



HAL
open science

Prise en charge chirurgicale de l'hypoplasie extrême du maxillaire protocole séquentiel chez un adulte édenté avec ankyloglossie

Louis Saint-Denis

► **To cite this version:**

Louis Saint-Denis. Prise en charge chirurgicale de l'hypoplasie extrême du maxillaire protocole séquentiel chez un adulte édenté avec ankyloglossie. Médecine humaine et pathologie. 2020. hal-03805989

HAL Id: hal-03805989

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03805989>

Submitted on 7 Oct 2022

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.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et 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 une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

2020

THÈSE

Pour obtenir le grade

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement

dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

le 13 octobre 2020

Par

Louis SAINT-DENIS

Né le 18 septembre 1991 à NANCY (54)

**PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE DE L'HYPOPLASIE
EXTRÊME DU MAXILLAIRE
PROTOCOLE SÉQUENTIEL CHEZ UN ADULTE ÉDENTÉ
AVEC ANKYLOGLOSSIE**

Membre du Jury :

Pr. É. SIMON

Professeur des Universités

Président du Jury

Pr. M. BRIX

Professeur des Universités

Directrice de Thèse

Pr. A. BLUM

Professeur des Universités

Juge

Dr M. TALBI

Docteur en Médecine

Juge



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**



FACULTÉ de MÉDECINE
NANCY

**Président de l'Université de Lorraine :
Professeur Pierre MUTZENHARDT**

**Doyen de la Faculté de Médecine :
Professeur Marc BRAUN**

**Vice-doyenne
Pr Laure JOLY**

Assesseurs :

Premier cycle : Dr Nicolas GAMBIER
Deuxième cycle : Pr Antoine KIMMOUN
Troisième cycle : Pr Laure JOLY
Formation à la recherche : Pr Nelly AGRINIER
Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER
CUESim : Pr Stéphane ZUILY
SIDES : Dr Julien BROSEUS
Vie Facultaire : Dr Philippe GUERCI
Etudiant : Mme Audrey MOUGEL

Chargés de mission

Docimologie : Dr Jacques JONAS
Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER
PACES : Pr Mathias POUSSEL
Relations internationales : Pr Jacques HUBERT

Présidente du Conseil de la Pédagogie : Pr Louise TYVAERT
Président du Conseil Scientifique : Pr Jean-Michel HASCOET

=====

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Louis BOUTROY - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER - Henry COUDANE - Jean-Pierre CRANCE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE - Bernard FOLIGUET - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - François GUILLEMIN - Philippe HARTEMANN - Gérard HUBERT - Claude HURIET - Jean-Pierre KAHN - Gilles KARCHER - Michèle KESSLER - François KOHLER - Pierre LANDES - Pierre LASCOMBES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - François MARCHAL - Jean-Claude MARCHAL - Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Thierry MAY - Michel MERLE - Daniel MOLÉ - Pierre MONIN - Pierre NABET - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Francis PENIN - Claude PERRIN - Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Jean-Luc SCHMUTZ - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Paul VERT - Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER - Denis ZMIROU - Faiez ZANNAD

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Etienne ALIOT - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Henry COUDANE - Gilbert FAURE - Alain LE FAOU - Thierry MAY Patrick NETTER - Luc PICARD - François PLENAT - Paul VERT - Jean-Pierre VILLEMOT – Faiez ZANNAD

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^e Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

2^e sous-section : (*Histologie, embryologie et cytogénétique*)

Professeur Christo CHRISTOV

3^e sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Guillaume GAUCHOTTE

43e Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{re} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER - Professeur Antoine VERGER

2^e sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD –

Professeure Valérie CROISÉ - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Benjamin GORY –

Professeur Damien MANDRY - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

44^e Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur David MEYRE - Professeur Bernard NAMOUR –

Professeur Jean-Luc OLIVIER - Professeur Abderrahim OUSSALAH

2^e sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur Mathias POUSSEL

3^e sous-section (*Biologie cellulaire*)

Professeure Véronique DECOT-MAILLERET

4^e sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

45^e Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LOZNIÉWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

2^e sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

3^e sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

46^e Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

4^e sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

47^e Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

2^e sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur Thierry CONROY - Professeur Frédéric MARCHAL - Professeur Didier PEIFFERT –

Professeur Guillaume VOGIN

3^e sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

4^e sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{re} sous-section : (*Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*)

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

2^e sous-section : (*Médecine intensive-réanimation*)

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY –
Professeur Antoine KIMMOUN

3^e sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

4^e sous-section : (*Thérapeutique-médecine de la douleur ; addictologie*)

Professeur Nicolas GIRERD - Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL

5^e sous-section : (*Médecine d'urgence*)

Professeur Tahar CHOUIHED

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{re} sous-section : (*Neurologie*)

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Sébastien RICHARD –
Professeur Luc TAILLANDIER Professeure Louise TYVAERT

2^e sous-section : (*Neurochirurgie*)

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

3^e sous-section : (*Psychiatrie d'adultes ; addictologie*)

Professeur Vincent LAPREVOTE - Professeur Raymund SCHWAN

4^e sous-section : (*Pédopsychiatrie ; addictologie*)

Professeur Bernard KABUTH

5^e sous-section : (*Médecine physique et de réadaptation*)

Professeur Jean PAYSANT

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{re} sous-section : (*Rhumatologie*)

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

2^e sous-section : (*Chirurgie orthopédique et traumatologique*)

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

3^e sous-section : (*Dermato-vénérologie*)

Professeure Anne-Claire BURSZTEJN

4^e sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1^{re} sous-section : (*Pneumologie ; addictologie*)

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

2^e sous-section : (*Cardiologie*)

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET –
Professeur Yves JUILLIERE -

Professeur Batric POPOVIC - Professeur Nicolas SADOUL

3^e sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardiovasculaire*)

Professeur Juan-Pablo MAUREIRA - Professeur Stéphane RENAUD

4^e sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

2^e sous-section : (*Chirurgie viscérale et digestive*)

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeure Adeline GERMAIN

3^e sous-section : (*Néphrologie*)

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

4^e sous-section : (*Urologie*)

Professeur Pascal ESCHWÈGE - Professeur Jacques HUBERT

53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

1^{re} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie)

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY
Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

3° sous-section : (Médecine générale)

Professeur Jean-Marc BOIVIN - Professeur Paolo DI PATRIZIO

54° Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{re} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET -
Professeur Cyril SCHWEITZER

2° sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

3° sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

4° sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER - Professeure Cécile RUMEAU

2° sous-section : (Ophtalmologie)

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD

3° sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61° Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64° Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

65° Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeure Céline HUSELSTEIN

66° Section : PHYSIOLOGIE

Professeur Nguyen TRAN

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

53° Section, 3° sous-section : (Médecine générale)

Professeure associée Sophie SIEGRIST

Professeur associé Olivier BOUCHY

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON

2° sous-section : (Histologie, embryologie, et cytogénétique)

Docteure Isabelle KOSCINSKI

44° Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN –

Docteure Catherine MALAPLATE - Docteur Marc MERTEN

2° sous-section : (Physiologie)

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Jacques JONAS

45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

2° sous-section : (Parasitologie et mycologie)

Docteure Anne DEBOURGOGNE

46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (Epidémiologie, économie de la santé et prévention)

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE

Docteur Arnaud FLORENTIN - Docteur Jonathan EPSTEIN (stagiaire)

2° sous-section (Médecine et Santé au Travail)

Docteure Isabelle THAON

47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (Hématologie ; transfusion)

Docteur Julien BROSEUS – Docteure Maud D’AVENI

2° sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)

Docteure Lina BOLOTINE

3° sous-section : (Immunologie)

Docteure Alice AARNINK

4° sous-section : (Génétique)

Docteure Céline BONNET - Docteure Mathilde RENAUD (stagiaire)

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D’URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1° sous-section : (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

Docteur Philippe GUERCI

3° sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

2° sous-section : (Neurochirurgie)

Docteur Fabien RECH

3° sous-section : (Psychiatrie d’adultes ; addictologie)

Docteur Thomas SCHWITZER

4° sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)

Docteur Fabienne ROUYER-LIGIER (stagiaire)

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

4° sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3° sous-section : (Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)

Docteur Fabrice VANHUYSE

4° sous-section : (Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire)

Docteure Nicla SETTEMBRE

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Docteur Anthony LOPEZ

54° Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L’ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1° sous-section : (Pédiatrie)

Docteure Cécile POCHON (stagiaire)

4° sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; Gynécologie médicale)

Docteure Eva FEIGERLOVA

5° sous-section : (Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale)

Docteur Mikaël AGOPIANTZ

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : (Oto-Rhino-Laryngologie)

Docteur Patrice GALLET

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^e Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

7^e Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19^e Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

63^e Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE, ÉLECTRONIQUE, PHOTONIQUE ET SYSTÈMES

Madame Pauline SOULET LEFEBVRE (stagiaire)

64^e Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^e Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Christophe NEMOS

69^e Section : NEUROSCIENCES

Madame Sylvie MULTON

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

53^e Section, 3^e sous-section : (*Médecine générale*)

Docteur Cédric BERBE

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)

Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
*Research Institute for Mathematical
Sciences de Kyoto (JAPON)*

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)

Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)

Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)

Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de Wuhan (CHINE)

Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (U.S.A)

Professeur Martin EXNER (2012)
Université de Bonn (ALLEMAGNE)

À notre Maître et Président du Jury

Monsieur le Professeur Étienne SIMON

Docteur en Médecine

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier en Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique

CHRU Nancy

Vous m'avez accordé le privilège d'accepter la présidence du jury de cette thèse.

Vos remarquables aptitudes chirurgicales et votre expérience m'ont apporté un grand soutien tout au long de mes périodes de fonctions dans votre service.

Veillez recevoir, au travers de ce travail, mes remerciements les plus distingués.

A notre Maître et Directrice de Thèse

Madame le Professeur Muriel BRIX

Docteur en Médecine

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier en Chirurgie maxillo-faciale et Stomatologie

CHRU Nancy

Vous me faites l'honneur de diriger ce travail, vous avez remarquablement su l'aiguiller.

Vos grandes connaissances de la chirurgie maxillo-faciale ont toujours été pour moi d'une aide précieuse dans l'acquisition théorique et pratique de la spécialité.

Votre disponibilité et votre bienveillance sont appréciables au quotidien.

Veillez trouver, par cet ouvrage, le sentiment de mes plus respectueuses salutations.

A notre Maître et Juge

Monsieur le Professeur Alain BLUM

Docteur en Médecine

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier en Radiodiagnostic et Imagerie Médicale

CHRU Nancy

Vous me faites le plaisir d'intégrer mon jury de thèse. J'espère que j'aurai su nourrir votre intérêt sur ce sujet.

Merci d'avoir permis la réalisation de certaines illustrations de mon travail.

Veillez accepter, par cette œuvre, l'expression de mes plus chaleureuses reconnaissances.

A notre Maître et Juge

Monsieur le Docteur Marouane TALBI

Docteur en Médecine

Praticien Hospitalier en Chirurgie maxillo-faciale

CHR Metz Mercy

Vous me gratifiez de votre présence dans ce jury.

Votre sagesse et votre maîtrise chirurgicale ont façonné en moi beaucoup d'admiration et pu faire mûrir ma vocation vers cette belle spécialité.

Veillez trouver, à travers cette thèse, l'expression de mes plus sincères reconnaissances.

A tous mes Chefs et Maîtres d'internat

Professeurs Universitaires :

Pr Manuela PEREZ

Pr Frédéric MARCHAL

Pr Pascal ESCHWEGE

Pr Olivier KLEIN

Pr Franck BOUTAULT

Pr Frédéric LAUWERS

Pr Raphaël LOPEZ

Praticiens Hospitaliers :

Dr Nicolas REIBEL

Dr Joëlle SIAT

Dr Jean-Luc VERHAEGHE

Dr Philippe RAUCH

Dr Léa LEUFFLEN

Dr Gilles DOLIVET

Dr Sophie CORTESE

Dr Romina MASTRONICOLA

Dr Fabienne ABEL-DECOLLOGNE

Dr Thierry ROUTIOT

Dr Mahmoud KHALIFE

Dr Damien PILLOT

Dr Marc LEGNAME

Dr Kaïs TRABELSI

Dr Grégoire KHAIRALLAH

Dr Firas ZREIQY

Dr Clara SERBANESCU

Dr Joëlle GIROT

Dr Armelle BRETON

Dr Christian MOLE

Dr Céline DEKEISTER

Dr Frank DELANOË

Assistants spécialistes et Assistants Chef de Clinique :

Dr Cyril PERRENOT

Dr Béatrice ALVES-NETO

Dr Anne-Cécile EZANNO

Dr Alexandru AMARIUTEI

Dr Apostolos AGRAFIOTIS

Dr Julie BUHLER

Dr Virginie PINEAU

Dr Thomas BRENGARD-BRESLER

Dr Jean-Charles ROCHEFORT

Dr Julien GENET

Dr Corinne MATUSIAK

Dr Mikaël NICOLAI

Dr Quentin KOPP

Dr Samuel MULLER

Dr Cheick DIAKITE

Dr Michaël COHET

A mes proches

Mes parents, je vous remercie du fond du cœur d'avoir su m'accompagner de façon exemplaire tout au long de cette presque-douzaine d'années d'études.

Mes frères,

Paul, qui m'a précédé de peu, je me souviens de cette soutenance à l'aube de mon internat, (déjà 5 ans !...) Tu as su me motiver à débiter ces études malgré l'adversité. Et merci pour ces corrections de syntaxe !

Jean, tu as toujours été un soutien incomparable et d'une tendresse à toute épreuve.

Je suis heureux de vous savoir épanouis dans vos coins respectifs avec vos adorables moitiés.

Mes grands-parents,

Papily et Mamilie, vous avez toujours été d'une attention débordante à mon égard, je ne vous en remercierai jamais assez. Puisse cette crise sanitaire voir rapidement sa fin arriver que nous puissions à nouveau nous embrasser !

Mamie, ta joie de vivre et ton énergie débordante forcent l'admiration. Merci d'avoir été un appui incontestable pour notre éducation et de nous permettre de nous ressourcer dans ce petit bout de campagne.

Papi, j'aurai toujours une pensée pour toi en flânant dans ton verger ou en bord de Dranse à la recherche d'un brin de paix.

Vous pouvez être fiers de ce que vous avez bâti.

Et bien sûr à tous mes autres proches,

Les artistes de la famille, qui avez su égayer chacun de nos longs repas. **Maurice**, tu trouveras ta voie j'en suis convaincu, je saurai te motiver !

Les cousins de Lille (et d'ailleurs maintenant), je suis tous fiers de vous, vous faites une belle fratrie.

A tous les autres, la liste est bien longue mais vous vous y reconnaissez j'en suis sûr, une pensée pour tous !

A tous ceux qui m'ont formé

Toute l'équipe de CGU, mes premiers pas dans ce curieux monde de la chirurgie. Mention spéciale à **Béa** et **Cyril** !

L'ICL, où j'ai pu élargir ma vision de la chirurgie et m'assagir dans la gestion des patients.

Le service d'orthopédie de Thionville, une vraie famille, qui m'a baigné dans cette discipline de façon admirable.

Le service de maxillo de Metz, mes premiers pas dans la spécialité, où je suis heureux de poursuivre mon engagement pour deux ans. **Grégoire, Thomas, Kunga, Adriano, Clara**, vous avez su chacun m'apporter beaucoup de choses et avez su rapidement m'accorder votre confiance, je vous en suis reconnaissant. Petite mention spéciale à **Kunga**, dont le flegme tibétain est exemplaire et déroutant !

Le service de maxillo de Nancy, où j'ai pu me roder un an durant puis me confirmer en cette fin d'internat. Ici aussi, je m'y sens chez moi et ai pu m'y faire pas à pas ma petite place.

A tous les chefs, Julien, Corinne, Jean-Charles, Mika, Quentin et Micha. Merci de votre disponibilité et de la complicité que nous avons pu forger.

Le CHU de Toulouse, où j'ai pu intensivement plonger dans la maxillo pendant 6 mois.

Je remercie bien évidemment le **Professeur Lauwers**, dont la technicité et la sérénité chirurgicale force le respect. Votre éloquence ajoute à votre personne un charisme sans faille. Vous m'avez accueilli à bras ouverts dans votre service et je vous en suis pleinement reconnaissant.

Céline, de très bons moments passés en ta compagnie que ce soit en consult ou au bloc, tu es pétillante et joviale et j'aurais aimé poursuivre pour quelques semaines encore à tes côtés.

Merci à **Frank, Cheick, Samuel, Pr Lopez, toutes les inf, secrétaires, prothésistes, manips**, dont l'accent chantant du Sud-Ouest résonne encore quand je repense à là-bas.

Merci à tout le personnel paramédical que j'aurai pu croiser tout au long de mon internat, infirmières, aides-soignantes, ASH, secrétaires, cadres.

Vous y êtes pour beaucoup dans le fonctionnement des services et avez su aussi m'accompagner dans le cheminement de ma formation.

A mes amis et collègues de l'internat

Tous mes cointernes,

- **De CGU : Fred**, plus de la moitié de l'internat ensemble, on n'aura pas réussi à se lâcher. Faut dire que tu dois bien me le rendre !

Martin, une vraie pépite sur les pistes enneigées comme de danse et une vraie belle rencontre de cet internat !

Antoine, chouette camarade de galère des premiers mois

- **De l'ICL : Julien**, grand frère à mes débuts puis chef intensément cool

Jordan, un talent évident pour les calembours les plus fameux. Bienvenue à tes deux petits lascars, soyez heureux à 4 !

Anne-Laure, on ne saura pas qui aura le plus subi pendant cet été à l'ICL, les 4 mecs ou toi !

- **De Thionville : Oleg**, clou gamma bien posé, clou gamma remboursé

- **De Metz : Charlotte, Adrien et Joey**, merci d'avoir supporté ma nonchalance et mon humour subtil

Samy, frère de cœur depuis l'hiver mosellan à l'été aux Baléares. Ta maîtrise de ta spécialité, et même au-delà, m'ont fait avancer dans mon internat.

Micha, aîné grivois, pédagogue et efficace

Mathilde et Lily, deux accents différents, mais toutes deux charmantes co-internes

Alizée, tes sourires radieux égayaient l'ambiance particulière de la crise Covid

Diane, ma petite sœur (et relectrice bis). Si facile à chamberer tout autant qu'à former. J'y éprouve le même plaisir en tout cas !

Quentin, ces Molkky improvisés à coups de Chlorhex contre les ORL resteront dans les annales

Attila, le meilleur joueur d'oud du Grand Est

- **De Nancy : Laetitia**, tu étais mon capital énergie positive, ma batterie de secours pendant 6 mois, je t'en remercie mille fois.

Lucie, la métissée lilloise toujours adorable

Mickaël et Lise, puis **Bertrand et Alix**, les binômes DESCO du moment

Loïse, toujours souriante et disponible. Prends bien soin de ta crevette !

Anaïs et Hannah, les coéquipières de choc de ce dernier semestre.

- **Et bien sûr, ceux de Toulouse : Caroline, Fanny, Pauline, Valentine, Antoine, Mylène, Marine, Grégory, Emma, Pierre** (mention spéciale pour mon petit frère de là-bas, référent Tinder d'Occitanie, d'excellents souvenirs en ta compagnie, avec **David**, ton complice du moment)

Mais aussi toute **la bande de l'internat de première année** que j'ai pu retrouver dans bon nombre de soirées et autres week-ends (et maintenant aux pots de thèse, comme ça passe...) !

A mes amis proches, les « copains d'abord »,

La liste serait longue aussi, mais nul besoin de vous citer tant nous formons un noyau dur depuis tant d'années déjà.

Merci d'exister et de m'avoir permis de me construire au travers de nos innombrables entrevues. Nous avons encore de biens belles années devant nous !

A mes amis d'ailleurs,

Du théâtre d'impro, discipline laissée de côté, pourtant si complète et exutoire incomparable. **JB et Mélo**, longue vie à vous deux, vous êtes géniaux ! **Marine**, ma globe-trotteuse favorite, soigneuse de cœurs à ses heures perdues ;) **Julien** que je croise trop rarement à Brabois.

A Clément et ton Club qui nous fait swinguer sur notre 31 avec toujours autant de plaisir !

A Selene, je n'effacerai jamais les belles années passées de notre vie commune, je suis navré de n'avoir pu amener notre histoire plus loin. Tu auras su m'apporter ton soutien dans l'élaboration de cette thèse et les différentes épreuves traversées pendant mon internat, tu as parfaitement ta place ici.

SERMENT

« **A**u moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque. »

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ABREVIATIONS	21
INTRODUCTION	22
PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DU CAS	23
1. Présentation clinique	23
1.1. Anamnèse dentaire	25
1.2. Analyse céphalométrique.....	25
1.2.1. Analyse de profil.....	26
1.2.2. Analyse de face.....	26
1.3. Étude des moulages.....	28
1.4. Analyse scanographique.....	29
1.5. Reconstructions 3D.....	30
2. Caractere insolite	31
3. Challenges et objectifs	33
DEUXIEME PARTIE : ANALYSE DE LA LITTERATURE	34
1. Ankyloglossie.....	34
1.1. Définition	34
1.2. Diagnostic	34
1.3. Traitement	35
2. Insuffisance transverse maxillaire : diagnostic et prevention	37
2.1. Définition	37
2.2. Étiologies	38
2.3. Prévention	39
2.4. Dyspraxies.....	39
3. Traitement de l'insuffisance transverse du maxillaire par expansion palatine.....	40

3.1.	Distraction ostéogénique	40
3.2.	Expansion rapide du maxillaire (<i>Rapid Maxillary Expansion</i> ou RME)	42
3.3.	Technique d'expansion palatine rapide assistée par minivis (<i>Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion</i> ou MARPE).....	44
3.4.	Expansion palatine rapide chirurgicalement assistée (SARME)	46
3.4.1.	Définition.....	46
3.4.2.	Technique chirurgicale	46
3.4.3.	Ostéotomies	47
3.4.4.	Disjonction palatine complète (ou <i>downfracture</i>).....	49
3.4.5.	Fixation	50
3.4.6.	Complications.....	52
3.4.7.	Distracteurs	53
3.4.7.1	Appui dentaire.....	54
3.4.7.2	Appui osseux	56
3.4.7.3	Appui tissulaire.....	60
3.5.	Ostéotomie de Le Fort I segmentée	61
3.5.1.	Technique	62
3.5.2.	Ostéotomies	63
3.5.3.	Fixation	64
3.5.4.	Complications.....	65
3.5.5.	Variante d'ostéotomie de Le Fort I segmentée en éventail	67
3.6.	Traitements mixtes.....	68
3.7.	Choix de procédure	69
3.8.	Efficacité et récurrence	71
4.	Edentement.....	74
4.1.	Conséquences de l'édentement.....	74
4.2.	Problématiques du traitement.....	75

4.3.	Aides au traitement et à la planification	76
5.	Place de l'imagerie	80
5.1.	Diagnostic et planification	80
5.2.	Suivi et efficacité.....	83
TROISIÈME PARTIE : TRAITEMENT ET RESULTATS.....		87
1.	Traitement.....	87
1.1.	Préambule au traitement	87
1.2.	Premier temps opératoire	88
1.3.	Deuxième temps opératoire.....	90
1.4.	Empreintes 3D	93
2.	Resultats.....	96
2.1.	Dimension sagittale	96
2.1.1.	Téléradiographies de profil	96
2.2.	Dimension transversale	97
2.2.1.	Moulages	97
2.2.2.	Téléradiographies de face	100
2.2.3.	Scanner.....	102
2.3.	Photographies comparatives.....	104
2.4.	Reconstructions 3d	106
CONCLUSION.....		107
ANNEXES		109
BIBLIOGRAPHIE		116
ARTICLE		131

LISTE DES ABREVIATIONS

CBCT :	<i>Cone Beam Computed Tomography</i>
CFAO :	Confection et Fabrication Assistée par Ordinateur
CT :	<i>Computed Tomography</i>
DO :	Distraction Ostéogénique
DPM:	Disjonction Ptérygo-Maxillaire
LFIS :	Le Fort I Segmentée
MARPE :	<i>Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expansion</i>
RME :	<i>Rapid Maxillary Expansion</i>
SARME/SARPE :	<i>Surgical Assisted Rapid Maxillary/Palatal Expansion</i>
TPD :	<i>Trans-Palatal Distractor</i>

INTRODUCTION

La correction chirurgicale des dysmorphoses dento-squelettiques, ou chirurgie orthognathique, traite des déséquilibres osseux de la face dans les trois dimensions de l'espace. Si la plupart des interventions n'intéressent qu'une ou deux de ces dimensions, la gestion concomitante des sens transversal, sagittal et vertical demeure un défi nécessitant une planification attentive.

En ce qui concerne la dimension transversale, elle est un facteur clé dans la planification des alignements d'arcades et dans la correction associée des autres dimensions.

Il est intéressant de pouvoir en analyser les différentes possibilités chirurgicales afin d'avoir une vision large sur cette problématique souvent moins maîtrisée.

La plupart des déficits transversaux inter-arcades sont dus à un maxillaire étroit, c'est notamment le cas dans notre étude.

La prise en charge du déficit transversal du maxillaire pose certains challenges pour les chirurgiens et orthodontistes. Un grand nombre d'études ont été publiées concernant la stabilité, la fiabilité des procédures, leurs indications et les variantes chirurgicales de l'expansion maxillaire.

Par ce travail, nous souhaitons vous présenter le cas insolite d'un adulte jeune avec un édentement majeur et une hypoplasie sévère du maxillaire prédominant dans la dimension transversale, conséquence d'une ankyloglossie non traitée.

Au travers de l'exposé de ce cas clinique, nous pourrions évoquer de nombreux aspects de la chirurgie orthognathique et principalement de l'expansion palatine.

Dans un premier temps, nous vous ferons l'énoncé du cas clinique en insistant sur son caractère historique, puis nous en dégagerons les principaux enjeux.

Ceux-ci seront étudiés dans une deuxième partie qui sera basée sur une analyse appuyée de la littérature afin de cerner l'ensemble de la question du traitement de l'insuffisance transverse du maxillaire, en mettant en parallèle les caractéristiques de notre cas.

Enfin, la dernière partie détaillera le plan de traitement mis en œuvre pour ce patient et ses résultats.

PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DU CAS

1. PRESENTATION CLINIQUE

Cette première partie sera donc consacrée à l'énoncé du cas clinique de Monsieur G., un homme de 30 ans suivi au service de Chirurgie maxillo-faciale, plastique et reconstructrice du CHRU de Nancy.

Le patient avait comme principaux antécédents un asthme dans l'enfance, une fracture de clavicule et des avulsions dentaires multiples (en 2001 et vers 2010). Il n'avait pas d'intoxication tabagique.

A l'examen endobuccal, il présentait :

- un articulé inversé en classe III avec un *overjet* (ou surplomb horizontal) négatif de 11,5mm (moulages)
- une insuffisance transversale sévère du maxillaire avec arcade effilée, en carène
- un édentement partiel de classe 1 selon la classification de Kennedy-Applegate(1)
- des dents sur arcades ayant bénéficié pour la plupart de plusieurs traitements par le dentiste traitant
- une inclinaison distale des dents 31 et 32
- une atrophie des deux arcades maxillaires : de stade IV et V selon Cawood-Howell(2)
- une canine 13 incluse dans le plancher des fosses nasales
- un kyste apical sur les dents 31 et 32
- une macroglossie associée à une ankyloglossie statique modérée selon Kotlow(3) : un bord libre mesuré à 9mm.

Il est important de préciser que ce tableau clinique n'était pas relié à une origine syndromique.

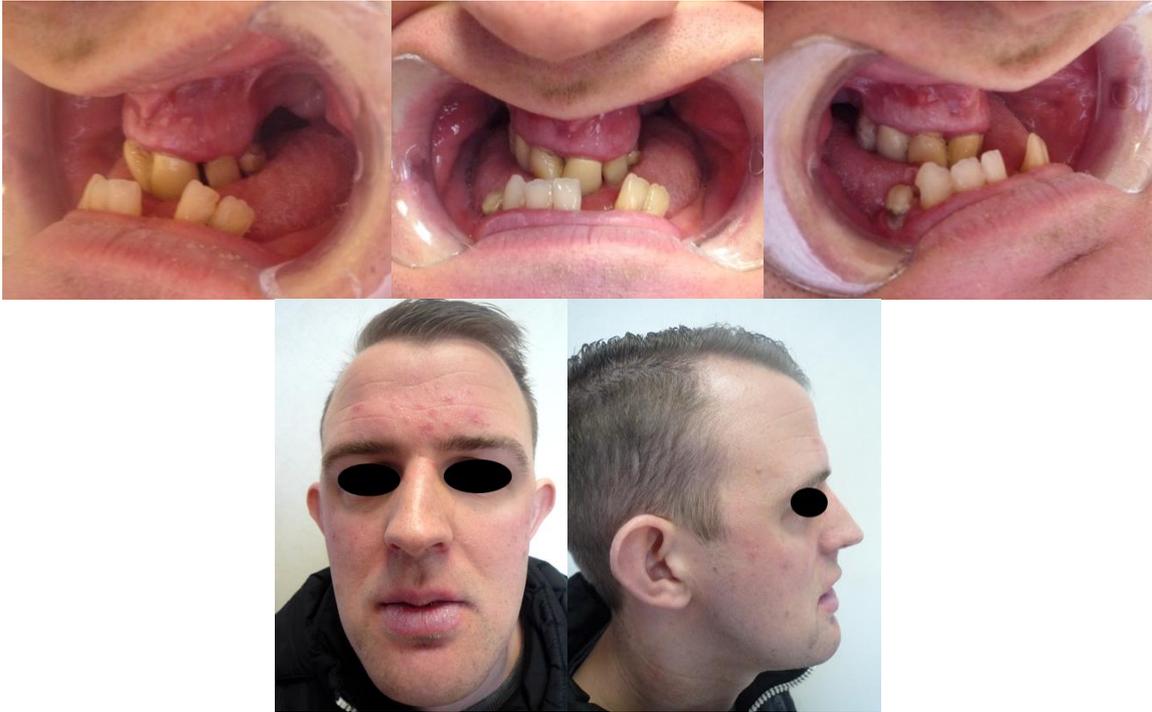


Figure 1 : Photographies de l'occlusion en mai 2019 (en haut), photographies de face et de profil (en bas)

A l'examen exobuccal, nous notions :

- une rétrusion labiale supérieure modérée avec une légère ouverture de l'angle naso-labial (103°)
- un effacement des angles mandibulaires en raison de son importante hyperdivergence
- une progénie relative due à la promandibulie et la version linguale des incisives
- un sillon labio-mentonnier marqué (88°)
- une légère rétrusion des tissus mous paranasaux avec effacement des pommettes
- une tendance à la respiration buccale avec incompétence labiale.

Concernant ses troubles fonctionnels, nous avons pu relever :

- une ankyloglossie avec restriction sévère de la mobilité linguale selon Yoon *et al.*(4) : le pourcentage d'ouverture buccale avec la langue maintenue sur la papille incisive supérieure est seulement de 12% de l'ouverture de bouche complète (5,6 sur 46,7mm).

- la protraction linguale était évaluée à 17mm à partir du bord libre incisif inférieur (pour une moyenne chez les sujets sains aux alentours de 30mm(5).

Le patient n'indiquait pas souffrir de ronchopathies, il n'avait pas présenté de dyspraxies dans l'enfance.

Il ne disait pas être gêné pour nettoyer ses dents avec sa langue ou s'humecter les lèvres.

1.1. Anamnèse dentaire

Le patient a bénéficié de l'avulsion de nombreuses dents.

A l'âge de 12 ans, il a été opéré pour avulsions dentaires multiples pour six dents lactéales (72,73, 74, 75, 84 et 85) et quatre dents définitives (15, 25, 36 et 46) cariées.

Le patient nous rapportait que les autres dents des secteurs molaires notamment avaient été avulsées secondairement entre 2010 et 2015 pour les mêmes raisons.

1.2. Analyse céphalométrique



Figure 2 : Téléradiographie de face et de profil du 17.4.19

(Imagerie Guilloz)

Sur la téléradiographie de profil, on relevait bien la rétromaxillie créant un décalage sagittal majeur, associée à l'hyperdivergence.

Un autre élément marquant était la relative harmonie des tissus mous par rapport à la dysharmonie squelettique sous-jacente.

1.2.1. Analyse de profil

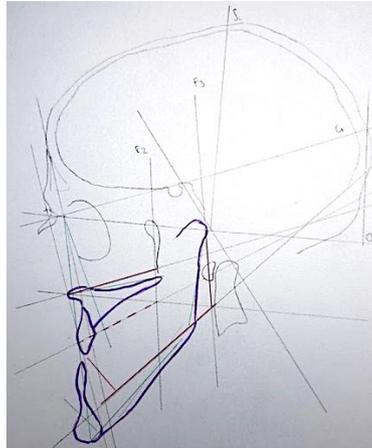


Figure 3 : Analyse céphalométrique de Delaire(6) (téléradiographie de profil du 17.4.19)
(Agrandissement en Annexe 1)

L'analyse de Delaire expliquait la discordance sagittale par une rétro-maxillie, mais aussi par une promandibulie.

L'impression d'hyperdivergence et d'excès vertical antérieur pouvait être accentuée par la position de la bouche légèrement entrouverte qu'adopte le patient en permanence.

1.2.2. Analyse de face

La description de l'insuffisance transversale maxillaire a été établie, entre autre, par Ricketts(7,8) avec « l'analyse *Rocky Mountain* ».

