérielle maxillaire postérieure 7
Figure 4 : Système de drainage veineux maxillaire 8
Figure 5 : Trajet et branches terminales du nerf maxillaire 9
Figure 6 : Exemple d'égression du secteur postérieur maxillaire par édentement non compensé 10
Figure 7 : Facteurs de risque d'apparition des égressions dentaires 12
Figure 8 : Ingression molaire à l'aide d'une minivis 14
Figure 9 : Plaque d'ancrage orthodontique de type Bollard 14
Figure 10 : Arbre décisionnel face à la perte d'espace prothétique 17
Figure 11 : Espace prothétique M-D sur un édentement d'une molaire maxillaire (gauche) et mandibulaire (droite), Fichiers STL, empreintes optiques avec le système 3shape 19
Figure 12 : Espace prothétique vertical sur un édentement d'une molaire maxillaire (gauche) et mandibulaire (droite), fichiers STL, empreinte optique avec le système 3shape 20
Figure 13 : Photos cliniques endobuccales montrant une forte égression du secteur postérieur maxillaire 20
Figure 14 : Panoramique dentaire montrant une égression des secteurs postérieurs à gauche et à droite 21
Figure 15 : Courbe de Spee schématique sur la figure A et sur une téléradiographie de profil sur la figure B 22
Figure 16 : Angles de Steiner 23
Figure 17 : Téléradiographie de profil montrant une béance antérieure 23
Figure 18 : Modèles en plâtre maxillaire et mandibulaire, situation clinique initiale 24
Figure 19 : Situation initiale transposée sur un articulateur 26
Figure 20 : Simulation des prothèses antagonistes sur articulateur 27
Figure 21 : Simulation de l'ostéotomie sur articulateur avec réglage occlusal 28
Figure 22 : Simulation d'une ostéotomie bilatérale sur articulateur et fixation à la cire de laboratoire 29
Figure 23 : Surface de décollement pour l'ostéotomie de Schuchardt 33
Figure 24 : Schéma d'ostéotomie de Schuchardt 34
Figure 25 : Ostéotomie sus-apicale horizontale pour translation après résection osseuse 35
Figure 26 : Ostéotomie sus-apicale en triangle pour bascule antérieure avec guide de coupe directionnel en place 35
Figure 27 : Ostéotomie verticale sans résection pour translation apicale du bloc osseux 36
Figure 28 : Ostéotomie verticale avec résection osseuse pour bascule antérieure du bloc osseux 37
Figure 29 : Schéma de disjonction ptérygo-maxillaire à l'ostéotome courbe avec contrôle digital 38
Figure 30 : Bascule palatine à l'aide d'une rugine 39
Figure 31 : Bascule palatine à l'aide d'un disjoncteur de Tessier 39
Figure 32 : Schéma du clivage osseux palatin par voie trans-sinusienne avec contrôle digital 40

Figure 33 : Fixation inter-arcade de l'occlusion par duplicata de prothèses 43
Figure 34 : Fixation de l'occlusion intra-arcade par une gouttière en résine 43
Figure 35: Mise en place de plaques d'ostéosynthèse après blocage inter-arcade 44
Figure 36 : Mise en place de 2 plaques modelées à la nouvelle anatomie osseuse 45
Figure 37 : Panoramique de contrôle à J0 d'une ostéotomie unilatérale 47
Figure 38 : Panoramique de contrôle à J0 d'une ostéotomie bilatérale 47
Figure 39 : Masque Hilotherm du groupe Osteomed 48
Figure 40 : A gauche : angiographie digitalisée du système carotidien externe, microblushs en distal des rameaux sphénopalatins. 51
A droite : contrôle angiographique post-embolisation, disparistion des microblushs 51
Figure 41 : A gauche : Contrôle digital de la disjonction postérieure 52
A droite : Fracture ascendante verticale du sphénoïde 52
Figure 42 : Territoires de vascularisation des artères alvéolaire supéro-postérieure en jaune et palatine descendante en rouge. 54
Figure 43 : Vue clinique et scanographique d'un emphysème facial 57
Figure 44 : Vue 3D de la situation clinique 60
Figure 45 : Arcades maxillaire et mandibulaires numérisées en format STL 60
Figure 46: Arcades maxillaire et mandibulaire en occlusion enregistrées par la caméra optique au format STL 61
Figure 47 : Wax-up virtuel en miroir du secteur opposé 62
Figure 48 : Schuchardt bilatéral : Planification 3D de la nouvelle position du bloc osseux avec wax-up virtuel en haut, de la zone de résection à prévoir en rouge en bas. 63
Figure 49 : Schuchardt unilatéral : Planification 3D de la nouvelle position du bloc osseux avec wax-up virtuel en haut, de la zone de résection à prévoir en rouge en bas. 64
Figure 50 : Visualisation en vert de l'état préopératoire et en rouge post-opératoire 65
Figure 51 : Coupes scanner avec matching des zones d'ostéotomies en vert et rouge 65
Figure 52 : Guide de coupe avec indicateur simple de direction 66
Figure 53 : Guide de coupe avec guidage quasi-complet, stabilisé par un appui dentaire et une vis d'ostéosynthèse 67
Figure 54 : Gouttières de repositionnement finale sur mesure 69
Figure 55 : Plaque de contention sur mesure 70

Table des tableaux

Tableau 1 : Hauteur osseuse moyenne gagnée par ostéotomie de Schuchardt 16

Vu, le Directeur de thèse

Docteur Alice Guyon

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire
de l'Université Paris Descartes

Professeur Louis Maman

Au nom et pour le compte de l'administratrice
provisoire de l'Université Paris Descartes,

Le Doyen Louis MAMAN

Récupération de l'espace prothétique maxillaire postérieur par ostéotomie de Schuchardt

Résumé :

La réhabilitation prothétique du maxillaire postérieur est un enjeu quotidien pour l'activité d'un chirurgien oral. En effet, il n'est pas rare de constater qu'un édentement mandibulaire non compensé entraine une migration du bloc alvéolo-dentaire maxillaire compromettant l'espace prothétique postérieur. Pour pallier cela plusieurs options thérapeutiques s'offrent au praticien selon un gradient thérapeutique. En première intention une ingression orthodontique, en deuxième intention des aménagement dentaires ou prothétiques et enfin en dernière intention une ostéotomie de Schuchardt. Elle se définit comme une ostéotomie alvéolaire sus apicale transinusienne fixée dans une nouvelle position par des plaques d'ostéosynthèse. Cette thérapeutique nécessite une technicité chirurgicale et une grande connaissance de l'anatomie du maxillaire. La première partie sera consacrée à un bref rappel de l'anatomie du maxillaire, dans une deuxième partie nous étudieront l'examen de l'espace prothétique, dans une troisième partie la planification chirurgicale, dans la quatrième partie nous détaillerons un protocole chirurgical de l'ostéotomie de Schuchardt et enfin la dernière partie sera consacrée à l'apport du numérique dans la planification et la réalisation de cette ostéotomie.

Discipline : Chirurgie orale

Mots clés fMesh et Rameau :

Ostéotomie maxillaire -- Dissertation universitaire ; Chirurgie assistée par ordinateur -- Dissertation universitaire ; Études de cas -- Thèses et écrits académiques ; Chirurgie orthognathique assistée par ordinateur -- Thèse et écrits académiques

English keywords (MeSH) :

Maxillary Osteotomy -- Academic Dissertation ; Surgery, Computer-Assisted -- Academic Dissertation

Université Paris Descartes
Faculté de chirurgie dentaire
1 rue Maurice Arnoux
91120 Montrouge