

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉS DE MÉDECINE

ANNÉE 2017

2017 TOU3 1527

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE - CHIRURGIE ORALE

Présentée et soutenue publiquement

par

Gauthier BENAT

le 26 AVRIL 2017

**OSTEOPLASTIES ADDITIVES DES SECTEURS MANDIBULAIRES
POSTÉRIEURS EN CHIRURGIE PRÉ-IMPLANTAIRE :
AUGMENTATION VERTICALE OSSEUSE ET TECHNIQUES
ALTERNATIVES. UNE META-ANALYSE DE LA LITTÉRATURE**

Directeur de thèse : Pr Franck BOUTAULT

JURY

Monsieur le Professeur Frédéric LAUWERS

Président

Monsieur le Professeur Franck BOUTAULT

Assesseur

Monsieur le Professeur Raphael LOPEZ

Assesseur

Monsieur le Docteur Bruno COURTOIS

Assesseur

Madame le Docteur Sarah COUSTY

Suppléant

Monsieur le Docteur Franck DELANOË

Membre invité



UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉS DE MÉDECINE

ANNÉE 2017

2017 TOU3 1527

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE - CHIRURGIE ORALE

Présentée et soutenue publiquement

par

Gauthier BENAT

le 26 AVRIL 2017

**OSTEOPLASTIES ADDITIVES DES SECTEURS MANDIBULAIRES
POSTÉRIEURS EN CHIRURGIE PRÉ-IMPLANTAIRE :
AUGMENTATION VERTICALE OSSEUSE ET TECHNIQUES
ALTERNATIVES. UNE META-ANALYSE DE LA LITTÉRATURE**

Directeur de thèse : Pr Franck BOUTAULT

JURY

Monsieur le Professeur Frédéric LAUWERS

Président

Monsieur le Professeur Franck BOUTAULT

Assesseur

Monsieur le Professeur Raphael LOPEZ

Assesseur

Monsieur le Docteur Bruno COURTOIS

Assesseur

Madame le Docteur Sarah COUSTY

Suppléant

Monsieur le Docteur Franck DELANOË

Membre invité



TABLEAU du PERSONNEL HU
des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier
au 1^{er} septembre 2016

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. BAZEX Jacques
Doyen Honoraire	M. LAZORTHE Yves	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. BONAFE Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.
Professeur Honoraire	M. GEDEON André	Professeur Honoraire	M. GUITARD Jacques
Professeur Honoraire	M. PASQUIE M.	Professeur Honoraire	M. LAZORTHE Franck
Professeur Honoraire	M. RIBAUT Louis	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	M. CERENE Alain
Professeur Honoraire	M. RIBET André	Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard
Professeur Honoraire	M. MONROZIES M.	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. FAUVEL Jean-Marie
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. BARRET André
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. ROLLAND
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche	Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe
Professeur Honoraire	M. BERNADET	Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges
Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude	Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel
Professeur Honoraire	M. COMBELLES	Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique
Professeur Honoraire	M. REGIS Henri	Professeur Honoraire	M. DALY-SCHWEITZER Nicolas
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. RAILHAC
Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel	Professeur Honoraire	M. POUURAT Jacques
Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. BESOMBES Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean
Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel	Professeur Honoraire	M. FOURTANIER Gilles
Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre
Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline	Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles
Professeur Honoraire	M. GOLUZI Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. PASCAL J.P.	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle
Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul	Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard
Professeur Honoraire	M. FABIÉ Michel	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard
Professeur Honoraire	M. CABARROT Etienne	Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. ESCAT Jean		
Professeur Honoraire	M. ESCANDE Michel		
Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques		
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard		

Professeurs Émérites

Professeur ALBAREDE Jean-Louis	Professeur CHAMONTIN Bernard
Professeur CONTÉ Jean	Professeur SALVAYRE Bernard
Professeur MURAT	Professeur MAGNAVAL Jean-François
Professeur MANELFE Claude	Professeur ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur LOUVET P.	Professeur MOSCOVICI Jacques
Professeur SARRAMON Jean-Pierre	Professeur Jacques LAGARRIGUE
Professeur CARATERO Claude	
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	
Professeur COSTAGLIOLA Michel	
Professeur ADER Jean-Louis	
Professeur LAZORTHE Yves	
Professeur LARENG Louis	
Professeur JOFFRE Francis	
Professeur BONEU Bernard	
Professeur DABERNAT Henri	
Professeur BOCCALON Henri	
Professeur MAZIERES Bernard	
Professeur ARLET-SUAU Elisabeth	
Professeur SIMON Jacques	
Professeur FRAYSSE Bernard	
Professeur ARBUS Louis	

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN

37 allées Jules Guesde - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : D. CARRIE

P.U. - P.H. Classe Exceptionnelle et 1ère classe		P.U. - P.H. 2ème classe	
M. ADOUE Daniel (C.E)	Médecine Interne, Gériatrie	Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne
M. AMAR Jacques	Thérapeutique	M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	M. BUREAU Christophe	Hépatogastro-Entéro
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion	M. CALVAS Patrick	Génétique
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale
M. BLANCHER Antoine	Immunologie (option Biologique)	Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
M. BONNEVILLE Paul	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie	M. CHAIX Yves	Pédiatrie
M. BOSSAVY Jean-Pierre	Chirurgie Vasculaire	Mme CHARPENTIER Sandrine	Thérapeutique, méd, d'urgence, addict
M. BRASSAT David	Neurologie	M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. FOURNIE Bernard	Rhumatologie
M. CHAP Hugues (C.E)	Biochimie	M. FOURNIE Pierre	Ophthalmologie
M. CHAUVÉAU Dominique	Néphrologie	M. GAME Xavier	Urologie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation
M. CLANET Michel (C.E)	Neurologie	M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. DAHAN Marcel (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque	M. LAUWERS Frédéric	Anatomie
M. DEGUINE Olivier	Oto-rhino-laryngologie	M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie	M. LOPEZ Raphaël	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M. FERRIERES Jean	Epidémiologie, Santé Publique	M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
Mme LAMANT Laurence	Anatomie Pathologique	M. PARANT Olivier	Gynécologie Obstétrique
M. LANG Thierry (C.E)	Biostatistiques et Informatique Médicale	M. PATHAK Atul	Pharmacologie
M. LANGIN Dominique	Nutrition	M. PAYRASTRE Bernard	Hématologie
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine Interne	M. PERON Jean-Marie	Hépatogastro-Entérologie
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie	M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. MALAUD Bernard	Urologie	M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique	Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. MARCHOU Bruno	Maladies Infectieuses	Mme SELVES Janick	Anatomie et cytologie pathologiques
M. MAZIERES Julien	Pneumologie	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique		
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie		
Mme MOYAL Elisabeth	Cancérologie		
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie		
M. OLIVES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie		
M. OSWALD Eric	Bactériologie-Virologie		
M. PARIENTE Jérémie	Neurologie		
M. PARINAUD Jean	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod		
M. PAUL Carl	Dermatologie		
M. PAYOUX Pierre	Biophysique		
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie		
M. RASCOL Olivier	Pharmacologie		
M. RECHER Christian	Hématologie		
M. RISCHMANN Pascal (C.E)	Urologie		
M. RIVIERE Daniel (C.E)	Physiologie		
M. SALES DE GAUZY Jérôme	Chirurgie Infantile		
M. SALLES Jean-Pierre	Pédiatrie		
M. SANS Nicolas	Radiologie		
M. SERRE Guy (C.E)	Biologie Cellulaire		
M. TELMON Norbert	Médecine Légale		
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépatogastro-Entérologie		
P.U. Médecine générale		P.U. Médecine générale	
M. OUSTRIC Stéphane	Médecine Générale	M. MESTHÉ Pierre	Médecine Générale
		P.A Médecine générale	
		POUTRAIN Jean-Christophe	Médecine Générale

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : E. SERRANO

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ACAR Philippe	Pédiatrie
M. ALRIO Laurent	Médecine Interne
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie
M. ARLET Philippe (C.E)	Médecine Interne
M. ARNAL Jean-François	Physiologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique
M. BOUTAULT Franck (C.E)	Chirurgie Maxillo-Faciale et Stomatologie
M. BÜJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire
M. BUSCAIL Louis	Hépat-Gastro-Entérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
M. DELABESSE Eric	Hématologie
Mme DELISLE Marie-Bernadette (C.E)	Anatomie Pathologique
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie
M. GALINIER Michel	Cardiologie
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie, Eco. de la Santé et Prévention
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis	Chirurgie plastique
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie
M. KAMAR Nassim	Néphrologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie
M. LAURENT Guy (C.E)	Hématologie
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. MALECAZE François (C.E)	Ophthalmologie
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation
Mme MARTY Nicole	Bactériologie Virologie Hygiène
M. MASSIP Patrice (C.E)	Maladies Infectieuses
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. RITZ Patrick	Nutrition
M. ROCHE Henri (C.E)	Cancérologie
M. ROLLAND Yves	Gériatrie
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie
M. SENARD Jean-Michel	Pharmacologie
M. SERRANO Eric (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie

P.U. - P.H.

2ème classe

M. ACCADBLED Franck	Chirurgie Infantile
M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. BERRY Antoine	Parasitologie
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. BOUNES Vincent	Medecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. CHALFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire
M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. DECRAMER Stéphanie	Pédiatrie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice	Thérapeutique
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. GALINIER Philippe	Chirurgie infantile
M. GARRIDO-STÓWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
M. HUYGHE Eric	Urologie
M. LAFFOSSE Jean-Michel	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. LEGUEVAQUE Pierre	Chirurgie Générale et Gynécologique
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. OTAL Philippe	Radiologie
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie
Mme SOTO-MARTIN María-Eugenia	Génétique et biologie du vieillissement
M. TACK Ivan	Physiologie
M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. YSEBAERT Loïc	Hématologie

M.C.U. - P.H.

M. APOIL Pol André	Immunologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie
M. BIETH Eric	Génétique
Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie
M. CAVAIGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
Mme CONCINA Dominique	Anesthésie-Réanimation
M. CONGY Nicolas	Immunologie
Mme COURBON Christina	Pharmacologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie
Mme DE MAS Véronique	Hématologie
Mme DELMAS Catherine	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DUPUI Philippe	Physiologie
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie
M. GANTET Pierre	Biophysique
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme GENOUX Annalisa	Biochimie et biologie moléculaire
M. HAMDJ Safouane	Biochimie
Mme HITZEL Anne	Biophysique
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
M. MONTOYA Richard	Physiologie
Mme MOREAU Marion	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. SOLER Vincent	Ophthalmologie
M. TAFANI Jean-André	Biophysique
M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme TREMOLIERES Florence	Biologie du développement
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie

M.C.U. Médecine générale

M. BRILLAC Thierry

M.C.U. - P.H.

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie
Mme CANTERO Anne-Vaérié	Biochimie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CAUSSE Elzabeth	Biochimie
M. CHAPUT Benoît	Chirurgie plastique et des brûlés
M. CHASSAING Nicolas	Génétique
Mme CLAVE Danielle	Bactériologie Virologie
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COLLIN Laetitia	Cytologie
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
M. CORRE Jill	Hématologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme GALINIER Anne	Nutrition
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GASQ David	Physiologie
Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LEPAGE Benoît	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme MAUPAS Françoise	Biochimie
M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
Mme NASR Nathalie	Neurologie
Mme PERIQUET Brigitte	Nutrition
Mme PRADDAUDE Françoise	Physiologie
M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme VALLET Marion	Physiologie
M. VERGEZ François	Hématologie
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie

M.C.U. Médecine générale

M. BISMUTH Michel	Médecine Générale
M. BISMUTH Serge	Médecine Générale
Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eva	Médecine Générale
Mme ESCOURROU Brigitte	Médecine Générale

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr ABITTEBOUL Yves
Dr CHICOUJAA Bruno
Dr IRI-DELAHAYE Motoko
Dr FREYENS Anne

Dr BOYER Pierre
Dr ANE Serge
Dr BIREBENT Jordan

A Mon Maître et Président du jury de thèse,

Monsieur le Professeur Frédéric LAUWERS, Professeur des universités en anatomie et praticien hospitalier en chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

Vous me faites le grand honneur de présider ce jury de thèse et de juger ce travail.

J'ai pu mesurer votre investissement au quotidien auprès de votre équipe et surtout auprès de vos malades.

Comme vous me le disiez la première fois où je me suis assis dans votre bureau : « tu sais Gauthier, pour moi la chirurgie, c'est un hobby, mon métier c'est l'anatomie ».

En sommes, vous n'êtes plus l'homme de son travail mais de son loisir et c'est ce que l'on ressent lorsque l'on est à vos côtés. Le tout sublimé par votre sens pédagogique et votre capacité à transmettre aux novices que nous sommes.

Veillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon respect.

Aux Membres du Jury,

Monsieur le Professeur Raphael LOPEZ, Professeur des universités en anatomie et praticien hospitalier en chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

Merci d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

J'ai eu le grand honneur d'avoir pu t'assister au bloc opératoire. Cela a été trois mois extrêmement formateurs et hélas bien trop courts. J'étais en admiration devant ta chirurgie à la fois ultra-rapide mais surtout ultra-précise. Merci de l'attention que tu m'as consacré, l'anapath que j'étais n'en méritait pas tant.

Ta présence m'honore, sois assuré de tout mon respect.

Monsieur le Docteur Bruno COURTOIS, Maître de conférences et praticien hospitalier en odontologie et chirurgie orale

Merci d'avoir accepté de siéger dans ce jury, ta présence était indispensable.

Cela fait maintenant un an et demi que j'ai la chance de travailler à tes côtés. Tu représentes le modèle du chirurgien oral que je souhaite devenir. Tu maîtrises tous les aspects du métier et bien plus. Tes conseils sont une aide extrêmement précieuse et je suis très fier d'apprendre au fauteuil en face de toi mais aussi en cours, aux staffs et à chaque occasion qui se présente. Ton aisance au bloc opératoire, ton exigence et ton goût pour l'excellence pousse tes internes à se dépasser et à progresser. Porter la chirurgie orale toulousaine le plus haut possible sera ton œuvre et j'espère de tout cœur pouvoir y participer.

Sois assuré de mon respect et de mon soutien le plus total.

PS : j'espère que tu remettras à zéro mon compteur de bourdes sur ton tableau.

Madame le Docteur Sarah COUSTY, Maître de conférences et praticien hospitalier en odontologie et chirurgie orale

Merci d'avoir accepté de siéger dans ce jury.

J'ai découvert dans ce service d'odontologie un praticien passionné, bosseur et d'un professionnalisme exemplaire. Tu es un exemple pour nous petits internes, internes que tu défends comme la prunelle de tes yeux.

Tes projets aboutiront, je n'ai aucun doute là-dessus car tu as cette capacité à mettre absolument tout en place pour y parvenir. Je te remercie de m'y avoir impliqué et j'espère avoir pu t'aider du mieux que j'ai pu.

D'un point de vue plus personnel, nous nous sommes toujours parfaitement entendus (ce qui avec mon caractère n'est pas une mince affaire). Il y a une espèce d'alchimie qui fait que, soit on est d'accord, soit on est d'accord et en plus on rigole. Il n'en a jamais été autrement.

C'était important pour moi de te l'écrire et de te témoigner, dans ces remerciements, tout le respect que j'ai pour toi.

PS : ne jamais, au grand jamais, jouer la pierre au shifumi

PS2 : l'année prochaine, Mont-d'or de l'internat tu auras (quoique jamais deux sans trois)

PS3 : on ne se moque pas d'un cumulus entartré (ou pas)

Monsieur le Docteur Franck DELANOË, praticien hospitalier en chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

Merci d'avoir accepté de siéger dans ce jury (*ou plutôt d'avoir tout fait pour y siéger ^^*).