Celle-ci consistait à étudier, sur des téléradiographies de face, la distance des points *Jugulae* par rapport aux lignes fronto-latérales faciales (entre les points orbitaires et les points antégoniaux).

Les points *Jugulae* correspondent, de chaque côté, à l'intersection zygomatoco-maxillaire en la partie la plus concave du cintre éponyme.

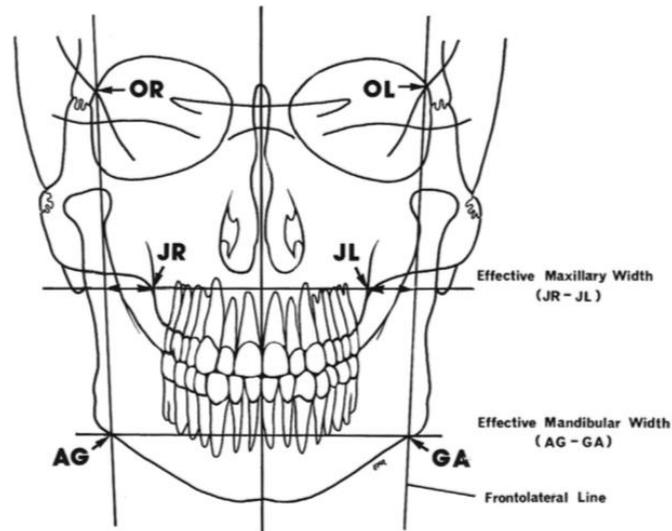


Figure 4 : Analyse de Ricketts(9) de la dimension transversale

Ricketts mesurait la distance effective entre les deux points *Jugulae*, mais également les différentiels de largeur aux lignes fronto-latérales. Au-delà de 10mm, une insuffisance maxillaire transversale était définie.

Il décrivait également un index différentiel transverse maxillo-mandibulaire correspondant à la différence attendue selon l'âge (19,6mm chez l'adulte) moins la différence réelle. Un index positif faisait suggérer la chirurgie.

Un résumé de la méthode se trouve en [Annexe 2](#).



Figure 5 : Téléradiographies de face reconstruites d'après scanner. Analyse de Ricketts(9)
(Imagerie Guilloz)

Selon cette analyse, la largeur maxillaire était évaluée à 47,64mm et la largeur mandibulaire à 87,68mm, soit une différence de 40,08mm pour un seuil d'indication chirurgicale établi à partir de 19,6mm de différence. L'index différentiel transversal maxillo-mandibulaire est donc de 21,48mm.

Concernant le différentiel de largeur, celui-ci était de 24mm à gauche et de 18mm à droite, soit 14mm d'insuffisance gauche et 8mm droite.

Cependant, on peut tenter d'affiner ces mesures par des coupes coronales épaisses de scanners (Figure 5). Cela permet de s'affranchir des éventuelles erreurs de centrage en utilisant le mode MPR (*MultiPlanar Reconstruction*). Cette astuce limite les problèmes de superposition retrouvée dans les imageries bidimensionnelles.

Ainsi, après ces corrections, nous obtenions une largeur maxillaire de 44,94mm pour une largeur mandibulaire de 86,61mm (soit 41,67mm de différence et un index à 22,07mm). Le différentiel de largeur était de 22,92mm à gauche (soit 12,92mm d'insuffisance gauche) et de 19mm à droite (soit 9mm d'insuffisance droite).

1.3. Étude des moulages

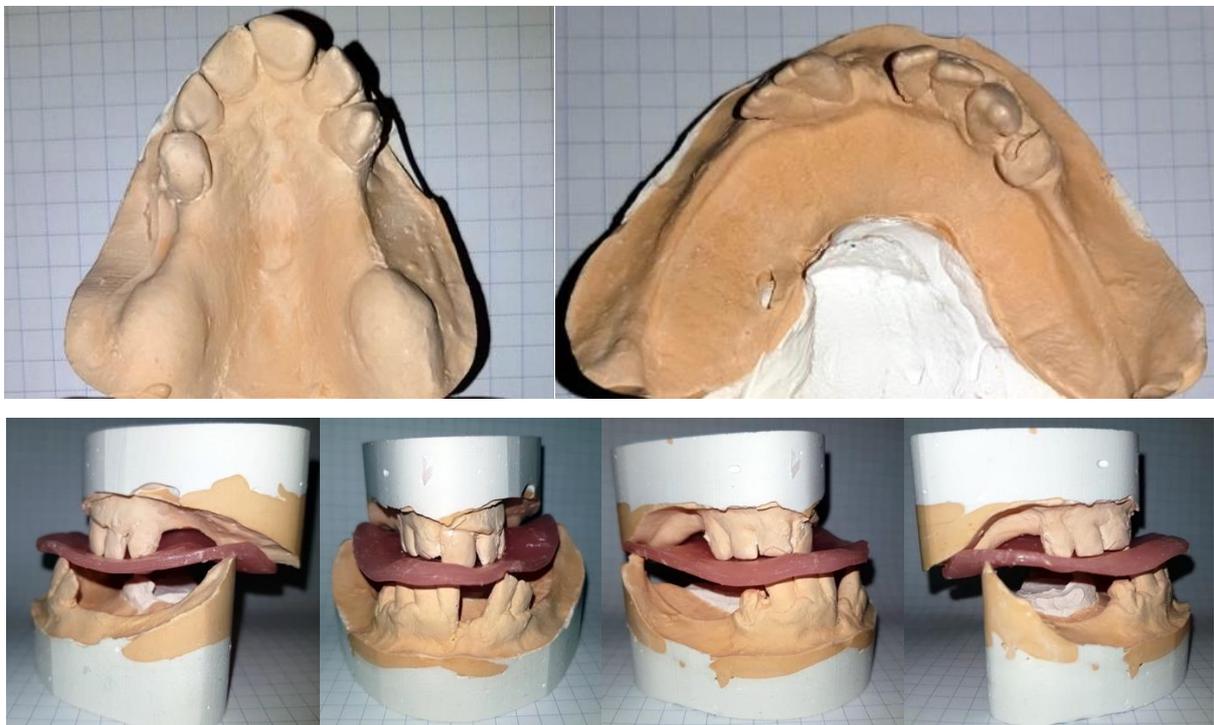


Figure 6 : Photographies des moulages avant la première intervention (2019)

Ces photographies de moulages révélèrent bien le caractère atrophique des arcades marqué par l'édentement.

On retrouvait un aspect équin du maxillaire dont toutes les proportions semblent rapetissées. On pouvait véritablement parler de micromaxillie tant deux des trois dimensions étaient fortement réduites.

Sur le plan sagittal, on notait aussi la classe III squelettique évidente avec un *overjet* négatif de 11,5mm.

1.4. Analyse scanographique

Nous verrons dans la dernière partie exposant les résultats du traitement que les mesures réalisées à partir des scanners sont presque similaires à celles des moulages dentaires et supplantent celles des téléradiographies.

Cependant, à but illustratif, il est intéressant d'exposer les coupes reconstruites scanographiques pour préciser nos propos.



**Figure 7 : Vue axiale avec épaisseur de coupe de 30mm (mode *Maximum Intensity Projection*)
(Imagerie Guilloz)**

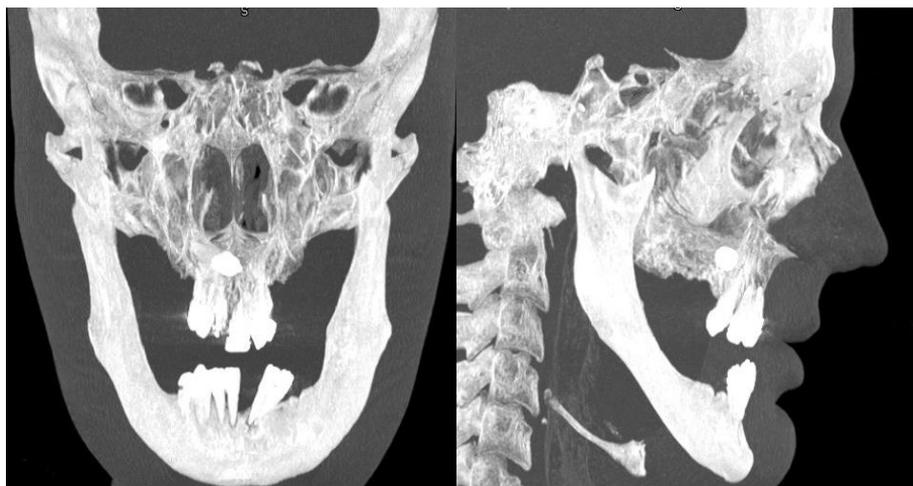


Figure 8 : Vue frontale et sagittale avec 50mm d'épaisseur de coupe (mode *Maximum Intensity Projection*)
(Imagerie Guilloz)

1.5. Reconstructions 3D



Figure 9 : Reconstructions 3D d'après scanner du massif facial (juin 2019)
(Imagerie Guilloz)

2. CARACTERE INSOLITE

Si l'édentement avancé que présentait le patient n'est pas si rare au début de la 3^{ème} décennie de vie, en revanche, la présence d'une ankyloglossie non traitée à cet âge est beaucoup plus exceptionnelle.

Sa prévalence est estimée à 4,8%(4) de la population.

Les troubles fonctionnels que cette anomalie engendre(3,5,10,11), incitent très souvent les patients à consulter(10), permettant un diagnostic et un traitement précoce, évitant ainsi que ses conséquences(4,10–13) sur la croissance crânio-faciale ne s'installent.

Dans le cas de ce patient, les symptômes étaient relativement peu invalidants, hormis un léger trouble de l'élocution, n'ayant pas motivé une prise en charge précoce.

Nous évoquerons plus tard en détail le diagnostic et traitement de l'ankyloglossie, mais nous pouvons citer ici l'impact que ce trouble crée dans le développement du maxillaire.

Il en résulte souvent une insuffisance transversale^{3,4,9}, une voûte palatine haute et étroite(4), une promandibulie avec béance antérieure(12) (*open bite*), mais également une rotation postérieure du plan occlusal maxillaire et une rotation antérieure du plan mandibulaire(10).

Cette ankyloglossie majeure a sans doute eu un rôle prépondérant dans la sévérité de sa contraction maxillaire.

La présence conjointe d'un édentement partiel important a également favorisé cette insuffisance transversale et antéropostérieure.

La première avulsion dentaire multiple a eu lieu à l'âge de 12 ans, la seconde aux alentours de sa vingtième année.

La résorption osseuse des arcades étant classiquement plus rapide dans la première décennie suivant les avulsions(14), ceci peut expliquer la sévérité de la dysmorphose.

Pietrokovski *et al.*(15) retrouvaient que la résorption de l'os maxillaire était centripète, engendrant un maxillaire édenté plus étroit et plus court. Quant à la mandibule, la base résiduelle est externe conduisant à une résorption centrifuge.

Ainsi, la classe III dento-squelettique du patient se retrouve aggravée par l'édentement, allant de concert avec les conséquences de l'ankyloglossie citées précédemment.

Nous l'avons vu, l'analyse céphalométrique de face selon Ricketts retrouve une insuffisance transverse du maxillaire de près de 20mm, qui montre bien l'ampleur du déficit.

McNamara(16) décrivait une largeur intermolaire moyenne de 36 à 39mm et considérait l'insuffisance maxillaire en-dessous de 31mm comme une indication à une expansion orthopédique ou chirurgicale.

C'est aussi cette limite de 31mm au collet palatin des molaires qui est notée par Andruccioli *et al.*(17), l'incluant dans un syndrome d'insuffisance transverse du maxillaire(16,17).

Chez le patient, cette largeur intermolaire est mesurée à 19mm sur les moulages (à la partie interne des tubérosités), soit 15mm d'insuffisance transversale.

Un autre aspect assez surprenant était à signaler pour ce cas : la relative stabilité des tissus mous, notamment de profil, avec une rétrusion labiale supérieure peu marquée. En revanche, les angles mandibulaires étaient effacés, en raison du caractère hyper-divergent de sa morphologie.

3. CHALLENGES ET OBJECTIFS

Malgré la présence d'un édentement quasi-complet, une compensation prothétique seule n'était pas envisageable en raison de l'importante discordance inter-arcades, surtout sur le plan transversal, mais aussi dans le sens antéro-postérieur.

La réalisation de prothèses en porte-à-faux(18,19), qu'elles fussent fixées par des implants zygomatiques ou amovibles, auraient engendré de fortes tensions et la concordance d'arcade ne saurait être établie convenablement sur le long terme.

Il était primordial, pour obtenir un résultat stable et pérenne, d'avoir recours à la chirurgie orthognathique et notamment à l'expansion palatine.

Devant un déficit maxillaire transverse d'une telle ampleur, une prise en charge chirurgicale en un seul temps aurait été, d'une part très difficilement réalisable, d'autre part extrêmement risquée sur le plan de la vascularisation(20,21) des arcades dentaires et de la stabilité à court et moyen terme du montage.

La résistance des tissus mous notamment aurait rendu l'expansion transversale impossible.

Un élément prépondérant pris en compte était la présence de l'important édentement et de l'atrophie alvéolaire qui en résulte.

Cela avait un impact sur la gestion de l'expansion palatine sur le plan technique, mais aussi sur la planification du repositionnement maxillo-mandibulaire final.

La prise en charge orthognathique des patients édentés(22–27) est assez peu fréquente, l'indication principale étant le traitement du Syndrome des Apnées Obstructives du Sommeil (SAOS). L'analyse de la littérature permettra d'apprécier les particularités chirurgicales présentes dans de tels cas.

Aussi, le rôle de la langue ayant été prépondérant dans l'installation d'une telle dysmorphose, il convenait d'en tenir compte en proposant une libération chirurgicale pour obtenir des fonctions et une anatomie la plus normale possible.

DEUXIEME PARTIE : ANALYSE DE LA LITTERATURE

1. ANKYLOGLOSSIE

1.1. Définition

L'ankyloglossie (du grec *agkulos*, « reserré » et *glossia*, « langue ») est une anomalie congénitale définie(11) par un problème de limitation de la mobilité linguale causée par un frein lingual restrictif.

Elle est caractérisée par un frein lingual court et épais relié au bout de la langue à une distance plus ou moins grande du bord libre.

En empêchant le contact entre le palais antérieur et la langue, les patients présentent une déglutition infantile créant une promandibulie par poussée mandibulaire(10).

La position basse de la langue fait perdre son rôle de vérin(28) sur le palais générant une rétro et endomaxillie avec une rotation sagittale horaire mandibulaire. Il y a inhibition de la croissance sagittale et transversale du maxillaire.

Embryologiquement, l'ankyloglossie résulte d'un échec de la dégradation cellulaire du frein de la langue(10) entre la 8e et 11e semaine prénatale.

1.2. Diagnostic

Le diagnostic se fait d'un point de vue qualitatif et quantitatif.

Le retentissement sur la qualité de vie sera évalué en explorant les symptômes associés(3,5) à cette anomalie : des difficultés d'élocution, de déglutition, d'allaitement, pour se nettoyer les dents, se lécher les lèvres, jouer d'un instrument à vent ou encore des difficultés à embrasser.

On peut mesurer quantitativement les dimensions statiques de l'ankyloglossie.

Ainsi, on retrouve la longueur médiane(12) (α sur la Figure 10, à gauche) en apposant un mesureur chevauchant le frein lingual.

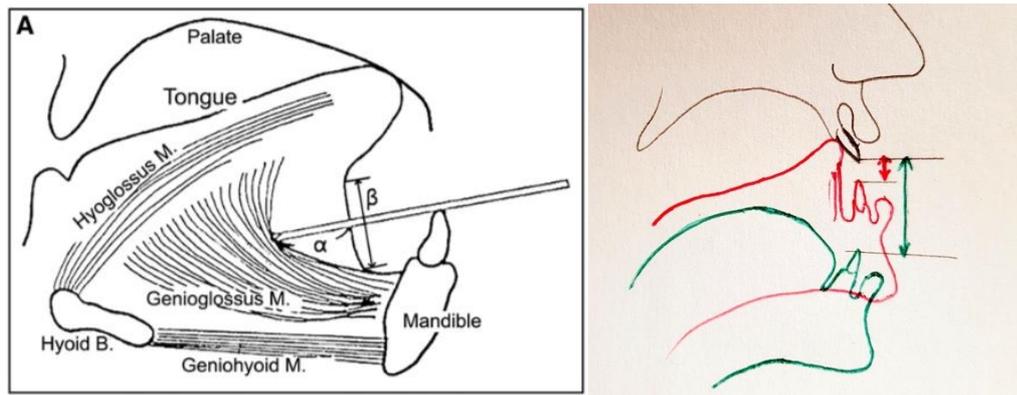


Figure 10 : Mesures statiques (à gauche) et dynamiques (à droite) de l'ankyloglossie

D'après Jang *et al.*(12) et schéma personnel

Cette technique souffre cependant d'un certain degré d'imprécision.

Kotlow(3) a défini et classifié en différents stades selon la langue libre, correspondant à la portion entre l'insertion du frein à la base de la langue jusqu'à la pointe.

Ainsi, il estimait le seuil de longueur acceptable 16mm de langue libre et classait les longueurs en-deçà d'ankyloglossie légère (12-16mm) à ankyloglossie complète (<3mm).

On retrouve aussi la notion de dimensions dynamiques comme la mesure du ratio de l'ouverture de bouche maximale avec la langue maintenue sur la papille supérieure rapportée à l'ouverture buccale maximale (Figure 10, à droite).

Les différents grades sont exprimés en pourcentage de mobilité(4) : >80% (mobilité complète), 50-80, 25-50, <25 (sévère).

La protrusion linguale est aussi intéressante à évaluer par rapport aux incisives inférieures.

D'autres classifications ont été relevées dans la littérature (Hazelbacker ou Bristol(29,30)), incluant la fonctionnalité et le score d'ankyloglossie.

1.3. Traitement

Une fois le diagnostic établi, demeure la question non-consensuelle du traitement.

Si Ruffoli *et al.*(31) considèrent que le frein lingual a tendance à disparaître entre 6 mois et 6 ans, il faut être prudent et surveiller attentivement si l'un des troubles fonctionnels sus-cités survient. C'est souvent les troubles d'élocution et de déglutition qui mettront en alerte l'entourage.

Kotlow(3) recommandait la chirurgie pour les stades III et IV soit une langue libre inférieure à 7mm.

La conférence de consensus de 2020(11) sur l'ankyloglossie chez les enfants relevait que, devant un problème d'allaitement, il fallait avant tout éliminer d'autres causes de gênes possibles (obstruction nasale, aérienne, fente, reflux, rétrognathie) pour éviter une inefficacité du traitement voire une hausse de la morbidité.

Cependant, si l'allaitement est perturbé par une ankyloglossie, la frénotomie doit être réalisée aussi tôt que possible pour éviter l'abandon de l'allaitement.

Il n'y avait pas d'âge idéal retrouvé, mais il semble accepté que les frénotomies les plus précoces se réalisent chez des enfants de moins d'un mois.

Plusieurs études ne montraient pas d'intérêt de la chirurgie dans la prévention des futurs troubles alimentaires ou d'élocution chez les enfants avec une bonne mobilité linguale.

Le traitement, en tant que tel, est relativement simple. Il peut se faire par frénectomie laser ou chirurgicale, ou frénoplastie (en Z ou horizontal à vertical), sous anesthésie locale ou générale selon l'âge de l'enfant.

Il doit par contre s'accompagner d'exercices quotidiens(5) pendant un mois post-opératoire.

L'efficacité se verra surtout sur les critères quantitatifs.

Doit être également considéré le traitement non chirurgical, consistant à une surveillance, des consultations d'allaitement et d'orthophonie.

2. INSUFFISANCE TRANSVERSE MAXILLAIRE : DIAGNOSTIC ET PREVENTION

2.1. Définition

Si l'insuffisance transverse du maxillaire peut se résumer en mesures chiffrées, il est important de pouvoir la définir par ses signes cliniques.

Ceux-ci survenant presque en même temps, McNamara(16) a établi le terme de syndrome de l'insuffisance transverse maxillaire.

L'articulé croisé (ou *crossbite* en anglais) antérieur et postérieur en est un des éléments. Il correspond à une discordance d'arcades avec une arcade maxillaire située en interne par rapport aux dents antagonistes mandibulaires : cela crée une occlusion dite « en sablier ».

Un encombrement d'arcade maxillaire est souvent retrouvé. L'insuffisance transversale va souvent de pair avec une diminution du périmètre d'arcade, les dents se retrouvent ainsi restreintes dans un plus petit espace, créant des chevauchements.

On retrouve aussi dans ce syndrome un excès de croissance verticale alvéolaire, un palais profond et étroit, une distance intermolaires inférieure à 31mm (mesurée au niveau du col), et un élargissement des corridors buccaux (ou espaces noirs latéraux) au sourire.

La prise en compte de la dimension transversale, tout autant que les deux autres, est primordiale dans la planification des étapes du traitement de dysmorphoses dentosquelettiques.

Selon Jacobs *et al.*(32), la première étape est d'affirmer et de quantifier cette insuffisance transversale maxillaire. Nous le verrons ci-après, il est important de rechercher l'étiologie de cette insuffisance surtout chez l'enfant.

La seconde étape doit catégoriser cette insuffisance comme étant « relative » ou « absolue »(32,33).

- Une insuffisance relative verra le déficit transversal s'effacer lors de la mise des moulages en classe I canine ; l'insuffisance étant le résultat du décalage au niveau sagittal.

- Une insuffisance absolue retrouvera un véritable articulé croisé (*crossbite*) uni ou bilatéral, persistant ou aggravé lors de la mise en classe I.

Le traitement transversal devra concerner la deuxième catégorie.

La morphologie de l'arcade (forme en V, lyre, standard) et de l'insuffisance transversale (canine, molaire, complète) est importante et nous verrons plus tard qu'elle peut orienter le traitement.

Selon Suri *et al.*(34), l'inclinaison buccolinguale des dents postérieures doit être notée, car elle permet une distinction plus précise entre la part d'insuffisance squelettique et celle d'insuffisance dentaire.

La création d'images d'occlusogrammes par des modèles numériques permet aisément de s'en faire une idée.

Dans l'insuffisance transverse du maxillaire, la courbe de Wilson est accentuée(16,35) avec des cuspides linguales situées sous le plan occlusal en raison de l'inclinaison buccale des molaires maxillaires et l'inclinaison linguale des molaires mandibulaires.

2.2. Étiologies

Les causes de l'insuffisance transverse du maxillaire sont diverses. Parfois multifactorielle, elle peut aussi s'inscrire dans le cadre d'un syndrome polymalformatif.

On retrouve ainsi comme étiologies fonctionnelles la succion du pouce, le syndrome d'apnées obstructives du sommeil, la composante cicatricielle après réparation de fente labio-alvéolo-palatine.

L'insuffisance peut aussi être un héritage parental de dimensions palatines restreintes.

Les fentes labio-alvéolo-palatines, qu'elles soient syndromiques ou non, créent souvent un déficit transversal maxillaire, dont la cause est parfois iatrogène par cicatrisation après la chirurgie reconstructrice initiale.

Parmi les syndromes évoqués, on peut lister(34) de façon non exhaustive et par ordre de fréquence : le syndrome de Down (ou trisomie 21), de Marfan, d'Apert, de Klippel-Feil, de Treacher-Collins et la myopathie de Duchenne.

Plus rarement, on retrouve les syndromes de Wiedemann-Rautenstrauch, la dysplasie cléido-crânienne, l'*osteopatia striata*, le déficit isolé en cytochrome-C-oxidase et la sténose congénitale des orifices piriformes.

2.3. Prévention

Si le cas présenté précédemment revêt un caractère extraordinaire, c'est de toute évidence le résultat d'une absence de prise en charge plus précoce.

Un diagnostic précoce des troubles aurait pu permettre la mise en place de traitements préventifs pour prévenir l'aggravation de cette hypoplasie maxillaire.

Un problème unidimensionnel peut devenir tridimensionnel par adaptation et répercussion dento-alvéolaire(28).

La prévention se fait tout d'abord par le traitement des troubles fonctionnels, pour obtenir un véritable déverrouillage fonctionnel(36).

Une mauvaise perméabilité nasale avec ou sans respiration buccale peut générer des défauts de croissance squelettique entraînant ainsi des problèmes naso-sinusiens par rétrécissement des fosses nasales et du prémaxillaire, une rétromaxillie et un défaut de pneumatisation des sinus, créant ainsi un cercle vicieux.

La fonction linguale est également importante dans le développement du maxillaire et un trouble fonctionnel de cet organe aurait dû être dépisté plus tôt comme nous le verrons juste après.

2.4. Dyspraxies

D'ordre général, les dyspraxies telles que la succion du pouce ou la déglutition infantile sont des habitudes à savoir déceler et corriger avant l'installation de désordres dans la croissance dento-squelettique, notamment l'apparition d'endognathie maxillaire(37) avec palais ogival. Des dyspraxies causant des troubles occlusaux des dents déciduales peuvent engendrer des malocclusions sur des dents permanentes(38).

Selon Ogaard et Larrson(39,40), l'usage de la tétine entraîne une réduction intercanine maxillaire et élargissement intercanin mandibulaire à cause de la position basse de la langue, ce qui en fait un facteur significatif d'apparition d'articulé croisé (*crossbite*) postérieur.

Même sur 12 mois, la différence peut apparaître et à partir de 24 mois, il y a un risque d'apparition de *crossbite* postérieur.

Il est donc important de briser les habitudes entre 2 et 3 ans.

3. TRAITEMENT DE L'INSUFFISANCE TRANSVERSE DU MAXILLAIRE PAR EXPANSION PALATINE

Dans cette grande partie, nous allons analyser différents aspects de l'expansion palatine, qu'elle soit réalisée par ostéotomie de Le Fort I segmentée ou par expansion palatine rapide chirurgicalement assistée (SARME ou SARPE en anglais, *Surgical Assisted Rapid Maxillary (Palatal) Expansion*) ou non (RME, *Rapid Maxillary Expansion*).

Ces différentes thématiques seront utiles pour mieux cerner les enjeux de notre situation clinique de départ et ainsi comprendre notre démarche dans le traitement de cette insuffisance maxillaire transversale sévère.

Ainsi, seront présentées les différences entre la SARME et l'ostéotomie de Le Fort I segmentée (LFIS), les différents types de distracteurs, de fixation possible, les variantes chirurgicales et leurs intérêts.

Les critères principaux évaluant ces divers éléments sont essentiellement leur efficacité, leur stabilité (soit l'absence de récurrence des déplacements dentosquelettiques), leur rigidité, les complications inhérentes à chacune et leurs indications.

Pour introduire cette grande partie, il est important d'exposer les bases de la chirurgie d'expansion palatine.

Trois techniques chirurgicales se démarquent dans le traitement de l'insuffisance transverse du maxillaire.

L'expansion orthodontique rapide du maxillaire, par opposition à l'expansion chirurgicalement assistée, et l'ostéotomie segmentée de Le Fort.

Les deux premières techniques utilisent le procédé de distraction ostéogénique pour créer une distraction palatine.

3.1. Distraction ostéogénique

Avant de poursuivre, nous devons ouvrir une parenthèse sur la distraction ostéogénique.

Bien que la RME s'y apparente, c'est essentiellement la SARME qui utilise les principes de la distraction ostéogénique (DO), découverte par Codivilla(41) (1904), codifiée par Ilizarov(42) dans les années 1950, et ensuite mise en application au niveau céphalique par McCarthy (allongement mandibulaire en 1992).

Cette technique utilise la loi de « tension-contrainte » pour obtenir une régénération osseuse en appliquant une sollicitation mécanique à un cal osseux en cours de formation.

Elle présente l'avantage de traiter en même temps le déficit osseux et celui des tissus mous environnants(43). Ce phénomène est appelé « distraction histogénique ».

Les paramètres dépendants du chirurgien sont la stabilité de la fixation, l'orientation des vecteurs de distraction, le rythme et la vitesse de distraction.

Les deux derniers sont essentiels : une mauvaise gestion de ces paramètres peut amener à une consolidation précoce, ou au contraire à une pseudarthrose (après une étape fibro-cartilagineuse).

Ilizarov(42) montrait, chez les chiens, qu'à déplacement constant de 1 mm par jour, l'activité ostéogénique était supérieure si les distracteurs étaient activés deux fois par jour plutôt qu'une.

Indépendamment du rythme d'activation, le déplacement optimal était de 1mm par jour.

Concernant le rythme, il a été montré qu'une fragmentation en dix micro-incréments augmente l'activité ostéogénique et le volume de tissus osseux obtenu(44).

Une fragmentation plus espacée n'épargne pas au cal les microtraumatismes itératifs consécutifs à l'application d'une déformation instantanée qui reste importante à l'échelle histologique.

L'optimisation de la régénération osseuse en DO repose sur la mise en jeu de forces minimales qui éviteraient de traumatiser le jeune régénérat et sur l'application continue(43) de ces forces. Pour cela, des distracteurs à ressort, hydrauliques ou motorisés seraient des solutions innovantes.

L'ancrage et la stabilité osseuse des appareils de distraction sont aussi primordiaux, et seront abordés plus loin.

Histologiquement, la distraction chirurgicale du maxillaire est donc une variation de la DO. Au départ, après la disjonction chirurgicale, un véritable cal(45) de fracture classique se met en place avec une phase d'inflammation et la formation d'un caillot. S'en suit une phase de granulation et d'angiogenèse. A la fin de la période de latence, le mésenchyme est constitué et vascularisé.

Lors de la phase de distraction, la mécano-régulation va jouer sur la différenciation cellulaire.

Entre J5 et J7 de la distraction, les travées de collagène s'orientent, puis débute la phase de rétention avec une consolidation par ossification endomembraneuse jusqu'à obtenir un os compact qui se minéralise progressivement.

Enfin, au retrait des appareils de contention, commence le remodelage osseux du régénérat.

Une méta-analyse de 2001(46) comparait des travaux sur la distraction ostéogénique crâniofaciale. Il était retrouvé le plus fréquemment une période de latence de 4 à 5 jours et une période de contention soit de 2 à 4 semaines par fixation rigide puis contention nocturne 4-8 semaines par masque facial, soit de 2 à 3 mois de fixation rigide.

3.2. Expansion rapide du maxillaire (*Rapid Maxillary Expansion* ou RME)

L'expansion maxillaire orthodontique sera traitée en premier puisqu'elle concerne le traitement de la population pédiatrique, elle apparaît donc précocement dans la chronologie thérapeutique.

La technique d'ouverture de la suture médiopalatine a été initiée par Angell en 1860(47) (USA), puis popularisée bien plus tard par Korkhaus(48) en 1956 qui l'a amenée en Europe.

Haas(49) avait étudié l'expansion palatine sur le porc, concluant en une procédure non douloureuse, avec une suture palatine résistant peu à l'étirement. Il retrouvait un gain de 15mm en deux semaines avec élargissement internasal de 7mm.

L'expansion permet d'harmoniser les rapports inter-arcades par le biais d'appareils de distraction, à appui dentaire ou tissulaire. Nous traiterons des différents types de distracteurs dans une autre sous-partie.

Dans l'insuffisance maxillaire, il y a une constriction de l'arcade avec le plus souvent une version vestibulaire compensatrice des dents.

Une correction uniquement orthodontique de l'axe dentaire n'apportera pas un résultat stable dans le temps.

Souvent, la RME était réservée au traitement des articulés croisés, mais elle traite aussi l'encombrement et la protrusion dentaire(16).

La limite d'âge(50) est difficile à établir entre RME et SARME, elle est basée essentiellement sur la maturité de la suture médiopalatine.

La RME doit être évitée(51) quand la suture est fusionnée, car elle expose aux risques d'inclinaison dentaire majeure, de résorption alvéolaire vestibulaire(52) et de problèmes parodontaux, entraînant une efficacité moindre et un risque de récurrence(53).

Elle est donc à réserver aux enfants et aux adolescents.

Les échecs de la RME peuvent être expliqués par la fusion « précoce » de la suture.

Bien que la littérature semble accorder une limite d'âge entre les deux thérapeutiques autour de 15 ans, certains auteurs ont tenté de préciser l'âge seuil entre RME et SARME.

C'est notamment le cas d'Angelieri *et al.*(54) qui ont étudié la suture médiopalatine pour déterminer le type de population pouvant bénéficier d'une RME entre le jeune adolescent et le jeune adulte.

Par le biais du cone-beam, ou CBCT (*Cone Beam Computed Tomography*), les auteurs ont étudié différents stades de la maturation suturale, déjà définie histologiquement dans de précédents travaux, parmi 140 CBCT de 5 à 58 ans.

La suture présentait donc 5 stades de maturation, du stade A, le plus précoce, représenté par une ligne osseuse dense, au stade E correspondant à la suture fusionnée.

Si les enfants avant 11 ans étaient au stade A et les adultes (>18ans) essentiellement aux stades D et E, la répartition entre ces deux âges n'est ni linéaire, ni corrélée à l'âge chronologique. En effet, 6 filles de 11 à 14 ans étaient dans des stades D ou E.

L'âge chronologique n'est donc pas un critère de choix, comme le relevait les études histologiques.

Cette étude permet de comprendre pourquoi la RME a moins d'effets squelettiques sur la période pubertaire qu'avant l'âge de 10 ans, notamment par le grand pourcentage de stade C au-delà de cet âge.

Les adultes étant essentiellement aux stades E, D puis C, la RME n'est pas recommandée et expose à un risque d'échec.

Au-delà de la classification, c'est le pourcentage de fusion de la suture qui est important. Persson(55) établissait que moins de 5% de fusion permettait une RME classique. Mais des études histologiques et micro-tomographiques montrent que moins de 5% de fusion sont retrouvés chez des sujets âgés.

Cependant, beaucoup de travaux expliquent que les résistances à la séparation médiopalatine se retrouvent essentiellement dans les sutures dites « circummaxillaires » (ptérygoïdes, cintres maxillozygomatiques, piliers canins).

Les problèmes de dimension transversale sont situés préférentiellement en postérieur à cause de la fusion première dans le sens postéroantérieur. Ainsi, l'expansion orthopédique sera plus efficace en antérieur et plus difficile dans la région intermolaire.

Korbmacher *et al.*(50) ont étudié par micro-CT (*Computed Tomography*) des palais de sujets décédés. Ils en mesuraient la densité suturale dans les trois plans de l'espace.

Le taux d'interdigitations de la suture n'était pas âge-dépendant.

La densité osseuse sagittale en revanche était le seul paramètre lié à l'âge.

Des recommandations préconisent de réaliser une radiographie maxillaire occlusale pour les patients de plus de 20 ans(56). Si la suture est fermée, une SARME est indiquée. Mais Wehrbein *et al.*(57) déconseillent de se fier seulement aux radiographies, celles-ci étant peu fiables.

Cependant, eu égard de l'irradiation engendrée, le CBCT ne peut pas être utilisé en pratique courante pour vérifier l'état de la suture.

L'état sutural n'est pas strictement dépendant de l'âge, il y a une variabilité interindividuelle et au sein d'une même suture. La séparation palatine de la base du crâne est donc fortement indiquée chez l'adulte, la RME n'ayant pas sa place.

Outre les conséquences sur la région alvéolo-dentaire, zone d'ancrage, une expansion palatine orthopédique tardive comporte un risque d'augmentation des tensions sur la base du crâne et fait craindre des complications rarissimes mais graves telles qu'une fistule carotido-caverneuse(58).

3.3. Technique d'expansion palatine rapide assistée par minivis (*Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion* ou MARPE)

Pour contrer cette maturation de la suture médiopalatine chez l'adulte, et tout en évitant une procédure chirurgicale, certains auteurs ont proposé une alternative à la RME : l'expansion palatine rapide assistée par minivis, ou MARPE (*Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion*).

Andrucioli *et al.*(17) présentaient le cas d'une enfant de 14 ans traitée par RME pour une insuffisance transverse maxillaire inférieure à 5mm chez qui se posait le problème d'absence de diastème interincisif malgré un protocole d'activation de 4 x 0,25mm à J1 puis 2 x 0,25mm par jour. Un protocole d'activation plus lent a donc été instauré, de 2 x 0,5mm par semaine.

Dès la détection de l'absence de diastème (preuve de l'ouverture de la suture), le changement de protocole d'activation fut réalisé pour passer à une expansion lente.

Les auteurs précisait qu'une alternative à ce traitement aurait été la MARPE, dont le protocole d'expansion est lent, à raison de 0,25mm par jour.

Lee *et al.*(59) ont été les précurseurs de la MARPE en la proposant pour un patient de 20 ans avec insuffisance maxillaire transverse de 8mm et une classe III dento-squelettique importante. Afin d'éviter au patient deux temps chirurgicaux, il a été réalisé dans un premier temps une expansion palatine par distracteur à appui mixte (dentaire et osseux) par le biais de quatre bagues sur les premières prémolaires et premières molaires et quatre vis palatines paramédianes.

Les auteurs notaient que cette technique devait être réservée aux patients adolescents et jeunes adultes jusqu'à 25 ans environ.

Elle permet de se prémunir des complications dento-alvéolaires de la RME chez les adultes par l'utilisation d'un appareil à appui dentaire et palatin(60). La répartition antéropostérieure des vis est importante pour obtenir une disjonction la plus complète possible.

MacGinnis *et al.*(61) utilisaient la méthode des éléments finis pour étudier la force et la rigidité de la base du crâne et préciser où les structures pliaient pour indiquer la distribution du stress avec différents appareils d'expansion avec ou sans ostéotomies.

Ils montraient que la RME (appui dentaire) distribuait plus de stress aux trois piliers maxillaires que la MARPE, où les forces étaient moins propagées.

En plaçant les forces d'expansion plus proches du centre de résistance maxillaire, il survenait moins d'inclinaison et plus de déplacement latéral.

Carneiro Da Cunha *et al.*(60) ajoutaient que la répartition antéropostérieure des vis était primordiale pour obtenir une disjonction la plus complète possible (Figure 11).

Ainsi, l'expansion palatine assistée par minivis ancrées dans le palais apparaît comme une alternative intéressante pour les patients dont la suture aurait déjà fusionné mais dont l'élasticité osseuse n'est pas trop affaiblie.



Figure 11 : Appareil pour MARPE

D'après Carneiro Da Cunha *et al.*(60)

3.4. Expansion palatine rapide chirurgicalement assistée (SARME)

3.4.1. Définition

Pour contrer la résistance à l'expansion de la suture médiopalatine chez les adultes, la distraction palatine après disjonction chirurgicale a été élaborée.

Elle est une variante de la distraction ostéogénique décrite précédemment et diffère de la RME par l'ajout d'une étape chirurgicale de libération osseuse par des ostéotomies.

Le principe est de s'opposer aux résistances osseuses apparues avec l'âge pour réaliser progressivement une expansion maxillaire jusqu'à obtention de la largeur maxillaire désirée.

3.4.2. Technique chirurgicale

L'intervention se réalise le plus souvent sous anesthésie générale même si on relève des cas réalisés sous anesthésie locale(62) ou sédation légère(63).

Les voies d'abord sont principalement vestibulaires supérieures mais les débuts de la SARME ont vu des incisions(20,21,33,64–66) décrites au niveau palatin pour décharger la muqueuse notamment, mais aussi plus récemment de courtes incisions en T(67) pour appliquer les distracteurs.

Ces derniers peuvent être placés en préopératoire ou peropératoire. Ils sont de formes diverses, mais se classent en appui dentaire (*teeth-borne*), appui osseux (*bone-borne*), appui tissulaire (*tissue-borne*) ou appui mixte (*teeth-tissue-borne* ou *teeth-bone-borne*).

Selon les mêmes principes que la distraction ostéogénique, après une phase de latence d'environ 4 à 7 jours, les appareils sont activés par le praticien ou le patient, d'après un protocole établi avec un rythme et un taux d'activation. Ce rythme est autour de 0,25 mm fois 2 à 4 tours par jour jusqu'à obtention d'une expansion suffisante, parfois même en ajoutant une surexpansion(33,68–73). Celle-ci est parfois conseillée en cas de distracteur à appui dentaire(53) en raison de la tendance plus fréquente à la récurrence avec ces appareils. Selon les partisans de la SARME, des forces orthodontiques peuvent être appliquées sur les arcades suite à la phase d'activation après relâchement des deux hémimaxillaires par le concept de « *floating bone* » (ou « os flottant »)(34). Cela pourrait permettre des déplacements sagittaux ou verticaux sans passer par la chirurgie, mais cela est peu utilisé en routine car les résultats demeurent incertains.

Lors de la phase de rétention, le distracteur peut transitoirement ou pendant toute sa durée servir de contenseur ou être remplacé par autre type de contention (arc transpalatin ou lingual, appareil de Hawley(74)). Cette phase dure entre 3 et 6 mois en moyenne ; raccourcie(74,75), elle expose plus facilement à la récurrence.

Il faut noter que 7 mois après la phase d'activation(76), la densité de l'os néoformé n'atteint que 50% de la densité originelle en antérieur et 75% au niveau des foramens grand palatin (*palatinum majus*), expliquant en partie la nécessité de maintenir la rétention au-delà pour lutter contre les forces des zones non ostéotomisées.

3.4.3. Ostéotomies

Concernant les ostéotomies, elles peuvent être variables et différentes combinaisons sont retrouvées selon les auteurs : ostéotomie médiane unique, ostéotomies paramédianes(65,77,78), ostéotomie de Le Fort avec ou sans disjonction ptérygomaxillaire(33,63,67,79), ostéotomies latérales avec ou sans disjonction palatine(63), disjonction palatine complète par *downfracture*(78,80–83) (ou fracture d'abaissement du plateau palatin).

La réalisation d'une ostéotomie apportera un certain degré de libération des résistances osseuses.

Ces dernières se situent essentiellement dans les trois piliers maxillaires (zygomaxillaire, canin et ptérygoïdes), dans la suture médiopalatine, mais aussi à la partie postérieure latéronasale et à l'os palatin.

L'ensemble de ces zones de résistance peut se résumer dans le terme de système de sutures circummaxillaires(33,54), la plus longue et large étant le cintre zygomaxillaire(84).

La SARME peut être plus délicate avec l'âge, notamment par augmentation des résistances suturales(51), nécessitant une procédure qui doit comporter des ostéotomies plus étendues. S'il n'y a pas de consensus concernant le dessin des ostéotomies palatines et le nombre requis pour obtenir une expansion uniforme, la disjonction ptérygo-maxillaire (DPM) semble, elle, être liée à une expansion plus parallèle(85). Elle permet également d'éviter une distribution du stress(69) de la distraction au tiers moyen facial et à la base du crâne et diminuerait l'inclinaison dentaire(86).

A propos de la séquence des ostéotomies à réaliser pour la SARME, avec une méthode des éléments finis, il semble que la DPM doit être réalisée après la disjonction intermaxillaire (DIM) pour diminuer le stress lors de cette dernière(87).

Quelle que soit la technique utilisée, il est conseillé d'activer le distracteur de quelques tours en peropératoire pour vérifier l'apparition d'un diastème inter-incisif qui attestera que l'appareil fonctionne et que les zones de résistance latérales sont libérées(34).

Nous avons pu relever dans la littérature l'utilisation d'ostéotomies sagittales paramédianes au lieu d'une seule médiane(33,65,77,78), qui permettent de créer deux zones d'expansion tissulaire en postérieur, minimisant ainsi les tensions et libérant les héli-maxillaires du septum nasal.

De surcroît, cette variante permet un abaissement central du palais, même si nous verrons plus tard une autre alternative encore plus efficace sur ce point.

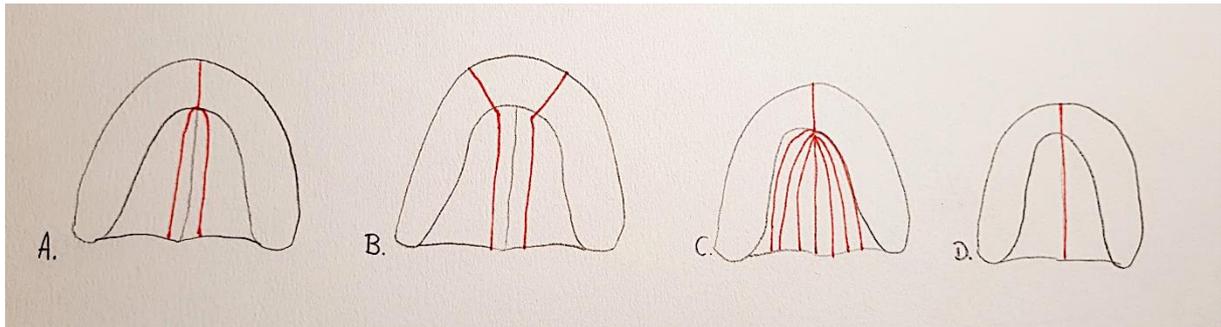


Figure 12 : Différents schémas de disjonction palatine

A. Northway(65), Alcalde(33) ; B : Landes(77), Habersack(78) ;

C : Béziat(37,88) ; D : Technique classique

Une tripartition est réalisée par les équipes de Landes(77) et Habersack(78) et permet une plus grande expansion et réduit les contraintes sur le parodonte. Une plus grande formation de cal est retrouvée, apportant plus de stabilité.

Pour ces deux derniers auteurs, les ostéotomies palatines paramédianes ne sont pas jointes au niveau de la ligne interincisive mais viennent couper l'arcade à deux endroits distincts, réalisant ainsi une ostéotomie tripartite de l'arcade alvéolaire.

Cette technique combine plusieurs avantages : moins de risque de lésion radiculaire, des diastèmes moins visibles et plus petits entre canines et incisives latérales, absence de déviation septale, absence d'élargissement columellaire, une fragilisation optimale des maxillaires pour une distraction plus rapide et une expansion tridimensionnelle des segments.

Une étude(89) basée sur la méthode des éléments finis retrouvait que le dessin d'ostéotomie importait plus que le type de distracteurs pour diminuer le stress dentaire.

Le meilleur choix ressortait comme être une ostéotomie de Le Fort I « subtotale » sans marche d'escalier sur le cintre avec disjonction ptérygomaxillaire.

3.4.4. Disjonction palatine complète (ou *downfracture*)

Si la disjonction palatine complète n'est pas réalisée, il peut persister une zone de résistance postérieure correspondant aux parois latérales nasales et aux os palatins ayant souvent tendance à entraîner une expansion plus grande en intercanin. Boulétreau *et al.*(90)

considèrent qu'il n'est pas nécessaire d'abaisser le maxillaire, qui doit garder une certaine stabilité, et aucun moyen d'ostéosynthèse n'est utilisé.

D'autres auteurs en revanche, prônent la réalisation de la *downfracture*(78,80–83) pour bien affaiblir les structures osseuses avant distraction, et notamment de bien disjoindre la partie postérieure. L'expansion serait plus symétrique et cela limiterait l'inclinaison dentaire et hémi-maxillaire.

L'utilisation de la mobilisation complète du maxillaire par *downfracture* a été soutenue par l'étude biomécanique de Koudstaal(91), qui montrait que le massif osseux et les tissus mous ptérygoïdiens augmentaient la résistance. Même s'il y a une « soi-disant » disjonction prétygomaxillaire(77,78), s'il n'y a pas de mobilisation vraie avec manœuvre de *downfracture*, une asymétrie ou une insuffisance d'expansion peut survenir.

Le ratio expansion squelettique sur expansion totale était de 97,2% (soit 2,8% dentaire) avec 93% de la récidive finale au niveau dentaire, soit un très bon gage de stabilité osseuse.

En comparaison, dans l'étude de Proffit et Chamberland(68), sur 20 patients qui bénéficiaient d'une SARME avec disjonction ptérygomaxillaire sans *downfracture*, l'expansion osseuse ne comprenait que 47% de l'expansion totale pour une récidive presque exclusivement dentaire. Ils expliquaient cela par une rotation des segments maxillaires et une courbure alvéolaire. Or, nous verrons plus tard que la composante dentaire de l'expansion est la plus vouée à la récidive.

Leyder *et al.*(92) expliquaient que la réalisation d'une ostéotomie de Le Fort I avec un abaissement complet du plateau palatin permet une distraction ostéogénique postopératoire en basse résistance, évitant ainsi les complications dentaires et les torques rencontrés lors des SARME avec gain squelettique postérieur très important.

3.4.5. Fixation

La plupart du temps, lorsque l'abaissement du plateau palatin n'a pas eu lieu, il n'est pas nécessaire de réaliser une fixation des piliers maxillaires après une disjonction palatine en vue d'une distraction.

D'une part, il persiste un semblant de stabilité notamment dans les zones postérieures, non accessibles à l'ostéotomie.

D'autre part, la mise en place de moyens d'ostéosynthèse risquerait de gêner l'expansion palatine.

Cependant, les auteurs réalisant une *downfracture* ont dû trouver une solution de stabilisation permettant tout de même une mobilisation des héli-maxillaires sur le plan transversal.

Pour cela, Habersack *et al.*(78) placent des fils d'acier (Figure 13) obliques au niveau des piliers canins, à l'angle des orifices piriformes. Leur direction est médiane et vers le bas, permettant un maintien sur les plans vertical et antéropostérieur, mais autorisant une expansion palatine. Une grande attention doit être portée sur la position des fils pour éviter qu'ils ne contraignent l'expansion. Malgré la mise en place de deux fils d'acier uniquement, en plus du distracteur rigide stabilisant le reste du montage, il n'y a pas eu de défaut de consolidation osseuse.

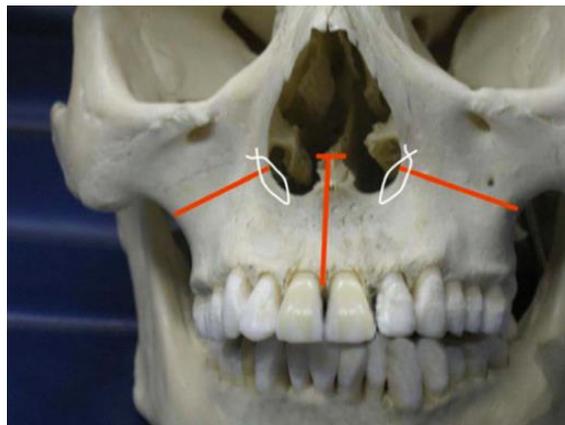


Figure 13 : Fixation par fils d'acier selon Habersack *et al.*(78)

Enfin, plus récemment, l'équipe de Leyder(83,92,93) a utilisé un dispositif innovant de plaques à glissières (Deltex®, Paris, France) pour obtenir une ostéosynthèse coulissante (Figure 14).

Ainsi, le plateau palatin pouvait être à la fois stabilisé dans les sens antéropostérieur et vertical et mobilisé au niveau horizontal au moyen de deux glissières placées parallèlement au plancher nasal et d'ergots situés à l'extrémité des plaques supérieures. En cas d'instabilité postérieure authentifiée, deux autres plaques pouvaient y être placées.



Figure 14 : Plaques à glissières utilisées par Leyder *et al.*(83,92,93)

3.4.6. Complications

Bien que la distraction palatine soit une alternative très intéressante, elle comporte des limites et des complications qu'il convient d'expliquer.

Nous verrons dans la partie suivante dédiée aux distracteurs certaines complications inhérentes à ces appareils.

Tout d'abord, il semble difficile d'obtenir une séparation médiane parfaite, ce qui entraîne assez souvent des troubles alvéolaires et/ou gingivaux d'une ou des deux incisives centrales(94).

Il est important de surveiller la vitalité gingivale au collet de l'incisive la plus instable.

Si la gencive attachée se déchire, l'épithélium s'invaginera plus vite que l'os ne produira du tissu osseux et un défaut osseux surviendra.

Si un tissu de granulation provenant de l'os migre au contact de la racine, celle-ci risque l'ankylose. Si c'est un tissu de granulation issu de la gencive, une résorption radiculaire peut se produire.

Si la fracture n'est pas strictement médiane, elle court forcément le long d'une des incisives. Jacobs *et al.*(32) exposaient le risque de désunion gingivale interincisive pouvant aller jusqu'à l'exposition osseuse puis vers une ostéonécrose par dévascularisation de l'os en cas de mouvements excessifs.

Ils conseillaient d'attendre la stabilisation osseuse avant d'initier les mouvements orthodontiques en raison de la fragilité du ligament parodontal.

Aussi, la bipartition palatine peut entraîner un diastème et une dislocation septale ou columellaire avec expansion asymétrique, incitant certains auteurs à choisir l'expansion à trois fragments(86).

Un inconvénient relevé par Leyder(83) était l'expansion inhomogène en V inversé avec absence d'expansion dans l'espace pharyngé au niveau de l'épine nasale postérieure, entraînant une déformation de l'arcade. Il notait aussi les problèmes parodontaux, de modification morphologique nasale et d'inclinaison osseuse et dentaire.

Cakarer *et al.*(62) retrouvaient que 20% de leurs patients avaient des complications post opératoires telles qu'une hypoesthésie, une sinusite, une épistaxis, une déhiscence cicatricielle voire une fistule.

Suri *et al.*(34), qui listaient les problèmes secondaires à la SARME rencontrés dans la littérature, retrouvaient également ces complications, communes à beaucoup de chirurgie endobuccales.

Puis, ils citaient celles plus spécifiques : récession gingivale, rhizalyse, dévitalisation et altération de la vascularisation pulpaire, dégradation parodontale, évaselement de l'aile narinaire, extrusions dentaires, récidence ou mauvaise expansion (plus ou moins marquée selon les distracteurs).

Ils décrivaient aussi l'irritation palatine, imputable au matériel ou à l'histogénèse insuffisante par expansion trop rapide, la nécrose aseptique, voire les fractures indésirables ou *bad-splits*.

De façon beaucoup plus exceptionnelle, on pouvait retrouver une anesthésie linguale bilatérale, la formation d'un kyste nasopalatin, une atteinte orbitaire allant jusqu'à la cécité(95), voire même une atteinte de la base du crâne.

Carneiro *et al.*(96) relataient notamment le cas d'une fistule carotido-caverneuse dans les suites de la mise en charge d'un distracteur palatin à appui osseux. Cependant, l'activation de l'appareil a eu lieu avant la réalisation des ostéotomies pour une meilleure adaptation de celui-ci à l'os.

Lanigan et Mintz(97) exposaient même le cas d'une paralysie du nerf oculomoteur III par rythme d'expansion excessif.

3.4.7. Distracteurs

Un élément important à prendre en compte pour la distraction palatine chirurgicalement assistée est le choix de l'appareil de distraction.

Depuis les débuts de cette technique d'expansion, un certain nombre de distracteurs ont vu le jour. Une façon simple de les classer est selon leurs points d'ancrage. Deux principaux modèles se distinguent : à appui dentaire (*tooth-borne*) et à appui osseux (*bone-borne*). Puis, la littérature compte de nombreuses variantes, notamment à appui tissulaire (appareil de Haas) ou à appui mixte (dentaire et osseux, tissulaire et dentaire). Les dispositifs d'ancrage à l'os varient également.

3.4.7.1 Appui dentaire

Ils se présentent sous forme de bagues, de collerettes ou de bandelettes collées aux faces palatines des dents et sont le plus souvent scellés en préopératoire par un orthodontiste(72).

Le distracteur le plus représentatif de cette catégorie est l'appareil Hyrax.



Figure 15 : Appareils de type Hyrax. De gauche à droite, d'après Taylor(53), Magnusson(98) et Alcalde(33).

Landes et Laudeman(77,86) les réservaient plutôt en cas de bon statut dentaire et parodontal, ou avec un palais très étroit. Ils peuvent ainsi apporter une bonne solidarité des deux segments.

Il y a peu de consensus sur la SARME dans la littérature, notamment concernant le type d'appareils utilisés. Beaucoup d'auteurs préfèrent utiliser un Hyrax car causant moins de traumatismes muqueux et permettant une meilleure hygiène(99).

Suri *et al.*(34) retrouvaient également ces caractéristiques moins irritatives et plus hygiéniques avec la possibilité d'adjoindre une gouttière occlusale pour limiter les symptômes douloureux de l'articulation temporo-mandibulaire.

Une variante était proposée par Marchetti *et al.*(74) avec un appareil nommé « Spider » (Figure 16) permettant un démontage facile entre le vérin et les piliers pour faciliter les manœuvres chirurgicales.

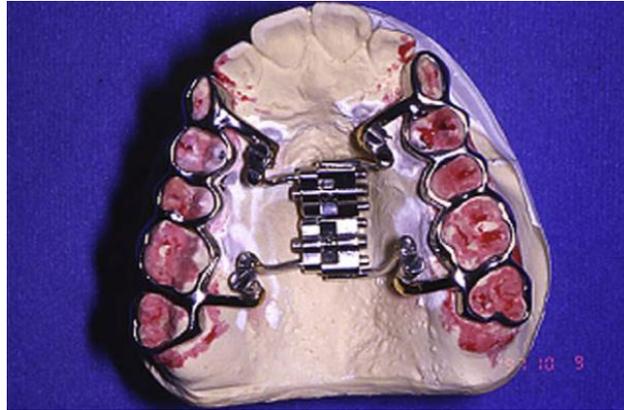


Figure 16 : Appareil « Spider »

D'après Marchetti *et al.*(74)

Les distracteurs à appui dentaire sont à éviter en cas de parodontopathies ou de denture insuffisante. En effet, de nombreuses études pointent un des principaux inconvénients de ces systèmes d'accroche qui est le retentissement sur le complexe dento-alvéolaire par stress sur les dents d'ancrage : rhizolyse, résorption osseuse de la corticale vestibulaire, perte d'attache parodontale par compression ligamentaire(52,53,60,81,94,100–102).

La résorption osseuse et le stress dentaire étaient diminués lorsque la disjonction ptérygo-maxillaire était réalisée(100,102).

En outre, il est relaté une tendance à une inclinaison(80,101,103,104) des héli-maxillaires, avec une expansion non parallèle, en V inversé(52) ou, au contraire, accentuée au niveau molaire(104).

La littérature(70,105) semble montrer que la récidence dentaire est importante ; autrement dit, que la stabilité des mouvements dentaires est moindre.

Concernant la stabilité osseuse, celle-ci est satisfaisante et comparable avec les distracteurs à appui osseux(106,107).

3.4.7.2 Appui osseux

Divers appareils composent cette catégorie de distracteurs à appui osseux.

Certains sont simplement dérivés d'un distracteur de type Hyrax, comportant tantôt un appui mixte, tantôt un appui dentaire ou osseux. D'autres sont des appareils aux formes diverses avec des moyens de rétention plus ou moins stables.

Quel que soit le distracteur, nous verrons que sa position a une importance pour le schéma d'expansion.

Les distracteurs à appui osseux permettent de s'affranchir des complications inhérentes aux contraintes dentaires des précédents appareils et contrôlèrent mieux les mouvements orthopédiques du cal(34).

Laudemann(86) et Landes(77) les indiquaient, entre autres, dans les situations suivantes : en cas de grand manque d'espace, d'édentement partiel ou de mauvais état parodontal.

Mommaerts(67) (1999) privilégiait un appareil à appui osseux avec module d'expansion interchangeable plutôt qu'à appui dentaire. Il fut baptisé le « *TransPalatal Distractor* » (TPD) et existait en quatre tailles de modules, de 12mm à 25mm.

Selon lui, les appuis dentaires avaient plus de perte d'ancrage et de récurrence osseuse, en plus des complications alvéolodentaires.

Il a été développé également le « *Rotterdam Palatal Distractor* » présenté par Koudstaal *et al.*(108) en 2006, ayant la forme d'un cric avec des picots sur chaque plaquette.

Cependant, Cortese *et al.*(81,82) pointaient la mauvaise stabilité de ces appareils avec une mauvaise rétention faisant risquer la chute de l'appareil ou une distraction asymétrique avec malposition tridimensionnelle.

Pour cela, ils ont testé un nouveau type de distracteur combinant le vérin classique avec 2 à 4 miniplaques vissées avec une meilleure rigidité intrinsèque.

Ces distracteurs avaient l'avantage de permettre une procédure en un temps combinant distraction et Le Fort I en raison d'une amélioration de la stabilité de la distraction (par le vérin) et de la fixation (par les plaques vissées), obtenant ainsi un contrôle complet de la

position maxillaire pendant la chirurgie et la distraction. Nous évoquerons ces procédures combinées plus tard.



Figure 17 : Différents distracteurs osseux. À gauche, le « TransPalatal Distractor » (Mommaerts (67), 1999). Au centre, le « Rotterdam Palatal Distractor ». À droite, distracteur à miniplaques (d'après Cortese *et al.*(81,82))

Pour réaliser une expansion palatine orthopédique, Chen *et al.*(109) ont conçu un appareil similaire composé de 4 vis cloutées placées sous anesthésie locale, associées à un vérin relié par des bras, en variant une expansion maxillaire plus parallèle (Figure 18).



Figure 18 : Distracteur à appui osseux à vis cloutées
D'après Chen *et al.*(109)

Une équipe coréenne menée par Park(101) pointait du doigt l'aspect onéreux et encombrant des appareils à appui osseux. Ils ont pu développer un distracteur sur-mesure composé de 4 « tent screws » (vis piquets) permettant également un mouvement parallèle (Figure 19). Aucune fixation supplémentaire n'était nécessaire.



Figure 19 : Distracteur à appui osseux

D'après Park *et al.*(101)

Seitz *et al.*(110) ont conçu un nouveau type de distracteur osseux, facile d'utilisation, sécurisé et universel : le « *Maxillary Widening Device* » (Figure 20).

Il est constitué de deux plaques d'appui triangulaires avec picots et fixées par une vis auto-forante. Un système « *snap-on* » (clipsage) est utilisé pour relier le distracteur aux plaques. Ils reprochaient aussi au TPD son manque de stabilité avec un risque d'aspiration ou d'inhalation de l'appareil.



Figure 20 : *Maxillary Widening Device*

D'après Seitz *et al.*(110)

Devant les inconvénients de coût et de difficulté technique de mise en place des distracteurs de type TPD ou Rotterdam, certaines équipes utilisaient des appareils mixtes, parfois en modifiant des distracteurs à appui dentaire classique.

Pour traiter des patients avec parodontopathies avancées ou sans appui postérieur, Fernández-Sanromán *et al.*(79) ont réalisé des expansions palatines avec des appareils Hyrax modifiés avec plaques et trous pour vis de 2mm. Le bémol rapporté était la création d'inflammation locale.



Figure 21 : Distracteurs mixtes

De gauche à droite, d'après Fernández-Sanromán *et al.*(79) et Kayalar *et al.*(111)

Kayalar *et al.*(111) présentaient également un appareil mixte semblant être une bonne alternative à l'ancrage dentaire strict. Ils ne retrouvaient pas de différence d'efficacité entre ces deux types de distracteurs.

Tausche *et al.*(52) gardaient la structure d'un appareil Hyrax mais en modifiant les ancrages, remplacés d'un côté par un implant, de l'autre par une minivis d'ostéosynthèse placée sur l'alvéole. Cela permettait un appui exclusivement osseux avec un effet squelettique important et une version moindre des dents. Ils estimaient que la fixation du distracteur sur les couronnes dentaires induisait davantage leur version qu'un réel mouvement de translation dans le sens transversal.

La force générée par la vis Hyrax implanto-portée est transmise au niveau du palais en un point haut situé, donc plus proche du centre de résistance que pour les disjoncteurs à appui dentaire, réduisant ainsi les inclinaisons hémi-maxillaires.

Le centre de résistance maxillaire est une notion importante(80). Il s'agit de la zone où il faut pouvoir centrer l'essentiel des forces pour faciliter l'expansion, de la façon la plus harmonieuse possible, tout en limitant les inclinaisons alvéolo-dentaires.

De profil, ce centre de résistance est situé perpendiculairement au plan occlusal au contact distal de la première molaire (soit au niveau du cintre).

De face, il est situé à l'horizontal des points jugaux ou *jugulae* (croisement entre la poutre zygomatique et la tubérosité maxillaire). Si l'appareil est placé en bas de cette ligne, on retrouve une inclinaison des segments dentomaxillaires.

Nada *et al.*(106) comparaient l'expansion selon les ancrages osseux ou dentaires et trouvaient des résultats comparables sur le plan de la stabilité et de l'efficacité.

Ils constataient que la position du distracteur et la réalisation ou non d'une disjonction ptérygo-maxillaire (DPM) modifiaient le schéma d'expansion.

Pour obtenir un déplacement parallèle, l'idéal était de placer les forces au niveau de la première molaire avec réalisation de DPM.

Zandi *et al.*(107) retrouvaient également un taux d'expansion comparable et conseillaient de choisir au cas par cas l'appareil selon les prérequis du patient.

Selon Suri *et al.*(34), les distracteurs « *bone-borne* » sont à éviter si le palais est bas, car diminuant la stabilité de l'appareil. De même, ils sont contre-indiqués si le patient présente une immunodépression ou un antécédent de radiothérapie régionale.

3.4.7.3 Appui tissulaire

Une technique d'ancrage intermédiaire utilise les tissus de soutien palatins et alvéolaires en plus des dents pour réaliser l'expansion palatine. Il s'agit de l'appareil de Haas composé de plaques d'acrylique fabriquées sur-mesure à partir d'empreintes (Figure 22), appliquant les forces aux dents et aux processus alvéolaires(34).

Celui-ci permettrait d'augmenter les possibilités d'expansion de la base osseuse(99).

L'avantage de ce distracteur est qu'il ne compte pas d'ancrage dentaire exclusif car il est placé, par le biais des muqueuses, contre les structures osseuses.

C'est ce type d'appareil que nous avons utilisé pour notre cas clinique, le patient pouvant être considéré comme édenté complet de par les faibles accroches des dents restantes et de par la situation exclusivement antérieure de celles-ci.

Il est retrouvé deux principaux inconvénients des appareils de Haas : le risque d'empiètement de la muqueuse et les problèmes d'hygiène avec un risque de rétention de débris alimentaires(8).

Une variante de ce distracteur retrouve un appui occlusal par un prolongement des plaques en acrylique sur les surfaces occlusales à la manière d'une gouttière.



Figure 22 : Appareils de Haas (à gauche, fixation par bagues, à droite, par gouttière)

D'après Betts *et al.*(112) (1995)

Dans une étude d'éléments finis(89), des distracteurs modifiés ont été simulés, avec appui dentaire d'un côté et tissulaire/dentaire de l'autre, montrant une plus grande concentration de tension aux collets et aux racines des dents adjacentes aux dents d'ancrage (côté appui dentaire seul).

Il y avait des tensions et des déformations sur l'os adjacent à la plaque d'acrylique après l'activation de l'appareil du côté tissulaire/dentaire. Celui-ci réalisait une distribution optimale des tensions entre l'os et les dents, ces tensions pouvant engendrer des torsions et déplacements des dents d'ancrage en cas d'appui dentaire exclusif.