Pourquoi t'as-t-on collé un anapath dans les pattes ? Tout simplement parce-qu'ils savaient que tu étais l'homme de la situation. Grâce à toi, j'ai fait mes premiers pas et je suis désolé de t'avoir autant de fois fait « perdre tous tes repères ». J'admire ta capacité à gérer autant de problèmes à la fois et à ne jamais rien lâcher, tu as fait énormément de progrès ;-)

PS : il faut vraiment publier cet article avant Novembre 2017

C'est avec un immense plaisir que je te vois t'asseoir à ce bureau, témoin de tout le respect que j'ai pour toi.

A mon Maître et Directeur de thèse,

Monsieur le Professeur Franck BOUTAULT, Professeur des universités et praticien hospitalier en chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

Vous avez accepté de corriger ce travail et je vous en remercie.

Je vous remercie aussi de ce que vous avez fait et de ce que vous faites pour le DESCO. Je vous remercie de passer outre les messages parfois virulents de vos confrères pour nous laisser, internes en chirurgie orale, obtenir la formation que nous méritons.

Cette nouvelle spécialité, vous doit énormément et je suis extrêmement reconnaissant du travail considérable que vous avez abattu.

Être au quotidien, mêlés entre médecins et dentistes, brise les barrières et permet une nouvelle émulation que nous nous devons de perdurer. La synergie entre chirurgiens maxillo-faciaux, chirurgiens oraux et chirurgiens-dentistes est fondamentale, travailler main dans la main indispensable.

Vous avez été l'un de ces pionniers.

Cette thèse est le témoin de l'immense respect et de la profonde admiration que j'ai pour vous.

A mes maîtres d'internat, et ceux qui m'ont guidé au long de ma formation (par ordre d'apparition),

Dr O. Modiga-Boutault : tous ces jeudis matins en AG pour m'apprendre à avulser des dents de sagesse, resteront marqués à jamais dans ma mémoire. Cela a été d'excellents moments au cours desquels j'ai pu tout particulièrement apprécier ta technique presque robotique du geste. Merci.

Dr A. De Berail : j'espère pouvoir m'inspirer de la passion que tu mets à chaque instant lorsque tu prends en charge tes patients, ne te connaissant pas sur le plan personnel, j'imagine cependant que c'est la même chose, c'est admirable.

Dr C. Dekeister : j'admire ton franc parler et ton enthousiasme. Tu es un chirurgien de conviction et le service a vraiment une grande chance de t'avoir. C'est avec toi que j'ai débuté l'implanto et la chirurgie pré-implantaire, la sialendo, ma première mandibule... Bref, merci Céline !

Dr A. L'Homme : ta précision chirurgicale comme tes innombrables conseils sont des biens précieux. Je suis fier d'avoir pu apprendre à tes côtés, que tu aies été mon Tenshinhan et moi ton Chiaotzu #dragonball

Dr H. El Kesri : « *Il est des rencontres fertiles qui valent bien des aurores* » disait René Char en s'adressant à Albert Camus. Et toi, tu es donc mon double, où plutôt je suis ton double. Je suis ravi d'avoir eu la chance de croiser ta route, de chef à copain à ami. Je me demande quand même pourquoi a-t-on autant de points communs ?

Dr L. Costa Mendes : tu as largement relevé le double défi de tes nouvelles responsabilités en tant qu'assistant ainsi que de supporter notre petite troupe d'internes. Il ne nous manque plus que le Shin-Ya ramen et le tour sera complet !

A ma famille,

Amélie : Je t'ai vue et j'ai su. Ça se résume comme cela. Nos débuts ont été semés d'embûches mais pour déboucher sur ce que l'on a de plus chère aujourd'hui, notre amour. Nous avons pour l'instant parcouru un tout petit bout du chemin dont l'horizon est tellement loin que cela me rassure, il reste tant à faire ensemble. Je t'aime d'un amour profond et sans équivoque et je mesure chaque jour la chance que j'ai de pouvoir partager ma vie avec toi.

A mes parents : J'espère être à la hauteur de vos espérances. Vous m'avez éduqué et tout donné pour que je puisse construire brique après brique l'homme que je ne serai pas devenu sans vous. Je vous suis immensément reconnaissant de tout ce que vous avez fait pour nous, les mots ne sont en fait pas suffisants pour le dire. Je suis tellement fier de vous présenter ce travail, aboutissement d'un si long parcours, parcours arpenté avec vous, à mes côtés, pour me soutenir constamment quoiqu'il arrive. Si seulement, je pouvais vous rendre même une infime partie de ce que vous m'avez octroyé, j'en serai extrêmement honoré. Je vous aime infiniment.

A Raphaëlle & Paul : Vous avez désormais une famille accomplie, qui bientôt va s'agrandir encore dans un lieu nouveau. Je ne peux que vous féliciter pour vos projets et vous souhaiter tout le bonheur du monde.

A mes beaux-parents : lorsque je suis avec vous, je me sens comme dans ma famille alors je crois que tout est dit, merci de m'avoir accueilli de la sorte.

Céline : tu n'as pas eu peur de partir, aux antipodes, la tête en bas et grâce à ça, tu as toujours quelque chose à raconter et tu nous fais voyager. Ta façon de croquer la vie à pleines dents donne envie.

Guillaume : je t'ai vu passer de jeune étudiant cherchant ses marques à brillant jeune actif. Toutes mes félicitations pour ta réussite. PS : contrairement à d'autres, j'ai parfaitement compris ce qu'est un Raspberry Pi.

A mes amis et compagnons d'internat,

LES AMIS :

Rémi : mon copain depuis le berceau, le temps passe, je pense souvent à toi mais ne prends pas le temps de décrocher le téléphone, à tort. Je te promets d'y faire attention.

Benoît : L'amitié depuis le collège, je suis extrêmement heureux de la vie de famille que tu as fondée tout là-bas, elles ont de la chance de t'avoir !

François : Je te l'ai déjà dit à plusieurs reprises mais je sais que je pourrai toujours compter sur toi. Tu fais partie de la Famille.

LA KOENIGS : Pakou, Fou, Greg, Loïc, Paul : bons les copains... résumer le tout en 3 lignes ça va être compliqué.

- Pakou : j'ai été extrêmement honoré que tu m'aies choisi comme témoin. Merci également de ce que tu as fait pour mon père.
- Fou : tu étais le champion incontesté de Guitar Hero, et finalement réussir à jouer DragonForce en mode expert était un signe du destin #ThroughTheFireAndFlames !
- Greg & Loïc : les deux vrais chirurgiens de la bande dirait le mec en-dessous, le mou/le dur, les deux versants d'une même pièce.
- Paul L : d'ailleurs Paul, un jour peut-être tu payeras le vin.
- Jean-Paul : tu as laissé une belle cicatrice, c'est dommage.

LES DESCO :

Florie & Alex : Vous avez été la vitrine du DESCO lorsque j'étais dans le service, vous m'avez largement convaincu et je vous remercie.

Ségoène : merci de m'avoir pris sous ton aile et de m'avoir appris ce que je sais. Sans toi l'apprentissage de la chirurgie orale aurait été bien différent et bien plus compliqué. Je suis certain d'une chose, je n'en serai pas là aujourd'hui. Merci

Mathieu : ~~Ton éventail de connaissances est une source inépuisable de réponses à nos questions, ce qui va de pair avec ta faculté à t'engager pour faire évoluer les choses.~~ *Tu m'as demandé de changer alors voici une nouvelle version tout en laissant la première.* Je n'ai jamais eu la chance d'être un de tes co-internes mais nous avons eu l'occasion de longuement discuter sur la route en écoutant les grosses têtes. De cette expérience, j'ai retenu deux choses, la première, tu es un excellent conducteur, la deuxième me renvoie à la première version de tes remerciements. Merci Mat' !

Flavie : Félicitations !!!!! Et puis bonne « rélibération » et « redélivration » et surtout je te souhaite le meilleur pour tes 2 futures nouvelles vies qui commenceront bientôt.

Sébastien : dans nos comportements, tout nous oppose et j'aurai bien besoin d'en prendre un peu de la graine. Ta façon de travailler m'a inspiré tout au long de ces six mois. J'attends avec impatience de recevoir le récit de tes premières réussites professionnelles car ça ne fait aucun doute que ce sera le cas.

Mylène : Dimmock c'est pas vrai ? Un semestre de découverte pour toi où tout était nouveau, tu as très vite franchi les premières étapes. J'attends toujours de goûter les nems de grand-mère.

Clément C : l'élégance de tes sutures sont comme le caleçon troué d'un milliardaire, une rareté. J'ai énormément apprécié travailler avec toi. Ce fut six mois de plaisir.

Marielle & Clément R : à l'heure où je rédige ces remerciements, cela fait seulement 4 petits mois que l'on se connaît, vous êtes mes deux poulains du moment et je vous kiffe même si vous avez des goûts particuliers pour les apéros #Gin'To.

LES MAXILLO :

Cédrik : t'as beau être une star du petit écran et arborer une dent de requin, tu as toujours été là quand j'en avais besoin et pour répondre à mille questions alors que je n'y connaissais rien. Merci.

Julie & Marion : mes deux premières et dernières co-internes de CMF. Ce fut six mois fantastiques.

Zoé : On a ce truc en commun de venir d'ailleurs, mais c'est pour le meilleur. Je te souhaite un avenir radieux en maxillo.

Caroline : La seule, unique et véritable Poum-Clac ! Je ne comprendrai jamais que tu puisses passer tes nuits avec un torchon mais pour le reste, tu es géniale. Ne change pas.

LES INTER-CHUs (ou les Guillaume) :

Guillaume G : tu es une espèce de création étrange de la nature mais te restreindre au titre de Marseillais roux mangeur de canards serait réducteur. Très envie de te revoir mec et surtout de polisher mes artères avec toi et te cueillir le chrono sur ton cruiser.

Guillaume F : L'homme au plus haut taux de midi-chloriens que je connaisse, je suis quand même persuadé qu'ils se sont trompés en faisant les trous dans la salière et la poivrière.

LES AUTRES COMPAGNONS :

Elise, Anne-Pascale & Audrey : mes 3 copines, on se rendait compte l'autre soir que ça faisait déjà 4 ans, le temps passe toujours trop vite. Vous m'avez supporté pendant 6 mois comme j'ai subi ces déjeuners quotidiens avec en tryptique shopping/potins/astuces minceurs avec énormément de plaisir. Surtout on ne se perd pas de vue !

Pierre B : Monsieur pince sans rire, toujours le mot qu'il faut pour viser juste, un véritable Saiyan comme on en fait plus, mais qui a aussi vendu ses droits à l'image pour figurer sur l'étiquette des petits Montebourg de l'internat, fallait oser !

Charles-Edouard : je serai du sexe opposé, je t'aurai demandé de m'épouser. Merci de nous avoir rempli l'estomac, le cœur et la tête.

Les Anapaths : ma première famille médicale, j'ai passé une année formidable à vos côtés. La richesse de votre métier est méconnue et sans vous peu de choses pourraient être faites aujourd'hui. Vous apportez les réponses à nos questions, vous êtes l'oracle scientifique de la médecine. Merci.

Aux équipes des différents services où j'ai travaillé,

Mike & Gilles : merci messieurs de votre temps pour expliquer au novice que je suis comment se fabrique une prothèse, vous êtes des artistes et Gilles, merci de prendre aussi bien soin de ma petite mini.

Isabelle & Anne-Marie : je ne sais pas si vous vous êtes déjà croisées, en tout cas, vous êtes les deux manip radios, les plus disponibles, les plus sympas et les plus souriantes du CHU. Merci, c'est un plaisir de travailler avec vous.

Aux infirmières et infirmiers du 4ème, du 3ème, du bloc, de la fac dentaire : sans vous, le travail ne pourrait pas être accompli, vous êtes la cheville ouvrière de cet hôpital. Vous exercez votre métier avec passion en en faisant toujours un peu plus avec toujours un peu moins. Merci pour votre professionnalisme.

Dédicace perso à Florence, Virginie, Isabelle, Nadine, Laetitia du bloc et Eliette de la consultation. J'espère pouvoir retravailler avec vous très bientôt...

Aux secrétaires : je sais que je passe mon temps à venir vous piquer à manger MAIS c'est parce-que c'est la seule excuse que j'ai trouvée pour pouvoir passer plus de temps avec vous sans me faire repérer. Merci de gérer aussi bien nos plannings que nos patients.

Table des matières

1 INTRODUCTION :	25
1.1 Réhabilitation dento-maxillaire :	25
1.2 Pourquoi l'os se résorbe ?	25
1.3 Pourquoi l'os se régénère ?	27
1.4 Mandibule atrophique : définition	28
1.5 Problématique du déficit de hauteur :	28
1.5.1 Gestion du nerf alvéolaire inférieur :	28
1.5.2 Rapport hauteur couronne/longueur de l'implant (C/I)	32
1.5.3 Gestion des Tissus mous	32
1.6 Solutions envisagées	33
1.6.1 Intérêt fonctionnel de la réhabilitation postérieure	33
1.6.2 Gain vertical osseux	33
1.6.3 Augmentation de la hauteur de couronne	33
1.7 Présentation du patient	34
1.7.1 Examen Clinique	34
1.7.2 Examens Radiologiques	34
2 STRATEGIES THERAPEUTIQUES :	36
2.1 Avec augmentation du volume vertical osseux	36
2.1.1 Distraction ostéogénique (DO)	36
2.1.1.1 Définition	36
2.1.1.2 Historique	36
2.1.1.3 Indications	37
2.1.1.4 Avantages	37
2.1.1.5 Complications	38
2.1.1.6 Inconvénients	42
2.1.1.7 Limites	42
2.1.2 Greffes osseuses	44
2.1.2.1 Onlay / Greffe d'apposition	44
2.1.2.1.1 Historique	44
2.1.2.1.2 Indications	44
2.1.2.1.3 Avantages	44
2.1.2.1.4 Complications	45
2.1.2.1.5 Inconvénients	45
2.1.2.1.6 Limites	46
2.1.2.1.7 Variantes	46
2.1.2.1.7.1 Coffrage	46
2.1.2.1.7.2 Tente corticale	49

2.1.2.1.7.3	Anneaux.....	49
2.1.2.2	Inlay / Sandwich	51
2.1.2.2.1	Historique.....	51
2.1.2.2.2	Indications.....	51
2.1.2.2.3	Avantages.....	51
2.1.2.2.4	Complications.....	52
2.1.2.2.5	Inconvénient.....	53
2.1.2.2.6	Limites	53
2.1.2.2.7	Illustration de cas	55
2.1.2.3	Régénération osseuse guidée (ROG).....	58
2.1.2.3.1	Historique.....	58
2.1.2.3.2	Indications.....	58
2.1.2.3.3	Avantages.....	58
2.1.2.3.4	Complications.....	59
2.1.2.3.5	Inconvénients.....	59
2.1.2.3.6	Limites	60
2.2	Sans augmentation du volume vertical osseux	60
2.2.1	Implants courts.....	60
2.2.1.1	Historique.....	60
2.2.1.2	Indications.....	61
2.2.1.3	Avantages.....	61
2.2.1.4	Complications.....	63
2.2.1.5	Inconvénients.....	64
2.2.1.6	Limites	64
2.2.2	Déplacement du nerf alvéolaire inférieur (NAI).....	66
2.2.2.1	Définition.....	66
2.2.2.2	Historique.....	66
2.2.2.3	Indications.....	67
2.2.2.4	Avantages.....	67
2.2.2.5	Complications.....	68
2.2.2.6	Inconvénients.....	68
2.2.2.7	Limites	69
3	GAIN TRANSVERSAL (HORIZONTAL) DES TECHNIQUES VERTICALES.....	70
4	MATERIELS DE GREFFE	72
4.1	Introduction :.....	72
4.2	Os Autogène	72
4.3	Os Allogène.....	73
4.4	Os Xénogène.....	73