Les distracteurs osseux auraient trouvé un intérêt dans notre cas, mais ceux disponibles dans le commerce n'étaient pas assez étroits pour pouvoir se fixer convenablement au niveau palatin, l'insuffisance transversale étant trop importante.

3.5. Ostéotomie de Le Fort I segmentée

L'indication d'ostéotomie de Le Fort I segmentée (LFIS) se présente dans les cas où l'insuffisance transversale du maxillaire n'est pas trop importante, prédomine au niveau intermolaire et surtout si celle-ci est associée à des déficits dans les dimensions verticale et sagittale, (34,74,113).

Elle consiste en la libération complète du plateau palatin par le trait d'ostéotomie de Le Fort I standard complétée par différentes ostéotomies sagittales, sans utilisation d'appareil de distraction en post-opératoire. Cette libération permet de s'affranchir des résistances postérieures accrues qui persistent dans les cas de SARME sans *downfracture*.

Une fixation rigide ou semi-rigide est donc utilisée puisque les mouvements sont censés être définitifs.

Le seuil entre les deux procédures chirurgicales SARME et LFIS n'est pas fixé formellement, même s'il semble se situer autour de 5 à 6 mm de déficit transverse du maxillaire. Dans leur revue de la littérature sur le traitement de l'insuffisance transverse du maxillaire, Vandersea *et al.*(114) fixaient cette limite à 7mm. Elle est directement liée à la rigidité de la muqueuse palatine qui offre la principale résistance à la procédure.

3.5.1. Technique

L'ostéotomie de Le Fort I segmentée reprend les mêmes principes que l'intervention de Le Fort I décrite par Bell en 1975(115) et déjà abordée plus haut car utilisée comme base pour la distraction palatine chirurgicalement assistée (SARME).

Elle débute ainsi par une incision vestibulaire supérieure étendue latéralement jusqu'aux prémolaires, parfois jusqu'aux molaires selon les auteurs.

Après exposition sous-périostée des maxillaires depuis les orifices piriformes jusqu'aux tubérosités maxillaires, l'ostéotomie est réalisée en prenant soin de disjoindre les massifs ptérygo-maxillaires.

La réalisation de la *downfracture* peut se faire aux disjoncteurs de Tessier ou manuellement. Contrairement à la SARME où certaines équipes seulement y ont recours, cette étape est indispensable pour procéder à l'expansion palatine nécessaire. En effet, l'étirement des structures osseuses et des tissus mous ne se fait qu'en une étape au lieu d'une succession de petites étapes comme lors de la phase d'activation de la SARME. La résistance des tissus doit donc être la plus faible possible pour maximiser l'efficacité et limiter la récurrence de cette procédure. Il est pour cela recommandé(33) d'éviter une expansion de plus de 10 mm, et de placer des fixations rigides pour prévenir la rechute de l'insuffisance transverse.

Pour la réalisation de la disjonction, Charezinski *et al.*(116) déviaient le « TransPalatal Distractor » (décrit plus haut) de son usage premier de distracteur osseux pour s'en servir comme un expanseur chirurgical et un moyen de stabilité, permettant de faciliter la séparation après l'avoir amorcée sur 2cm sous l'épine nasale antérieure.

La distraction n'était pas poursuivie en post-opératoire.

3.5.2. Ostéotomies

Concernant le nombre et le schéma des ostéotomies, on note également des variantes chirurgicales.

Turvey(66), en 1985, conseillait déjà la réalisation de deux ostéotomies paramédianes, mettant en avant une plus fine épaisseur d'os palatin dans ces régions et une rapidité de consolidation de deux zones plutôt que d'une. La muqueuse palatine étant plus épaisse latéralement qu'en regard de la suture(33), le risque de perforation muqueuse est diminué. L'auteur préconisait également de décoller la muqueuse de part et d'autre des traits d'ostéotomies pour faciliter sa libération. Il réalisait ainsi des segmentations jusqu'à 3 ou 4 fragments, mais il faut garder à l'esprit que le risque vasculaire est d'autant plus élevé que le fragment est réduit(117).

Selon la localisation de l'insuffisance transverse du maxillaire, Bailey *et al.*(118) conseillaient des dessins variables. Si le défaut prédominait en postérieur, une bipartition médiane avec charnière antérieure convenait. Pour un déficit antérieur, deux options étaient proposées : soit une segmentation médiane, soit une segmentation en trois parties avec deux ostéotomies passant entre les canines et les incisives latérales.

Kretschmer *et al.*(119) comparaient différentes ostéotomies tripartites avec des traits obliques entre canines et incisives latérales se rejoignant à la moitié du palais puis se prolongeant en une ou deux ostéotomies paramédianes. Une plaque résorbable stabilisant le montage était ajoutée sur les plateaux palatins de l'un des groupes. Celle-ci avait tendance à contenir la récurrence, qui était plutôt stable au niveau de la base osseuse mais avec plus de 50% de récurrence alvéolodentaire.

Certains auteurs préconisaient l'utilisation de greffes osseuses pour combler et stabiliser les espaces d'ostéotomies et pour augmenter la réparation osseuse(66,120). Les greffons étaient essentiellement du « recyclage » des parois maxillaires ou nasales, souvent suffisant en quantité, mais pouvaient correspondre à de l'allogreffe, alors préférée en particules.

3.5.3. Fixation

Quelles que soient les segmentations choisies, la position des segments maxillaires doit être fixée par des moyens d'ostéosynthèse adaptés pour éviter la récurrence des déficits corrigés par la chirurgie.

Après une ostéotomie de Le Fort I segmentée, les segments d'arcades sont instables et nécessitent une ostéosynthèse rigide ou semi-rigide, d'autant que cette intervention offre la possibilité de mobiliser les arcades dans les trois plans de l'espace.

L'ostéosynthèse est en général précédée par la mise en place d'un blocage intermaxillaire selon la planification établie en préopératoire.

Les piliers canins et zygomatiques restent une localisation de choix pour l'application des plaques.

Depuis Michelet(121) (1973) et les premières utilisations des mini-plaques rigides en titane en chirurgie maxillo-faciale, les plaques se sont petit à petit affinées, passant de 1,5mm d'épaisseur à 1mm jusqu'à 0,6mm d'épaisseur(122).

Ce faisant, un compromis doit être fait entre la malléabilité des plaques et leur résistance.

Une malléabilité trop faible risque de créer des contraintes sur l'os, en cas d'apposition imparfaite de la plaque, entraînant un certain degré de distorsion post-opératoire.

Au contraire, si la plaque est trop souple, elle peut aussi être moins efficace dans le maintien squelettique face aux contraintes masticatoires, voire risquer la rupture.

Le concept d'ostéosynthèse semi-rigide a été exploité en 1992 par Paulus *et al.*(123) pour combiner les avantages des fixations rigides et non rigides et permettre une meilleure adaptation occlusale post-opératoire. Ainsi, pour le maxillaire, il était proposé au lieu de quatre plaques rigides, de fixer deux plaques avec une portion horizontale plus longue. Les auteurs souhaitaient jouer sur l'adaptabilité du montage en se passant également de blocage maxillo-mandibulaire mais en ajoutant un guidage élastique en cas de malocclusion. Murray *et al.*(124) proposaient également de se contenter de deux plaques sur les piliers canins pour les ostéotomies de Le Fort I. Ils précisèrent qu'en cas de disjonction, le distracteur maintenait les deux segments maxillaires en un seul.

Charezinski *et al.*(116), quant à eux, utilisaient un système d'ostéosynthèse rigide antérieur par deux plaques sur les piliers canins et souple en arrière par deux fils d'acier.

Outre les miniplaques standards, étaient exposées par Boutault *et al.*(125) des plaques de 1mm avec un pont plus fin facilitant leur chantournement (Global D®, Brignais, France). Elles combinent une grande résistance à la flexion et un effort de rupture plus grand que les plaques de 0,6mm.

A ces fixations des piliers maxillaires, doit s'ajouter impérativement un moyen de contention palatine. Celui-ci peut se trouver sous la forme de gouttières d'occlusion, d'arc transpalatin ou d'appareil de rétention de type Hawley.



Figure 23 : Appareil de rétention de type Hawley

(Photo personnelle)

Cette contention doit être maintenue au moins plusieurs semaines. Bell et Turvey(66,115) faisaient un blocage maxillo-mandibulaire pendant 6 à 8 semaines sur gouttières, tout comme Marchetti *et al.*(74). Mais le case report(75) d'un patient ayant récidivé au retrait de la gouttière à 6 semaines inciterait à prolonger la rétention.

Si le blocage sur gouttière demeure inconfortable, un appareil de Hawley peut être utilisé.

3.5.4. Complications

Si une ostéotomie de Le Fort I segmentée tente de corriger toutes les dimensions de l'espace en une procédure, elle ne demeure pas moins une intervention plus difficile(8), plus techniquement sensible et plus morbide qu'une ostéotomie Le Fort I non segmentée.

D'un point de vue vasculaire, il est important de savoir que le pédicule palatin est la source primaire d'irrigation du maxillaire une fois l'ostéotomie réalisée(21). Bien que la section d'une de ces artères ne semblait pas causer de séquelles avasculaires, on notait de variations impressionnantes de flux sanguin.

L'irrigation principale de l'os alvéolaire buccal et des dents provient des vaisseaux alvéolaires postéro-supérieurs.

L'irrigation principale du palais et de l'alvéole palatine provient des vaisseaux grands palatins. La gencive attachée et la muqueuse libre adjacente est irriguée par l'os sous-jacent, et non l'inverse. Ainsi, la muqueuse libre en regard de l'os ainsi que la gencive attachée sont les meilleurs indicateurs de la vitalité osseuse sous-jacente.

Si une nécrose avasculaire s'installe, cela s'apparente à l'exposition endobuccale de greffe osseuse libre. Elle peut se solder par un défaut osseux et une fistule oronasale ou oroantrale.

Ce risque à propos de l'irrigation artérielle concerne également la SARME mais dans une moindre mesure car les tissus, et notamment les vaisseaux, sont étirés moins subitement que dans l'ostéotomie de LFIS.

Plusieurs études retrouvaient une certaine instabilité de l'ostéotomie de Le Fort I segmentée. C'est notamment le cas de l'équipe de Bailey(126) (2004) qui passaient en revue les différentes procédures de chirurgie orthognathique en analysant leur stabilité.

Ils concluaient que trois procédures étaient catégorisées « problématiques » (soit 50% de chances de déplacements de 2-4 mm et des chances significatives de mouvements de plus de 4 mm) : l'épaction maxillaire, le recul mandibulaire et l'expansion maxillaire. Devant ces fortes chances de récurrence, les auteurs trouvaient un intérêt d'améliorer la stabilité du montage dans ces chirurgies. Cependant, concernant l'expansion par Le Fort I segmentée, l'étude ne s'appuyait que sur une seule parution(71).

Plus tard, Proffit *et al.*(127) ont mis à jour cette revue de la littérature en ne retrouvant pas de différences significatives sur la stabilité au long terme entre l'ostéotomie de Le Fort I segmentée (LFIS) et la SARME.

Des travaux de la même équipe menée par Chamberland(68,105) retrouvaient aussi que la stabilité transverse de la SARME n'était pas significativement plus grande que dans le LFIS

(Le Fort I segmentée). La récurrence semblait similaire entre les deux techniques avec une récurrence dentaire importante pour la distraction chirurgicalement assistée.

Marchetti *et al.*(74) trouvaient une stabilité meilleure au long terme pour la LFIS surtout en région intercanine, mais conseillaient de surexpander pour les deux types de procédure et d'augmenter la période de stabilisation post opératoire.

Cureton *et al.*(94) expliquaient que la prédiction des tissus mous avec une LFIS était plus délicate avec un risque de version palatine incisive et ainsi de recul labial supérieur. Ils rappelaient que lorsque l'expansion était trop importante, le risque de lésion gingivale était élevé surtout au niveau inter-incisif.

Cortese(81) (2011) notait aussi un risque d'inclinaison des fragments, de dommages radiculaires, d'apparition de fistules ou de perte de la papille médiane.

3.5.5. Variante d'ostéotomie de Le Fort I segmentée en éventail

Une subtilité chirurgicale établie par Béziat *et al.*(37,88) a permis un gain transversal plus important lors d'une ostéotomie de Le Fort I segmentée grâce à la Piezosurgery®.

En effet, l'équipe lyonnaise proposait de multiplier les traits d'ostéotomies sagittaux palatins une fois l'abaissement du plateau palatin réalisé (Figure 24).

Ainsi, ils estimaient faire gagner environ un millimètre d'expansion par trait réalisé, ceux-ci pouvant être au nombre de 3 à 8 selon les besoins et les possibilités locales.

La multiplication des zones d'expansion permet de répartir les forces de tension muqueuse en regard de chaque ostéotomie.

De plus, un effet intéressant a été remarqué : l'expansion se fait en abaissant le palais osseux fragmenté dont la flèche est ainsi diminuée, n'occasionnant aucune traction sur la muqueuse qui conserve sa longueur.

Si la stabilité de ce geste ne semble pas bonne spontanément, avec de nombreuses récurrences partielles si l'expansion dépasse les 7 à 8 mm, elle peut être améliorée en insistant sur cet abaissement palatin et en mettant en place une plaque palatine de contention durant 3 à 6 mois.

Ils notaient néanmoins une stabilité réduite des ostéosynthèses n'empêchant pas les mouvements pendulaires des arcades avec une tendance rétractile de la muqueuse palatine et une lenteur de consolidation des diastèmes osseux.

Là encore, l'intérêt d'une contention au palais est souligné. Un distracteur peut même être ajouté. C'est ce que nous avons réalisé pour notre patient à l'insuffisance transversale sévère.

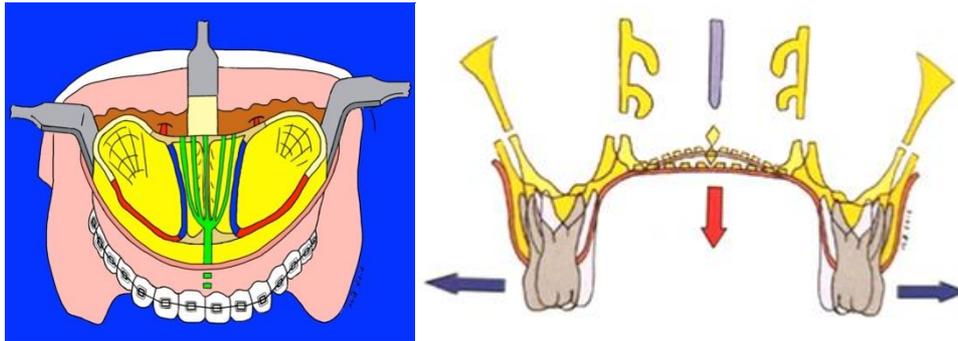


Figure 24 : Ostéotomie de Le Fort I en éventail

D'après J.-L Béziat, *Chirurgie orthognatique piézoélectrique*, Éditions EDP Sciences 2013

Avec l'aimable autorisation du Professeur Jean-Luc Béziat

3.6. Traitements mixtes

Nous devons dès à présent ouvrir une parenthèse sur ce que nous appellerons les traitements mixtes, conjuguant les interventions de LFIS et de SARME. En effet, certains auteurs(78,80,81) ont souhaité traiter en un seul temps les dimensions sagittales et transversales. Il est intéressant de se pencher sur les moyens de fixation utilisés par ces auteurs pour conserver la meilleure efficacité possible.

Nous avons déjà évoqué dans la partie sur la distraction palatine chirurgicalement assistée l'équipe d'Habersack *et al.*(78) qui réalisait des *downfractures* et devait ainsi stabiliser au minimum le plateau palatin par des fils d'acier. Pour certains cas, lorsqu'ils corrigeaient dans le même temps la dimension sagittale, ils utilisaient en plus des microplaques et mini-plaques, sans en apporter plus de précisions.

Pinto *et al.*(80) réalisaient cette combinaison entre LFIS et distraction palatine pour en mutualiser les avantages, à savoir la gestion des dimensions sagittales et verticales par l'ostéotomie LFIS et la gestion de la dimension transversale par la SARME.

En effet, l'ostéotomie LFIS seule permet déjà la mobilisation dans les trois plans de l'espace.

La fixation était assurée seulement sur les piliers canins dans 82% des cas (39% avec des fils d'acier, 28% avec des plaques de 0,6mm, 16% avec des plaques de 1,1mm).

Une fois le niveau occlusal trouvé, la largeur était établie par l'appareil Hyrax activé après la période usuelle de latence (5 à 7 jours).

Les résultats étaient satisfaisants sans défaut d'expansion sauf dans 2 cas sur 18 patients.

La malléabilité des fixations ainsi réalisées est importante pour obtenir le bon taux d'expansion.

Elles assurent la stabilité verticale et antéropostérieure et permettent un élargissement lent.

Aucune union osseuse fibreuse (pseudarthrose) n'avait été retrouvée chez les patients de l'étude.

Toujours dans une démarche d'intervention combinée, Cortese *et al.*(81) appliquaient quatre miniplaques longues en L d'ostéosynthèse de Le Fort I (piliers canins et zygomatiques), mais en ne plaçant que deux vis par plaques aux extrémités.

Ainsi, le montage permettait une bonne stabilité verticale et antéropostérieure sans limiter l'expansion transversale.

Cela a pu être possible par développement d'un distracteur palatin possédant une rigidité intrinsèque outrepassant les résistances à l'expansion des 4 miniplaques. La fixation maxillaire est restée stable malgré les 8 vis pour 4 plaques. Si le maxillaire a pu être repositionné dans les 3 dimensions, l'expansion moyenne obtenue restait assez faible par rapport à d'autres études (3,5mm en intermolaire et 1,6mm en intercanin).

Ces éléments seront utiles pour la réflexion sur la prise en charge de notre cas clinique qui combine les deux techniques de la SARME et de la LFIS.

3.7. Choix de procédure

Dans le cadre de dysmorphose multidimensionnelle, si un seul geste permet de corriger toutes les dimensions, l'intervention de Le Fort I segmentée sera préférée.

Sinon, la chronologie judicieuse est de réaliser une SARME puis une ostéotomie de Le Fort I, segmentée ou non, dans un deuxième temps. Il faut comparer la stabilité au long terme, la morbidité d'une double intervention et l'impact psychologique que cela implique. Suri(34) et Magnusson(104) ne retenaient pas de conclusion pour identifier l'équilibre optimal entre des chirurgies extensives pour une mobilisation adéquate versus une procédure conservatrice avec des complications minimales.

Bien que l'on retrouve beaucoup d'avantages pour la distraction palatine chirurgicalement assistée, l'ostéotomie de Le Fort I segmentée conserve des indications si le patient présente des troubles verticaux ou antéropostérieurs associés avec un déficit transverse n'excédant pas 7mm.

Le site de plus grand déficit peut également conditionner le choix(51). Une insuffisance transverse maxillaire canine sera plus facilement traitée par SARME et inversement pour une insuffisance molaire.

Proffit *et al.*(127) parlaient de « *stretching* » dans l'expansion maxillaire par ostéotomie de Le Fort I segmentée en évoquant les tissus mous palatins s'étirant et allant à l'encontre du mouvement, tendant à diminuer l'expansion post-opératoire. Ce phénomène est réduit dans la SARME par étirement progressif muqueux.

Les auteurs ne relevaient pas de différence significative de stabilité au long terme entre la LFIS ou la SARME, ni de différence significative documentée entre les résultats d'une procédure en une ou deux étapes, mais il y avait peu de moyens de comparaison.

Nous l'avons vu plus haut, certaines équipes choisissaient de mutualiser les deux types d'intervention en une seule pour obtenir tous leurs avantages lorsque la modification maxillaire est nécessaire dans plusieurs plans(78,80,81,83).

C'est une solution qui peut se prêter si les moyens de fixation respectent bien les mouvements attendus.

La littérature comporte cependant peu de recul ou d'études sur l'efficacité rapportée à la récurrence entre ces techniques et des procédures en un ou deux temps.

Pour synthétiser les choix de procédure chirurgicale, nous avons établi un algorithme décisionnel. Nous ne prétendons pas qu'il fait figure de référence, mais il regroupe différentes indications retrouvées dans la littérature.

Cet algorithme se trouve en Annexe 6.

3.8. Efficacité et récurrence

L'efficacité et la récurrence des mouvements osseux vont rentrer en compte dans la prise de décision thérapeutique. Bien qu'ils aient déjà été évoqués précédemment, nous allons clarifier ce qui peut influencer ces deux critères.

Par une méthode des éléments finis, Han *et al.*(100) montraient que la réalisation d'ostéotomies paramédianes associées à une disjonction ptérygo-maxillaire permettait d'augmenter l'expansion maxillaire.

L'absence de disjonction ptérygo-maxillaire serait pourvoyeuse d'inclinaison dentaire(86).

En réalisant une disjonction palatine complète par *downfracture* et en fixant par des fils d'acier permettant les déplacements transversaux, Habersack *et al.*(78) retrouvaient une expansion dentaire significative dans les deux groupes, plus marquée en postérieur. La bipartition était plus efficace pour l'expansion intercanine (antérieure) que la tripartition.

On retrouve un ratio d'expansion de 97,2% squelettique et 2,8% dentaire dans la bipartition et 88,2% osseux pour 11,8% dentaire avec la tripartition.

Les auteurs prônaient qu'une mobilisation complète conduit à une expansion squelettique plus importante.

Dans une étude comparative jugeant de l'efficacité et de la récurrence entre SARME sans réalisation de *downfracture* et LFIS(128), il était retrouvé une plus grande expansion postérieure avec une LFIS. L'expansion y était plus squelettique et la rechute plus dentaire.

Au contraire, Bailey *et al.*(126) retrouvaient un meilleur élargissement au niveau canin pour l'expansion chirurgicalement assistée.

Les taux d'expansion étaient globalement comparables selon Zandi(107,129) et Loddi(107,129) entre les distracteurs à appui dentaire et à appui osseux, et les auteurs préconisaient un choix d'appareil au cas par cas.

Certains auteurs, comme Byloff *et al.*(70) obtenaient des résultats de SARME plutôt décevants avec une expansion osseuse moyenne d'à peine plus d'un millimètre à un an de la chirurgie. L'expansion dentaire intermoltaire, au contraire, était de 5,6mm avec presque un tiers de rechute.

Ils expliquaient ces résultats par l'inclinaison dentaire et la rotation des héli-maxillaires, en ayant utilisé des appareils à appui dentaire.

Avec la SARME, Gamage *et al.*(69) trouvaient aussi que l'expansion maximale était obtenue entre les molaires et la plus grande rechute était en région canine.

Concernant la SARME, Yao *et al.*(128) retrouvaient une grande disparité entre l'expansion et la récurrence osseuse et dentaire, illustrant la très faible corrélation entre l'os et les dents avec cette technique et faisant suggérer plus une inclinaison alvéolodentaire qu'une vraie séparation des segments.

Pour augmenter l'efficacité, la position du distracteur est également importante(80,106). Pour une expansion optimale, il doit être centré en regard de la première molaire et des points *jugulae*.

Selon Habersack(78), la rechute osseuse se déroule lors de la consolidation osseuse par des forces biomécaniques indépendantes de la chirurgie. La rechute dentaire, en revanche, peut être engendrée par le traitement orthodontique.

93% de la récurrence était dentaire, 7% concernait l'os pour l'ostéotomie bipartite. Ce taux de récurrence était concordant avec la littérature, entre 10 et 25%.

Selon Marchetti *et al.*(74), la stabilité à long terme entre la LFIS et la SARME varie.

Le taux de rechute y est plus faible pour la LFIS surtout en intercanin bien que cette intervention soit jugée moins pratique par les auteurs en raison de l'étirement muqueux palatin.

Pour Chamberland *et al.*(68), si le taux d'expansion était semblable entre l'os et les dents, la récurrence était presque exclusivement dentaire.

Ils l'expliquaient par une relative rotation des segments maxillaires ainsi qu'une courbure alvéolaire. A la fin, deux tiers de l'expansion totale étaient attribués à l'os.

Ils ne retrouvaient pas de différence de stabilité entre SARME et LFIS.

Sur le plan squelettique, la SARME était jugée hautement stable, mais pas sur le plan dentaire.

Cortese *et al.*(81), quant à eux, ne relevaient pas de consensus dans la littérature concernant les causes et les taux de récurrence de l'expansion après une SARME ni quand la surcorrection était nécessaire.

Ils attribuaient la rechute à la cicatrisation post distraction.

Bien qu'il fût suggéré que la rechute était plus grande avec les appareils à appui dentaire, l'objectif était d'obtenir une expansion parallèle, pour limiter l'inclinaison des segments responsables de récurrences.

Proffit(127) relevait qu'un nombre surprenant de patients avaient des modifications entre 1 et 5 ans post-opératoires. Ces modifications survenaient principalement au niveau squelettique, moins au niveau dentaire grâce aux compensations. Ces changements se concentraient essentiellement sur certains patients et il est préférable de considérer le pourcentage de patients qui subissaient des changements plutôt que la moyenne des changements.

Des résultats satisfaisants sont obtenus et une bonne stabilité dans la grande majorité du temps, mais les différences selon les mouvements doivent être prises en compte.

4. EDENTEMENT

L'édentation majeure des arcades alvéolaires maxillo-mandibulaires de notre patient est un élément important à souligner dans la démarche thérapeutique. Nous allons dans cette partie exposer les conséquences de l'édentement sur la morphologie locorégionale, puis l'impact et les enjeux que cela engendre dans notre prise en charge.

Pour notre patient, il ne sera pas question de réhabilitation implantaire et pré-implantaire, voilà pourquoi nous n'aborderons pas ces sujets.

En revanche, il va être primordial, à visée pré-prothétique, de retrouver une relation inter-arcades correcte.

4.1. Conséquences de l'édentement

Cawood et Howell(2,130), dont la classification de la résorption des arcades édentées (1988) sert de référence objective, ont aussi décrit les conséquences sur les tissus mous : collapsus des muscles faciaux, agrandissement de l'angle naso-labial, rétrécissement de la largeur commissurale, perte des supports naso-labiaux et labio-mentonniers et diminution de hauteur du tiers inférieur de la face.

Dans la prise en charge des patients édentés, il est important de restaurer une bonne relation inter-arcades et d'augmenter l'os alvéolaire pour améliorer les supports musculaires et retrouver un équilibre fonctionnel et esthétique(22).

Dans leur étude sur les disparités de largeurs d'arcades édentées, Parkinson *et al.*(14) ne trouvaient pas que la différence de largeur maxillo-mandibulaire augmentait avec l'avancée de la résorption. Selon eux, la différence de largeur entre les arcades au niveau intermolaire n'augmentait pas progressivement mais restait en moyenne entre 6 et 7mm (l'arcade mandibulaire étant plus large). Ils trouvaient que la crête alvéolaire migrait en lingual pour les deux arcades.

La résorption d'arcade mandibulaire était plus rapide dans les stades précoces de l'édentement.

Pietrokovski *et al.*(15) (2006) allaient à l'encontre de ces principes en étudiant la direction et l'angulation de la crête alvéolaire édentée. Ils retrouvaient une résorption centripète de l'os maxillaire, aboutissant ainsi à un maxillaire édenté plus étroit et plus court.

Au niveau mandibulaire, la résorption étant centrifuge, on obtenait une base résiduelle externe.

Ainsi, le décalage inter-arcades se voyait augmenté, accentuant la classe III d'Angle parfois préexistante.

Une étude indienne dirigée par Suresh(131) basée sur l'analyse de 100 crânes indiens retrouvait chez les patients édentés une réduction de largeur et de l'épaisseur du palais dur (entre les foramens petit palatin ou *palatinum minus*), mais aussi de la largeur et de la profondeur de l'arcade maxillaire.

Ils notaient donc globalement une régression horizontale du maxillaire.

Une analogie peut être faite avec les patients atteints d'oligodontie, qui est l'absence congénitale de 6 dents ou plus(132), corrélée à l'absence de développement de la hauteur d'os maxillaire ou mandibulaire alvéolaire. Cette pathologie est souvent reliée à une réduction de la hauteur de la moitié inférieure de la face.

On retrouve également une tendance à l'hypodivergence faciale et une protrusion labiale. Cela s'accroît à mesure de la sévérité de l'oligodontie.

L'orthognathie est envisagée dans cette pathologie lorsqu'apparaissent des disproportions des maxillaires pour améliorer et pérenniser le remplacement prothétique dentaire.

4.2. Problématiques du traitement

Pour réussir la réhabilitation chez l'édenté, il est nécessaire d'avoir une masse osseuse suffisante et d'obtenir une bonne position des bords alvéolaires.

Le problème des implants à distance (zygomatiques, palatins), au-delà de leur coût, est qu'une compensation est nécessaire sur les prothèses, les plaçant en porte-à-faux(18,19).

L'intérêt du repositionnement des maxillaires réside dans l'amélioration des contraintes biomécaniques.

Avec une bonne relation inter-arcades, le *cantilever* (ou porte-à-faux) peut être diminué.

Les problèmes des édentés dans la chirurgie orthognathique sont multiples.

Tout d'abord, on peut déplorer l'absence de repères dentaires fiables pour garantir la dimension verticale et obtenir un repère du plan occlusal(22).

Ces situations peuvent être hautement complexes par l'absence de points de référence et l'impossibilité de créer un blocage maxillo-mandibulaire efficace qui est une méthode additionnelle de stabilité.

En l'absence d'occlusion, celle-ci est donc amoindrie en per et post-opératoire.

Cette stabilité occlusale étant difficile à obtenir, il y a un haut risque de récurrence, nécessitant une grande compensation prothétique(133).

4.3. Aides au traitement et à la planification

Pour remédier au manque de repères dentaires, plusieurs solutions ont été envisagées, se basant notamment sur le traitement des fractures mandibulaires chez les patients édentés(134,135).

D'ordinaire, sur des patients dentés, il est fréquent de voir l'utilisation de gouttières pour les ostéotomies maxillaires ou mandibulaires. Celles-ci apportent une stabilité supplémentaire et un meilleur support occlusal si des dents sont manquantes ou mal alignées.

Pour des patients totalement édentés, une solution est de fabriquer des « *Gunning splints* » (gouttières) avec arcs de Dautrey (ou d'Erich) incorporés dans la partie buccale de l'acrylique(22,134,135) (Figure 25).

Elles ont été créées par Thomas Gunning en 1863 qui les utilisait pour traiter les fractures mandibulaires édentées(136).

Elles se fabriquaient à l'aide de moulages des crêtes alvéolaires cassés et réalignés. Puis, une gouttière en une ou deux pièces était construite en alignant les arcades.

Ces gouttières étaient fixées aux maxillaires par des fils d'acier ou des vis, bien qu'il faille garder à l'esprit que l'interposition des tissus mous pouvait être source d'erreurs.

Ces fils pouvaient être circummaxillaires, circumzygomatiques ou fixés au travers des orifices piriformes.

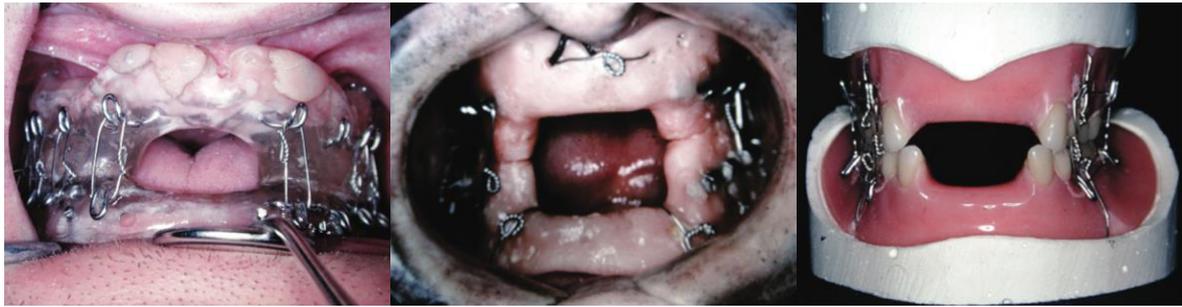


Figure 25 : Exemples de fixation intermaxillaire par Gunning splints (gauche et centre) et par l'usage des prothèses

D'après *Geriatric and Edentulous Maxillary and Mandibular Fractures*(135), George M. Kushner, Robert L. Flint, 2020

De manière analogue, nous pouvons transposer la problématique des fractures mandibulaires édentées à la chirurgie orthognathique chez des patients édentés.

Pour les patients édentés postérieurs, l'acrylique doit englober tous les versants linguaux et labiaux des dents restantes(134) et combler les espaces manquants. Des trous linguaux peuvent être fait pour passer des fils circumdentaires.

Pour les édentés totaux, l'ensemble des crêtes alvéolaires inférieures et supérieures doit être inclus(88) de façon à augmenter la stabilité peropératoire(137).

De la même façon que pour les gouttières, il y a possibilité de fixer les dentiers aux arcades pour la stabilité post-opératoire notamment par des fils circummaxillaires(26) ou des vis(25) avec ajout d'arcs sur les prothèses pour un blocage intermaxillaire (Figure 26).

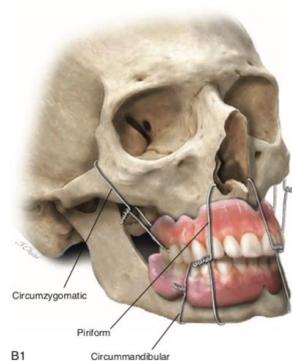


Figure 26 : Variantes de contention de prothèses par fils d'acier

D'après *Atlas of Oral and Maxillofacial Surgery, Chapter 59/Techniques for Maxillomandibular Fixation*(136), Kademani and Tiwana, Elsevier, 2015

Concernant la planification préopératoire, Campbell *et al.*(26) conseillaient de réaliser les téléradiographies en relation centrée avec des plaques en acrylique et des arcs en acier fixés pour faciliter la céphalométrie.

Dans ce même but, certains auteurs(22,133) préconisaient d'opacifier (au sulfate de baryum par exemple) les dents antérieures, prothétiques ou non.

Ces dernières années, l'essor de la CFAO (conception et fabrication assistée par ordinateur), ou CAD/CAM en anglais (*Computer Assisted Design/Computer Assisted Manufacturing*), a permis une planification virtuelle précise et l'obtention de guides de coupe chirurgicaux et de moyens d'ostéosynthèse sur-mesure.

Selon Ho *et al.*(23), cette technique trouve toute sa place dans l'association chirurgie orthognatique et édentement qui ne sont pas des procédures fréquentes et aisées à préparer.

Selon les auteurs, quand des gouttières « Gunning » sont utilisées, leur forme est souvent sous-optimale et des imprécisions sont incorporées en peropératoire.

Tandis que pour la CFAO, le protocole était précis et prédictible, avec des ostéosyntheses plus rigides qu'à l'accoutumée. Les auteurs signalaient toutefois l'inconvénient des voies d'abord souvent plus élargies pour placer les guides de coupe.

D'autres auteurs(18,19), pour pallier ce manque de repères et de stabilité, prônaient la réalisation première de greffe pré-implantaire suivie d'une phase implantaire avant de traiter les patients comme étant dentés. Les gouttières classiques pouvaient ainsi être utilisées.

Un avantage supplémentaire est l'obtention d'une prothèse finale fixée sans compensation. Dans notre cas, le patient manquait sévèrement d'épaisseur osseuse d'une part, et d'autre part, une réhabilitation implantaire n'était pas envisagée.

Concernant la technique opératoire, Li *et al.*(138) conseillaient de préparer la disjonction ptérygomaxillaire par un passage premier de la scie oscillante avant le ciseau courbe chez les patients édentés pour éviter toute fracture inopinée (ou *bad split*). La piezochirurgie n'ayant pas encore vu le jour à l'époque de leur étude (1996), il est évident que celle-ci possède également un rôle préventif dans ce genre de fracture.

Ils présentaient quatre *bad splits* sur vingt patients opérés d'ostéotomie de Le Fort I associée à des greffes.

Aussi, ils recommandaient de préférer la séparation palatine manuelle(26) plutôt qu'aux disjoncteurs, jugés plus traumatisants.

Si la fracture survient avant la *downfracture*, la mobilisation du palais devient très compliquée, d'autant que l'os est fin et la place pour les vis et plaques est restreinte.

De plus, tout décollement muqueux supplémentaire majore le risque de nécrose.

5. PLACE DE L'IMAGERIE

Au travers de ces différentes parties, nous avons pu évoquer divers pans de l'imagerie radiologique, que ce soit dans le diagnostic, la planification ou le suivi de l'expansion palatine.

Nous allons ici aborder plus en détail les intérêts multiples que présente la radiologie dans le traitement de l'insuffisance transverse du maxillaire pour pouvoir en comprendre les applications dans notre cas clinique.

5.1. Diagnostic et planification

Pour dépister une insuffisance transverse du maxillaire, des mesures cliniques ou sur moulages peuvent être utilisées en employant différentes méthodes(65), notamment les index de Pont (1909), de Korkhaus, de Howe, ou encore les analyses de Schwarz et Gratzinger ou de McNamara(139,140). Ces méthodes sont jugées peu fiables et peu précises pour le diagnostic par l'étude de Sawchuk(141).

Afin d'apporter une précision à ce diagnostic et supplanter les mesures sus-citées, les praticiens ont pu s'appuyer sur la radiologie, notamment sur les clichés de téléradiographies de face (ou *posteroanterior cephalometry*).

Ces radiographies ont été utilisées par Ricketts(142) dans l'analyse *Rocky Mountain* déjà évoquée en première partie, faisant ressortir deux mesures diagnostiques : la différence de largeur maxillo-mandibulaire et l'index différentiel transversal maxillo-mandibulaire.

Betts *et al.*(143) ont expliqué cette analyse en soulignant l'intérêt des téléradiographies de face de par leur disponibilité et leur fiabilité.

A l'époque de l'étude (1995), les auteurs nommaient le scanner comme un examen idéal pour l'évaluation des dysmorphoses, mais son coût et son irradiation plus élevés ne justifiaient pas son utilisation en routine.

Cependant, plus de deux décennies se sont écoulées depuis, et l'usage de la tomographie est désormais plus accessible et moins irradiant, d'autant plus avec un CBCT (*cone beam computerized tomography*).

Sawchuk *et al.*(141) notaient que les téléradiographies frontales soutirées des CBCT étaient plus fiables que les téléradiographies standards pour évaluer les décalages transversaux, avec moins de variabilité et plus de reproductibilité des mesures transversales.

L'imagerie bidimensionnelle pose cependant le problème du chevauchement des structures, qui est éliminé par l'imagerie tridimensionnelle dont les mesures et calculs d'angles sur le plan osseux et dentaires sont jugées plus fiables.

Suri(34) soulignait l'importance de l'évaluation de l'inclinaison buccolinguale des dents postérieures pour différencier l'insuffisance squelettique de l'insuffisance dentaire. Ce critère pouvait être évalué plus facilement par le biais d'imagerie en coupes.

Dans tous les cas, Sawchuk *et al.*(141) proposaient de combiner plusieurs méthodes, et estimaient que l'évaluation clinique seule était insuffisante.

Les indices et mesures moyennes sur moulages n'étaient pas applicables en population générale et ne prenaient pas bien en compte les insuffisances transversales squelettiques. Le CBCT semblait la meilleure approche diagnostique même si les auteurs déploraient le manque d'études statistiques appuyées ne permettant pas de dresser de solides conclusions.

Une autre utilisation du CBCT a été exposée par Angeliari *et al.*(54) qui étudiaient la maturation de la suture médiopalatine pour prévaloir sur les clichés radiographiques occlusaux en ayant une vue d'ensemble de la région(144).

Cette étude évaluait le diagnostic de maturité suturale et pouvait préciser les indications de disjonction palatine chirurgicale.

Pour la planification, une vue d'ensemble sur les relations interdentaires aide grandement pour le diagnostic et le traitement(145), en ayant une vision précise et une bonne évaluation des relations spatiales des maxillaires(34).

Avec le scanner, il y a possibilité d'obtenir des reconstructions 3D et ainsi, des traitements d'images sont possibles permettant la séparation de l'os et des dents, voire les dents entre elles. Il y a aussi l'éventualité de simuler des torques et de superposer des arcades après planification d'un traitement théorique.

Un des algorithmes informatiques les plus répandus pour l'analyse 3D est le « *Volume rendering technique* »(86) (ou rendu volumique).

Il permet de parcourir le volume au travers d'un mode de fine épaisseur avec utilisation de différents plans de coupe pour manipuler l'image.

Depuis ce mode, on peut sélectionner une région d'intérêt (*ROI: Region of interest*), supprimer des voxels en changeant les opacités, modifier les épaisseurs pour rendre les structures moins épaisses transparentes.

Cela est utile pour étudier les relations interdentaires et interosseuses en analysant des sections parmi un volume. De plus, les mesures sont précises et reproductibles.

Au-delà de ces techniques d'imagerie, la stéréolithographie et les outils informatiques de planification virtuelle et de simulation (CFAO) sont devenus une réalité concrète des protocoles de distraction ostéogénique(43).

La stéréolithographie, appelée communément « impression 3D », est une méthode d'ingénierie permettant la fabrication de solides de forme libre(146). Elle utilise le principe de photopolymérisation pour fabriquer des modèles 3D à partir d'une résine sensible aux ultraviolets, solidifiée à l'aide du passage d'un laser couche après couche(147).

Dans le domaine biomédical, cette technique permet la création de moules d'implants sur-mesure, d'outils d'aide à des chirurgies complexes, voire même d'implants en matériaux résorbables.

Dans le cadre spécifique de la chirurgie maxillo-faciale, et notamment en orthognathique, cette part de la bioingénierie peut être très utile pour étudier des modèles tridimensionnels osseux, réaliser des planifications précises par essais d'ostéotomies des structures en résine et ainsi faciliter le geste chirurgical par une meilleure appréhension de la situation.

Aussi, des plaques d'ostéosynthèse standard peuvent être modelées directement sur les empreintes 3D. Des guides de coupes peuvent également être élaborés puis stérilisés.

Ce domaine en pleine expansion ces dernières années est très prometteur et peut largement aider les chirurgiens à la prise en charge de cas inhabituels.

Il peut se faire par extraction de fichiers de domaine « .stl » à partir d'examens multicoups comme le scanner mais aussi le cone-beam(148). Pour plus de précision et notamment

s'affranchir des artefacts métalliques, des fichiers stéréolithographiques des moulages dentaires peuvent être fusionnés au modèle tridimensionnel du massif facial.

L'impression peut ne concerner que les gouttières ou guides de coupes sans les pièces osseuses.

Un inconvénient de ces techniques récentes est que les logiciels 3D utilisés nécessitent un certain degré d'expérience et de compétence.

5.2. Suivi et efficacité

Aux débuts de la SARME, Bell et Epker(64) (1976) utilisaient des clichés baptisés « roentgenographies d'occlusion » (Figure 27) pour suivre la séparation médiopalatine tout au long de la distraction et attester la consolidation en fin de traitement.

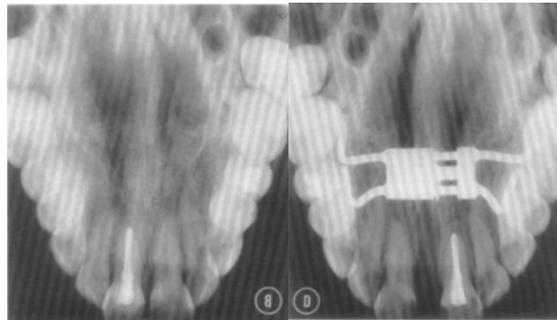


Figure 27 : Roentgenographies d'occlusion

D'après Bell et Epker(64)

Plus tard, Cureton *et al.*(94) puis Ramieri *et al.*(149) surveillaient par des radiographies occlusales (Figure 28) la vitalité des incisives centrales compte-tenu des difficultés d'obtenir une séparation médiane parfaite. Cela risquait d'entraîner, comme nous l'avons vu, des troubles alvéolaires et/ou gingivaux (rhizalyse, lyse périradiculaire, défaut osseux).

Ainsi, une thérapie préventive ou précoce pouvait être initiée par un endodontiste grâce à ce « *radiological monitoring* » de la santé parodontale(149).

Dans 4 cas sur 23 (17%), l'ostéotomie retrouvée n'était pas parfaitement médiane et atteignait l'alvéole d'une des deux incisives(149).

Les clichés réalisés permettaient là aussi de vérifier l'homogénéité de la distraction et de suivre la formation osseuse.

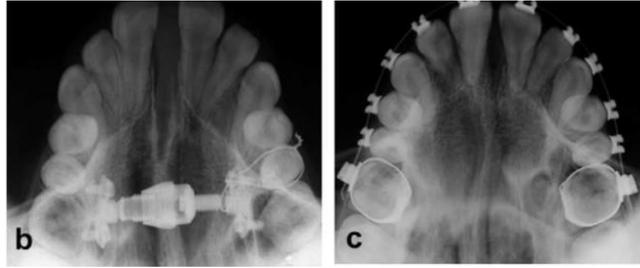


Figure 28 : Radiographies occlusales

D'après Ramieri *et al.*(149)

Les radiographies coronales et axiales sont également utiles pour évaluer l'inclinaison des hémi-maxillaires après une SARME(103), bien qu'elles soient moins précises qu'une tomodynamométrie.

Habersack *et al.*(78) préféraient pour le suivi l'utilisation de radiographies par rapport au scanner pour des raisons d'irradiation. Le suivi radiographique pouvant facilement se faire quatre fois sans que la dose ne soit jugée indécente. Ils optaient ainsi pour le protocole suivant : en préopératoire, à 6 semaines, 6 mois et 1 an post opératoire.

C'est aussi le choix de certains auteurs(79,119) comme examen de routine.

L'utilisation des tomographies, et en particulier du CBCT, pour l'évaluation post-opératoire de l'efficacité de l'expansion chirurgicale est, au contraire, défendue par d'autres(107,128), en le présentant comme un bon outil pour évaluer le taux d'expansion et le taux de récurrence osseux et dentaire après une expansion palatine quelle que soit la technique. La méthode de « *volume rendering* »(86,128) trouve là aussi son intérêt.

Il est assez aisé de choisir des marqueurs reproductibles sur le *cone beam* (ou le scanner). Par exemple, pour la part squelettique, on peut mesurer la largeur entre les deux forams grand palatin (marqueur postérieur) et celle à la base des orifices piriformes (marqueur antérieur). Pour l'expansion dentaire, les largeurs intermolaires M1 (postérieur) et intercanines peuvent être utilisées (antérieur).

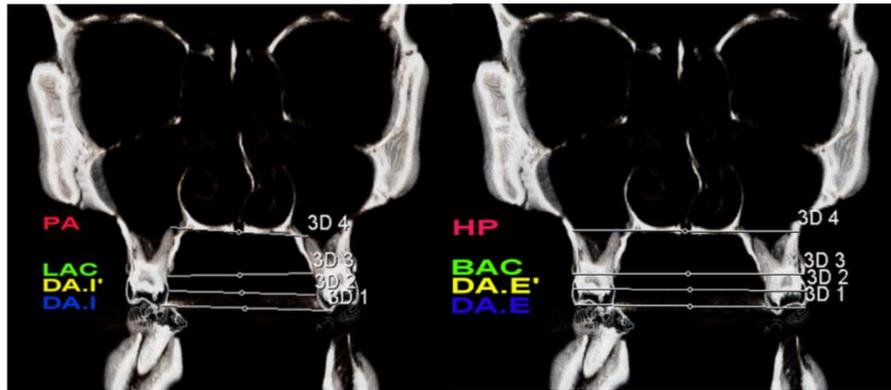


Figure 29 : Exemples de mesures sur coupes coronales scanographiques

D'après Laudemann *et al.*(86)

Des mesures internes et externes des bordures de l'arcade alvéolaire permet de repérer la résorption osseuse, en hauteur et en épaisseur, ainsi que la courbure des ptérygoïdes(86).

Le *cone beam* est aussi utile pour attester de la consolidation osseuse palatine par l'évaluation de la densité osseuse dans les trois plans de l'espace(76).

A partir d'une imagerie tridimensionnelle, on peut en outre réaliser une superposition des images par une méthode d'enregistrement volumétrique.

C'est ce qu'ont réalisé Magnusson *et al.*(104) par le biais d'un logiciel spécialisé (Di2Mesh, Berne, Suisse), en obtenant ainsi une carte de couleurs (ou carte des distances) pour illustrer les déplacements réalisés au cours du traitement (Figure 30).

Par une échelle de couleurs, on pouvait ainsi mieux se rendre compte de l'efficacité de l'expansion. En l'occurrence, ils retrouvaient plus d'expansion au niveau molaire que canin et plus d'expansion intermolaire qu'interzygomatique, traduisant une inclinaison des hémimaxillaires.

Cela était traduit aussi de façon quantitative par le repérage de sept paires de marqueurs, qui confirmaient l'expansion significative.

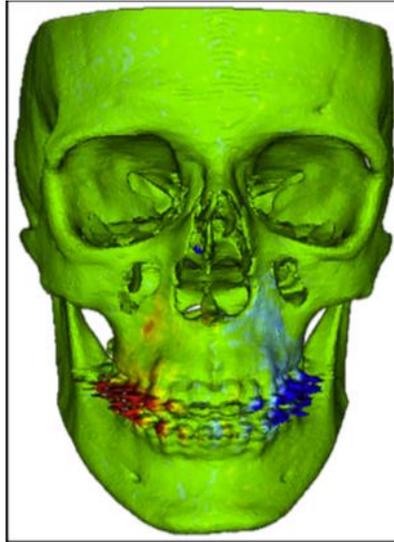


Figure 30 : Carte des couleurs exposant l'intensité de l'expansion latérale

D'après Magnusson *et al.*(104)

Cette méthode a également été réalisée par Nada *et al.*(106) par « *voxel-based matching* », autrement dit, par concordance de voxels.

Une carte des distances des surfaces superposées a été générée pour obtenir le taux de changement squelettique. Celle-ci décrit la modification moyenne des distances entre deux marqueurs.

Ils décrivaient pour la première fois un changement dans le prémaxillaire au cours du traitement, à savoir une tendance au recul ou à la stabilisation. Cela pouvait s'expliquer par des modifications de forme de l'arcade pour fermer le diastème créé.

TROISIÈME PARTIE : TRAITEMENT ET RESULTATS

1. TRAITEMENT

Après avoir abordé les multiples problématiques associées à notre cas clinique, nous allons décrire les différentes phases de sa prise en charge.

Le patient a consulté pour la première fois en avril 2019, adressé par son médecin traitant pour la prise en charge de sa dysmorphose dento-squelettique détaillée en première partie, qui peut se résumer en une micro et rétromaxillie avec une insuffisance transversale et une classe III squelettique sévère associée à un édentement partiel (12 dents sur arcade) avec résorption des deux arcades et une macro-ankyloglossie.

Le patient avait un projet prothétique qui ne pouvait être réalisé dans l'immédiat en raison de la discordance majeure inter-arcades et de la dimension transverse très réduite du maxillaire.

1.1. Préambule au traitement

La réalisation d'un scanner du massif facial en avril 2019 montrait, en plus de la dysmorphose sus-décrite, une canine 13 incluse horizontalement dans le plancher des fosses nasales avec présence d'un kyste apical sous les dents 31 et 32.

Avant toute chirurgie du maxillaire, il convenait de procéder à l'avulsion de cette canine associée à l'exérèse du kyste mandibulaire et à la résection apicale.

Ce geste fut réalisé en juillet 2019 pour préserver un délai de consolidation raisonnable.

En août 2019, le patient a été revu en consultation où nous avons convenu d'un plan de traitement en deux étapes au moins.

Le premier temps consistait en une distraction maxillaire transpalatine avec un appareil à appui tissulaire de type Haas, en raison de l'absence d'ancrage dentaire solide à la partie moyenne et postérieure des arcades. De plus, les distracteurs à appui osseux du commerce étaient insuffisamment étroits pour pouvoir s'adapter dans le cas de notre patient.

En outre, eu égard de la fine épaisseur d'os alvéolaire (Figure 31) due à la résorption post-avulsions, il fut plus judicieux de proposer un appareil répartissant les forces de traction sur l'ensemble de chaque hémi-maxillaire plutôt que de focaliser les forces sur des points d'ancrage osseux.

En cela, un distracteur muni de deux plaques d'acrylique sur-mesure a semblé être le meilleur compromis : le palais étant très arqué, l'appui tissulaire était ainsi plus efficace.

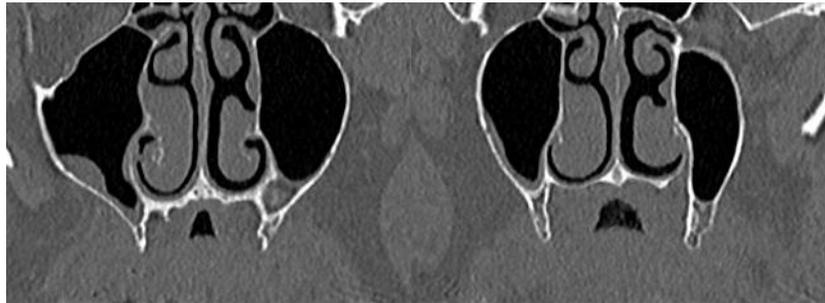


Figure 31 : Coupes coronales de scanner objectivant la fine épaisseur de l'os alvéolaire
(Imagerie Guilloz)

1.2. Premier temps opératoire

Ce premier geste chirurgical de distraction maxillaire a donc été réalisé en novembre 2019 sous anesthésie générale.

Nous avons abordé la région maxillaire par une voie vestibulaire supérieure allant d'une tubérosité à l'autre après infiltration à la Xylocaïne adrénalinée 1%. Les deux orifices piriformes ont été décollés en respectant la muqueuse nasale par un décollement sous péri-chondral.

L'épine nasale a été libérée avant fraisage pour agrandissement des orifices piriformes.

Puis, une ostéotomie de type Le Fort I a été réalisée à l'aide d'un piézotome.

Après disjonction ptérygo-maxillaire prudente, l'abaissement du plateau palatin s'est fait de manière douce pour permettre la disjonction intermaxillaire au piézotome puis à l'ostéotome étroit.

Des traits d'ostéotomies parasagittaux ont ensuite été réalisés au nombre de quatre, répartis de part et d'autre de la section médiane. Ceux-ci se rejoignaient en antérieur au niveau rétroalvéolaire, ils ont pu être mobilisés pour élargir le maxillaire. Ces sections

supplémentaires correspondaient à la technique décrite par Béziat(37) d'ostéotomie de Le Fort I « en éventail » (voir Deuxième Partie), ici par cinq ostéotomies au total.

Ensuite, le maxillaire a pu être avancé d'environ 8mm.

La plaque n°1 a pu être placée et adaptée sur site avec activation peropératoire pour aider à l'expansion.

Puis, deux plaques d'ostéosynthèse de 1,5mm avec 3 trous ont été fixées par 2 vis au niveau de chaque cintre zygomatique, permettant un certain degré de stabilité, pour maintenir un tant soit peu les dimensions verticale et antéropostérieure.

Une suture aux fils résorbables a été réalisée.

La largeur inter-canine était de 26mm avec un objectif premier d'expansion à 33mm après cette étape.

Le distracteur était laissé en place en post-opératoire et faisait office de rétenteur.

Le rythme d'activation était d'une fois par semaine en consultation pendant 6 semaines.

Photographies opératoires du premier temps (Novembre 2019)

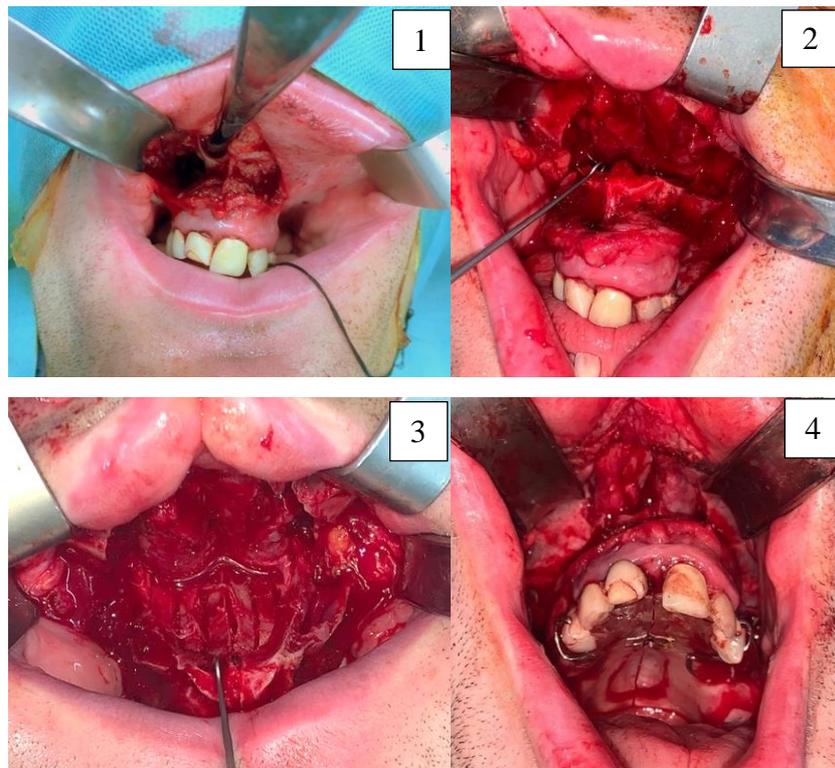


Figure 32 : Photographies opératoires du premier temps (Novembre 2019)

Dans l'ordre : 1) Abord vestibulaire, 2) *Downfracture*,
3) Ostéotomie « en éventail », 4) Distracteur en place

(Pr M. Brix)

En janvier, 6 semaines après l'intervention, le gain en largeur était de 6mm.

Nous avons fait changer son distracteur par une plaque plus adaptée aux nouvelles dimensions palatines, toujours sur le même schéma de deux plaques d'acrylique reliées par un vérin, avec comme volonté de gagner 2 millimètres supplémentaires.

Pour cela, nous avons fait activer deux fois le distracteur de quatre puis six quarts de tours, puis l'avons maintenu fixé pendant 3 mois comme appareil de rétention.



Figure 33 : Plaques d'expansion 1 et 2 de type Hawley

(Pr M. Brix)

1.3. Deuxième temps opératoire

Le deuxième temps chirurgical était initialement prévu en mai 2020, mais compte tenu de la crise sanitaire liée au SARS-Cov-2, a dû être reprogrammé en août 2020.

Ce geste a consisté en une nouvelle expansion chirurgicale en remobilisant les travées osseuses et en corrigeant la dimension sagittale par avancée maxillaire, mais surtout par recul mandibulaire grâce à une ostéotomie de soustraction préforaminale en chevrons.

Les voies d'abord étaient vestibulaires supérieure et inférieure.

Le but principal de cette intervention était de corriger le décalage sagittal qui retrouvait toujours un *overjet* négatif de 9,5mm.

De plus, un traitement de son ankyloglossie a été réalisé par frénotomie chirurgicale et suture d'horizontal à vertical, associé à une glossectomie médiane de réduction en « trou de

serrure » en raison de sa macroglossie. Cette dernière a été largement démasquée une fois la frénotomie réalisée.

La présentation clinique nous ayant fait évoquer un syndrome de Melkersson-Rosenthal(150), la pièce de glossectomie a été envoyée en anatomopathologie : l'analyse n'a pas montré de structure histologie atypique.

Compte-tenu de la résorption osseuse marquée et de l'important décalage sagittal persistant, une ostéotomie sagittale des branches montantes n'a pas été jugée judicieuse, par risque de lésion nerveuse, de fracture, d'instabilité et de récurrence. Surtout, un recul si important par la technique classique aurait été préjudiciable pour la bonne perméabilité des voies aériennes supérieures.

Étant donné le caractère exceptionnel de ce cas clinique, une planification a été réalisée par CFAO, grâce aux ingénieurs de la société Materialise® (Louvain, Belgique), nous permettant d'obtenir des guides de coupe et des plaques sur-mesure sur les deux maxillaires.

Les schémas 3D du plan de traitement sont les suivants.

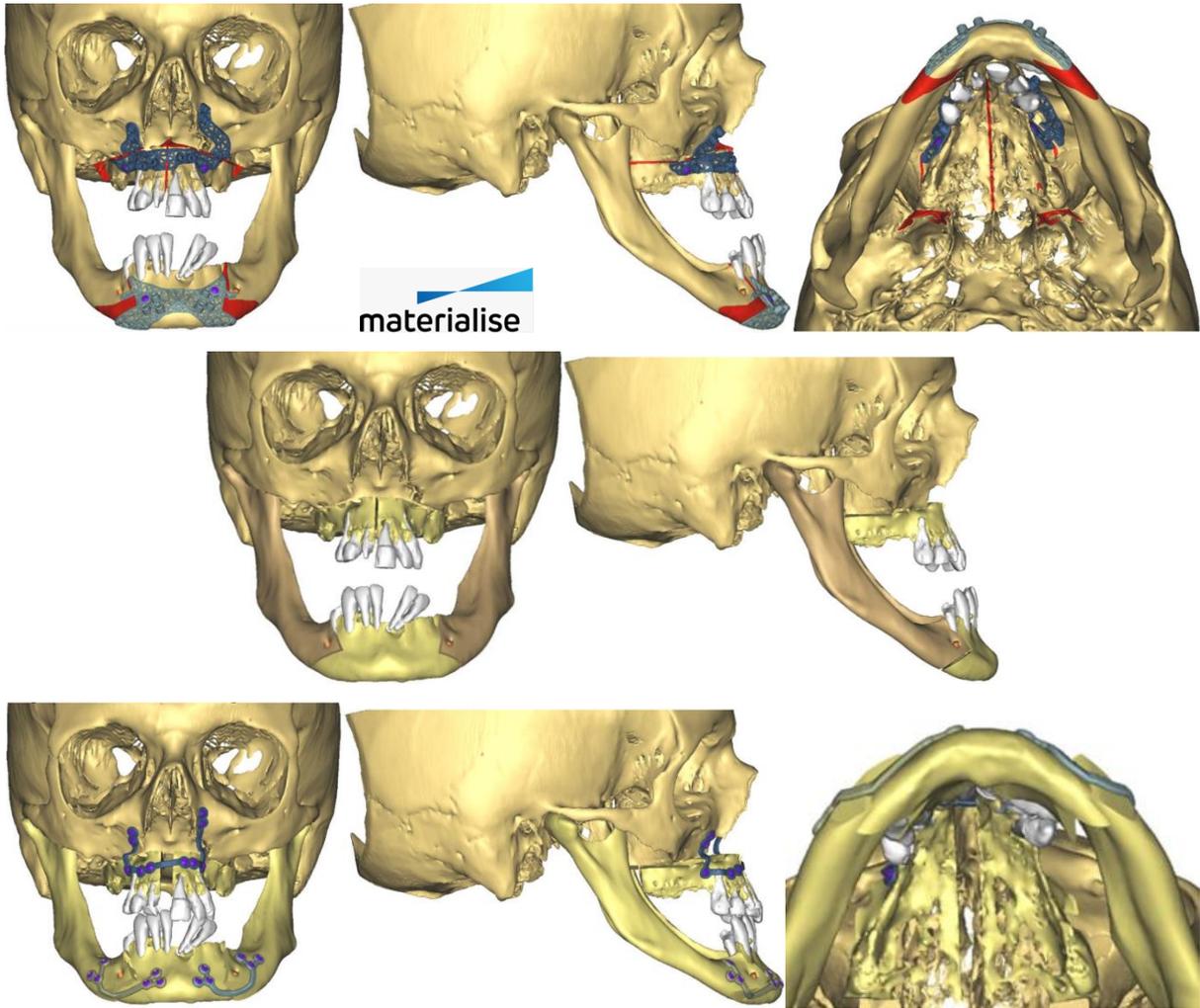


Figure 34 : Schémas 3D de la planification réalisée par Materialise®

De haut en bas : guides de coupe, tracés d'ostéotomie et plaques d'ostéosynthèse

Au cours de la planification par visioconférence, nous avons tenté initialement de reculer la portion symphysaire en soustrayant une épaisseur osseuse définie aux chevrons modélisés en avant des foramens.

Cependant, en raison de l'insuffisance de contact osseux, il a plutôt été planifié un recul du bloc symphysaire de la quantité suffisante pour concorder les arcades, puis de calculer l'os superposé correspondant à l'épaisseur de segments à réséquer.

Ainsi, nous obtenions une résection de 6mm à gauche et de 5mm à droite pour la portion inférieure des chevrons et de 1mm à droite (soit la largeur de l'insert) et de 2mm à gauche.

Le recul était évalué à 6,5mm pour une avancée maxillaire de 5mm.

1.4. Empreintes 3D

Nous avons également fait réaliser une impression tridimensionnelle en résine du tiers moyen du massif facial et de la mandibule à partir du scanner du massif facial du 24 juin 2020, avant le second geste opératoire, afin de mieux appréhender l'état squelettique du patient avant la chirurgie et de pouvoir simuler les ostéotomies.

Cela a pu être fait tout d'abord en extrayant des fichiers « .stl » (*stereolithography*) à partir de fichiers DICOM (*Digital Imaging and COmmunications in Medicine*) qui sont des fichiers standards pour la lecture et le transfert d'images radiologiques.

Un logiciel en accès libre, 3D Slicer(151,152), a été utilisé pour créer deux fichiers .stl à partir des données DICOM.

Puis, ces fichiers ont été envoyés à un ingénieur* de l'institut Jean Lamour (Université de Lorraine) pour la réalisation de l'impression 3D.

Des webconférences ont été nécessaires pour mieux cerner les attentes des modèles imprimés et faciliter la manœuvre.

Ces modèles tridimensionnels étaient d'une fidélité remarquable, permettant de mieux coordonner et comprendre les ostéotomies à réaliser.

Le modèle palatin retrouvait les travées d'ostéotomies effectuées en novembre 2019 et ne permettaient pas d'essais de découpe en raison de la finesse des ponts en résine, mais nous souhaitions avant tout simuler les tracés sur la mandibule qui sont atypiques, comme nous le verrons plus bas. Nous n'avons pu tenter les coupes mandibulaires avant la chirurgie pour des raisons de délais, cependant, nous sommes convaincus qu'il y a une piste de réflexion à creuser par l'utilisation de ces modèles 3D.