4.5	Matériel Alloplastique	73
4.6	Tableau comparatif des propriétés de chaque matériau	74
4.7	Organigramme des différents matériaux de greffe	74
4.8	Os d'origine humaine, détails des différentes catégories (148)	75
4.9	Différent type d'os :	75
4.9.1	Os spongieux :	75
4.9.2	Os cortical :	76
4.10	Différents prélèvements :	76
4.10.1	Prélèvement iliaque :	76
4.10.2	Prélèvement calvarial :	77
4.10.3	Prélèvement endo-buccal :	78
4.10.4	Greffe allogène, xénogène, alloplastique :	78
5	COMPARAISON DES TECHNIQUES :	79
5.1	Introduction :	79
5.2	Listing des techniques :	79
5.3	Revue de la littérature et Méta-analyses :	80
5.3.1	Stratégie de recherche	80
5.3.2	Diagramme de Flux.....	80
5.3.3	Résultats de la recherche	80
5.3.4	Analyse des revues de la littérature.....	81
5.3.5	Analyse des études comparatives	86
5.3.5.1	DO VS Onlay.....	86
5.3.5.2	DO VS Inlay	87
5.3.5.3	DO VS ROG.....	87
5.3.5.4	DO VS IC.....	87
5.3.5.5	DO VS DNAI.....	88
5.3.5.6	Onlay VS Inlay	88
5.3.5.7	Onlay VS ROG	88
5.3.5.8	Onlay VS IC.....	88
5.3.5.9	Onlay VS DNAI	89
5.3.5.10	Inlay VS ROG	90
5.3.5.11	Inlay VS IC	90
5.3.5.12	Inlay VS DNAI	91
5.3.5.13	ROG VS IC.....	91
5.3.5.14	ROG VS DNAI	91
5.3.5.15	DNAI VS IC.....	91
5.3.5.16	TABLEAU DES ANALYSES COMPARATIVES ETUDIÉES	92
5.3.6	Conclusion de l'analyse	93

6	DISCUSSION	95
7	CONCLUSION	96
8	ANNEXES ET TABLEAUX	98
8.1	Critères de succès implantaire selon ALBREKTSSON :	98
8.2	Critères de succès implantaire selon MISCH :	98
8.3	Synthèse des techniques	99
9	REFERENCES	101

ABREVIATIONS :

C/I : rapport hauteur de couronne par rapport à la longueur de l'implant

CM : canal mandibulaire

DO : distraction ostéogénique

DOIO : distracteur ostéogénique intra-osseux

DOEO : distracteur ostéogénique extra-osseux

DOBD : distracteur ostéogénique bidirectionnel

FM : foramen mentonnier

IC : implant court

IS : implant standard

NAI : nerf alvéolaire inférieur

DNAI : dérivation du nerf alvéolaire inférieur

LNAI : latéralisation du nerf alvéolaire inférieur

TNAI : transposition du nerf alvéolaire inférieur

OIM : occlusion d'intercuspidation maximale

RO : résorption osseuse

ROPI : résorption osseuse péri-implantaire

ROG : régénération osseuse guidée

1 INTRODUCTION :

1.1 Réhabilitation dento-maxillaire :

La perte des dents est une des causes les plus fréquentes de diminution de la qualité de vie chez l'adulte. La réhabilitation dentaire partielle ou totale par des implants chez les patients édentés est devenue une pratique courante et quotidienne au cours des dernières décennies. La réalisation de prothèses sur implants est désormais un gold-standard de la réhabilitation(1). Une réhabilitation dentaire est aussi à la fois une réhabilitation fonctionnelle, esthétique et sociale. Cependant les conditions locales peuvent être défavorables à la mise en place directe d'implants. En particulier, un déficit de hauteur verticale de crête peut rendre la pose d'implants complexe voire impossible dû à l'insuffisance de volume osseux permettant d'intégrer des implants de dimensions adéquates (généralement entre 3 et 5mm de diamètre et entre 10 et 14mm de long). De plus le manque de volume osseux provoque une augmentation de la distance inter-arcade pouvant compliquer le résultat fonctionnel et esthétique de la prothèse.

En secteur postérieur, l'accès est plus délicat pour le chirurgien, la vascularisation est de moins bonne qualité, le nerf alvéolaire inférieur (NAI) nécessite des précautions supplémentaires et le risque infectieux est majoré.

Pour corriger ce déficit de hauteur, de nombreuses techniques chirurgicales ont été proposées et mises en place sans qu'aucune n'ait fait la preuve de sa supériorité. De plus le succès des chirurgies pré-implantaires en secteur postérieur mandibulaire (en distal du foramen mentonnier (FM) jusqu'au trigone rétro-molaire) est limité du fait des contraintes mécaniques masticatoires et linguales et de la gestion délicate des muqueuses. L'objet de ce travail est de tenter d'éclaircir les indications des différentes techniques chirurgicales pour la réhabilitation des secteurs postérieurs mandibulaires en cas de déficit vertical osseux.

1.2 Pourquoi l'os se résorbe ?

Chez le patient denté, la principale cause de résorption osseuse est la maladie parodontale. C'est une infection chronique ou aigüe qui provoque chez les patients une diminution progressive de la hauteur d'os disponible, ceci pouvant provoquer des mobilités dentaires et aboutir à la perte des dents

concernées dans les secteurs atteints. Les traitements actuels de la parodontite ne permettent pas de guérir mais de stabiliser les lésions, il n'y a donc pas de retour à l'état antérieur possible, l'os est perdu définitivement. Le patient doit bien comprendre que s'il souhaite conserver sa dentition le plus longtemps possible il doit s'astreindre à une hygiène orale irréprochable et un suivi très régulier chez son chirurgien-dentiste.

Les os et les dents sont les seules structures minérales de l'organisme mais toutes les deux sont des éléments vivants et dynamiques. Hors pour obtenir un os en qualité et en quantité suffisante, il doit être en permanence sollicité, ce qui est le cas au niveau de l'os denté. Au contraire, le patient édenté ne peut stimuler l'os. Cette hypo fonction de l'os engendre une diminution de la minéralisation (Figure 1, Figure 2, Figure 3, Tableau 1 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), une raréfaction de la trame collagène et une modification de la vascularisation, l'os alvéolaire se résorbe. Ce phénomène est particulièrement marqué à la mandibule la première année post-édentement puis se ralentit au rythme de 0.3 à 0.5mm/an(2,3) et peut aller jusqu'à la perte de 60% de sa hauteur initiale(4). Cette résorption osseuse est centrifuge, irréversible, chronique, progressive et cumulative, plus marquée au niveau mandibulaire postérieur qu'au maxillaire et jusqu'à quatre fois plus rapide qu'en antérieur(5).

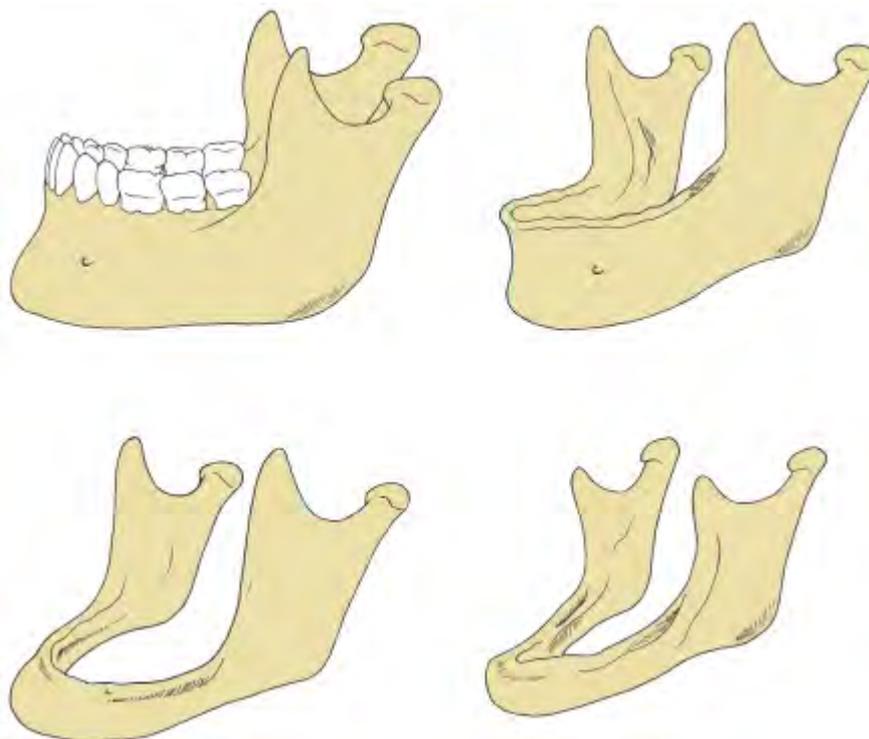


FIGURE 1 RESORPTION OSSEUSE DE LA MANDIBULE AU COURS DU TEMPS CHEZ LE PATIENT EDENTE – HUPP J (6)

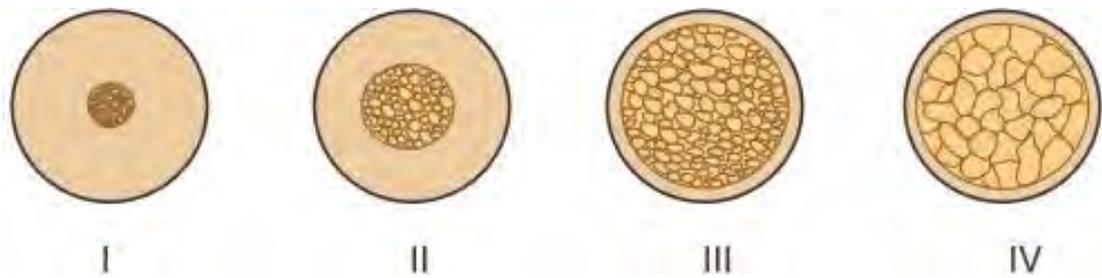


FIGURE 2. DENSITE OSSEUSE SELON LA CLASSIFICATION DE LEKHOLM ET ZARB (1 : OS CONSTITUE PRESQUE EXCLUSIVEMENT D'OS COMPACT HOMOGENE. 2 : OS COMPACT ET EPAIS ENTOURANT UN NOYAU SPONGIEUX AVEC DES TRABECULATIONS DENSES. 3 : OS CORTICAL FIN ENTOURANT UN NOYAU SPONGIEUX A TRABECULATIONS DENSES. 4 : OS CORTICAL FIN ENTOURANT UN NOYAU SPONGIEUX PEU DENSE)

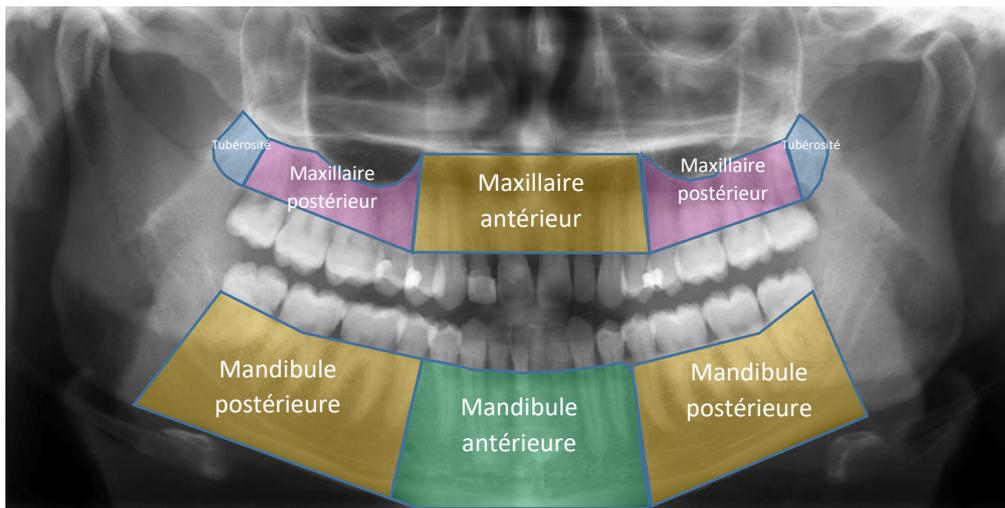


FIGURE 3. DENSITE OSSEUSE RADIOLOGIQUE HABITUELLEMENT RETROUVEE DANS LES MAXILLAIRES

Qualité	Densité radiologique osseuse (UH)	Région d'intérêt
Qualité 1	>850	Mandibule antérieure
Qualité 2/3	Entre 500 et 850	Mandibule postérieure & Maxillaire antérieur
Qualité 4	0 à 500	Maxillaire postérieur
Qualité 4*	<0	Tubérosité maxillaire

TABLEAU 1. CORRELATION ENTRE CLASSIFICATION DE LEKHOLM ET ZARB ET LA DENSITE OSSEUSE RADIOLOGIQUE

1.3 Pourquoi l'os se régénère ?

L'histogénèse nous montre que les os proviennent soit directement du tissu mésenchymateux avec une ossification dite membraneuse, soit ils sont issus du cartilage avec une ossification dite enchondrale. Lors d'une chirurgie d'augmentation osseuse par greffe, c'est l'ossification membraneuse qui est sollicitée et qui permet la prise de greffe. La viabilité, le remodelage et le renouvellement de l'os sont permis grâce aux phénomènes d'ostéogénèse (transfert direct de cellules permettant la régénération de l'os),

d'ostéoconduction (capacité du milieu à fournir l'espace et le substrat pour la formation d'un os nouveau) et d'ostéoinduction (capacité de conversion de cellules pluripotentes en ostéoblastes). C'est cette capacité de l'os à se régénérer et à se modeler qui est mise à contribution par le chirurgien(7).

1.4 Mandibule atrophique : définition

On définit une mandibule comme atrophique lorsque sa hauteur résiduelle entre le sommet de la crête et du canal mandibulaire (CM) ne permet pas la mise en place d'implant de longueur standard (>8mm).

1.5 Problématique du déficit de hauteur :

1.5.1 Gestion du nerf alvéolaire inférieur :

L'os mandibulaire abrite en son sein, le NAI, uniquement sensitif, ramification de la troisième branche du nerf Trijumeau (nerf mandibulaire) qui est à la fois motrice et sensitive. Ce nerf pénètre dans la mandibule par le foramen mandibulaire situé approximativement entre 1,5 et 2cm sous l'échancrure sigmoïdienne au milieu de la face interne de la branche montante de la mandibule. Il progresse au sein du CM dans un trajet intra-osseux trans-mandibulaire dans la branche montante en bas, en avant et en externe puis dans le corps de la mandibule vers l'avant et ressort par le FM situé sur le versant vestibulaire de la mandibule approximativement en regard des prémolaires. Dans le corps de la mandibule, le trajet du CM dans la dimension bucco-linguale semble suivre un de ces trois modèles(8) :

- Type 1 : dans la majorité de la population (approximativement 70%), le CM suit la corticale linguale au niveau du ramus et du corps de la mandibule
- Type 2 : dans 15% de la population, le CM court initialement au milieu du ramus jusqu'en postérieur de la deuxième molaire puis longe la corticale linguale au niveau de la deuxième et de la première molaire.
- Type 3 : dans 15% de la population, le CM est situé entre le tiers moyen et lingual de la mandibule sur toute sa longueur.