*J-P. Jehl



Figure 35 : Photographies des empreintes 3D avec guides de coupe Materialise®

Photographies opératoires du deuxième temps (août 2020)



Figure 36 : Photographies préopératoires immédiates montrant le décalage sagittal toujours important et la macroglossie

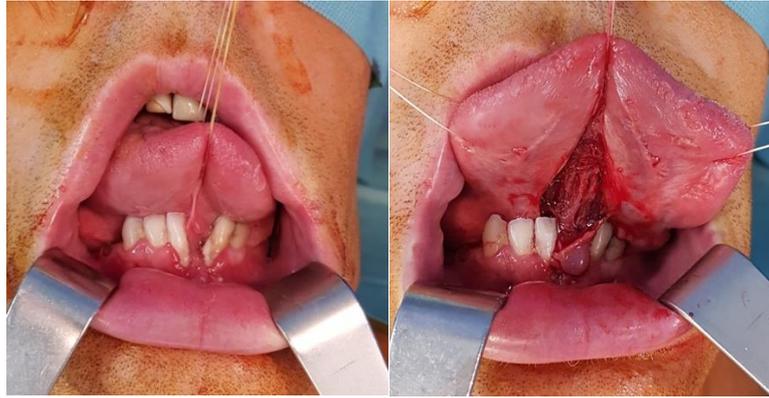


Figure 37 : Frénotomie (Pr M. Brix)



Figure 38 : Glossectomie médiane (Pr M. Brix)

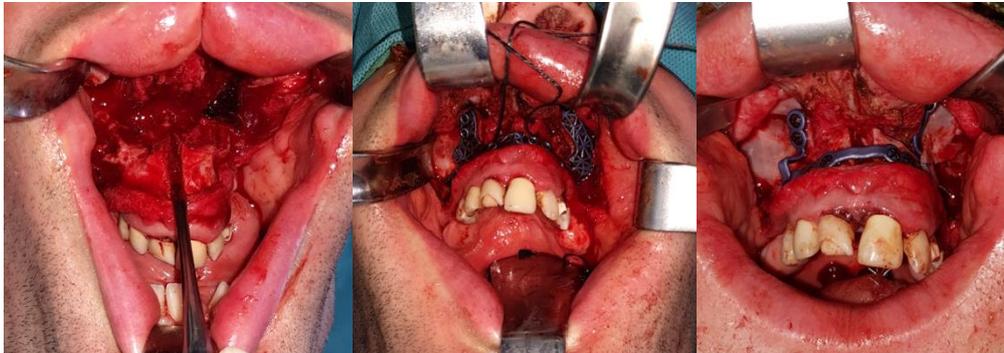


Figure 39 : Temps maxillaire. Guide de coupes puis plaque sur-mesure (Pr M. Brix)



Figure 40 : Temps mandibulaire. Résection en chevrons (Pr M. Brix)



Figure 41 : Résultat post-opératoire immédiat (Pr M. Brix)

2. RESULTATS

Afin d'illustrer l'expansion maxillaire, nous avons opté pour différentes mesures en se basant sur plusieurs modèles : les moulages en plâtre, les téléradiographies et les scanners du massif facial.

Dans chaque type de mesures, nous avons standardisé la chronologie en nommant T0 la période avant le premier geste de novembre 2019, T1 la période entre novembre 2019 et janvier 2020, T2 la période après la phase de rétention (entre mai et août 2020) et T3 la période finale post opératoire immédiate en août 2020. Le manque de recul nous empêchait de nommer un cinquième temps T4 à distance des chirurgies pour évaluer la stabilité avant la phase prothétique.

Avant de débiter l'analyse des résultats de l'expansion palatine transversale, nous évoquerons les résultats de la correction du sens sagittal de la dysmorphose du patient.

2.1. DIMENSION SAGITTALE

2.1.1. Téléradiographies de profil

Sur le plan sagittal, il y a eu une récurrence de l'avancée maxillaire entre les temps T1 et T2. L'*overjet* sur les derniers moulages préopératoires de juin 2020 était de -9,5mm au lieu de -11,5 initialement, tandis que l'avancée maxillaire lors du premier geste était estimée à 8mm. La récurrence sagittale entre T1 et T2 était donc de 6mm.

En revanche, le dernier temps opératoire d'août 2020 a bien permis une correction flagrante de ce décalage sagittal avec un *overjet* désormais mesuré à +2mm cliniquement.

Ainsi, l'addition de ces deux opérations a permis un gain dans la dimension sagittale de 13,5mm.

Ce gain est bien visible sur les calques superposés des analyses de Delaire(151) réalisées à T0 et T3.

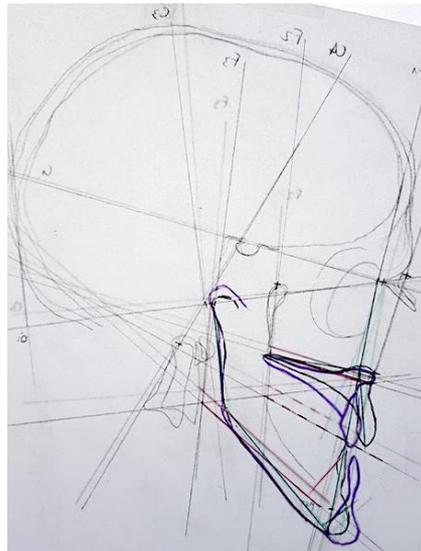


Figure 42 : Superpositions des calques des analyses céphalométriques de Delaire

En violet, position des maxillaires au 17.4.19. En noir, position finale au 12.8.20

(Voir en Annexe 3 et 4)

2.2. DIMENSION TRANSVERSALE

2.2.1. Moulages

Nous allons tout d'abord présenter les mesures sur moulages.

Quelques repères stratégiques ont été définis en l'absence de denture complète, nous en retrouverons le parallèle sur les distances scanographiques. Celles-ci étaient réparties en trois sections : antérieure, intermédiaire et postérieure.

Pour représenter la dimension postérieure, nous avons utilisé les tubérosités maxillaires, en raison de l'absence de toute dent en secteurs postérieurs : ainsi, étaient définis les largeurs intertubérositaire interne (ITi) et intertubérositaire externe (ITe).

En antérieur le niveau des canines (en l'occurrence de la canine) servait de référence : on obtenait la distance intercanine cuspidienne (ICc) entre la cuspidie de la 23 et le bord occlusal distal de la 12, et la distance intercanine sulculaire palatine (ICsp), par projeté orthogonal du sulcus canin au niveau du sulcus de la 22.

Pour juger de l'expansion intermédiaire, nous avons défini une ligne transversale à 15mm en arrière du sulcus palatin incisif. Celle-ci, en coupant l'arcade, donne la largeur interprémolaire interne et externe. Pour préciser les mesures, elles sont définies par rapport au sommet de la crête alvéolaire, à 3mm de ce dernier de part et d'autre (Figure 43).

Enfin, il nous a paru intéressant de mesurer la profondeur palatine. Celle-ci est réalisée à 20mm en arrière du sulcus incisif et se mesure par rapport au niveau crestal (Figure 43, à droite).

Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse digital.

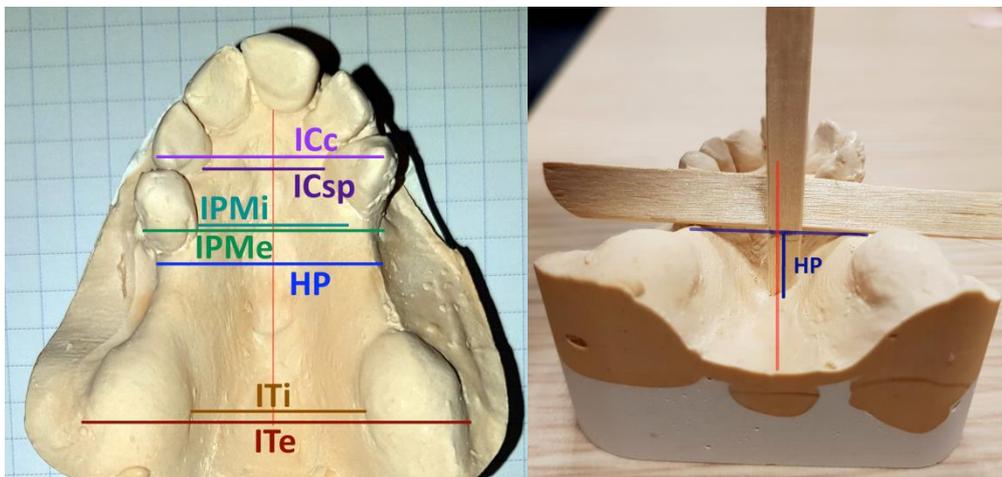


Figure 43 : Mesures sur moulages

Tableau 1 : Évolution des mesures de l'expansion sur moulages

(en mm)	T0	T1	T1-T0	T2	T2-T1	T3	T3-T2	T3-T0	Mandibule
ITi	19,3	26,3	+7	25,2	-1,1 (16%)	27,33	+2,13	+8,03	/
ITe	41,9	48	+6,1	47	-1 (16%)	48,40	+1,40	+6,5	/
ICc	23	28,2	+5,2	28,9	+0,7 (-13%)	29,06	+0,16	+6,03	/
ICsp	13,2	16,5	+3,3	16,5	0 (0%)	18,88	+2,38	+5,68	25
IPMi	15	19,2	+4,2	18,5	-0,7 (17%)	22,66	+4,16	+7,66	42
IPMe	27	30	+3	29,7	-0,3 (10%)	33,59	+3,89	+6,59	50
HP	10,6	10,1	-0,5	9,6	-0,5	11,61	+2,01	+1,01	/

ITi (intertubérositaire interne), ITe (intertubérositaire externe), ICc (Intercanin cuspidé), ICsp (intercanin sulcus palatin), IPMi (Interprémolaire interne), IPMe (interprémolaire externe), HP (hauteur palatine)

T1-T0 est la différence représentant les mouvements squelettiques après le premier temps opératoire. T2-T1 représente la récurrence, exprimée en pourcentage entre parenthèses. T3-T2 montre les mouvements du deuxième temps opératoire. T3-T0 montre l'addition des deux chirurgies.

A la lecture de ces résultats, l'expansion la plus marquée entre T0 et T1 se situe au niveau inter-tubérositaire (6 à 7mm). Le premier temps chirurgical associé à la distraction a donc permis essentiellement une expansion postérieure.

La période entre les deux gestes opératoires (T2-T1) a permis de mesurer la récurrence squelettique. Celle-ci était relativement modérée (11,8% de moyenne) par rapport à la faiblesse d'ancrage de la plaque de rétention.

La deuxième intervention a permis une expansion plutôt plus antérieure, étant maximale au niveau prémolaire (environ 4mm).

Au total, entre les premiers moulages et les derniers datant du post-opératoire (2.9.2020), l'expansion squelettique a été de 6,89mm de moyenne. La mesure inter-cuspidienne n'ayant pas été incluse dans cette moyenne, en raison de la relative instabilité des ancrages dentaires.

Nous aurons pu noter que la mesure de la hauteur palatine n'était pas des plus judicieuses car elle ne montrait pas d'abaissement palatin global et qu'elle ne faisait pas partie des objectifs du traitement.



Figure 44 : Moulages du patient à T0, T1, T2 et T3
(Agrandissement en Annexe 5)

2.2.2. Téléradiographies de face

La deuxième méthode comparative concernait les études de téléradiographies de face.

Nous avons étudié d'une part les téléradiographies standard, puis d'autre part, les téléradiographies issues des scanners en coupes coronales avec augmentation de l'épaisseur de coupe, retrouvant ainsi la silhouette du massif facial.

Cette analyse se basait sur les mesures de Ricketts décrites en première partie.

Tableau 2 : Évolution des mesures de l'expansion sur téléradiographies de face

<i>(en mm)</i>	17.4.19 (T0)	15.1.20 (T1)	19.8.20 (T3)
Largeur maxillaire	47,64	49,3	51,55
Largeur différentielle gauche	24,04	22,39	18,41
Largeur différentielle droite	18,03	17,69	17,37
Largeur mandibulaire	85,87 (87,68)	85,87 (88,16)	85,87 (81,79)
Index différentiel transversal	38,23	36,57	34,32

Pour rappel, la norme de largeur différentielle unilatérale estimée par Ricketts est de 10mm et l'index différentiel transversal maxillo-mandibulaire estimé à 19,6mm.

On remarque que l'index différentiel transversal diminue de 3,91mm après les deux opérations, soit un gain transversal total équivalent, chiffre largement sous-estimé.

Un reproche pouvant être fait à cette méthode d'évaluation est son manque flagrant de précision, notamment sur les téléradiographies post-opératoires, entre autres à cause des effets de superposition et de la présence du matériel d'ostéosynthèse.

La différence de 6mm retrouvée au niveau mandibulaire bien que la largeur mandibulaire n'ait pas été modifiée au cours des interventions et une preuve de la mauvaise fiabilité des mesures. L'index a été calculé à partir de la moyenne de ces 3 mesures de largeur.

Pour les images construites de téléradiographies à partir des scanners, nous avons analysés d'une coupe coronale en fenêtre osseuse en augmentant l'épaisseur à 50mm, permettant ainsi d'obtenir une superposition des coupes et donc la silhouette osseuse par projection, comprenant les points de repères de l'analyse *Rocky Mountain* (points orbitaires, *jugulae* et antégoniaux). Nous nous sommes arrangés pour retrouver sur une même coupe les différents points de repère.

Ici encore, bien que le rendu soit intéressant, des inexactitudes demeuraient sur la mise en place des points, notamment à cause des plaques en titane occultant en partie les cintres zygomatiques.



Figure 45 : Reconstructions de téléradiographies par des coupes coronales épaisses
(Imagerie Guilloz)

Les valeurs retrouvées sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Évolution des mesures sur téléradiographies reconstruites de l'expansion

<i>(en mm)</i>	5.19.20 (T0)	24.6.20 (T2)	14.8.2020 (T3)
Largeur maxillaire	46,34	51,72	54,97
Largeur différentielle gauche	22,11	19,32	15,08
Largeur différentielle droite	18,11	14,7	14,79
Largeur mandibulaire	85,68 (86,06)	85,68 (88,19)	85,68 (82,80)
Index différentiel transversal	39,34	33,96	30,71

Pour la largeur mandibulaire, en raison de la variabilité des mesures (fosses préangulaires peu marquées de face), une moyenne a été réalisée sur les trois mesures afin de pouvoir comparer l'index différentiel transversal.

Au total, le bénéfice de largeur, par cette technique de mesure, était de 8,63mm, soit un chiffre plus proche des mesures sur moulages.

Si les analyses de téléradiographies de face peuvent se prêter à un dépistage de déficit transversal, cette méthode n'est pas appropriée pour suivre l'évolution d'une expansion du maxillaire puisque les images sont superposées et que cela ne donne pas d'informations sur le schéma d'expansion obtenu sur l'arcade maxillaire.

2.2.3. Scanner

Enfin, la dernière méthode comparative aura été testée sur les coupes coronales et axiales des scanners en coupes fines en fenêtre osseuse.

Les différentes mesures sont quasiment transposables avec celles effectuées sur moulages si ce n'est que les coupes scanographiques n'affichent pas les limites muqueuses avec précision. Nous avons donc dû nous affranchir de l'épaisseur muqueuse en tenant compte uniquement de l'os sous-jacent.

Les définitions des mesures étant les mêmes, avec utilisation des coupes coronales, hormis pour les mesures inter-tubérositaires qui étaient faites en coupes axiales en prenant la plus petite largeur interne et la plus grande largeur externe à l'aide d'une coupe de 5mm d'épaisseur.

Tableau 4 : Évolution des mesures scanographiques de l'expansion

(en mm)	22.5.19 (T0)	24.6.20 (T2)	T2-T0	14.8.20 (T3)	T3-T2	T3-T0
ITi	26,77	35,28	+8,51	35,13	-0,15	+8,36
ITe	43,09	47,64	+4,55	48,66	1,02	+5,57
ICsp	10,66	11,66	+1	15,98	4,32	+5,32
ICc	23,85	27,92	+4,07	29,06	1,14	+5,21
IPMi	20,44	23,33	+2,89	25,13	1,80	+4,69
IPMe	26,05	28,11	+2,06	31,62	3,51	+5,57
HP	12	11	-1	10,75	-0,25	-1,25

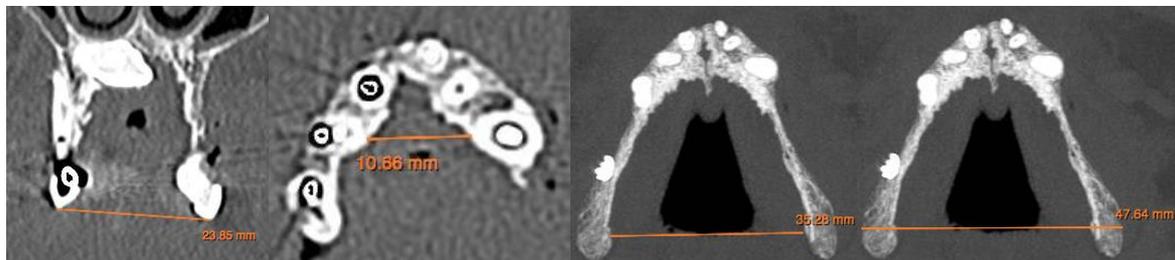


Figure 46 : Exemples de mesures scanographiques (de gauche à droite : ICc, ICsp, ITi, ITe)
(Imagerie Guilloz)

De cette analyse, il semble que l'expansion osseuse ait été essentiellement postérieure lors du premier temps, notamment une expansion de 4 à 6 mm de la tubérosité maxillaire.

L'expansion antérieure était plutôt limitée, de l'ordre de 1 mm, avec une probable inclinaison dentaire en raison de l'éloignement de 4 mm entre les cuspidés 12-23.

Au contraire, la deuxième chirurgie a plutôt généré une expansion du secteur antérieur, cela se voit notamment par la distance inter-canine au sulcus. Les dents ayant un ancrage assez précaire, il se peut que la distance inter-cuspidienne soit biaisée par une récurrence dentaire importante. Cependant, une inclinaison des hémimaxillaires peut aussi l'expliquer.

Au total, le résultat après les deux gestes retrouve une expansion globalement homogène de plus de 5mm.

Sur le plan osseux, on remarque que l'ostéotomie de Le Fort I en éventail a très discrètement abaissé le palais, tel que décrit dans la technique, puisque la hauteur a diminué de 1,25 mm au total. Cependant, cette mesure est discordante par rapport à la mesure sur moulages qui retrouvait un approfondissement palatin.

Il est fort probable qu'il y ait eu une part de récurrence squelettique entre la première intervention de novembre 2019 et la réalisation du scanner du 24 juin 2020, soit sept mois plus tard, comme en témoignent les mesures sur moulages.

2.3. PHOTOGRAPHIES COMPARATIVES

Pour illustrer ces résultats, nous allons présenter différents clichés endobuccaux et faciaux du patient. A gauche sont présentés les clichés au temps T0 et à droite, les clichés au temps T3.



Figure 47 : Photographies de face (Pr M. Brix)



Figure 48 : Photographies de profil (Pr M. Brix)



Figure 49 : Photographies endobuccales de face (Pr M. Brix)



Figure 50 : Photographies endobuccales de ¾ (Pr M. Brix)



Figure 51 : Photographies endobuccales, vue palatine (Pr M. Brix)

Sur les clichés de face et de profil, on constate que le patient a la bouche fermée. La concordance des arcades et la réduction linguale y ont contribué.

La base des ailes nasaires est moins pincée et les sillons nasogéniens moins marqués.

La compétence labiale a fait ouvrir l'angle naso-labial.

Sur les photographies endobuccales, le volume lingual est beaucoup moins imposant, les rapports interincisifs se normalisent et la surface palatine s'est bien agrandie avec une forme d'arcade beaucoup plus commune.

2.4. RECONSTRUCTIONS 3D



Figure 52 : Reconstructions 3D du massif facial, vue inférieure (T0, T2 et T3)

(Imagerie Guilloz)

On repère assez nettement les cinq travées d'ostéotomies réalisées. Ces clichés illustrent bien l'évolution de l'expansion que l'on retrouve en étudiant les moulages correspondants (Annexe 5).

CONCLUSION

Nous pouvons pu tirer plusieurs enseignements de la prise en charge de ce cas clinique insolite.

L'idée princeps du traitement de ce patient était de restaurer une bonne concordance inter-arcades, sur le plan transversal, mais aussi sur le plan sagittal.

Ce réalignement est un prérequis à une réhabilitation prothétique quelle qu'elle soit.

Les résultats finaux sont fidèles à la modélisation par CFAO entreprise avant le dernier temps opératoire.

L'utilisation de plaques rigides a permis de se prémunir de toute récurrence, la fine épaisseur des corticales osseuses palatines faisant courir un risque de mobilisation post-opératoire sans doute plus important.

L'intérêt de la *downfracture* dans ce cas était double, permettre de réaliser les différentes ostéotomies sagittales propres à la technique dite « en éventail », mais aussi s'affranchir du maximum de résistances compte-tenu de l'ancrage relativement faible de l'appareil de distraction.

La procédure en deux étapes était indispensable devant l'ampleur du déficit et de son atteinte dans les trois plans de l'espace et a permis une expansion transversale de presque 7mm de moyenne et une correction du décalage sagittal de 13,5mm.

S'il faut retenir quelques écueils de ce cas clinique, c'est tout d'abord l'absence de recul à la date de la rédaction de ce manuscrit, pour pouvoir juger de la stabilité à moyen et long terme.

D'autre part, nous avons été limités par la disponibilité des distracteurs osseux du commerce, nous obligeant à utiliser un appareil à l'ancrage moins franc, ce qui a pu restreindre le potentiel d'expansion.

La mise en place de petites plaques d'ostéosynthèse lors de la première intervention a pu également gêner la distraction palatine.

Nous pouvons déplorer l'absence, à notre connaissance, de cas similaire d'hypoplasie maxillaire aussi prononcée dans la littérature. Cela nous aurait permis d'apporter des éléments de comparaison intéressants et notamment de confirmer la place de choix des dispositifs sur-mesure.

Néanmoins, l'unicité de ce cas fait aussi tout son intérêt puisqu'il a permis d'étudier de nombreux aspects de la chirurgie orthognatique.

En effet, ce cas atteste de l'intérêt de recourir à la bio-ingénierie, et notamment de la planification par ordinateur, pour les cas complexes ou extraordinaires. Celle-ci permet de réduire les différents paramètres à prendre en compte au cours de la planification et lors de l'intervention.

ANNEXES

Annexe 1 : Méthode de dépistage d'un différentiel de largeur transversal maxillo-mandibulaire (d'après Ricketts)

Annexe 2 : Analyse céphalométrique de Delaire. Situation initiale (T0)

Annexe 3 : Analyse céphalométrique de Delaire. Situation finale (T3)

Annexe 4 : Analyse céphalométrique de Delaire. Superposition T0 et T3

Annexe 5 : Photographies des moulages, de T0 à T3

Annexe 6 : Algorithme décisionnel thérapeutique

Annexe 1

Two Methods for Determination of the Existence of a Transverse Maxillomandibular Width Differential

1. Maxillomandibular Width Differential

	Normal	Patient	Difference Norm/ Pt
Max-Mand Width Differential (R)	10 ± 1.5 mm	_____	_____
Max-Mand Width Differential (L)	10 ± 1.5 mm	_____	_____
Total Transverse Discrepancy			_____

2. Maxillomandibular Transverse Differential Index

		9 Year Old	Change/Yr. to age 16	Norms (Expected)	Patient (Actual)
Effect. Mandibular Width	GA to AG	76 ± 3 mm	+1.4 mm	_____	_____
Effective Maxillary Width	JR to JL	62 ± 3 mm	+0.6 mm	_____	_____

Normal Values

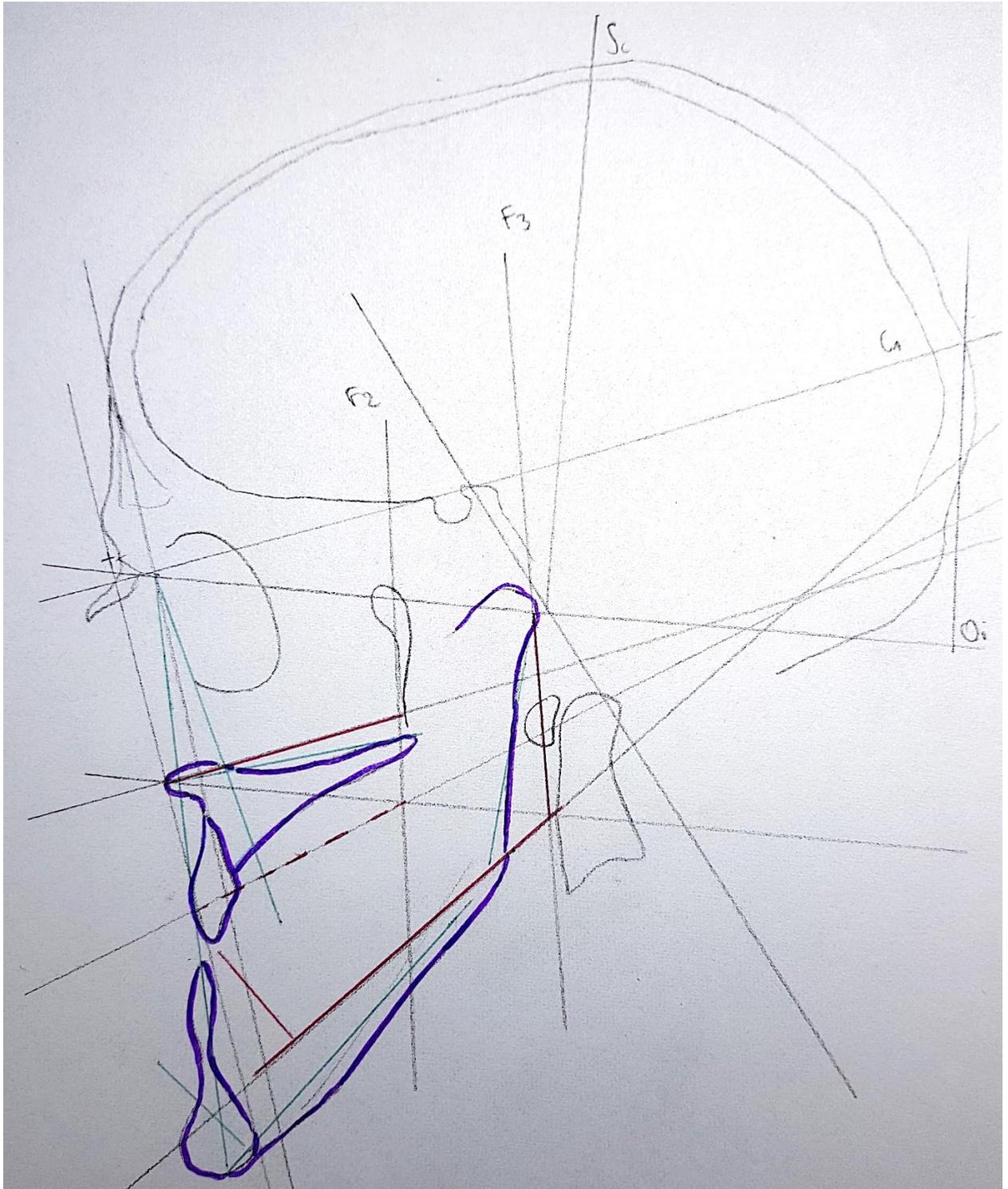
Age	Max.	Mand.	Diff.
9	62.0	76.0	14.0
10	62.6	77.4	14.8
11	63.2	78.8	15.6
12	63.8	80.2	16.4
13	64.4	81.6	17.2
14	65.0	83.0	18.0
15	65.6	84.4	18.8
16 (Adult)	66.2	85.8	19.6

Expected Maxillomandibular Diff. = Expected Mand. Width - Expected Max. Width _____mm

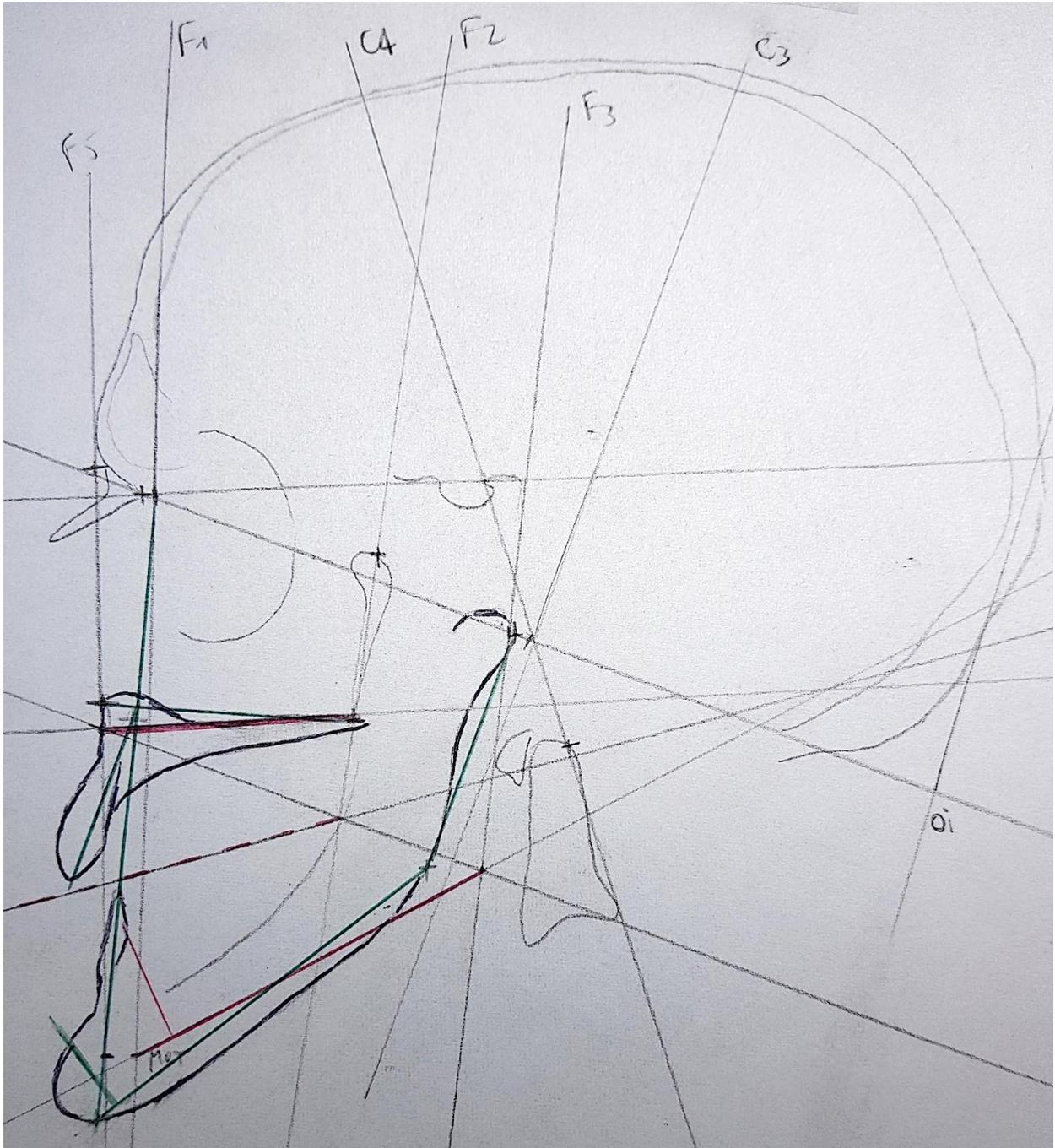
Actual Maxillomandibular Differential = Actual Mand. Width - Actual Max. Width _____mm