Selon Worthington(9), dans la dimension mésio-distale, le NAI peut avoir 3 trajets au sein de la branche horizontale mandibulaire (Figure 4)

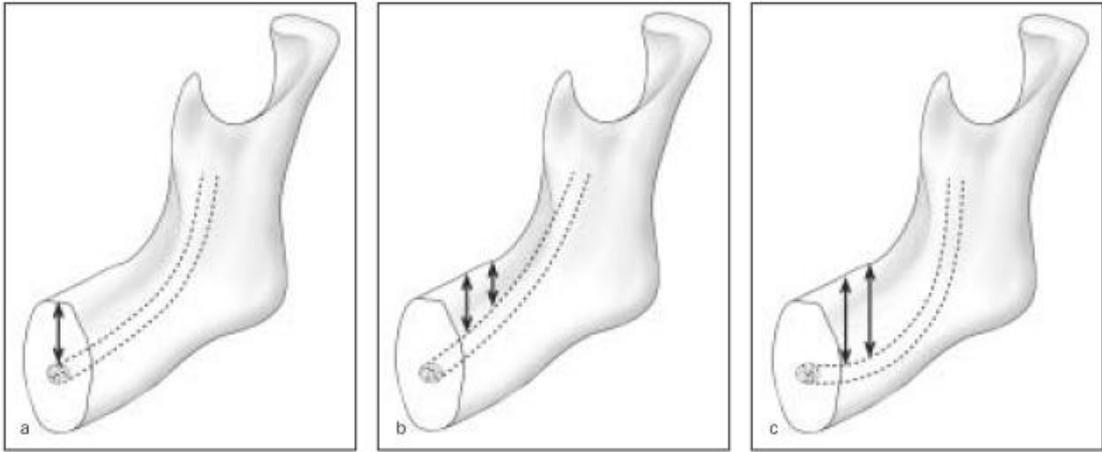


FIGURE 4. TRAJET DU NAI AU SEIN DE LA BRANCHE HORIZONTALE MANDIBULAIRE. A. HAUSSE DE L'AVANT VERS L'ARRIERE SELON UNE COURBE PROGRESSIVE B. MONTEE ABRUPTE DE L'AVANT VERS L'ARRIERE C. TRAJET TYPE CATENAIRE

Ce nerf est normalement situé à quelques millimètres des apex dentaires. Cependant chez le patient édenté, la résorption osseuse (RO) alvéolaire peut être telle que ce nerf peut se retrouver en situation sous-muqueuse (Figure 5). De fait la mise en place directe d'implants pour une réhabilitation est impossible sans risquer la lésion nerveuse (Figure 7, Figure 8). La longueur habituelle d'un implant est de 10mm et l'on considère qu'un implant est court en-deçà de 8mm(10). La stratégie est donc d'éloigner ce nerf de l'implant, par des techniques d'augmentation osseuse au-dessus de lui permettant à la fois la pose de l'implant et une marge de sécurité (habituellement établie à 2mm, Figure 9), en déplaçant ce nerf, ou lorsque cela est possible, en utilisant des implants courts (IC).

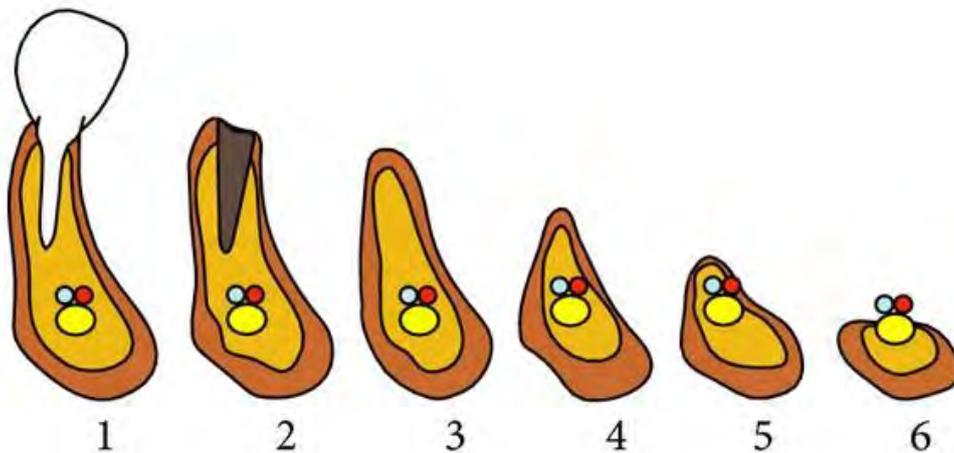


FIGURE 5 CLASSIFICATION DE CAWOOD-HOWELL – GASPARINI G 2014 (11)

LE NERF MANDIBULAIRE (V3)

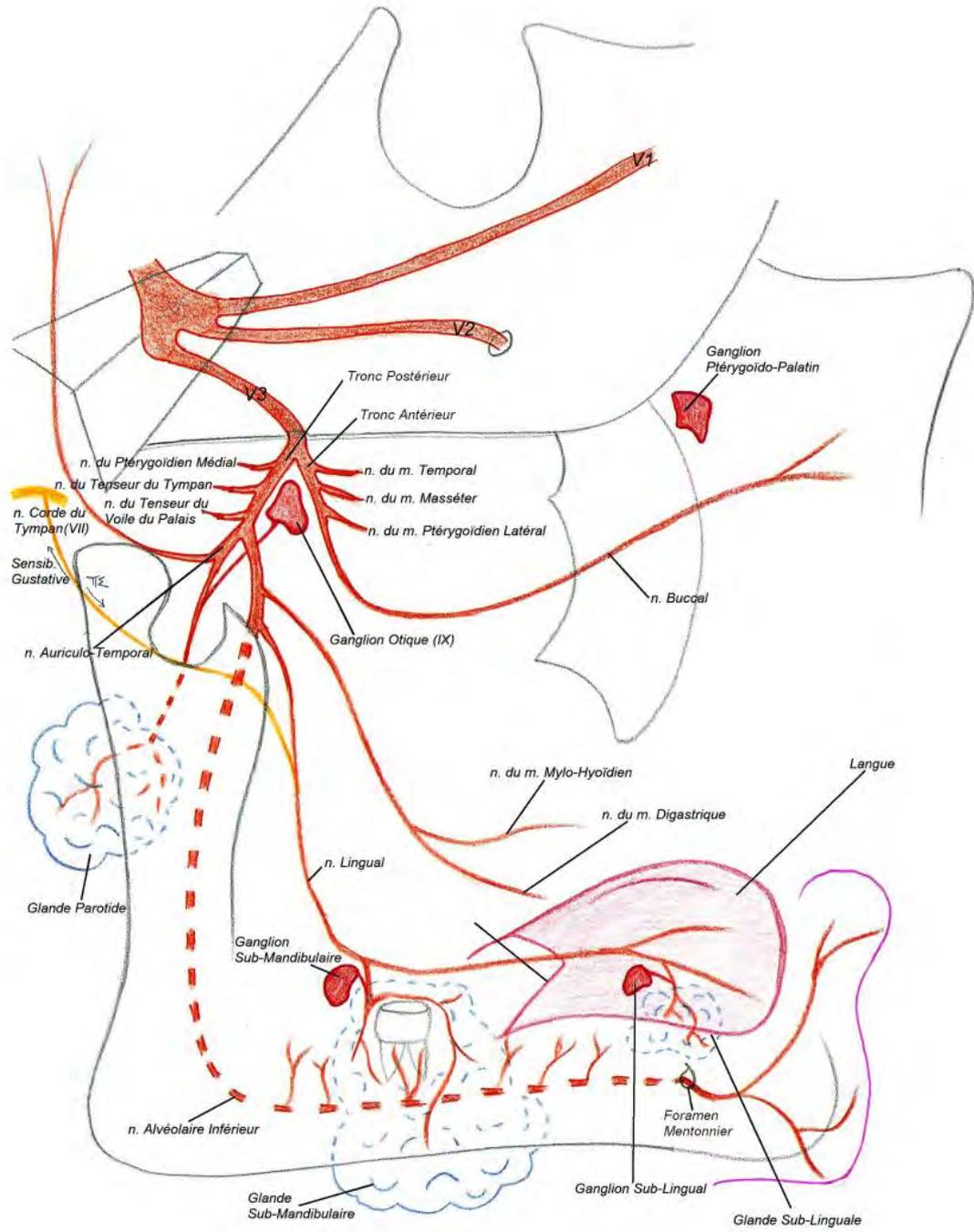


FIGURE 6 NERF MANDIBULAIRE – RAOUX L BENAT G 2006 (12)

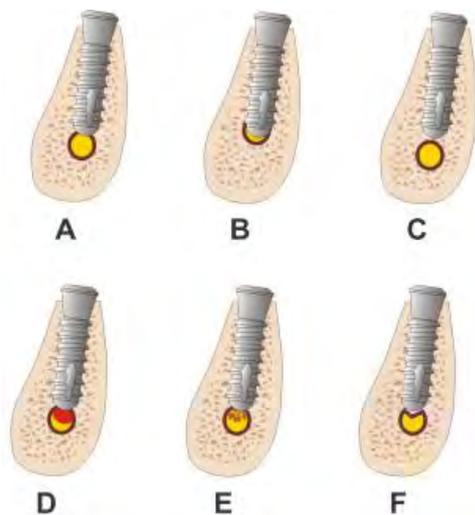


FIGURE 7 LESION NERVEUSE LORS DE LA MISE EN PLACE DE L'IMPLANT – JUODZBALYS G 2011 (13) :

A. INTRUSION PARTIELLE DANS LE CM PEUT PROVOQUER DES TRAUMATISMES DU NAI PAR EMBROCHEMENT, LACERATION OU ISCHEMIE

B. INTRUSION COMPLETE DE L'IMPLANT PEUT PROVOQUER UNE SECTION PARTIELLE, UNE COMPRESSION OU UNE ISCHEMIE

C. IMPLANT TROP PROCHE DU CM PEUT PROVOQUER UNE COMPRESSION DU NAI

D. INTRUSION PARTIELLE DANS LE CM PEUT PROVOQUER UN TRAUMATISME INDIRECT DU A L'HEMATOME ET UNE ISCHEMIE SECONDAIRE

E. INTRUSION PARTIELLE DE L'IMPLANT DANS LE CM PEUT PROVOQUER UN TRAUMATISME INDIRECT DU AUX DEBRIS OSSEUX ET UNE ISCHEMIE SECONDAIRE

F. AFFAISSEMENT DU TOIT DU CM DU A L'INSERTION TROP PROCHE DE L'IMPLANT

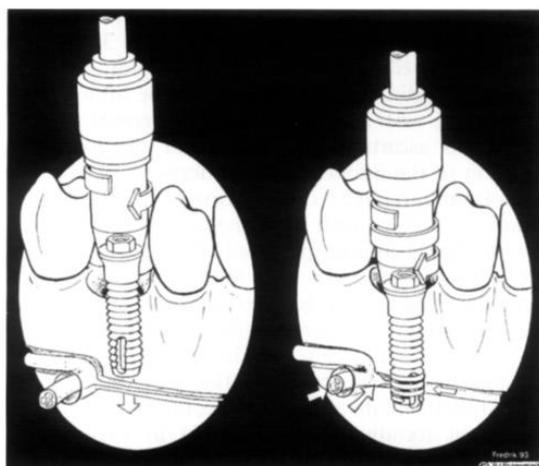


FIGURE 8 DANS CERTAINES CIRCONSTANCES, MEME UN IMPLANT PLACE ANTERIEUREMENT AU FM PEUT ENGAGER LA BRANCHE INCISIVE DU NERF ENTRAINANT L'ETIREMENT DU NERF ACCOMPAGNE DE GENE A L'APPORT VASCULAIRE ET PEUT PROVOQUER DES DYSFONCTIONNEMENTS PLUS OU MOINS GRAVES - HIRSCH JM 1995 (14)

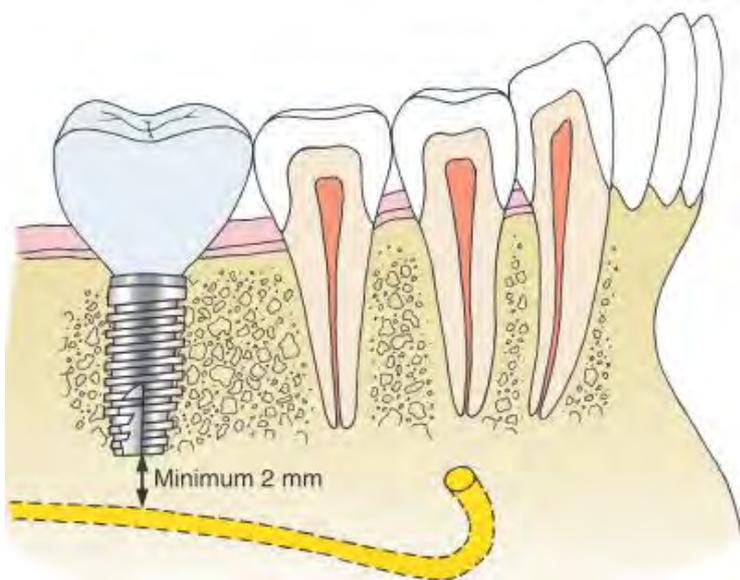


FIGURE 9 DISTANCE MINIMALE DE SECURITE ENTRE APEX DE L'IMPLANT ET CM – HUPP J (6)

1.5.2 *Rapport hauteur couronne/longueur de l'implant (C/I)*

La biomécanique nous apprend que pour obtenir une stabilité de l'implant pérenne et donc une prothèse fonctionnelle dans le temps, il est nécessaire que les dimensions de l'implant soient adaptées aux volumes osseux pour permettre une bonne ostéointégration et une bonne transmission des forces. Il est logique de penser qu'un implant court, surmonté d'une couronne haute pour compenser à la fois la perte d'os et la couronne manquante induit un bras de levier important et donc un risque pour la pérennité de l'implant supplémentaire. Pour APARECIDO et ANITUA(5,10,15), ce C/I augmenté ne serait pas délétère et c'est le diamètre de l'implant qui serait le facteur influençant le plus le stress osseux. Un diamètre maximal de l'implant diminuerait de 20 à 30% ce stress et donc limiterait d'autant la RO. Il conseille également de joindre les prothèses entre elles pour limiter ce stress, la ROPI dans le temps étant surtout due aux para-fonctions du patient. Un consensus a d'ailleurs émergé via l'académie européenne de l'ostéointégration qui tolère un C/I de 2 :1(16), ce résultat est retrouvé par BLANES(17) dans son étude prospective sur 10ans, un total de 192 implants dentaires a été placé, puis restauré par des prothèses fixées. Les restaurations d'implants ont été divisées en trois groupes selon leur rapport C/I : (a) 0-0.99, (b) 1-1.99, (c) ≥ 2 . La perte moyenne de la crête osseuse était de 0.34 ± 0.27 mm (Groupe a), 0.03 ± 0.15 (Groupe b), et 0.02 ± 0.26 (Groupe c) (P= 0.009). Il conclut donc que des restaurations implantaires avec un important rapport C/I peuvent être utilisées avec succès dans les segments postérieurs des maxillaires.

1.5.3 *Gestion des Tissus mous*

Associée à la RO, on assiste également à une modification des tissus mous. Lors de l'augmentation osseuse, le chirurgien doit aménager ces tissus mous pour obtenir une fermeture sans tension tout en limitant le décollement muco-périosté pour permettre une vascularisation suffisante des greffons et éviter une résorption trop importante de la greffe. La limite est en général fixée à 1cm, au-delà une fermeture sans tension et sans décollement excessif devient compliquée(18). La technique de distraction ostéogénique permet de s'affranchir de cette limitation muqueuse car le phénomène progressif de création d'os permet une adaptation parfaite des tissus mous.

1.6 Solutions envisagées

Le patient souhaitant une réhabilitation des secteurs postérieurs mandibulaires est donc confronté à ce problème de RO. Le chirurgien propose soit au patient une réhabilitation passant dans un premier temps par une augmentation du volume osseux vertical et dans un second temps par la pose d'implants ou bien par la mise en place d'IC ou une dérivation nerveuse.

1.6.1 Intérêt fonctionnel de la réhabilitation postérieure

Suite à l'édentement postérieur unilatéral ou bilatéral, une perte du calage postérieur apparaît ce qui peut provoquer une dysfonction de l'appareil manducateur avec risque de pathologie de l'articulation temporo-mandibulaire. Se manifestent une instabilité de l'occlusion d'intercuspitation maximale (OIM) entraînant une gêne à la mastication, des crispations et une fatigue musculaire pouvant être délétère à long terme, des surcharges occlusales sur les dents résiduelles pouvant entraîner des lésions parodontales avec un impact esthétique sur le visage dû à la rotation de la mandibule et à la perte de dimension verticale. Un édentement unilatéral sera la cause d'une instabilité de l'OIM avec malocclusion fonctionnelle et mastication unilatérale.

1.6.2 Gain vertical osseux

L'objectif est de parvenir à obtenir un volume osseux suffisant permettant la mise en place d'implants de dimensions adaptées. Ce gain osseux peut être obtenu selon différentes techniques et avec différents matériaux que nous détaillerons dans ce travail. Si l'utilisation d'une technique d'augmentation osseuse verticale est nécessaire, le chirurgien doit déterminer quelle technique et quel biomatériau doit être utilisé pour augmenter la dimension verticale de l'os. Lorsque l'augmentation osseuse verticale est réussie, on peut procéder au placement de l'implant dentaire.

1.6.3 Augmentation de la hauteur de couronne

Sans augmenter la hauteur d'os disponible pour l'implantation, le chirurgien peut proposer à son patient la mise en place d'implants plus courts ou bien de pratiquer une dérivation nerveuse permettant la mise en place d'implants de longueurs standards et de compenser la dimension inter-arcade par la mise en place de couronnes de hauteur plus importante.

1.7 *Présentation du patient*

1.7.1 *Examen Clinique*

La réhabilitation des secteurs postérieurs nécessite une chirurgie implantaire et très fréquemment une étape obligatoire de chirurgie pré-implantaire permettant d'assurer au patient comme au chirurgien la mise en place des implants dans les meilleures conditions possibles.

Cependant avant même d'aborder le sujet de la réhabilitation, le chirurgien veillera à ce que la bouche de son patient soit parfaitement assainie. La pose d'implant dans une bouche à l'hygiène perfectible expose à un risque d'échec majeur. L'éducation du patient à une hygiène buccale irréprochable est donc indispensable, le traitement des foyers infectieux et la stabilisation de la maladie parodontale font autant partie du plan de traitement que la réhabilitation implantaire elle-même.

L'analyse des rapports inter-crêtes et intra-arcades permettra de détecter les insuffisances osseuses et envisager la correction adéquate (prothétique ou augmentation du volume osseux). Par ailleurs, les patients présentant une perte de calage relativement ancienne peuvent souffrir de troubles fonctionnels au niveau des articulations temporo-mandibulaires. Le rétablissement de l'occlusion pourra alors entraîner des dysfonctions (décompensations) oro-mandibulaires. Un diagnostic préalable sera nécessaire pour détecter d'éventuels facteurs de risque.

1.7.2 *Examens Radiologiques*

Les imageries conventionnelles type clichés rétro-alvéolaires et panoramique dentaire permettent d'aborder l'analyse des futurs sites implantaires et la détection des principales anomalies :

- Lésions dentaires
- Orientation radiculaire des dents voisines au site édenté
- Inclusion dentaire et dent ectopique
- Défauts transversaux
- Défauts osseux verticaux avec évaluation approximative de la hauteur de crête alvéolaire
- Obstacle anatomique (canal mandibulaire)
- Exploration des sites donneurs intra-oraux

Une évaluation tomographique est recommandée par scanner ou Cone-Beam, elle permet une analyse complète et précise aussi bien qualitative que quantitative des volumes osseux. La dimension des implants et les axes implantaires étant étroitement dépendants des volumes osseux disponibles et de la proximité du NAI, il est donc indispensable d'effectuer une imagerie tridimensionnelle.

Grace aux outils de reconstruction et des logiciels d'analyse pré-implantaire (Simplant® - NobelClinician® - Galileos Implant®- etc), le chirurgien est en mesure de simuler parfaitement la disposition exacte des implants et d'évaluer très précisément le gain de volume osseux nécessaire avant implantation en cas de chirurgie pré-implantaire.

L'utilisation de guide radiologique permet désormais de passer de la simulation à la pratique sans aucune place à l'improvisation. Les axes implantaires sont déterminés à l'avance via le guide, ce qui permet de concilier les impératifs prothétiques et chirurgicaux. Le guide radiologique permet au chirurgien d'être en conformité avec les objectifs thérapeutiques initialement fixés.

2 STRATEGIES THERAPEUTIQUES :

2.1 Avec augmentation du volume vertical osseux

2.1.1 Distraction ostéogénique (DO)

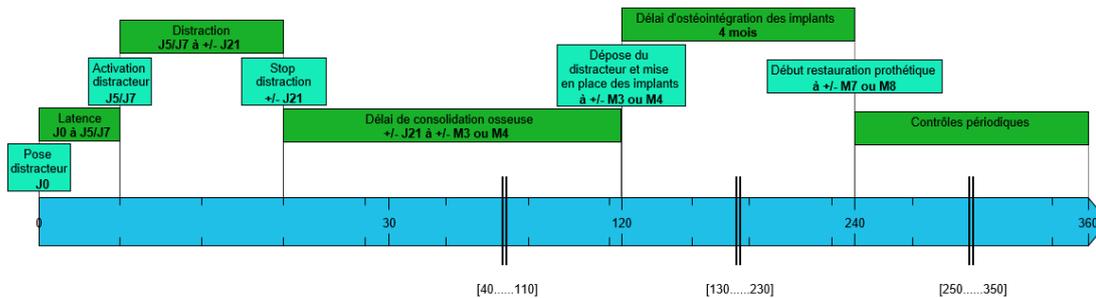
2.1.1.1 Définition

La distraction ostéogénique est définie par la création d'os et des tissus mous adjacents par le déplacement progressif et contrôlé d'un fragment osseux obtenue par ostéotomie.

2.1.1.2 Historique

La première description de la technique a été faite par CODIVILLA en 1905(19) au niveau du fémur et c'est ILIZAROV dans les années 1950 qui a développé cette technique en concevant des distracteurs et en proposant les taux de distraction applicable à l'os(20,21).

L'application à la sphère orale débute une vingtaine d'année plus tard, d'abord sur le chien par SNYDER en 1973(22) et pour la première fois sur une mandibule humaine par MC CARTHY en 1992(23). La technique de DO sera réalisée sur l'os alvéolaire par deux équipes, chez le chien en 1993 par BLOCK(24) et chez l'humain en 1996 par CHIN(25). Depuis de nombreuses études ont démontré son efficacité(1,26–40). Dans sa revue de 2006, CANO(41) synthétise les différents facteurs, aussi bien mécaniques, biologiques, que moléculaires, permettant la réussite d'une distraction alvéolaire en rappelant qu'elle doit se faire selon trois phases immuables : une phase de latence de 5 à 7 jours pour obtenir une cicatrisation muqueuse et éviter la communication de la chambre de distraction avec le milieu extérieur tout en laissant suffisamment de temps aux cellules mésenchymateuses de venir coloniser le trait de fracture, une phase de distraction proprement dite à un rythme de 1mm/j en 1(1), 2 ou 3 ou 4 activations, en mentionnant d'autres possibles protocoles alternant des phases de distraction et de compression. Enfin la troisième phase de consolidation pendant 3 à 4 mois permettant la mise en place d'implant dans un tissu osseux encore immature, facilitant l'ostéointégration des implants, et bio-mécaniquement suffisamment résistant (1,29,33,42,43) ceci apparaissant comme le facteur déterminant pour la survie et le succès implantaire(44).



2.1.1.3 Indications

La DO est une technique chirurgicale à envisager dans de nombreux cas et fréquemment au niveau de la mandibule postérieure. Dans les cas d'atrophie sévère de l'édenté, en cas de zone édentée étendue ou de déficit segmentaire de la crête alvéolaire notamment en cas de défaut uniquement vertical. Elle a également une utilité, mais plus anecdotique, dans les cas mixtes avec des distracteurs permettant une distraction selon deux vecteurs, l'un vertical et l'autre horizontal dans les cas de crête alvéolaire étroite. Chez les patients présentant des ankyloses dentaires ou des décalages progressifs d'implants déjà ostéo-intégrés, ou ayant déjà connu un antécédent d'échec de greffe osseuse, la distraction peut s'avérer le meilleur choix.

2.1.1.4 Avantages

L'un des nombreux avantages de la DO est la correspondance parfaite de l'os nouvellement créé en termes de qualité par rapport à l'os natif et la quantité théorique illimitée disponible(45).

Un seul site opératoire (pour une distraction mandibulaire unilatérale) est nécessaire contrairement aux techniques de greffes osseuses classiques avec des sites de prélèvement variés (ramus, symphyse mandibulaire, crête iliaque, os pariétal) ce qui limite la morbidité post-opératoire.

Habituellement la RO dans la DO est limitée, une sur-correction de 20% permet d'obtenir la hauteur d'os désirée après résorption(1,32,46–50) et donc une meilleure prédictibilité des volumes osseux obtenus(41). Surtout, il est observé une augmentation continue de la densité osseuse après la première période de résorption garant d'un résultat stable dans le temps(37,42), la distraction ostéogénique pouvant s'apparenter à une greffe pédiculée(34). Cependant dans sa revue de la littérature YUN remarque que plus le gain vertical augmente, plus la résorption est importante(51).

La DO autorise le déplacement d'un segment osseux pouvant contenir des dents ankylosées après échec de traitement orthodontique ou d'implants posés antérieurement ou après reconstruction par d'autres techniques de greffe(52,53) et permet une consolidation osseuse plus rapide et donc un traitement plus court comparativement aux greffes osseuses standards(29).

La DO offre également la possibilité d'y associer d'autres techniques complémentaires lorsque le volume osseux obtenu n'est pas suffisant.

En pratique la DO est la seule technique permettant un gain vertical de plus 10mm, voire 15mm(28) sans mise en tension des tissus lors de la fermeture par élongation progressive de la gencive attachée et de l'expansion des tissus mous avec un taux de succès et de survie implantaire comparable aux autres techniques.

2.1.1.5 Complications

Comme toutes chirurgies, l'une des principales complications est la survenue d'une surinfection. Concernant la DO ce risque est l'infection de la chambre de distraction.

Au rang des complications liées à l'os, on peut citer la fracture du fragment transporté ou de l'os basal lors de la fixation du matériel d'ostéosynthèse (Figure 10) mais également une consolidation prématurée en cas de période de latence trop longue ou de vitesse de distraction trop faible. Le contraire peut également survenir avec un retard de consolidation ou l'absence d'union fibreuse des deux segments osseux. La dernière complication osseuse pouvant être mentionnée est la possible résorption du fragment transporté en cas d'infection, de défaut de vascularisation ou de retard de cicatrisation.

On peut également citer trois complications liées à la technique de DO elle-même, en effet une ostéosynthèse de mauvaise qualité peut entraîner une instabilité de la distraction mais également une mauvaise direction du vecteur de distraction et enfin un débricolage du matériel d'ostéosynthèse(54).

Enfin comme toutes chirurgies en secteur postérieur mandibulaire, la lésion neurologique du NAI est possible de multiples façons, soit lors de la réalisation du trait d'ostéotomie, soit par fracture secondaire du segment basal, soit par mauvais emplacement des vis d'ostéosynthèse.

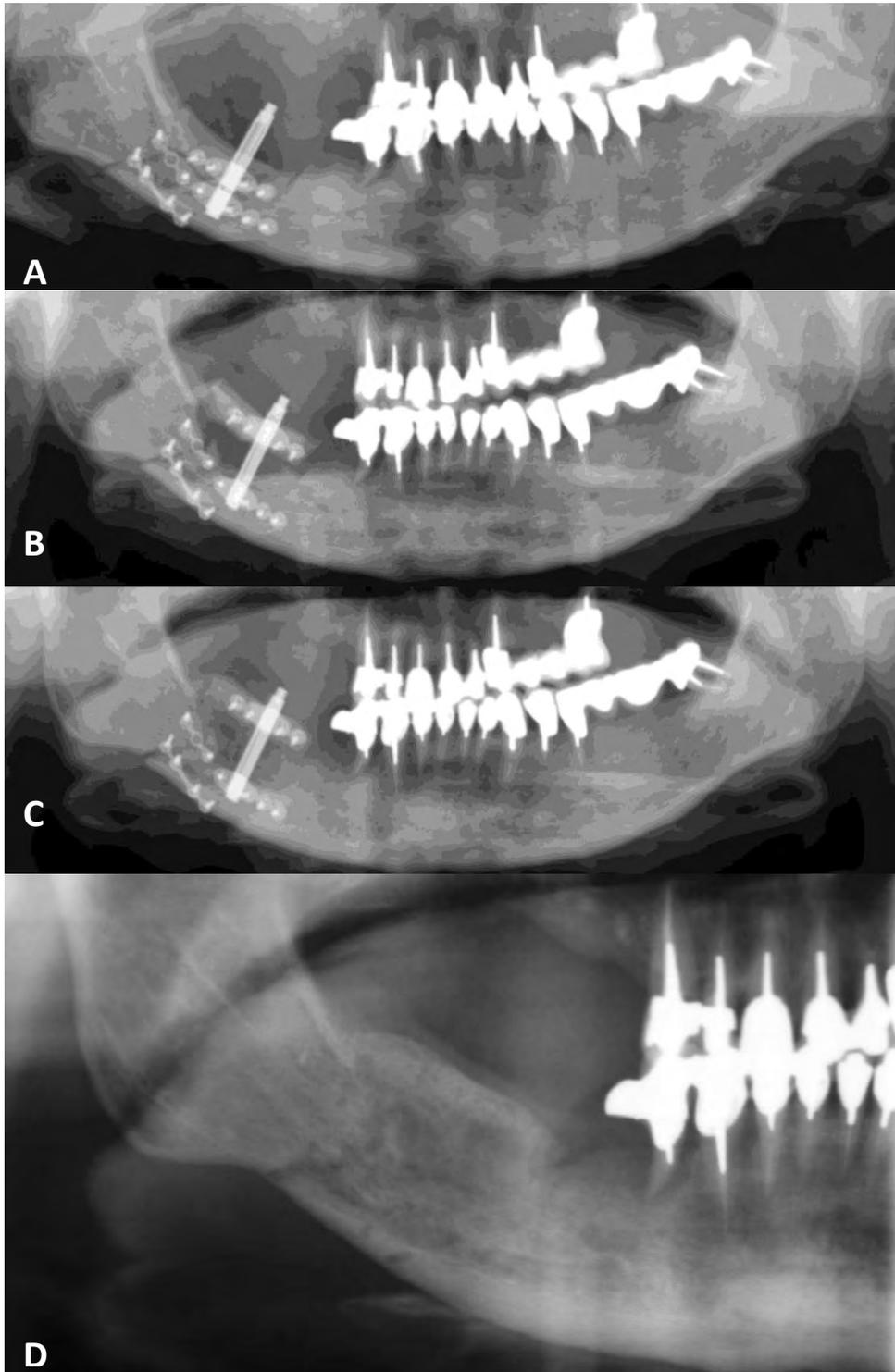


FIGURE 10. DO SECTEUR 4 AVEC FRACTURE DU REBORD BASAL. A : POST-OPERATOIRE IMMEDIAT - B : FIN DE DISTRACTION - C : EN COURS DE CONSOLIDATION - D : APRES DEPOSE DU DISTRACTEUR ET DE LA PLAQUE D'OSTEOSYNTHESE – CAS DU PR. BOUTAULT F

Huit études(31,32,39,46,54–57) se sont intéressées aux complications liées à la DO. ENISLIDIS les classe en complications mineures et majeures (fractures, casse du distracteur, problème mécanique sévère) en faisant la distinction entre DO avec distracteur intra-osseux (DOIO, Figure 11) et extra-osseux (DOEO, Figure 12). Pour 45 DO réalisées chez 37 patients, il note 53 complications (117%) dont 8 majeures (17.7%) avec un taux de complications supérieur lors de l'utilisation de DOIO (142.3%)(31), pour UCKAN il n'y a pas de différence statistiquement significative entre DOIO et DOEO mais il indique qu'il est préférable d'utiliser un DOEO pour des segments osseux supérieurs à 2cm de long car il est compliqué d'insérer parfaitement 2 ou 3 DOIO même si la tolérance des dispositifs est meilleure (39). ZWETYENGA préfère les DOEO car leur dépose est plus aisée, l'os néoformé n'est pas abîmé et le risque fracturaire est limité(1). Dans un autre article de la même année, concernant spécifiquement la mandibule édentée,