Expected- Actual Maxillomandibular Differential = _____mm

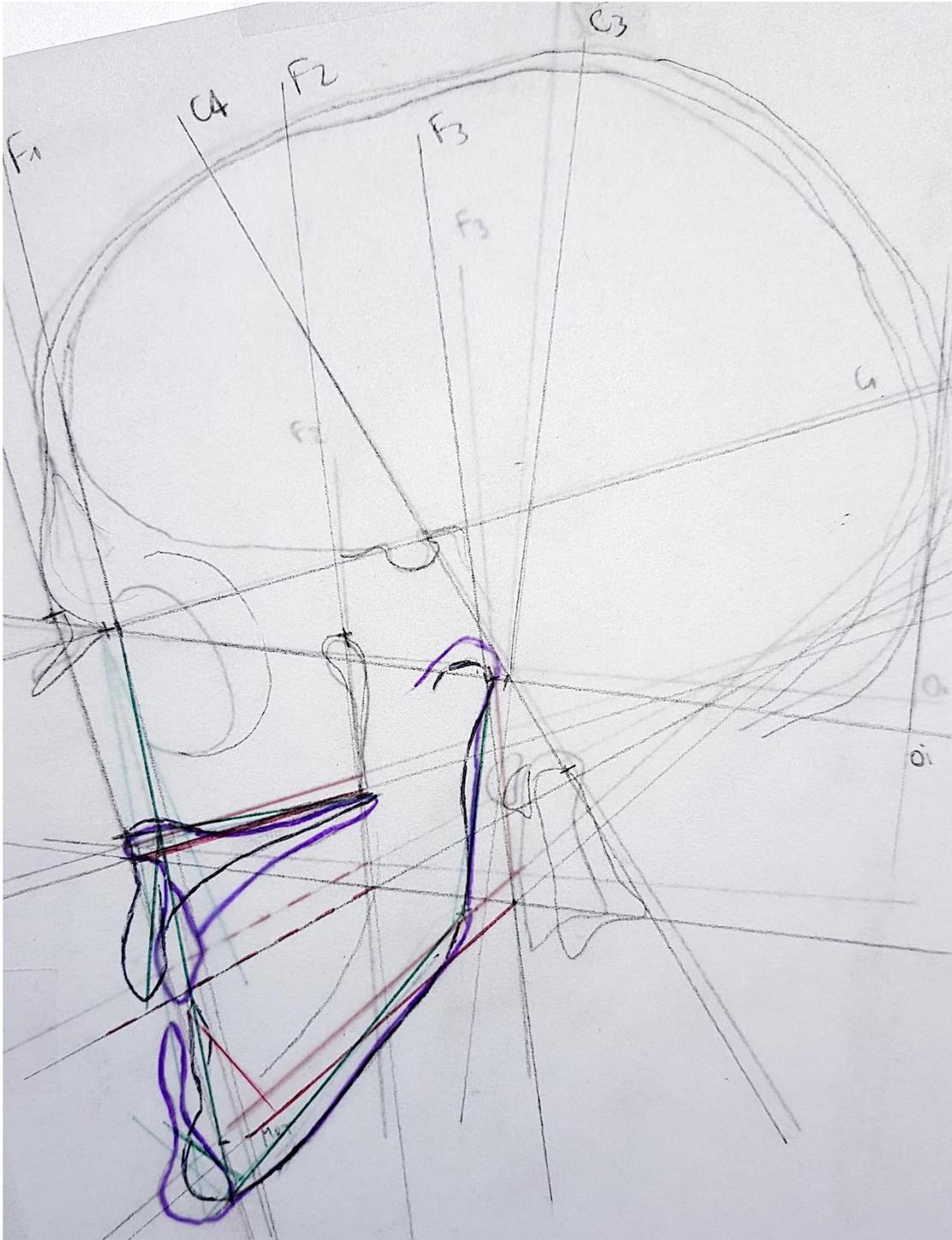
Annexe 2



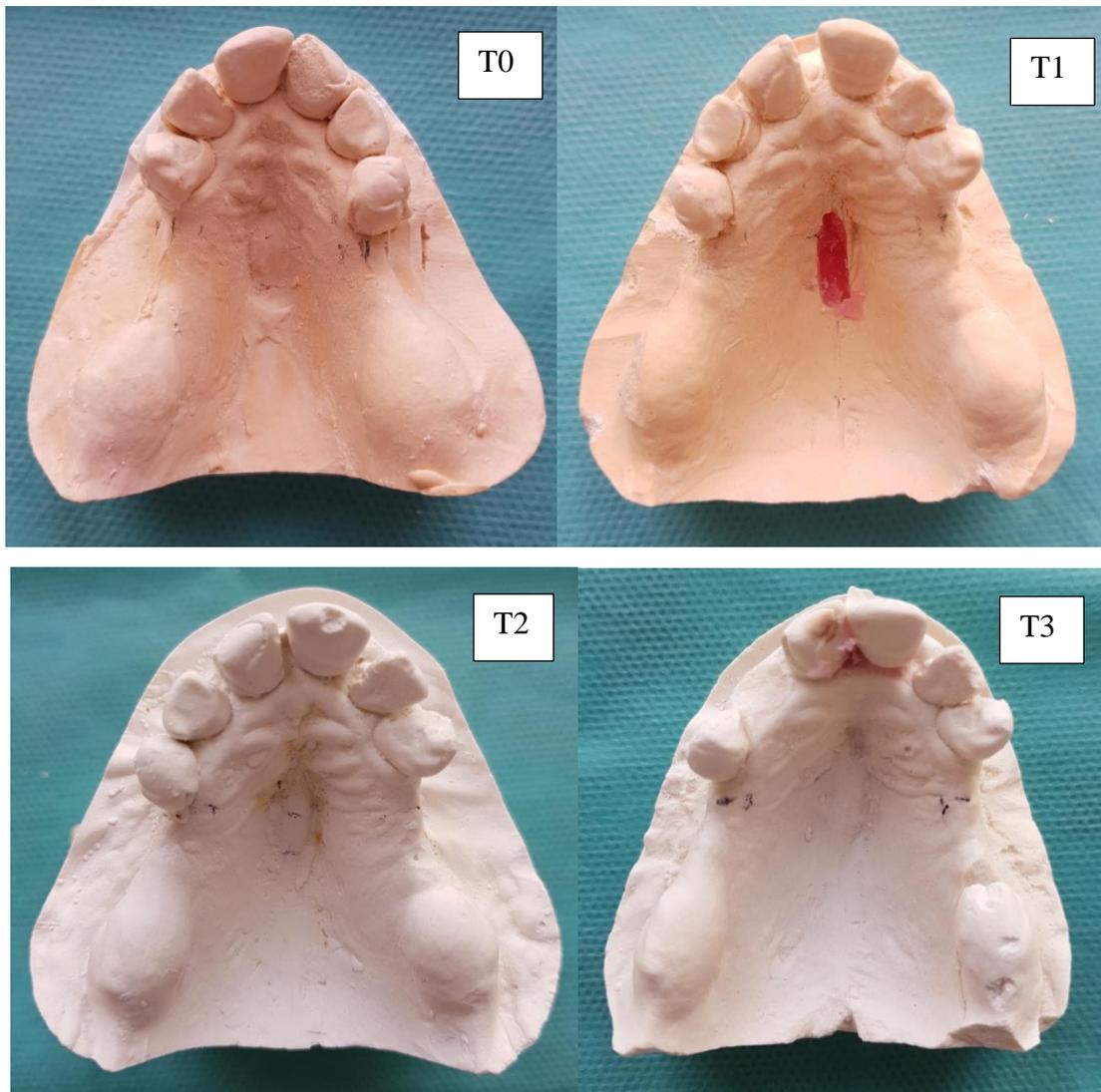
Annexe 3



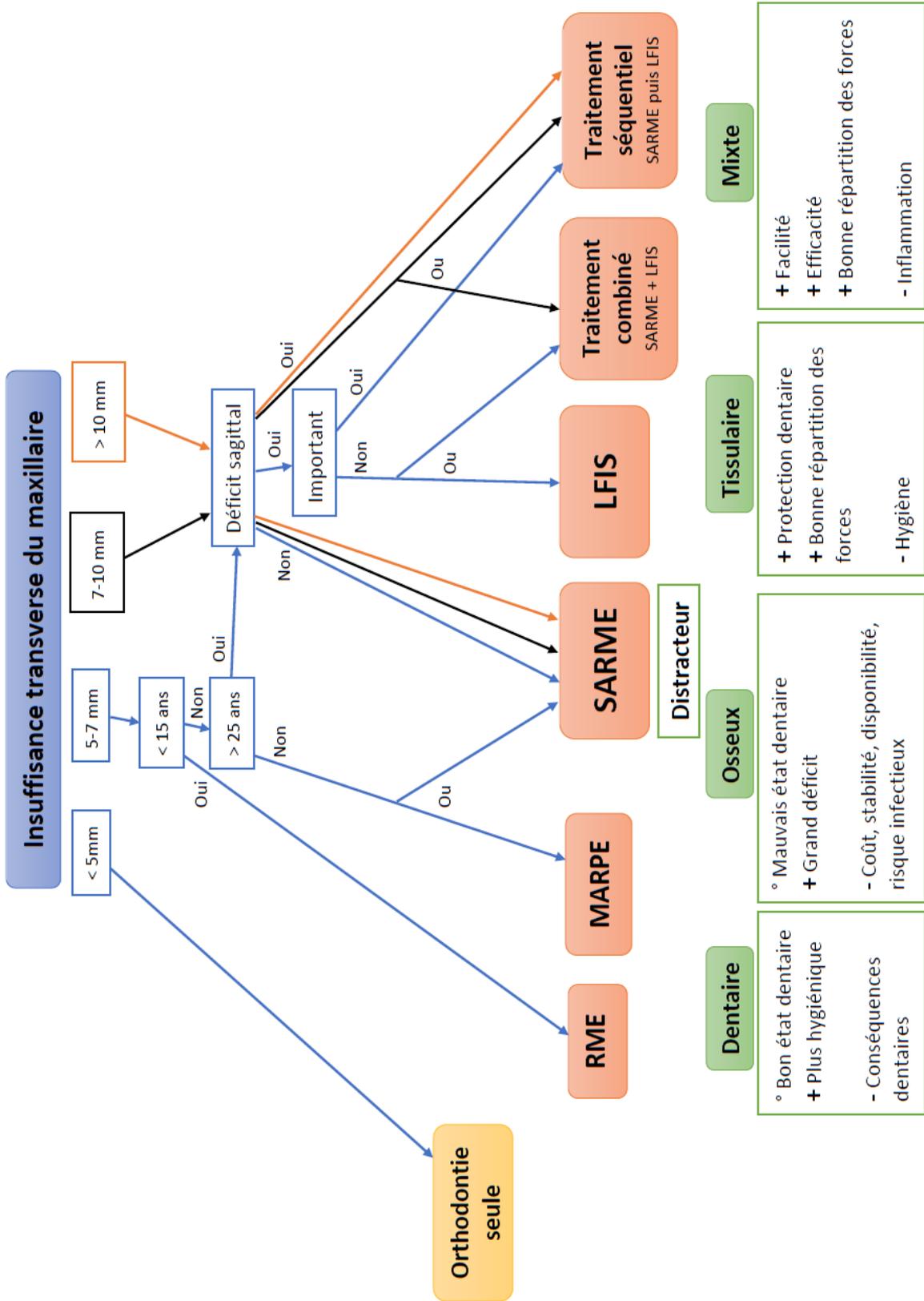
Annexe 4



Annexe 5



Annexe 6



BIBLIOGRAPHIE

1. Ulmer FC. Kennedy-Applegate classification of partially edentulous dental arches. *NADL J.* 1983 Jun;30(3):37–40.
2. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1988 Aug;17(4):232–6.
3. Kotlow LA. Ankyloglossia (tongue-tie): a diagnostic and treatment quandary. *Quintessence Int.* 1999 Apr;30(4):259–62.
4. Yoon AJ, Zaghi S, Ha S, Law CS, Guilleminault C, Liu SY. Ankyloglossia as a risk factor for maxillary hypoplasia and soft palate elongation: A functional - morphological study. *Orthod Craniofac Res.* 2017 Nov;20(4):237–44.
5. Lalakea ML, Messner AH. Ankyloglossia: the adolescent and adult perspective. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003 May;128(5):746–52.
6. DELAIRE J, J D. L'ANALYSE ARCHITECTURALE ET STRUCTURALE CRANIO-FACIALE (DE PROFIL). PRINCIPES THEORIQUES. QUELQUES EXEMPLES D'EMPLOI EN CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE. L'ANALYSE ARCHITECTURALE ET STRUCTURALE CRANIO-FACIALE (DE PROFIL) PRINCIPES THEORIQUES QUELQUES EXEMPLES D'EMPLOI EN CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE. 1978;
7. Ricketts R. Orthodontic Diagnosis and Planning:--Their roles in preventive and rehabilitative dentistry (Vol. 2). In: *Rocky Mountain/Orthodontics.* 1982.
8. Betts NJ. Surgically Assisted Maxillary Expansion. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2016 Mar;24(1):67–77.
9. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10(2):75–96.
10. Hamamci N, Özer T, Hamamci O, Tümen EC, Ağaçkiran E. Treatment of an adolescent with total ankyloglossia. *World J Orthod.* 2010;11(3):278–83.

11. Messner AH, Walsh J, Rosenfeld RM, Schwartz SR, Ishman SL, Baldassari C, et al. Clinical Consensus Statement: Ankyloglossia in Children. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020 May;162(5):597–611.
12. Jang S-J, Cha B-K, Ngan P, Choi D-S, Lee S-K, Jang I. Relationship between the lingual frenulum and craniofacial morphology in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Apr;139(4 Suppl):e361-367.
13. Srinivasan B, Chitharanjan AB. Skeletal and dental characteristics in subjects with ankyloglossia. *Prog Orthod*. 2013 Nov 7;14:44.
14. Parkinson CF. Similarities in resorption patterns of maxillary and mandibular ridges. *J Prosthet Dent*. 1978 Jun;39(6):598–602.
15. Pietrokovski J, Starinsky R, Arensburg B, Kaffe I. Morphologic characteristics of bony edentulous jaws. *J Prosthodont*. 2007 Apr;16(2):141–7.
16. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 May;117(5):567–70.
17. Andruccioli MCD, Matsumoto MAN. Transverse maxillary deficiency: treatment alternatives in face of early skeletal maturation. *Dental Press J Orthod*. 2020 Feb;25(1):70–9.
18. Gil JN, Claus JDP, Campos FEB, Lima SM. Management of the severely resorbed maxilla using Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Dec;37(12):1153–5.
19. Ribeiro-Junior PD, Padovan LEM, Gonçalves ES, Nary-Filho H. Bone grafting and insertion of dental implants followed by Le Fort advancement for correction of severely atrophic maxilla in young patients. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Oct;38(10):1101–6.
20. Epker BN. Vascular considerations in orthognathic surgery. II. Maxillary osteotomies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1984 May;57(5):473–8.
21. Nelson RL, Path MG, Ogle RG, Waite DE, Meyer MW. Quantitation of blood flow after Le Fort I osteotomy. *J Oral Surg*. 1977 Jan;35(1):10–6.
22. Siadat H, Arshad M, Shirani G, Alikhasi M. New method for fabrication of gunning splint in orthognathic surgery for edentulous patients. *J Dent (Tehran)*. 2012;9(3):262–6.

23. Ho JPTF, Schreurs R, Baan F, de Lange J, Becking AG. Splintless orthognathic surgery in edentulous patients-a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019 Oct 3;
24. Jensen OT. Le Fort I Distraction Osteogenesis of Edentulous Maxillae Combined with Simultaneous Sinus Floor Grafting to Obtain Orthoalveolar Form for Emergence Profile Dental Implant Restorations: Report of Three Patient Treatments Followed for 12 Years. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2019 May;31(2):339–48.
25. Sencimen M, Bayar GR, Akcam T, Altug HA, Altug H, Gulses A, et al. Management of obstructive sleep apnea by maxillomandibular advancement surgery in an edentulous patient. *J Craniofac Surg*. 2012 Nov;23(6):e582-585.
26. Campbell DI, Kuzmanovic D, DeSilva RK. Bimaxillary osteotomy in a young, edentulous patient with LADD syndrome. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010 Jul;68(7):1685–90.
27. Ghaly GA, Bowman PA, McIntyre GT. Modified wafer for orthognathic surgery in partially edentulous patients. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2020 Mar 2;
28. Caquant L. [Management of the maxillary transverse discrepancies]. *Orthod Fr*. 2015 Mar;86(1):67–72.
29. Amir LH, James JP, Donath SM. Reliability of the hazelbaker assessment tool for lingual frenulum function. *Int Breastfeed J*. 2006 Mar 9;1(1):3.
30. Walsh J, Tunkel D. Diagnosis and Treatment of Ankyloglossia in Newborns and Infants: A Review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017 01;143(10):1032–9.
31. Ruffoli R, Giambelluca MA, Scavuzzo MC, Bonfigli D, Cristofani R, Gabriele M, et al. Ankyloglossia: a morphofunctional investigation in children. *Oral Dis*. 2005 May;11(3):170–4.
32. Jacobs JD, Bell WH, Williams CE, Kennedy JW. Control of the transverse dimension with surgery and orthodontics. *Am J Orthod*. 1980 Mar;77(3):284–306.
33. Alcalde et al. Maxillary Deficiency: Transverse Plane Discrepancies [Internet]. ResearchGate. [cited 2020 May 10]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/287295001_Maxillary_Deficiency_Transverse_Plane_Discrepancies

34. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Feb;133(2):290–302.
35. Rasmussen CM, Viozzi CF. A Decision Tree for Orthodontic and Surgical Management of the Maxillary Transverse Dimension in Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2020 Mar 7;
36. Guezenec P. [The transverse dimension, an all-too-neglected factor]. *Orthod Fr*. 2016 Mar;87(1):105–6.
37. Béziat J-L. [Surgery of the transverse dimension]. *Orthod Fr*. 2011 Jun;82(2):159–69.
38. Aznar T, Galán AF, Marín I, Domínguez A. Dental arch diameters and relationships to oral habits. *Angle Orthod*. 2006 May;76(3):441–5.
39. Ogaard B, Larsson E, Lindsten R. The effect of sucking habits, cohort, sex, intercanine arch widths, and breast or bottle feeding on posterior crossbite in Norwegian and Swedish 3-year-old children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994 Aug;106(2):161–6.
40. Larsson E. Sucking, chewing, and feeding habits and the development of crossbite: a longitudinal study of girls from birth to 3 years of age. *Angle Orthod*. 2001 Apr;71(2):116–9.
41. Codivilla A. The classic: On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. 1905. *Clin Orthop Relat Res*. 2008 Dec;466(12):2903–9.
42. Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res*. 1990 Jan;(250):8–26.
43. Schouman. Ingénierie tissulaire autologue par distraction ostéogénique : considérations biomécaniques. 2011;
44. Meyer U, Meyer T, Wiesmann HP, Stratmann U, Kruse-Lösler B, Maas H, et al. The effect of magnitude and frequency of interfragmentary strain on the tissue response to distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg*. 1999 Nov;57(11):1331–9; discussion 1340-1341.
45. Dubois G. Etude biomécanique de la distraction ostéogénique et de sa mise en oeuvre en chirurgie maxillofaciale. :268.

46. Swennen G, Schliephake H, Dempf R, Schierle H, Malevez C. Craniofacial distraction osteogenesis: a review of the literature: Part 1: clinical studies. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001 Apr;30(2):89–103.
47. Timms DJ. The dawn of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1999 Jun;69(3):247–50.
48. Korkhaus G. [Problems and possibilities of orthodontics]. *Munch Med Wochenschr.* 1956 Apr 6;98(14):471–6.
49. Haas AJ. THE TREATMENT OF MAXILLARY DEFICIENCY BY OPENING THE MIDPALATAL SUTURE. *Angle Orthod.* 1965 Jul;35:200–17.
50. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K, Amling M, Kahl-Nieke B. Age-dependent three-dimensional microcomputed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J Orofac Orthop.* 2007 Sep;68(5):364–76.
51. Silverstein K, Quinn PD. Surgically-assisted rapid palatal expansion for management of transverse maxillary deficiency. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997 Jul;55(7):725–7.
52. Tausche E, Hansen L, Schneider M, Harzer W. [Bone-supported rapid maxillary expansion with an implant-borne Hyrax screw: the Dresden Distractor]. *Orthod Fr.* 2008 Jun;79(2):127–35.
53. Taylor, Johnson. *Orthognathic Surgery: Principles, Planning and Practice* | Wiley [Internet]. Wiley.com. [cited 2020 May 9]. Available from: <https://www.wiley.com/en-us/Orthognathic+Surgery%3A+Principles%2C+Planning+and+Practice-p-9781118649978>
54. Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Nov;144(5):759–69.
55. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.* 1977 Jul;72(1):42–52.
56. Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O, Vardimon AD. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4-band appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 Apr;127(4):483–92.

57. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod*. 2001 Apr;23(2):105–14.
58. Carneiro JT, Paschoal EHA, Carreira ASD, Real RPV. Carotid cavernous fistula after surgically assisted rapid maxillary expansion with a bone anchored appliance. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013 Mar;42(3):326–8.
59. Lee K-J, Park Y-C, Park J-Y, Hwang W-S. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Jun;137(6):830–9.
60. Cunha AC da, Lee H, Nojima LI, Nojima M da CG, Lee K-J. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion for managing arch perimeter in an adult patient. *Dental Press J Orthod*. 2017 Jun;22(3):97–108.
61. MacGinnis M, Chu H, Youssef G, Wu KW, Machado AW, Moon W. The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex--a finite element method (FEM) analysis. *Prog Orthod*. 2014 Aug 29;15:52.
62. Cakarer S, Keskin B, Isler SC, Cansiz E, Uzun A, Keskin C. Complications associated with surgically assisted rapid palatal expansion without pterygomaxillary separation. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2017 Oct;118(5):279–82.
63. Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM, Aronowitz HI. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod*. 1984 Sep;86(3):207–13.
64. Bell WH, Epker BN. Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *Am J Orthod*. 1976 Nov;70(5):517–28.
65. Northway WM, Meade JB. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *Angle Orthod*. 1997;67(4):309–20.
66. Turvey TA. Maxillary expansion: a surgical technique based on surgical-orthodontic treatment objectives and anatomical considerations. *J Maxillofac Surg*. 1985 Apr;13(2):51–8.
67. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 1999 Aug;37(4):268–72.

68. Chamberland S, Proffit WR. Closer look at the stability of surgically assisted rapid palatal expansion. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Sep;66(9):1895–900.
69. Gamage SN, Goss AN. Surgically-assisted rapid maxillary expansion of narrowed maxillae: a case-cohort study. *Aust Orthod J.* 2013 May;29(1):21–7.
70. Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.* 2004 Aug;26(4):403–9.
71. Phillips C, Medland WH, Fields HW, Proffit WR, White RP. Stability of surgical maxillary expansion. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1992;7(3):139–46.
72. Barrabé A, Meyer C, Bonomi H, Weber E, Sigaux N, Louvrier A. Surgically assisted rapid palatal expansion in class III malocclusion: Our experience. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2018 Nov;119(5):384–8.
73. Trefný P, Krajíček V, Velemínská J. Three-dimensional analysis of palatal shape in patients treated with SARME using traditional and geometric morphometrics. *Orthod Craniofac Res.* 2016 Feb;19(1):18–27.
74. Marchetti C, Pironi M, Bianchi A, Musci A. Surgically assisted rapid palatal expansion vs. segmental Le Fort I osteotomy: transverse stability over a 2-year period. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009 Mar;37(2):74–8.
75. Lee H-W, Kim S-J, Kwon Y-D. Salvage rapid maxillary expansion for the relapse of maxillary transverse expansion after Le Fort I with parasagittal osteotomy. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2015 Apr;41(2):97–101.
76. Petrick S, Hothan T, Hietschold V, Schneider M, Harzer W, Tausche E. Bone density of the midpalatal suture 7 months after surgically assisted rapid palatal expansion in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Apr;139(4 Suppl):S109-116.
77. Landes CA, Laudemann K, Petruchin O, Revilla C, Seitz O, Kopp S, et al. Advantages and limits of 3-segment (paramedian) versus 2-segment (median) surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012 Jan;113(1):29–40.

78. Habersack K, Becker J, Ristow O, Paulus GW. Dental and skeletal effects of two-piece and three-piece surgically assisted rapid maxillary expansion with complete mobilization: a retrospective cohort study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Nov;72(11):2278–88.
79. Fernández-Sanromán J, Donascimento MG, López AC, Ferro MF, Berrondo IA. Transverse maxillary distraction in patients with periodontal pathology or insufficient tooth anchorage using custom-made devices. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010 Jul;68(7):1530–6.
80. Pinto LP, Bell WH, Chu S, Buschang PH. Simultaneous 3-dimensional Le Fort I/distraction osteogenesis technique: positional changes. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Jan;67(1):32–9.
81. Cortese A, Savastano M, Savastano G, Claudio PP. One-step transversal palatal distraction and maxillary repositioning: technical considerations, advantages, and long-term stability. *J Craniofac Surg.* 2011 Sep;22(5):1714–9.
82. Cortese A, Savastano M, Cantone A, Claudio PP. A new palatal distractor device for bodily movement of maxillary bones by rigid self-locking miniplates and screws system. *J Craniofac Surg.* 2013 Jul;24(4):1341–6.
83. Leyder P, Altounian G, Quilichini J. Adjustable selective maxillary expansion combined with one-stage maxillomandibular surgery: A prospective study of osseous widening in fifty-five consecutive patients. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018 Sep;46(9):1408–20.
84. Angelieri F, Ruellas AC, Yatabe MS, Cevidanes LHS, Franchi L, Toyama-Hino C, et al. Zygomaticomaxillary suture maturation: Part II-The influence of sutural maturation on the response to maxillary protraction. *Orthod Craniofac Res.* 2017 Aug;20(3):152–63.
85. Möhlhenrich SC, Modabber A, Kamal M, Fritz U, Prescher A, Hölzle F. Three-dimensional effects of pterygomaxillary disconnection during surgically assisted rapid palatal expansion: a cadaveric study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2016 Jun;121(6):602–8.
86. Laudemann K, Santo G, Revilla C, Harth M, Kopp S, Sader RA, et al. Assessment of surgically assisted rapid maxillary expansion regarding pterygomaxillary disjunction using thin volume-rendering technique: in variance analysis and in reliability, accuracy, and validity. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Oct;69(10):2631–43.

87. Esen A, Soganci E, Dolanmaz E, Dolanmaz D. Evaluation of stress by finite element analysis of the midface and skull base at the time of midpalatal osteotomy in models with or without pterygomaxillary dysjunction. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2018;56(3):177–81.
88. Béziat. Chirurgie orthognathique piézoélectrique [Internet]. [cited 2020 May 25]. Available from: <https://www.livres-medicaux.com/chirurgie-orthognathique-piezo-electrique.html>
89. de Assis DSFR, Xavier TA, Noritomi PY, Gonçalves AGB, Ferreira O, de Carvalho PCP, et al. Finite element analysis of stress distribution in anchor teeth in surgically assisted rapid palatal expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013 Sep;42(9):1093–9.
90. Bouletreau P, Paulus C. Correction chirurgicale des anomalies squelettiques transversales maxillo-mandibulaires. [//www.em-premium.com/data/revues/17617227/v10i3/S1761722712000472/](https://www.em-premium.com/data/revues/17617227/v10i3/S1761722712000472/) [Internet]. 2012 Sep 24 [cited 2020 Mar 12]; Available from: <https://www-em-premium-com.bases-doc.univ-lorraine.fr/article/755327/resultatrecherche/5>
91. Koudstaal MJ, Smeets JBJ, Kleinrensink G-J, Schulten AJM, van der Wal KGH. Relapse and stability of surgically assisted rapid maxillary expansion: an anatomic biomechanical study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Jan;67(1):10–4.
92. Leyder P, Wycisk G, Quilichini J. [Sliding osteosynthesis: a new technique for transverse palatal distraction osteogenesis associated with advancement and/or impaction Le Fort I osteotomy]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale*. 2013 Feb;114(1):19–23.
93. Leyder P, Altounian G, Chardain J, Quilichini J. Adjustable selective maxillary expansion combined with maxillomandibular surgery: A case report. *Int Orthod*. 2015 Sep;13(3):320–31.
94. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999 Jul;116(1):46–59.
95. Li KK, Meara JG, Rubin PAD. Orbital compartment syndrome following orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [Internet]. 1995 Aug 1 [cited 2020 Jul 18];53(8):964–8. Available from: [https://www.joms.org/article/0278-2391\(95\)90294-5/abstract](https://www.joms.org/article/0278-2391(95)90294-5/abstract)

96. Carneiro JT, Paschoal EHA, Carreira ASD, Real RPV. Carotid cavernous fistula after surgically assisted rapid maxillary expansion with a bone anchored appliance. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013 Mar;42(3):326–8.
97. Lanigan DT, Mintz SM. Complications of surgically assisted rapid palatal expansion: review of the literature and report of a case. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002 Jan;60(1):104–10.
98. Magnusson A, Bjerklin K, Nilsson P, Marcusson A. Surgically assisted rapid maxillary expansion: long-term stability. *Eur J Orthod*. 2009 Apr;31(2):142–9.
99. Pereira MD, Prado GPR, Abramoff MMF, Aloise AC, Masako Ferreira L. Classification of midpalatal suture opening after surgically assisted rapid maxillary expansion using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Jul;110(1):41–5.
100. Han UA, Kim Y, Park JU. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution and displacement of the maxilla following surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniomaxillofac Surg*. 2009 Apr;37(3):145–54.
101. Park K-N, Lee CY, Park IY, Kim JY, Yang B. Surgically assisted rapid palatal expansion with tent screws and a custom-made palatal expander: a case report. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2015 Dec;37(1):11.
102. Sygouros A, Motro M, Ugurlu F, Acar A. Surgically assisted rapid maxillary expansion: cone-beam computed tomography evaluation of different surgical techniques and their effects on the maxillary dentoskeletal complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Dec;146(6):748–57.
103. Daif ET. Segment tilting associated with surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014 Mar;43(3):311–5.
104. Magnusson A, Bjerklin K, Kim H, Nilsson P, Marcusson A. Three-dimensional assessment of transverse skeletal changes after surgically assisted rapid maxillary expansion and orthodontic treatment: a prospective computerized tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012 Dec;142(6):825–33.

105. Chamberland S, Proffit WR. Short-term and long-term stability of surgically assisted rapid palatal expansion revisited. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Jun;139(6):815-822.e1.
106. Nada RM, Fudalej PS, Maal TJJ, Bergé SJ, Mostafa YA, Kuijpers-Jagtman AM. Three-dimensional prospective evaluation of tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012 Dec;40(8):757–62.
107. Zandi M, Miresmaeili A, Heidari A. Short-term skeletal and dental changes following bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014 Oct;42(7):1190–5.
108. Koudstaal MJ, van der Wal KGH, Wolvius EB, Schulten AJM. The Rotterdam Palatal Distractor: introduction of the new bone-borne device and report of the pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Jan;35(1):31–5.
109. Chen Y, Kim KA, Seo KW, Kang Y-G, Oh S-H, Choi Y-S, et al. A New Designed Expander Supported by Spike Miniscrews With Enhanced Stability. *J Craniofac Surg.* 2016 Mar;27(2):e130-133.
110. Seitz O, Landes CA, Philipp DJ, Sader R, Klein CM. Reliable surgically assisted rapid palatal expansion by maxillary widening device. *J Craniofac Surg.* 2008 May;19(3):846–9.
111. Kayalar E, Schauseil M, Hellak A, Emekli U, Firatlı S, Korbmacher-Steiner H. Nasal soft- and hard-tissue changes following tooth-borne and hybrid surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical cone-beam computed tomography study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2019 Aug;47(8):1190–7.
112. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10(2):75–96.
113. Seyed Movaghar A, Movaghar R. Osteodistraction of the maxilla in transverse deficiency in adults: analysis of the literature and clinical case. *Int Orthod.* 2011 Jun;9(2):157–78.

114. Vandersea BA, Ruvo AT, Frost DE. Maxillary transverse deficiency - surgical alternatives to management. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2007 Aug;19(3):351-368,vi.
115. Bell WH. Le Forte I osteotomy for correction of maxillary deformities. *J Oral Surg.* 1975 Jun;33(6):412-26.
116. Charezinski M, Balon-Perin A, Deroux E, De Maertelaer V, Glineur R. Transverse maxillary stability assisted by a transpalatal device: a retrospective pilot study of 9 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Sep;38(9):937-41.
117. Bell WH, You ZH, Finn RA, Fields RT. Wound healing after multisegmental Le Fort I osteotomy and transection of the descending palatine vessels. *J Oral Maxillofac Surg.* 1995 Dec;53(12):1425-33; discussion 1433-1434.
118. Bailey LJ, White RP, Proffit WR, Turvey TA. Segmental LeFort I osteotomy for management of transverse maxillary deficiency. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997 Jul;55(7):728-31.
119. Kretschmer WB, Baciut G, Baciut M, Zoder W, Wangerin K. Transverse stability of 3-piece Le Fort I osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Mar;69(3):861-9.
120. Epker BN, Fish LC, Paulus PJ. The surgical-orthodontic correction of maxillary deficiency. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1978 Aug;46(2):171-205.
121. Michelet FX, Deymes J, Dessus B. Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillo-facial surgery. *J Maxillofac Surg.* 1973 Jun;1(2):79-84.
122. Mommaerts MY. A novel osteosynthesis plate design for routine corrective facial surgery. *J Craniofac Surg.* 2002 Jul;13(4):585-94; discussion 595-596.
123. Paulus GW. Semirigid bone fixation: a new concept in orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 1991 Dec;2(3):146-51.
124. Murray RA, Upton LG, Rottman KR. Comparison of the postsurgical stability of the Le Fort I osteotomy using 2- and 4-plate fixation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003 May;61(5):574-9.

125. Boutault F, Diallo O-R, Jalbert F, Lopez R, Lauwers F. Nouveau modèle de miniplaques pour les ostéotomies maxillaires. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale* [Internet]. 2010 Feb 1 [cited 2020 May 2];111(1):7–10. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0035176809001417>
126. Bailey L 'Tanya J, Cevitanes LHS, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* [Internet]. 2004 Sep 1 [cited 2020 May 23];126(3):273–7. Available from: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(04\)00520-7/abstract](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(04)00520-7/abstract)
127. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head Face Med*. 2007 Apr 30;3:21.
128. Yao W, Bekmezian S, Hardy D, Kushner HW, Miller AJ, Huang JC, et al. Cone-beam computed tomographic comparison of surgically assisted rapid palatal expansion and multipiece Le Fort I osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg*. 2015 Mar;73(3):499–508.
129. Loddi PP, Pereira MD, Wolosker AB, Hino CT, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects after surgically assisted rapid maxillary expansion in the midpalatal suture using computed tomography. *J Craniofac Surg*. 2008 Mar;19(2):433–8.
130. Cawood JJ, Stoelinga PJ, Brouns JJ. Reconstruction of the severely resorbed (Class VI) maxilla. A two-step procedure. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1994 Aug;23(4):219–25.
131. Suresh S, Sumathy G, Banu MR, Kamakshi K, Prakash S. Morphological analysis of the maxillary arch and hard palate in edentulous maxilla of South Indian dry skulls. *Surg Radiol Anat*. 2012 Sep;34(7):609–17.
132. Bloch-Zupan, Claus. Orphanet: Oligodontie [Internet]. [cited 2020 Jun 28]. Available from: https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?lng=FR&Expert=99798
133. Batista Mendes GC, Laskarides C, Ayub EA, Ribeiro-Junior PD. Dental Implants Can Facilitate Orthognathic Surgery in a Patient With Severe Maxillary Atrophy. *J Oral Maxillofac Surg*. 2019 Apr;77(4):730–9.