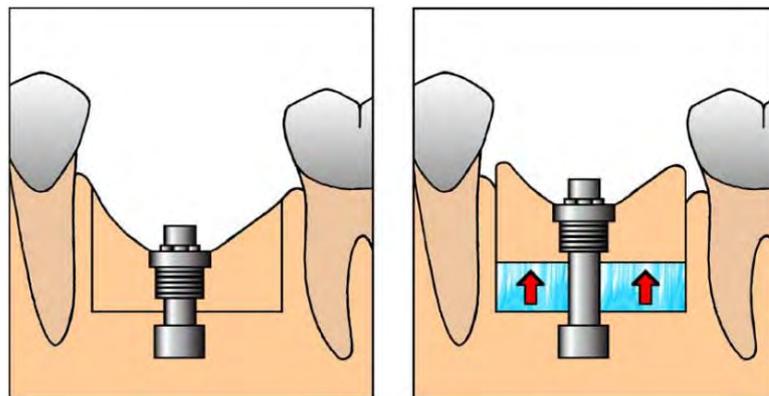


FIGURE 11 DISTRACTEUR OSTEOGENIQUE INTRA-OSSEUX – CANO J 2006 (41)

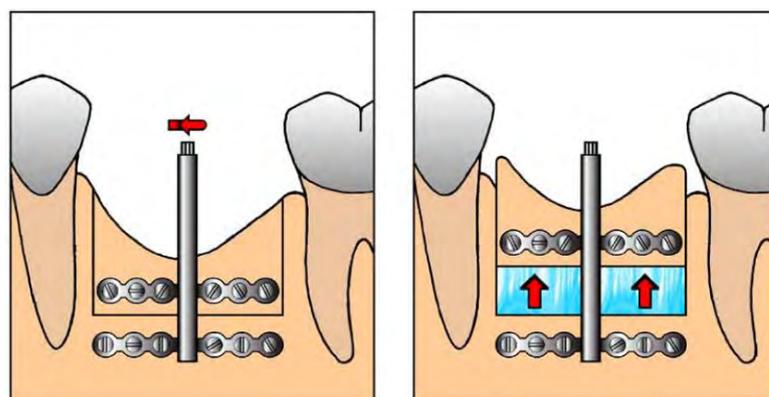


FIGURE 12 DISTRACTEUR OSTEOGENIQUE EXTRA-OSSEUX – CANO J 2006 (41)

ENISLIDIS retient 19 complications pour 9 DOEO (211%) et conclut que la DO est hasardeuse au niveau mandibulaire et n'offre pas davantage par rapport aux autres techniques chirurgicales(56), conclusion plus nuancée pour

GARCIA qui juge les complications trop fréquentes pour cette procédure mais qu'elles peuvent être aisément solutionnées(54). MAZZONETTO rapporte lui un taux de complications majeures (gain vertical <1mm, absence de cicatrisation osseuse, retard de cicatrisation, infection, nécrose du segment transporté) de 8.44% survenues chez 5 de ses 55 patients(57) et deux ans plus tard, dans un autre article, conclut que lors d'une DO le patient doit avoir un suivi très rapproché(58). Selon PERDIJK, le taux de complications est élevé par rapport aux autres techniques avec 66% des patients en ayant présentées et affirme que la DO ne doit pas être le premier choix de traitement(55). Dans sa revue de la littérature plus récente, SAULACIC conclut qu'effectivement des complications surviennent dans une moindre mesure (dans 40% des cas) mais qu'au regard de ces complications la DO est une technique viable dans le traitement de l'os alvéolaire atrophique cependant certaines conditions anatomiques défavorables limitent son utilisation(46), cet avis est partagé par ZWETYENGA(1). Enfin ETTL(32) insiste sur les complications survenant au niveau des tissus mous : défauts d'extension qui augmentent avec la longueur du segment transporté et liés aux incisions de décharge, ce qui a nécessité dans 36,1% des cas une vestibuloplastie secondaire ainsi que sur les défauts osseux type semi-lunaire à l'emplacement du distracteur(49) lors de la consolidation pouvant nécessiter une greffe secondaire(47). Il conseille donc de récliner le lambeau sans incision de décharge et reprend la proposition de KLUG avec l'utilisation de membrane titane pour permettre au tissu osseux de se développer convenablement(59) ou l'utilisation de distracteurs ostéogéniques bidirectionnels (DOBD) (Figure 13).

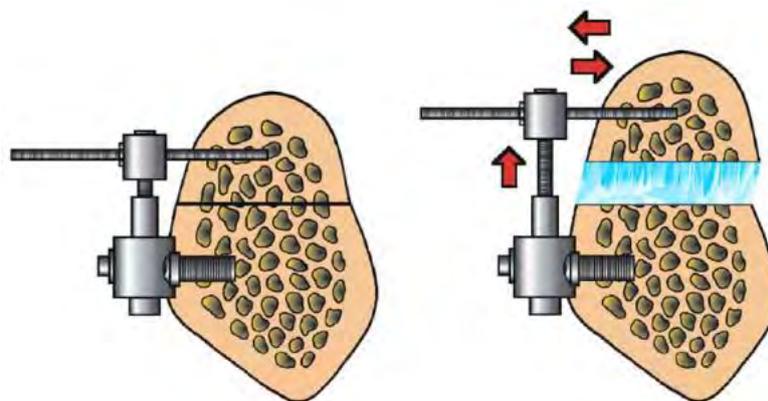


FIGURE 13 DISTRACTEUR OSTEOGENIQUE BIDIRECTIONNEL – CANO J 2006 (41)

2.1.1.6 *Inconvénients*

La DO a plusieurs inconvénients, le premier est son coût élevé limitant la pose de matériel aux pays disposant d'une couverture sociale de qualité ou bien réservée aux patients disposant de moyens financiers conséquents(47).

Le deuxième inconvénient est le port constant du matériel en bouche avec exposition d'une petite partie permettant la distraction à clé nécessitant la coopération parfaite du patient pour l'activation et l'entretien, cela peut également gêner l'alimentation par inconfort lié à l'appareillage et peut entraîner des interférences occlusales (limitées par la miniaturisation des dispositifs (45)).

La réhabilitation par DO nécessite plusieurs temps chirurgicaux (pose du distracteur, retrait du distracteur, pose des implants) avec réouverture de la zone opérée augmentant le risque de former des brides cicatricielles, des distracteurs-implants intra-osseux plus petits et moins chers permettent de se limiter à un seul temps chirurgical et sont plus faciles à poser compte tenu du peu de place dans les secteurs postérieurs(60) mais rendent impossible la correction du vecteur en cas d'erreur de placement du dispositif(33,36,61) avec un risque infectieux lors de l'ostéointégration ce qui obligerait à la dépose délabrante de l'implant(45).

2.1.1.7 *Limites*

La plupart des distracteurs se limite à un seul axe vectoriel et donc ne permet qu'un seul gain de volume osseux vertical et dans certains cas un gain de volume osseux horizontal est aussi nécessaire (cas des crêtes en lame de couteau), de plus, on assiste régulièrement à une bascule linguale du fragment transporté par traction musculaire linguale qui peut être limitée par la réalisation d'ostéotomies trapézoïdales(32), par l'utilisation de DOBD(43), par la fixation du distracteur aux dents adjacentes pour maintenir l'axe voulu(45,62,63) ou encore en conformant les pattes de fixation pour modifier l'axe de la tige de distraction(38).

De plus, la technique de DO ne peut être appliquée à tous les cas d'atrophie mandibulaire, notamment en cas de très faible hauteur d'os au-dessus du nerf mandibulaire. Pour RACHMIEL, une hauteur de 6mm au-dessus du nerf mandibulaire est nécessaire pour permettre la réalisation des traits d'ostéotomie en toute sécurité et pour permettre la pose du matériel de distraction en limitant le risque fracturaire(36), chiffre en accord avec ceux de

ROBIONY pour lequel l'épaisseur minimale du fragment mobilisé doit être ≥ 4 mm avec réalisation du trait d'ostéotomie 2mm au-dessus du CM(64), néanmoins cette hauteur minimale est ramenée à 4 ou 5mm pour HWANG grâce à son DOIO(45). Pour ZWETYENGA, la DO ne doit s'appliquer que sur une zone édentée nécessitant ≥ 2 implants, une hauteur minimale de 4mm pour le segment transporté et une distance de 5mm entre le trait d'ostéotomie horizontale et le CM(1). Il faut donc une hauteur minimale de 6mm entre le point supérieur crestal et le rebord supérieur du CM même si pour TULASNE 5mm suffisent(65).

2.1.2 Greffes osseuses

2.1.2.1 Onlay / Greffe d'apposition

2.1.2.1.1 Historique

Cette technique chirurgicale a été la première utilisée et a été introduite en Europe par CLEMENTSCHITSCH en 1948 avec un greffon d'origine iliaque. Elle regroupe toutes les procédures d'apposition d'os (greffe) ou substituts osseux (ajout de matériaux) au niveau de la crête alvéolaire. On peut citer la technique de régénération osseuse guidée, la technique Onlay pure par apposition simple d'un morceau d'os et les techniques plus complexes à type de coffrage ou anneaux.

2.1.2.1.2 Indications

La greffe d'apposition est la seule technique de reconstruction à la fois verticale et horizontale(34) et applicable à toutes les situations cliniques(65) pour des gains verticaux espérés de 4 à 10mm(66,67).

2.1.2.1.3 Avantages

La greffe d'apposition est polyvalente, elle permet de traiter quasiment l'intégralité des cas de figures, c'est donc la technique universelle par excellence.

L'utilisation de blocs osseux, donc rigides, permet une stabilité maximale de la greffe, le risque de tassement et déplacement est donc minime.

Les blocs peuvent être mélangés avec des matériaux particuliers pour s'adapter parfaitement à l'anatomie du patient et être retaillés pour se conformer au mieux au support mandibulaire.

Il est également possible de réaliser dans le même temps et la chirurgie pré-implantaire et la chirurgie implantaire ce qui confère certains avantages théoriques comme la diminution du temps de traitement, la diminution du temps chirurgical et permettrait de diminuer la résorption osseuse péri-implantaire (ROPI) (68).

L'imagination des chirurgiens a permis de développer des techniques particulières comme le coffrage pour un gain de hauteur maximal ou la technique de l'anneau avec mise en place immédiate de l'implant (voir 2.1.2.1.7.1 et 2.1.2.1.7.3).

2.1.2.1.4 *Complications*

Il n'y a pas de complication spécifique à la greffe d'apposition, on notera surtout les risques d'exposition du greffon, d'infection, de résorption et d'échec de prise de greffe.

Elles sont surtout liées à la morbidité des sites opératoires lors des greffes autogènes : douleur, surinfection, retard de cicatrisation, fracture du bloc osseux lors du prélèvement, lésion du NAI, fracture de mandibule en cas de prélèvement ramique ou symphysaire.

Cependant VAN DER MEIJ remarque plus de déhiscence en cas de chirurgie en un temps ce qui peut engendrer surinfection et perte de l'implant(68).

2.1.2.1.5 *Inconvénients*

La greffe d'apposition est habituellement sujette à une plus forte résorption qu'avec les autres techniques d'augmentation du volume vertical osseux (certaines anciennes études antérieures à 1990 mentionnent plus de 90% de résorption), la prise de greffe dépendant essentiellement de sa néo vascularisation(69), cela dit, cet état de fait est à nuancer selon le type de greffon choisi. En effet si l'os greffé est de type os cortical (prélèvement ramique, prélèvement calvarial), sa densité est élevée et sa résorption est plus faible qu'avec de l'os type spongieux (prélèvement iliaque – voir 3.7)(65,70). L'incision crestale et le décollement plus important sur le versant lingual ne favorisent pas la revascularisation du greffon sur un os atrophique et donc augmentent le risque de résorption, le greffon n'est pas non plus protégé comme dans une greffe Sandwich. Il est d'ailleurs observé une résorption continue(71,72), la greffe d'apposition s'apparentant à une greffe de lambeau libre.

Un autre inconvénient à ce type de chirurgie est la nécessité d'un site donneur lorsque l'on souhaite effectuer une greffe autogène avec augmentation de la morbidité post-opératoire (prélèvement calvarial, iliaque, ramique controlatéral, symphysaire) (68,70) et d'une hospitalisation avec anesthésie générale en cas de prélèvements calvarial ou iliaque.

L'ostéointégration de l'implant est plus lente puisqu'on se retrouve avec de l'os non natif au niveau péri-implantaire contrairement aux autres techniques (73), l'os dense cortical mal vascularisé se prête peu à l'ostéointégration en

cas de greffe ramique ou calvariale ou au contraire sujet à résorption en cas de greffe iliaque.

Dans les cas de chirurgies en 2 temps : FELICE retrouve 40% de résorption à 4 mois lors de la mise en place des implants avec un prélèvement iliaque(74) quand CHIAPASCO obtient 13% au même stade avec un greffon ramique(29) alors que CORDARO retrouve 43% de résorption à la mise en place des implants avec des prélèvements ramiques ou symphysaires avec des têtes de vis de fixation systématiquement 1 à 2mm au-dessus de l'os greffé(71).

Dans les cas de chirurgies en 1 seul temps : l'analyse de la littérature de VAN DER MEIJ retrouve 30% de résorption (toute durée de suivi confondue, tout type de localisation, prélèvement iliaque) quand lui retrouve seulement 13% de résorption en secteur postérieur à 4 ans(68) similairement aux résultats de MC GRATH avec 14% à 2 ans(75) tandis que VERMEEREN obtient 50% de fonte à 5 ans et conclut que cette technique n'est pas fiable et ne permet pas d'obtenir un résultat satisfaisant(70). SMOLKA avec un prélèvement calvarial note 4.1% de résorption à 6 mois(76), cependant l'intérêt de ces résultats est limité car ils concernent des édentements complets avec mise en place de 2 implants en para symphysaire et de deux greffons iliaques en postérieur par une technique de tunnelisation puis port d'une prothèse complète sur implant.

2.1.2.1.6 *Limites*

En cas d'augmentation de hauteur importante, une suture sans tension peut être compliquée à obtenir sans un décollement important (et donc défaut de vascularisation) avec risque de déhiscence cicatricielle.

2.1.2.1.7 *Variantes*

2.1.2.1.7.1 *Coffrage*

Cette technique dérive de la reconstruction en trois dimensions de KHOURY(77), selon PIERREFEU, elle permet la reconstruction des atrophies mandibulaires postérieures avec crête étroite mais de hauteur suffisante (défaut horizontal) en cas de coffrage uniquement sur le versant vestibulaire(69), l'adaptation avec double coffrage (un en lingual et un en vestibulaire) permet de traiter les cas de hauteur insuffisante(18), enfin une

variante à triple coffrage permettrait de diminuer la résorption de l'os particulaire en refermant celui-ci sous un couvercle d'os cortical.

Pour PIERREFEU les avantages de la technique de coffrage sont ceux de la ROG associée à l'utilisation de greffons autologues et l'inconvénient est lié au risque de résorption tardive par difficulté de revascularisation même après mise en charge des implants. Le fait d'amincir la corticale permet de récupérer suffisamment de copeaux osseux pour le comblement et d'améliorer sa revascularisation. De plus le coffrage permet aux copeaux osseux et au caillot de se stabiliser en évitant l'envahissement par les tissus mous(69) (Figure 14).



FIGURE 14 COFFRAGE SIMPLE – PIERREFEU A 2012 (69)

Avec la technique de double coffrage (Figure 15), PASCUAL constate 10% de résorption à 5 mois(18), résultat qui pourrait être amélioré par l'utilisation d'une membrane ou d'un « toit » cortical (triple coffrage). L'intérêt de cette technique est le gain bidimensionnel attendu permettant d'augmenter à la fois la longueur des implants et leur diamètre. Il choisit de fixer ce coffrage avec une plaque d'ostéosynthèse reliée au rebord basilaire lui permettant d'orienter la greffe selon l'anatomie du patient (version vestibulaire ou linguale). La difficulté revient à la gestion des tissus mous car un tel gain de hauteur et de largeur nécessite un décollement important aussi bien sur le versant vestibulaire que lingual associé à une périoplastie pour obtenir une fermeture étanche sans tension. Etonnamment, PASCUAL mentionne que la perte du vestibule et l'ascension du plancher se normalisent d'eux-mêmes en 2 mois. Il conseille donc de réaliser l'incision en muqueuse kératinisée le plus vestibulairement possible pour limiter ce phénomène côté vestibule.

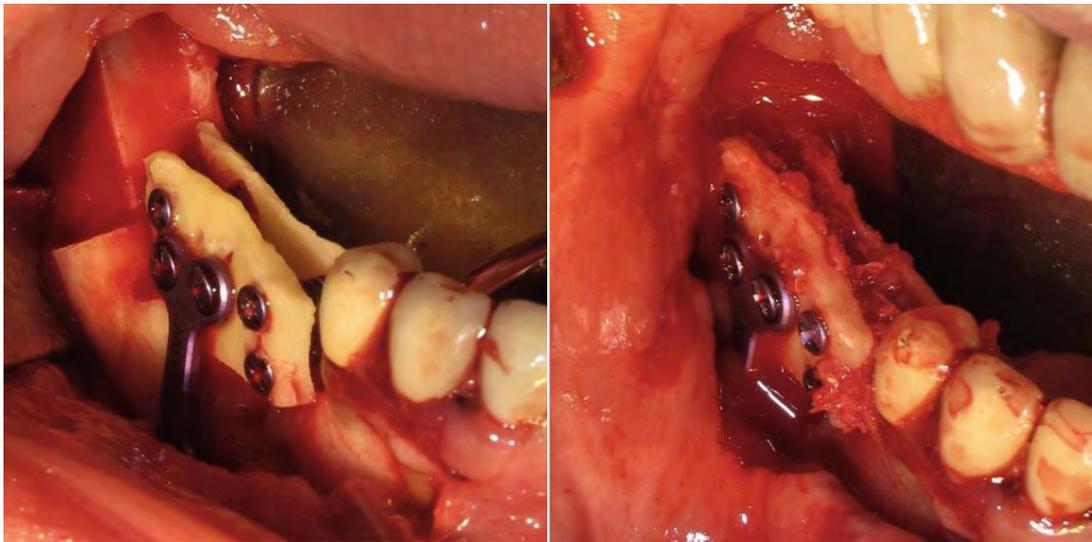


FIGURE 15 DOUBLE COFFRAGE – PASCUAL D 2014 (18)

L'intérêt du coffrage permet à l'implant de se retrouver ancré à l'apex et sur ces parois latérales dans de l'os cortical garant d'une excellente stabilité primaire au prix de la fragilisation de la mandibule car nécessitant un double prélèvement ramique. Cependant le gain de volume osseux, avec un os de qualité et des possibilités d'adaptation précise de la greffe à l'anatomie locale qui permettent de retrouver la géométrie crestale idéale(78), le tout associé à un geste mini-invasif (une seule voie d'abord) en font une technique de choix.

Un prélèvement calvarial est donc tout à fait indiqué pour cette technique car permettant d'obtenir un os de forte densité en quantité importante pour réaliser un triple coffrage comme le fait TULASNE(65) (Figure 16). Il observe un gain vertical moyen de 7.8mm (4 à 14mm) mais sans mention d'un taux de résorption même s'il constate 4.2% d'échecs de prise de greffe (7 secteurs greffés sur 60).

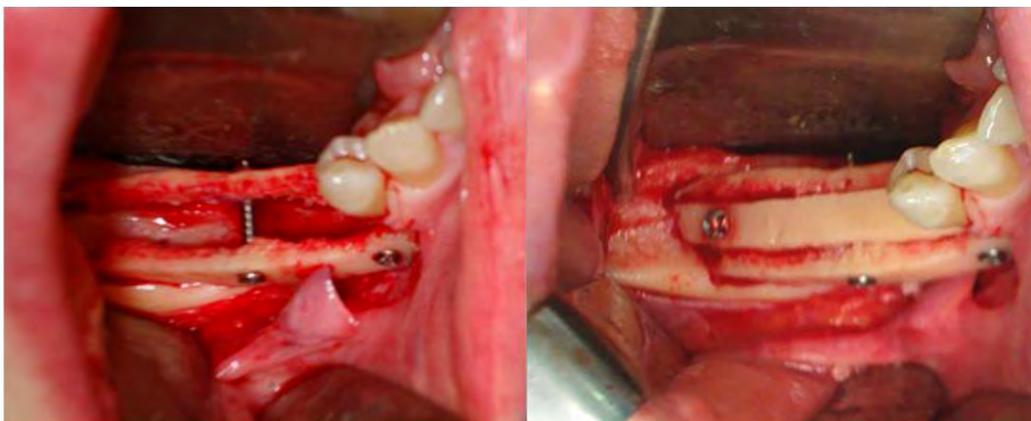


FIGURE 16 TRIPLE COFFRAGE – TULASNE J-F 2012 (65)

2.1.2.1.7.2 Tente corticale

Cette technique est considérée comme un mélange d'une ROG et d'une greffe Onlay. A l'instar de la technique de coffrage, un bloc de cortical est fixé au-dessus de la zone du site receveur et permet de créer un espace comblé par du matériel de greffe particulaire. Ce toit cortical ne sert pas seulement à protéger le matériel particulaire de la pression des tissus mous mais permet aussi de s'affranchir d'une membrane avec les risques inhérents à sa présence (exposition et infection). Contrairement au coffrage, un seul prélèvement suffit, la morbidité est donc moins élevée. Cette technique permet un gain vertical moyen de 5,2mm selon KHOJASTEH(79) (Figure 17).



FIGURE 17 A. FIXATION DES GREFFONS CORTICAUX B. COMPLEMENT DES ESPACES C. RADIOGRAPHIE DE CONTROLE A UNE SEMAINE – KHOJASTEH A 2015 (79)

2.1.2.1.7.3 Anneaux

Développée en 2004 par GIESENHAGEN, cette technique aussi appelée « Bone ring technique » permet d'obtenir un gain bidimensionnel et de mettre l'implant en place en une seule session ce qui raccourcit la durée de traitement de plusieurs mois comparativement aux techniques classiques.

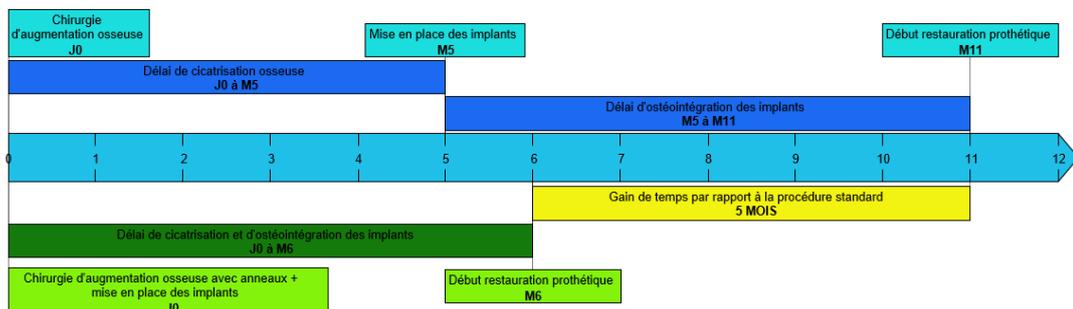


FIGURE 18. CHRONOLOGIE COMPARATIVE ENTRE TRAITEMENT STANDARD ET TECHNIQUE DE L'ANNEAU



Un à cinq prélèvements autogènes symphysaires sont réalisés par ostéotomie circulaire selon les conditions anatomiques car d'accès aisé, la qualité intrinsèque de l'os est excellente et le volume obtenu est suffisant (un prélèvement palatin(80) ou ramique(81) sont possibles, l'os allogénique sous forme d'anneau est également disponible Maxgraft®). Le site implantaire est préparé selon le protocole habituel au niveau du disque non encore prélevé. L'anneau est ensuite détaché du site donneur et mis en place au niveau du site receveur

et fixé grâce à la mise en place de l'implant en sous-crestal au travers de cet anneau. En cas de manque de stabilité, il est possible de fixer l'implant et le transplant avec une vis. Le défaut osseux résiduel peut être comblé avec des copeaux osseux (Figure 19).

Dans ses rapports de cas, GIESENHAGEN ne note pas de RO à 4ans post-opératoire(80) mais STEVENS préfère disposer l'implant 1mm sous le niveau crestal pour prévenir les conséquences délétères d'une éventuelle résorption(82) et obtenir le meilleur profil d'émergence possible.

Selon GIESENHAGEN, les crêtes très étroites sont les seules limites à cette technique.

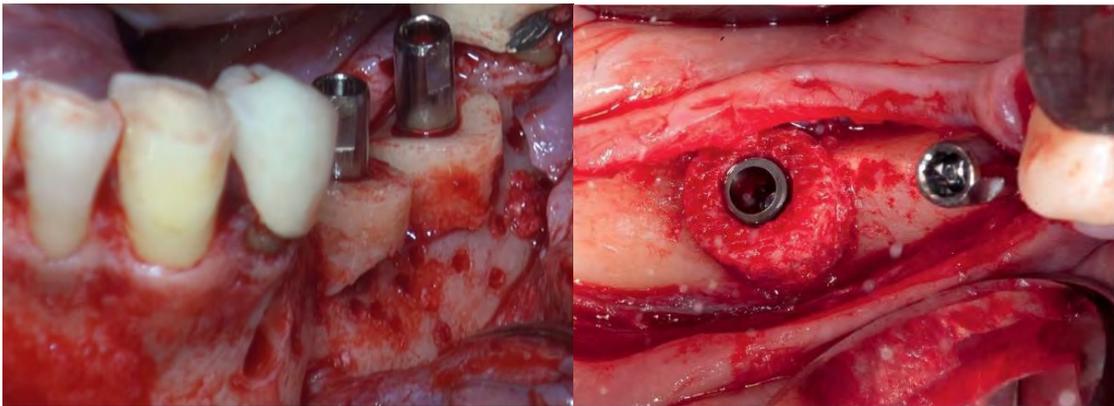


FIGURE 19. TECHNIQUE DE L'ANNEAU EN SECTEUR MANDIBULAIRE POSTERIEUR - DR NUNES M (GAUCHE, OS NATIF) ET DR GIESENHAGEN B (DROITE, OS ALLOGENIQUE MAXGRAFT®)

2.1.2.2 *Inlay / Sandwich*

2.1.2.2.1 *Historique*

La technique de greffe Inlay ou Sandwich ou d'expansion osseuse verticale immédiate a été décrite en 1976 par SCHETTLER(83) au niveau de la mandibule antérieure avec utilisation de cartilage costal, de greffon iliaque et de copeaux osseux congelés pour un gain de hauteur de 10 à 15mm. SCHETTLER n'observait pas de résorption avec les greffes autogènes et seulement 1mm avec les allogreffes au contraire des techniques de greffes costales onlay antérieurement utilisées avec des fontes de l'ordre de 50%. Depuis de nombreuses variantes ont été décrites et la technique s'est développée.

2.1.2.2.2 *Indications*

La technique sandwich est indiquée dans tous les cas de résorptions verticales dans la limite de 4mm d'os persistant au-dessus du CM.

2.1.2.2.3 *Avantages*

L'avantage propre à cette technique est l'amélioration de la vascularisation locale par un décollement beaucoup moins important que dans les techniques Onlay par conservation de l'attache muco-périostée qui constitue le pédicule vasculaire en lingual et au sommet de la crête ostéotomisée(84). Le potentiel de prise de greffe est donc meilleur car il est prouvé que le pédicule lingual est suffisant pour maintenir la viabilité du segment alvéolaire repositionné et permet un remodelage rapide du fragment greffé(85) au contraire d'une greffe Onlay où le décollement est plus important. De même, on constate moins de résorption surtout dans une zone peu vascularisée telle que la mandibule postérieure du patient édenté(86).

Il est également possible de ne pas pratiquer d'ostéosynthèse, ceci est permis par une stabilisation directe verticale par mise en place de deux cales corticales ramiques(87,88) ou d'origine xénogénique (89) voire même sans cale avec un prélèvement iliaque mais en réalisant une fracture en bois vert en postérieur pour maintenir le segment crânial en place(90,91) ou sans fracture en bois vert et sans cal avec un prélèvement ramique(84), cela évite le risque de fracture pouvant survenir lors de l'ostéosynthèse(92) et diminue le risque d'exposition et d'infection lié à la présence du matériel d'ostéosynthèse(93), de même cela permet d'envisager la réalisation d'augmentation verticale avec une distance entre crête et CM <5mm(84,87,88).

De plus, le segment crânial mobilisé en hauteur est aussi basculé en lingual du fait du maintien de l'attache muco-périostée en lingual ce qui permet une augmentation de la largeur de la crête(73), on obtient donc un gain bidimensionnel (Figure 20) et l'on se retrouve surtout avec de l'os natif au niveau de la partie supérieure péri-implantaire. Grâce à cette technique on peut espérer un gain vertical osseux compris entre 4 et 10mm (73,84,89,94–97) voir 12mm pour BORMANN(88). D'après PASCUAL(78), l'orientation du trait d'ostéotomie conditionne le résultat de la technique.

A la différence des techniques Onlay ou de ROG, l'incision est para-crestale à l'endroit où la muqueuse mobile est élastique ce qui permet une fermeture sans tension, sans incision supplémentaire pour libérer le périoste, on n'observe donc que rarement des retards de cicatrisation ou des lâchages de suture, la morbidité est donc diminuée(73,94) et plus faible qu'avec les autres techniques, cela permet également de conserver plus de gencive attachée kératinisée et donc minimise la nécessité de greffe de gencive ultérieure.

Selon JENSEN, la technique Sandwich est aussi fiable que la DO pour les gains de hauteur modestes(84).

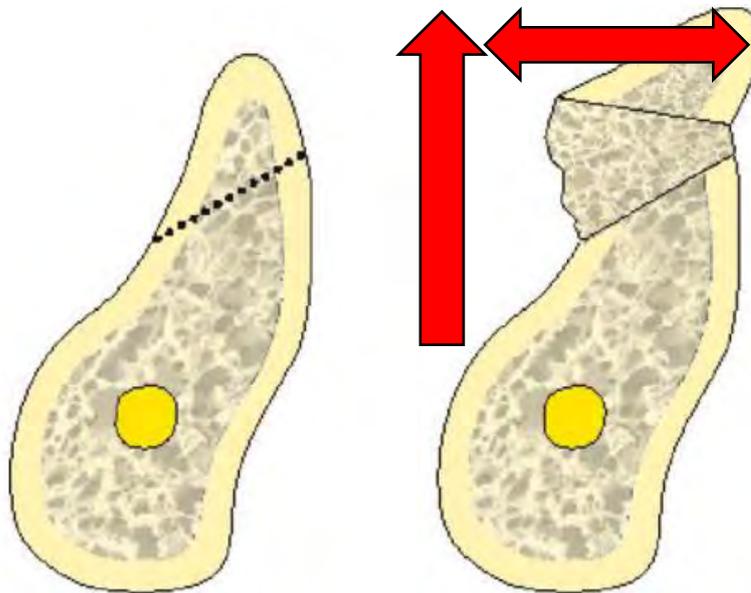


FIGURE 20 GAIN OSSEUX VERTICAL ET HORIZONTAL –

BORMANN KH 2010 (73)

2.1.2.2.4 Complications

La complication la plus fréquente est la possible survenue d'une hypoesthésie labio-mentonnière temporaire mentionnée dans de nombreuses études(73,84,98) même si elle n'est pas toujours retrouvée(97) le trait

d'ostéotomie passant très près du CM et selon BORMANN pouvant être lié à la rétraction du lambeau(73). On peut également citer les retards de cicatrisation, les expositions du matériel d'ostéosynthèse, la bascule linguale du fragment crestal (Figure 21) et les surinfections inhérentes à toutes chirurgies.