134. Fonseca. Oral and Maxillofacial Surgery - 3rd Edition [Internet]. [cited 2020 May 10]. Available from: <https://www.elsevier.com/books/oral-and-maxillofacial-surgery/fonseca/978-0-323-41499-9>
135. Kushner GM, Flint RL. 1.21 - Geriatric and Edentulous Maxillary and Mandibular Fractures. In: Dorafshar AH, Rodriguez ED, Manson PN, editors. Facial Trauma Surgery [Internet]. London: Content Repository Only!; 2020 [cited 2020 Apr 17]. p. 273–84. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323497558000293>
136. Kademani D, Tiwana P. Atlas of Oral and Maxillofacial Surgery. Elsevier Health Sciences; 2015. 1519 p.
137. Soneji BK, Esmail Z, Sharma P. A modified occlusal wafer for managing partially dentate orthognathic patients--a case series. J Orthod. 2015 Mar;42(1):45–52.
138. Li KK, Stephens W. Fractures of the atrophic, edentulous maxilla during Le Fort I osteotomy. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery [Internet]. 1996 Dec 1 [cited 2020 Apr 17];25(6):430–2. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0901502796800774>
139. Thu KM, Winn T, Abdullah N, Jayasinghe JAP, Chandima. GL. The Maxillary Arch and its Relationship to Cephalometric Landmarks of Selected Malay Ethnic Group. Malays J Med Sci [Internet]. 2005 Jan [cited 2020 Jul 9];12(1):29–38. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3349411/>
140. Rastegar-Lari T, Al-Azemi R, Thalib L, Årtun J. Dental arch dimensions of adolescent Kuwaitis with untreated ideal occlusion: Variation and validity of proposed expansion indexes. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics [Internet]. 2012 Nov 1 [cited 2020 Jul 9];142(5):635–44. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088954061200710X>
141. Sawchuk D, Currie K, Vich ML, Palomo JM, Flores-Mir C. Diagnostic methods for assessing maxillary skeletal and dental transverse deficiencies: A systematic review. Korean J Orthod. 2016 Sep;46(5):331–42.
142. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. Angle Orthod. 1981 Apr;51(2):115–50.

143. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10(2):75–96.
144. Lehman JA, Haas AJ, Haas DG. Surgical orthodontic correction of transverse maxillary deficiency: a simplified approach. *Plast Reconstr Surg.* 1984 Jan;73(1):62–8.
145. Macchi A, Carrafiello G, Cacciafesta V, Norcini A. Three-dimensional digital modeling and setup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 May;129(5):605–10.
146. Melchels FPW, Feijen J, Grijpma DW. A review on stereolithography and its applications in biomedical engineering. *Biomaterials.* 2010 Aug;31(24):6121–30.
147. Sanchez Restrepo. L'impression 3D par Stéréolithographie, on vous explique tout ! [Internet]. 3Dnatives. 2016 [cited 2020 Jul 17]. Available from: <https://www.3dnatives.com/limpression-3d-par-stereolithographie-on-vous-explique-tout/>
148. Tran NH, Tantidhnazet S, Raocharernporn S, Kiattavornchareon S, Pairuchvej V, Wongsirichat N. Accuracy of Three-Dimensional Planning in Surgery-First Orthognathic Surgery: Planning Versus Outcome. *J Clin Med Res.* 2018 May;10(5):429–36.
149. Ramieri GA, Spada MC, Austa M, Bianchi SD, Berrone S. Transverse maxillary distraction with a bone-anchored appliance: dento-periodontal effects and clinical and radiological results. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005 Jun;34(4):357–63.
150. Orphanet: Syndrome de Melkersson Rosenthal [Internet]. [cited 2020 Sep 5]. Available from: https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=FR&Expert=2483
151. Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, Finet J, Fillion-Robin J-C, Pujol S, et al. 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. *Magn Reson Imaging* [Internet]. 2012 Nov [cited 2020 Jul 18];30(9):1323–41. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3466397/>
152. 3D Slicer [Internet]. [cited 2020 Jul 18]. Available from: <https://www.slicer.org/>

ARTICLE

Oral and Maxillofacial Surgery

Sequential treatment of extreme maxillary hypoplasia : an historical case report of an edentulous adult patient with ankyloglossia --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	OMFS-D-20-00480
Full Title:	Sequential treatment of extreme maxillary hypoplasia : an historical case report of an edentulous adult patient with ankyloglossia
Article Type:	Case Report
Keywords:	Orthognathic surgery; Maxillary hypoplasia; Ankyloglossia; Edentulous; CAD/CAM
Corresponding Author:	Louis Saint-Denis CHRU de Nancy: Centre hospitalier regional universitaire de Nancy FRANCE
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	CHRU de Nancy: Centre hospitalier regional universitaire de Nancy
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Louis Saint-Denis
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Louis Saint-Denis Jean-François Devoti Étienne Simon Muriel Brix
Order of Authors Secondary Information:	
Funding Information:	
Abstract:	<p>Introduction : The management of multiple dimensions in orthognathic surgery often requires careful planning. Too large discrepancies could require a sequential procedure to make alignment of the archs possible.</p> <p>Report of case : We report a case of a 30-year-old partially edentulous man with severe maxillary hypoplasia caused by an untreated ankyloglossia. The transverse deficiency was estimated at more than 15mm and the sagittal discrepancy shows a negative overjet of 11,5mm. These wide deficits needed a two-step surgery and the use of computed-aided design/computed-aided manufacturing (CAD/CAM). The first step was a palatal expansion by a fan-shaped Le Fort I osteotomy. The second step treated sagittal discrepancy and reexpanded the maxilla.</p> <p>At the end, the sagittal dimension got normal and the maxilla have been widened to almost 7mm.</p> <p>Conclusion : Custom-made surgery is very useful for uncommon cases, in particular for toothless patients. It facilitates complex operations and allows precise results.</p>

SEQUENTIAL TREATMENT OF EXTREME MAXILLARY HYPOPLASIA : AN HISTORICAL CASE REPORT OF AN EDENTULOUS ADULT PATIENT WITH ANKYLOGLOSSIA

Saint-Denis L.¹, Devoti J-F.¹, Simon E.², Brix M.¹

¹*Maxillofacial Surgeon, MD, University Hospital Nancy, France*

²*Plastic and Reconstructive Surgeon, MD, University Hospital Nancy, France*

• *Correspondence to L.saint-denis@chru-nancy.fr*

Maxillo-facial and Plastic Surgery Department

29 Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny 54000 Nancy, FRANCE

ABSTRACT

Introduction : The management of multiple dimensions in orthognathic surgery often requires careful planning. Too large discrepancies could require a sequential procedure to make alignment of the archs possible.

Report of case : We report a case of a 30-year-old partially edentulous man with severe maxillary hypoplasia caused by an untreated ankyloglossia. The transverse deficiency was estimated at more than 15mm and the sagittal discrepancy shows a negative overjet of 11,5mm. These wide deficits needed a two-step surgery and the use of computed-aided design/computed-aided manufacturing (CAD/CAM). The first step was a palatal expansion by a fan-shaped Le Fort I osteotomy. The second step treated sagittal discrepancy and reexpanded the maxilla. At the end, the sagittal dimension got normal and the maxilla have been widened to almost 7mm.

Conclusion : Custom-made surgery is very useful for uncommon cases, in particular for toothless patients. It facilitates complex operations and allows precise results.

KEYWORDS Orthognathic surgery ; Maxillary hypoplasia ; Ankyloglossia ; Edentulous, CAD/CAM

INTRODUCTION

The orthognathic surgery in adults treats facial bones three dimensions discrepancies. Most of surgery concern one or two of them, but processing all three at the same time remains a challenge that requires careful planning.

In regard to transverse dimension, it is a key factor in planning archs alignment and in the associated correction of other dimensions.

Most transverse inter-arch deficiencies are due to a narrow upper jaw, as in our case report. The management of the transverse deficit of the maxilla presents certain challenges for surgeons and orthodontists. A large number of studies have reviewed the stability, reliability of procedures, their indications and surgical variants of maxillary expansion.

Through this work, we wish to present an unusual case of a young adult with major edentulousness and severe hypoplasia of the maxilla predominantly in the transverse dimension. To the best of our knowledge, there is no such extreme case described in the literature. We will discuss different aspects of orthognathic surgery and mainly palatal expansion.

Our patient had a severe ankyloglossia with macroglossia which was never been treated before. The presence of untreated ankyloglossia at the age of 30 is very exceptional.

The functional disorders(1-4) generated by this malfunction very often encourage patients to consult(3), allowing diagnosis and treatment, before disturbing the craniofacial growth(3-7).

The estimated prevalence is 4.8%(5) of the population.

In this case, the symptoms were relatively mild, except a slight speech disorder, which was not a reason for consulting.

This disorder has an impact on the maxilla growth.

This often results in transverse insufficiency(1,3,5), a high and narrow palatal arch(5), a promandibulia with anterior open bite(6), but also posterior rotation of the maxillary occlusal plane and anterior rotation of the mandibular plane(3).

This major ankyloglossia undoubtedly had a preponderant role in the severity of his maxillary contraction.

In overall population, McNamara(8) described an average intermolar width of 36 to 39mm and considered maxillary insufficiency below 31mm as an indication for orthopedic or surgical expansion.

It is also this limit of 31mm at the neck of the molars that is noted by Andrucioli *et al.*(9), including it in a syndrome of transverse insufficiency of the maxilla(8,9).

In our case report, this intermolar width is measured at 19mm on the casts (on the inner part of the tuberosities), also it means 15mm of transverse insufficiency.

According to Ricketts and his Rocky Mountain analysis(10,11), we found a transverse insufficiency of the maxilla of nearly 20mm, which clearly shows the large gap of the width deficiency.

The simultaneous presence of significant partial edentulism also favoured this transverse and anteroposterior insufficiency.

The first multiple teeth avulsion occurred at the age of 12, the second around his twentieth year. As bone resorption of the arches is classically faster(12) in the first decade after avulsions, this may explain the severity of the abnormality.

Pietrokovski et al.(13) found that the resorption of the maxilla was centripetal, resulting in a narrower and shorter edentulous maxilla. On the contrary, for the mandible, the residual base is external, resulting in centrifugal resorption.

Thus, the patient's dentoskeletal class III is found to be compounded by edentulousness, in concert with the consequences of ankyloglossia mentioned above.

Orthognathic management of edentulous patients(14–19) is relatively infrequent. Main indications are the treatment of obstructive sleep apnea syndrome (OSA).

For our patient, there will be no question of implant and pre-implant rehabilitation. On the other hand, it will be essential to find a correct inter-arch relationship for pre-prosthetic purposes.

Prosthetic compensation alone is not possible because of the significant inter-arch discordance, especially transversely, but also in the antero-posterior direction.

Prostheses with cantilever(20,21), whether they are fixed by zygomatic or removable implants, would generate strong tensions and arch concordance cannot be established properly in the long term.

It is essential, if we want to offer a stable and long-lasting result, to perform orthognathic surgery and in particular to palatal expansion.

For patients with oligodontia (a rare developmental dental anomaly characterized by the absence of six or more teeth), orthognathic surgery is considered, in case of disproportions of the jaws, to improve and sustain dental prosthetic replacement.

Problems for edentulous patients in orthognathic surgery are multiple.

First of all, we can regret the absence of reliable dental landmarks to guarantee vertical dimension and obtain a landmark for the occlusal plane(14).

These situations can be highly complex due to the absence of reference points and the inability to create an effective jaw fixation technique, which is an additional method of stability.

As this occlusal stability is difficult to obtain, there is a high risk of recurrence, requiring a large prosthetic compensation(22).

The role of the tongue was preponderant in the genesis of this deformation. Also a surgical procedure should release this ankylosis aiming normal anatomy and function.

REPORT OF CASE

Mr G., a 30-year-old man consulted in April 2019 in the maxillofacial and plastic surgery department of the university hospital of Nancy, France.

The main history of the patient was childhood asthma, a broken collarbone and multiple dental avulsions (in 2001 and around 2010). He is not a smoker.

It is important to clarify that those symptoms below are not related to a syndromic origin.

On intraoral examination, he presented (Fig. 1) a class III with a negative overjet of 11.5mm, a severe transverse insufficiency of the maxilla with tapered carina-shape arcade.

We noted a partial edentulousness of class I according to the Kennedy-Applegate classification(23) with an atrophy of the two maxillary arches (stage IV and V according to Cawood and Howell(24)) (Fig. 2).

Then, he had a macroglossia associated with a moderate static ankyloglossia according to Kotlow(25) : a free edge measured at 9mm.

After the extraoral examination, we recorded : a moderate upper labial retrusion with a slight opening of the nasolabial angle (103°), an erasure of the mandibular angles, a relative progentia with a marked labiomental fold (88°), a slight retrusion of the paranasal soft tissues with reduced cheekbones reliefs and a tendency to labial incompetence.

Regarding his functional disorders, we were able to note a macro-ankyloglossia with severe restriction of lingual mobility (Fig. 3) according to Yoon et al.(5) : the percentage of oral opening with the tongue held on the upper incisor papilla is only 12% of the complete mouth opening (5,6 out of 46,7mm).

Also, we observed that lingual protraction was evaluated at 17mm from the lower incisal free edge (for an average in healthy subjects around 30mm(2)).

In this dental history, the patient had avulsions of many teeth.

At the age of 12, he was operated on for multiple dental avulsions on six decayed lacteal teeth (72,73,74, 75, 84 and 85) and four permanent teeth (15, 25, 36 and 46).

The patient reports that the other teeth of the molar sectors in particular were secondarily extracted between 2010 and 2015 for the same reasons.

Treatment

A facial scan in April 2019 showed, in addition to the malformation described above, a retained canine 13 horizontally in the nasal floor and an apical cyst under teeth 31 and 32.

Before any surgery of the maxilla, it was necessary to proceed with the canine avulsion associated with the excision of the mandibular cyst.

This surgery was made in July 2019 to preserve a reasonable consolidation period.

Then, in August 2019, we have planned a treatment at least in two stages.

The first step would consist of a transpalatal maxillary distraction with a Haas-type tissue-borne appliance, due to the lack of solid dental anchorage in the middle and posterior part of the arches. In addition, the commercial bone-borne distractors were not narrow enough to fit in our patient's case.

Furthermore, in view of the thin thickness of alveolar bone due to post-avulsion resorption, it was more judicious to propose a device which distributes the tensile forces over each whole hemi-maxilla rather than focusing the forces on bone anchors.

A distractor fitted into two custom-made acrylic plates seemed to be the best compromise : the palate being very arched, tissue support was thus more effective.

In November 2019, this first phase of maxillary distraction was carried out under general anesthesia.

We approached the maxillary region by a classical superior vestibular approach extending between tuberosities such as for a Le Fort I osteotomy. This was performed using a piezotome. After careful pterygomaxillary disjunction, the downfracture was done gently to allow intermaxillary disjunction with the piezotome and then to the narrow osteotome.

Four parasagittal osteotomies were then made on either side of the mid-section. These joined together at the retroalveolar level, they could be moved to widen the maxilla. These additional sections were described by Béziat(26) as fan-shaped Le Fort I osteotomy (Fig. 4). In this case there was space enough only for 5 osteotomies.

In addition, the maxilla has been moved forward by approximately 8mm.

The first acrylic device could be placed and adjusted on site with intraoperative activation to aid expansion.

Then, two 1.5mm osteosynthesis plates with 3 holes were placed by 2 screws on each zygomatic arch, allowing a certain degree of stability, to maintain somewhat the vertical and anteroposterior dimensions.

A suture with absorbable threads could be performed.

The intercanine width was 26mm with a target of 33mm expansion after this step.

The distractor was left in place post-operatively and served as a retainer for 3 months after the distraction ends.

The activation rate was once a week in consultation for 6 weeks.

Six weeks later, the benefit in width was 6mm.

We had replaced his distractor with a device more suited to the new palatal dimensions, still on the same pattern of two acrylic plates connected by a jack, with the aim of gaining an additional 2 millimeters.

To do this, we had activated the distractor twice for four and then six quarter turns, then kept it fixed for 3 months.

The second surgery was initially scheduled for May 2020, but had to be shifted three months later, because of the health crisis linked to SARS-Cov-2.

This procedure consisted of a new surgical expansion by performing iterative osteotomies and correcting the sagittal dimension by maxillary advancement, but above all, setting back the mandible by preforaminal subtraction osteotomy in chevrons.

The main goal of this intervention was to correct the sagittal discrepancy which still found a negative overjet of 9.5mm.

In addition, treatment for his macro-ankyloglossia was performed by surgical frenotomy, combined with a median "keyhole" reduction glossectomy. This was largely revealed once the frenotomy was performed.

We didn't want to perform a bilateral sagittal split osteotomy (BSSO), because of the marked bone resorption and the high sagittal gap. BSSO could increase the risk of nerve damage, fracture, instability and relapse. Furthermore, it could create an upper airway obstruction because of the huge setback needed.

Considering the exceptional nature of this clinical case, planning was carried out by CFAO, thanks to engineers from the Materialise® company (Louvain, Belgium), allowing us to obtain custom-made cutting guides and custom-made plates.

The 3D diagrams of the treatment plan are as follows (Fig. 5).

By planning videoconference, we initially attempted to retreat the symphyseal portion by subtracting forward bone segments from both sides of the foramina of a defined thickness.

However, due to insufficient bone contact, we have planned to retreat the symphyseal block in sufficient quantity and then calculate the superimposed bone corresponding to the thickness of segments to be removed.

Thus, we obtained a resection of 6mm on the left side and 5mm on the right at the lower portion of chevrons, and 1mm on the right (i.e. the width of the insert) and 2mm on the left at the upper part.

The mandibular setback was evaluated at 6.5mm with a maxillary advancement of 5mm.

We also had a three-dimensional resin impression made of the middle third of the facial mass and the mandible from a preoperative CT (computed tomography), for a better understanding of the patient's skeletal state before surgery and simulating of the osteotomies.

This could be done first by extracting ".stl" (stereolithography) files from DICOM (Digital Imaging and COmmunications in Medicine) files which are standard files for reading and transferring X-ray images.

These files were sent to an engineer* at the Jean Lamour Institute (University of Lorraine, France) for the realization of the 3D printing.

These three-dimensional models (Fig. 6) were of remarkable fidelity, allowing better coordination and understanding of the osteotomies to be performed.

**J-P Jehl*

Results

The timing of surgery was summarized as follows : T0 the period before the first surgery (November 2019), T1 the period between November 2019 and January 2020, T2 the period after the retention phase (around June 2020) and T3 the immediate postoperative final period in August 2020. The next step will be the prosthetics.

In the sagittal dimension, there was a bone relapse of the maxillary advancement between times T1 and T2.

The overjet on the last preoperative casts of June 2020 was -9.5mm instead of -11.5 initially, while the maxillary advancement was estimated at 8mm. The sagittal relapse between T1 and T2 is therefore 6mm.

On the other hand, the last operative step in August 2020 did allow a significant correction of this sagittal discrepancy with an overjet now measured at + 2mm clinically (Fig. 7).

Thus, the addition of these two operations allowed a gain in the sagittal dimension of 13.5mm (Fig. 8).

The probability of a long-lasting stability is much higher due to the use of rigid prefabricated plates.

We will first present the measurements on casts.

Some strategic landmarks have been defined because of the incomplete teeth, we will find the parallel on the CT distances. These were divided into three sections : anterior, intermediate and posterior.

To represent the posterior dimension, we used the maxillary tuberosities, due to the absence of any teeth in the posterior sectors : the internal intertuberosity (ITi) and external intertuberosity (ITe) width were defined.

The anterior dimension was defined at the level of canines (in this case, the unique canine) : the intercanine cusp distance (ICc) was obtained between the cusp of 23 and the distal occlusal edge of 12, and the palatal sulcular intercanine distance (ICps), by orthogonal projection of the canine sulcus at the level of the sulcus of 22.

We defined an intermediate level : 15mm posterior to the incisal palatine sulcus. Internal and external interpremolar widths are identified in relation to the top of the alveolar ridge, 3mm on each side.

Measurements were taken using a digital caliper (Table 1).

The highest expansion between T0 and T1 is at the inter-tuberosity level (6 to 7mm) and showed a highest posterior expansion.

The period between the two operative procedures (T2-T1) showed a moderate relapse (11.8% average) compared to the weak anchoring of the retention plate.

The second intervention allowed a rather more anterior expansion, being maximum at the premolar level (approximately 4mm).

In total, between the first and the last casts, the skeletal expansion was 6.89mm on average. The inter-cusp measurement was not included in this average, due to the relative instability of the dental anchors.

We have translated casts measurements on CT slices to compare skeletal expansion without mucosal thickness.

From this analysis (Table 2), it appears that the bone expansion was essentially posterior during the first stage, in particular an expansion of 4 to 6 mm of the maxillary tuberosity.

The anterior expansion is rather limited, in the order of 1 mm, with potential dental tilt due to the 4 mm widening between the cusps 12 and 23.

In contrast, the second surgery rather created an anterior expansion, this is seen in particular by the inter-canine distance to the sulcus. As the teeth have rather poor anchorage, the inter-cusp distance may be biased, but this can be explained by an inclination of the hemi-maxillae.

After the two surgeries, we found a globally homogeneous expansion of 5,9mm on average.

On the face and profile clinical features, the patient had his mouth closed due to the concordance of the arches and the lingual reduction.

The enlargement of piriform apertures increased the base of the nostrils and erased the nasolabial folds.

The labial competence opened the nasolabial angle.

In intraoral pictures, the lingual volume was reduced, the interincisal ratios were normalized and the palatal surface was very much enlarged with a shape's improvement of the arch.

CONCLUSION

We reported an unusual clinical case for which surgery purpose was preprosthetic rehabilitation.

We had to restore a good inter-arch transversal but also sagittal concordance.

The final results were concordant to the CFAO models for the second surgical step.

The use of rigid plates made it possible to avoid any recurrence. The thin thickness of the palatal bone cortices caused an undoubtedly greater risk of postoperative shifts.

The downfracture in this case had a double objective, allowing to perform the multiple sagittal osteotomies specific to the so-called "fan" technique(26).

The pterygo-maxillary disjunction and soft tissues release through the downfracture allows a good mobilization of the maxilla despite weak anchorage of the distraction device.

The sequential treatment was essential by the magnitude of the discrepancy and its involvement in the three planes of space and allowed a transverse expansion of almost 7mm and a correction of the sagittal shift of 13,5mm.

The two-step procedure has allowed the distraction despite inadequacy of the bone distractors of the market.

The use of pre-planning CAD/CAM was preponderant in a good stable contention and the hope of a long-lasting result. It is a right indication for complex or extraordinary cases.

Conflicts of Interest

We declare no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Kotlow LA. Ankyloglossia (tongue-tie): a diagnostic and treatment quandary. *Quintessence Int.* 1999 Apr;30(4):259–62.
2. Lalakea ML, Messner AH. Ankyloglossia: the adolescent and adult perspective. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003 May;128(5):746–52.
3. Hamamci N, Özer T, Hamamci O, Tümen EC, Ağačkiran E. Treatment of an adolescent with total ankyloglossia. *World J Orthod.* 2010;11(3):278–83.
4. Messner AH, Walsh J, Rosenfeld RM, Schwartz SR, Ishman SL, Baldassari C, et al. Clinical Consensus Statement: Ankyloglossia in Children. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020 May;162(5):597–611.
5. Yoon AJ, Zaghi S, Ha S, Law CS, Guilleminault C, Liu SY. Ankyloglossia as a risk factor for maxillary hypoplasia and soft palate elongation: A functional - morphological study. *Orthod Craniofac Res.* 2017 Nov;20(4):237–44.
6. Jang S-J, Cha B-K, Ngan P, Choi D-S, Lee S-K, Jang I. Relationship between the lingual frenulum and craniofacial morphology in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Apr;139(4 Suppl):e361-367.
7. Srinivasan B, Chitharanjan AB. Skeletal and dental characteristics in subjects with ankyloglossia. *Prog Orthod.* 2013 Nov 7;14:44.
8. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 May;117(5):567–70.
9. Andruccioli MCD, Matsumoto MAN. Transverse maxillary deficiency: treatment alternatives in face of early skeletal maturation. *Dental Press J Orthod.* 2020 Feb;25(1):70–9.
10. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10(2):75–96.
11. Betts NJ. Surgically Assisted Maxillary Expansion. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2016 Mar;24(1):67–77.
12. Parkinson CF. Similarities in resorption patterns of maxillary and mandibular ridges. *J Prosthet Dent.* 1978 Jun;39(6):598–602.
13. Pietrokovski J, Starinsky R, Arensburg B, Kaffe I. Morphologic characteristics of bony edentulous jaws. *J Prosthodont.* 2007 Apr;16(2):141–7.
14. Siadat H, Arshad M, Shirani G, Alikhasi M. New method for fabrication of gunning splint in orthognathic surgery for edentulous patients. *J Dent (Tehran).* 2012;9(3):262–6.
15. Ho JPTF, Schreurs R, Baan F, de Lange J, Becking AG. Splintless orthognathic surgery in edentulous patients-a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019 Oct 3;
16. Jensen OT. Le Fort I Distraction Osteogenesis of Edentulous Maxillae Combined with Simultaneous Sinus Floor Grafting to Obtain Orthoalveolar Form for Emergence Profile

- Dental Implant Restorations: Report of Three Patient Treatments Followed for 12 Years. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2019 May;31(2):339–48.
17. Sencimen M, Bayar GR, Akcam T, Altug HA, Altug H, Gulses A, et al. Management of obstructive sleep apnea by maxillomandibular advancement surgery in an edentulous patient. *J Craniofac Surg.* 2012 Nov;23(6):e582-585.
 18. Campbell DI, Kuzmanovic D, DeSilva RK. Bimaxillary osteotomy in a young, edentulous patient with LADD syndrome. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010 Jul;68(7):1685–90.
 19. Ghaly GA, Bowman PA, McIntyre GT. Modified wafer for orthognathic surgery in partially edentulous patients. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2020 Mar 2;
 20. Gil JN, Claus JDP, Campos FEB, Lima SM. Management of the severely resorbed maxilla using Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Dec;37(12):1153–5.
 21. Ribeiro-Junior PD, Padovan LEM, Gonçalves ES, Nary-Filho H. Bone grafting and insertion of dental implants followed by Le Fort advancement for correction of severely atrophic maxilla in young patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Oct;38(10):1101–6.
 22. Batista Mendes GC, Laskarides C, Ayub EA, Ribeiro-Junior PD. Dental Implants Can Facilitate Orthognathic Surgery in a Patient With Severe Maxillary Atrophy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2019 Apr;77(4):730–9.
 23. Ulmer FC. Kennedy-Applegate classification of partially edentulous dental arches. *NADL J.* 1983 Jun;30(3):37–40.
 24. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1988 Aug;17(4):232–6.
 25. Kotlow LA. Ankyloglossia (tongue-tie): a diagnostic and treatment quandary. *Quintessence Int.* 1999 Apr;30(4):259–62.
 26. Béziat J-L. [Surgery of the transverse dimension]. *Orthod Fr.* 2011 Jun;82(2):159–69.

TABLES

Table 1 : Evolution of expansion measurements on casts

<i>(in mm)</i>	T0	T1	T1-T0	T2	T2-T1	T3	T3-T2	T3-T0	Mandible
ITi	19,3	26,3	+7	25,2	-1,1 (16%)	27,33	+2,13	+8,03	/
ITe	41,9	48	+6,1	47	-1 (16%)	48,40	+1,40	+6,5	/
ICc	23	28,2	+5,2	28,9	+0,7 (-13%)	29,06	+0,16	+6,03	/
ICps	13,2	16,5	+3,3	16,5	0 (0%)	18,88	+2,38	+5,68	25
IPMi	15	19,2	+4,2	18,5	-0,7 (17%)	22,66	+4,16	+7,66	42
IPMe	27	30	+3	29,7	-0,3 (10%)	33,59	+3,89	+6,59	50

ITi : InterTuberosity internal ; ITe : InterTuberosity external ; ICc : InterCanine cusps ; ICsp : InterCanine palatal sulcus ; IPMi : InterPremolar internal ; IPMe : InterPremolar external. T1-T0 is the difference representing skeletal movements after the first operation. T2-T1 represents relapse. T3-T2 shows the movements of the second stage of the operation. T3-T0 shows the addition of the two surgeries.

Table 2 : Evolution of expansion measurements on CT-scan

<i>(in mm)</i>	22.5.19 (T0)	24.6.20 (T2)	T2-T0	14.8.20 (T3)	T3-T2	T3-T0
ITi	26,77	35,28	+8,51	35,13	-0,15	+8,36
ITe	43,09	47,64	+4,55	48,66	1,02	+5,57
ICsp	10,66	11,66	+1	15,98	4,32	+5,32
ICc	23,85	27,92	+4,07	29,06	1,14	+5,21
IPMi	20,44	23,33	+2,89	25,13	1,80	+4,69
IPMe	26,05	28,11	+2,06	31,62	3,51	+5,57

FIGURES



Fig. 1 : Endobuccal view with sagittal discrepancy and macroglossia



Fig. 2 : Maxillary cast at T0



Fig. 3 : Macro-ankyloglossia (before second surgery)

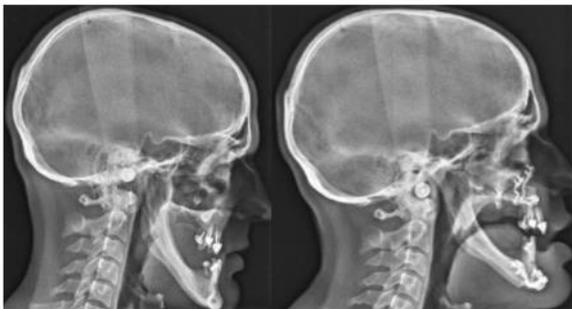


Fig. 8 : Lateral cephalograms (T0 and T3)



Fig. 4 : Fan-shaped Le Fort I osteotomy (first surgery)

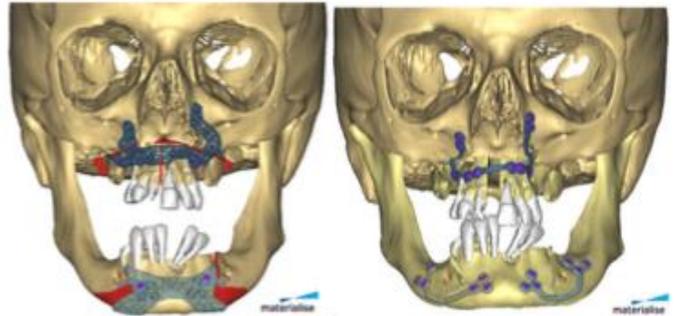


Fig. 5 : CFAO planning for the second step surgery



Fig. 6 : 3D printed models



Fig. 7 : Final occlusion (T3)

VU

NANCY, le **17 septembre 2020**

Le Président de Thèse

Professeur Etienne SIMON

NANCY, le **17 septembre 2020**

Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur Marc BRAUN

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/ **11398C**

NANCY, le **24 septembre 2020**

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

Professeur Pierre MUTZENHARDT

RESUME DE LA THESE

Introduction : La prise en charge concomitante de plusieurs dimensions en chirurgie orthognatique nécessite souvent une planification attentive. Les grandes discordances squelettiques peuvent requérir des traitements séquentiels pour rendre possible l'alignement des arcades dentaires.

Présentation : Nous rapportons le cas d'un adulte de 30 ans partiellement édenté avec une hypoplasie sévère du maxillaire causée par une ankyloglossie non traitée. Le déficit transverse était estimé à plus de 15mm et le décalage sagittal montrait un surplomb horizontal négatif de 11,5mm. Ces insuffisances extrêmes nécessitaient une chirurgie en deux étapes et l'utilisation de la technique de Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO). La première étape était une expansion palatine par ostéotomie de Le Fort I en éventail. La seconde traitait la dimension sagittale et poursuivait l'expansion maxillaire.

À la fin du traitement, les rapports sagittaux sont redevenus normaux et le maxillaire a été élargi de près de 7mm.

Conclusion : La chirurgie sur-mesure est très utile pour les cas extraordinaires, en particulier chez les patients édentés. Cela facilite les opérations complexes et permet des résultats précis.

TITRE EN ANGLAIS : Sequential treatment of extreme maxillary hypoplasia : an historical case report of an edentulous adult patient with ankyloglossia

THÈSE : MÉDECINE SPECIALISÉE - Chirurgie maxillo-faciale, année 2020

MOTS CLEFS : Chirurgie orthognatique ; Hypoplasie maxillaire ; Ankyloglossie ; Edentement ; CFAO

INTITULÉ ET ADRESSE

UNIVERSITE DE LORRAINE

Faculté de Médecine de Nancy

9, Avenue de la Forêt de Haye

54500 VANDOEUVRE-LES-NANCY Cedex