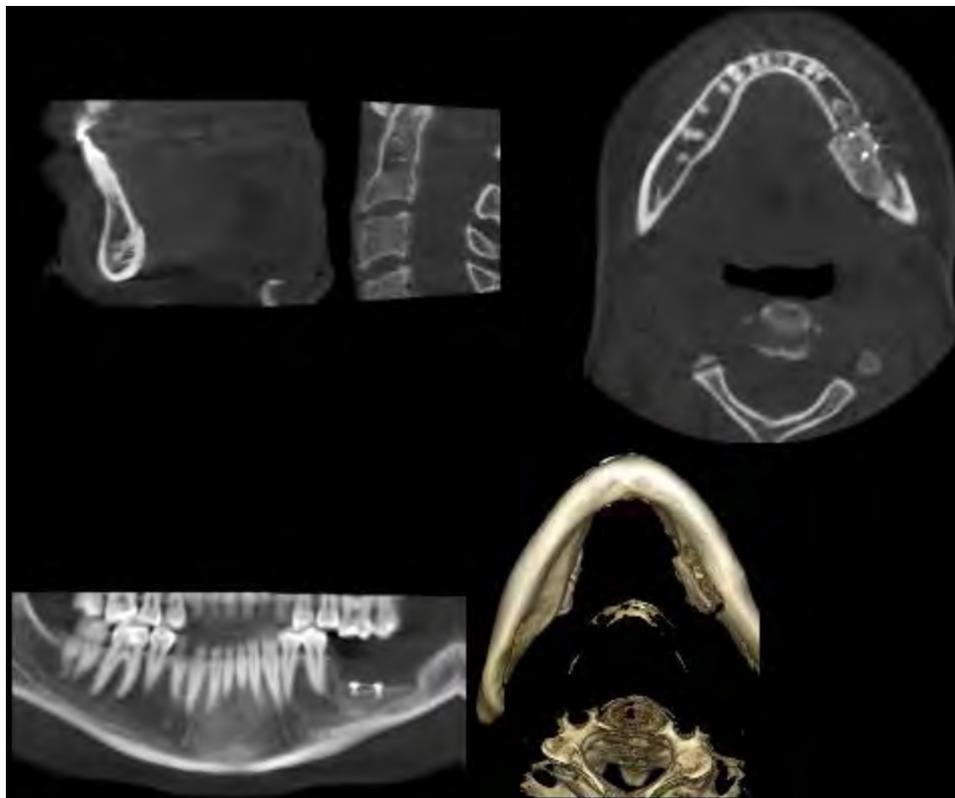


FIGURE 21 BASCULE LINGUALE DU FRAGMENT CRESTAL – CAS DU PR. BOUTAULT F

2.1.2.2.5 Inconvénient

L'inconvénient de cette procédure est la RO certes limitée mais de l'ordre de 20% (13% pour FELICE(74), 14% pour BIANCHI(26), 18% à 28% pour CHOI(99), 30% pour SCANARO(89), 35% pour BRANDTNER(87) au moment de l'implantation même si FELICE et JENSEN n'observent pas de résorption du greffon(74,84))

2.1.2.2.6 Limites

La principale limite à la technique sandwich est la nécessité de bénéficier d'au minimum de 4mm de hauteur entre le sommet de la crête édentée et le sommet du CM en considérant 2mm de marge pour le trait d'ostéotomie par rapport au CM et 2mm d'épaisseur du fragment crânial pour éviter la nécrose de ce segment(65,73,74). LOPEZ conseille de réaliser un trait d'ostéotomie oblique en lingual pour diminuer le risque de nécrose en augmentant l'épaisseur du fragment crânial(100) (Figure 22).

La technique Sandwich n'est donc pas réalisable chez les patients souffrant de résorption extrême ou ceux disposant d'une crête haute mais mince type lame de couteau sauf si une expansion est possible dans le même temps(69).



FIGURE 22 REALISATION D'UN TRAIT D'OSTEOTOMIE OBLIQUE POUR LIMITER LE RISQUE DE NECROSE – LOPEZ JL 2011 (99)

2.1.2.2.7 Illustration de cas

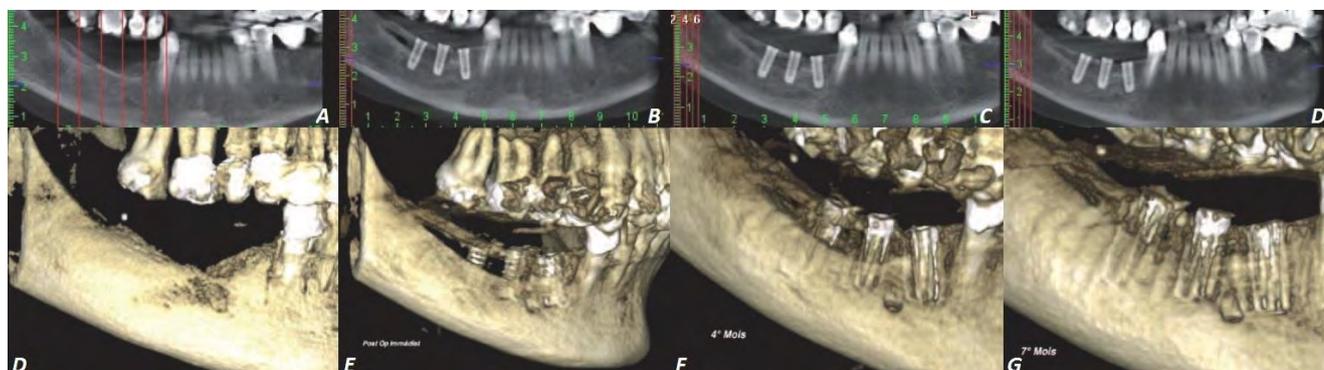


FIGURE 23 VUES RADIOGRAPHIQUES PRE ET POST-OPERATOIRES, MISE EN PLACE DE 3 IMPLANTS SECTEUR 4 POSTERIEUR PAR TECHNIQUE SANDWICH A CHARNIERE POSTERIEURE. A & D VUES PREOPERATOIRES. B & E POST-OPERATOIRE IMMEDIAT. C & F A 4 MOIS POST-OPERATOIRE. D & G A 7 MOIS POST-OPERATOIRE – CAS DU DR PERISSE

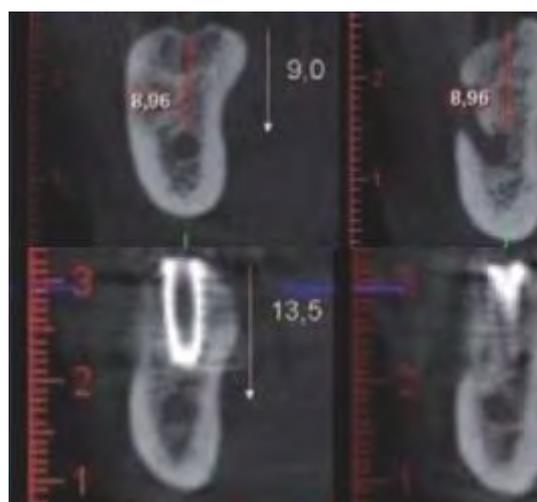


FIGURE 24 COMPARATIF PRE & POST-OPERATOIRE (MEME PATIENT QUE FIG.21). GAIN DE 4,5MM A 7 MOIS – CAS DU DR PERISSE

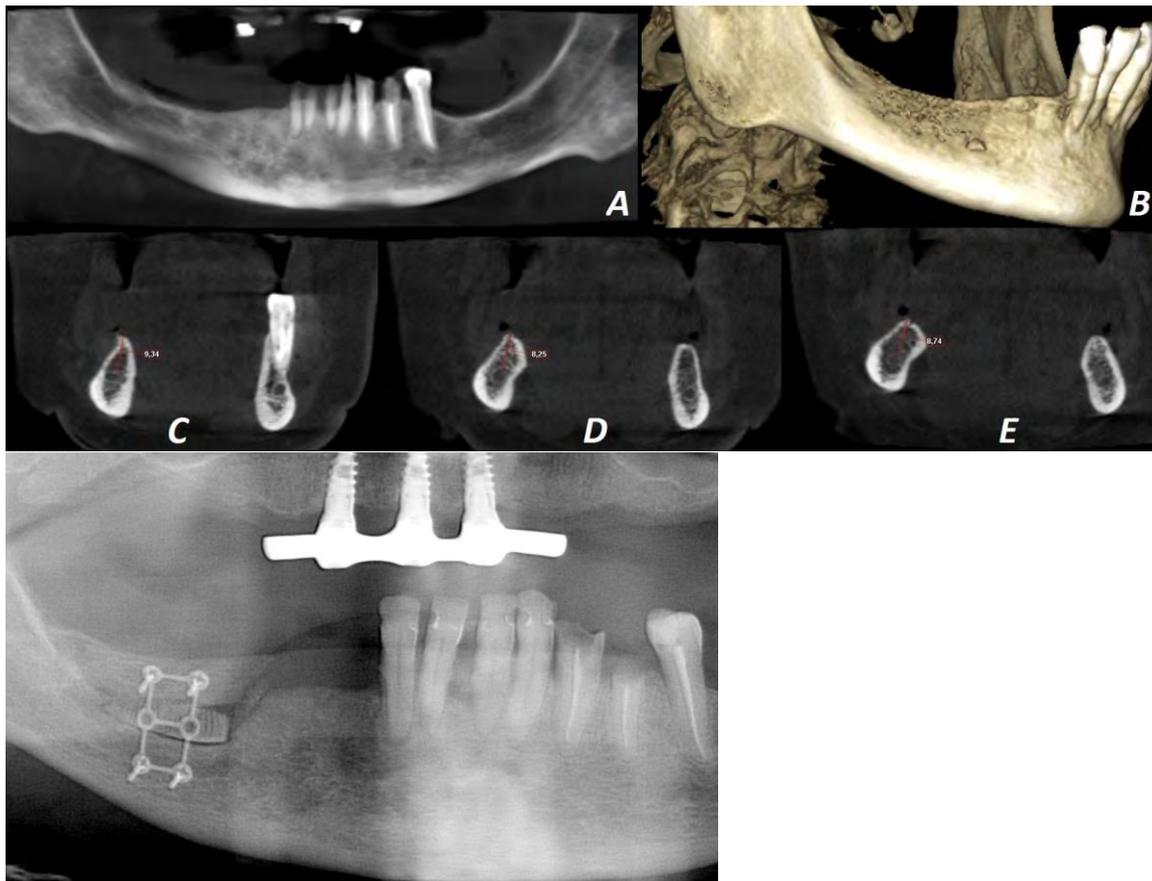


FIGURE 25 VUES RADIOGRAPHIQUES PRE-OPERATOIRES GREFFE SANDWICH PAR GREFFON ALLOGENIQUE. A PANORAMIQUE MANDIBULAIRE. B VUE 3D SECTEUR 4 POSTERIEUR. C, D, E HAUTEUR DE CRETE RESIDUELLE EN 45, 46 ET 47. F ORTHOPANTOMOGRAMME POST-OPERATOIRE IMMEDIAT – CAS DU PR. BOUTAULT F



FIGURE 26 GREFFE SANDWICH PAR GREFFON ALLOGENIQUE (MEME PATIENT QUE FIG.22). A VUE PRE-OPERATOIRE. B LEVEE DU LAMBEAU MUCO-PERIOSTE AVEC INCISION PARA-CRESTALE. C OSTEOTOMIE AU PIEZZOTOME. D MOBILISATION DU FRAGMENT CRESTAL. E MISE EN PLACE DU GREFFON ALLOGENIQUE. F OSTEOSYNTHESE. G COMPLEMENT DES GAPS MESIAUX ET DISTAUX . H SUTURES – CAS DU PR. BOUTAULT F

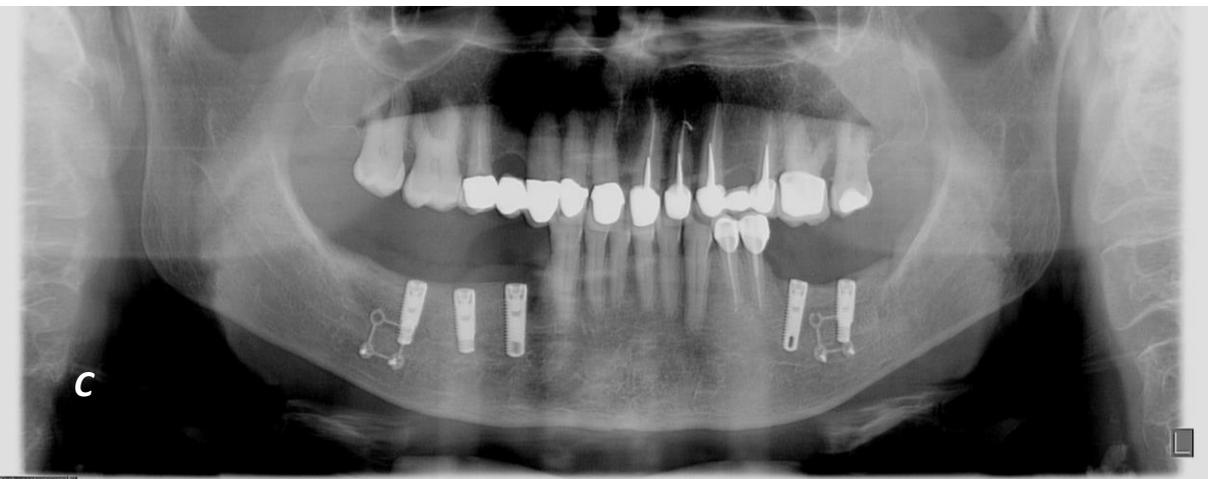
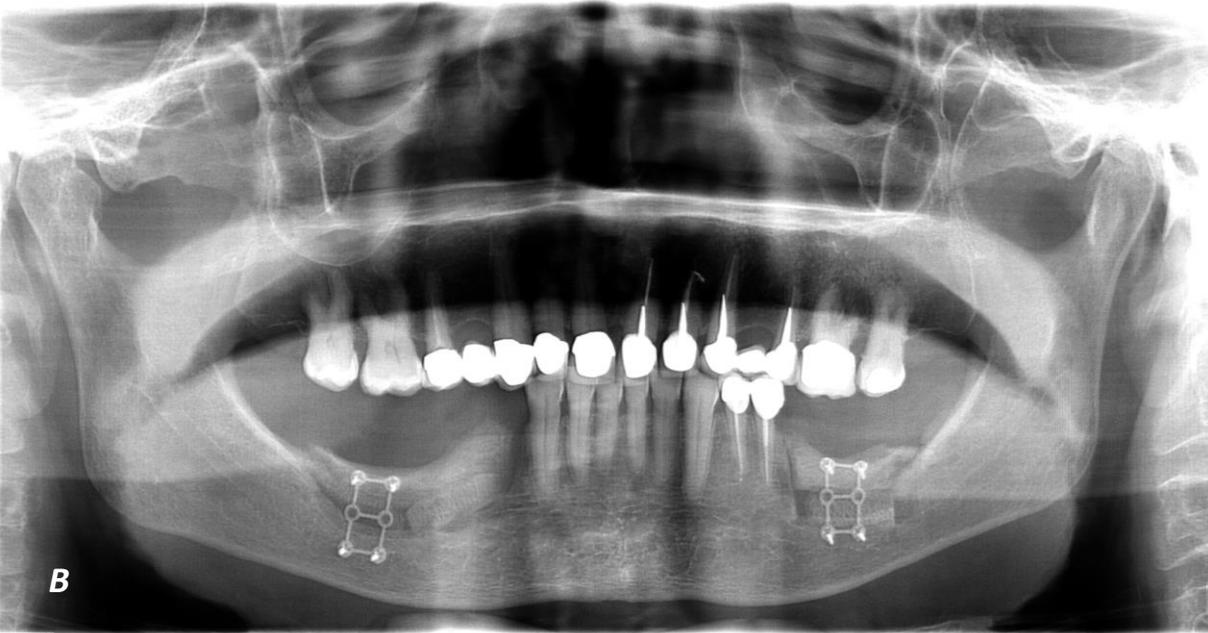
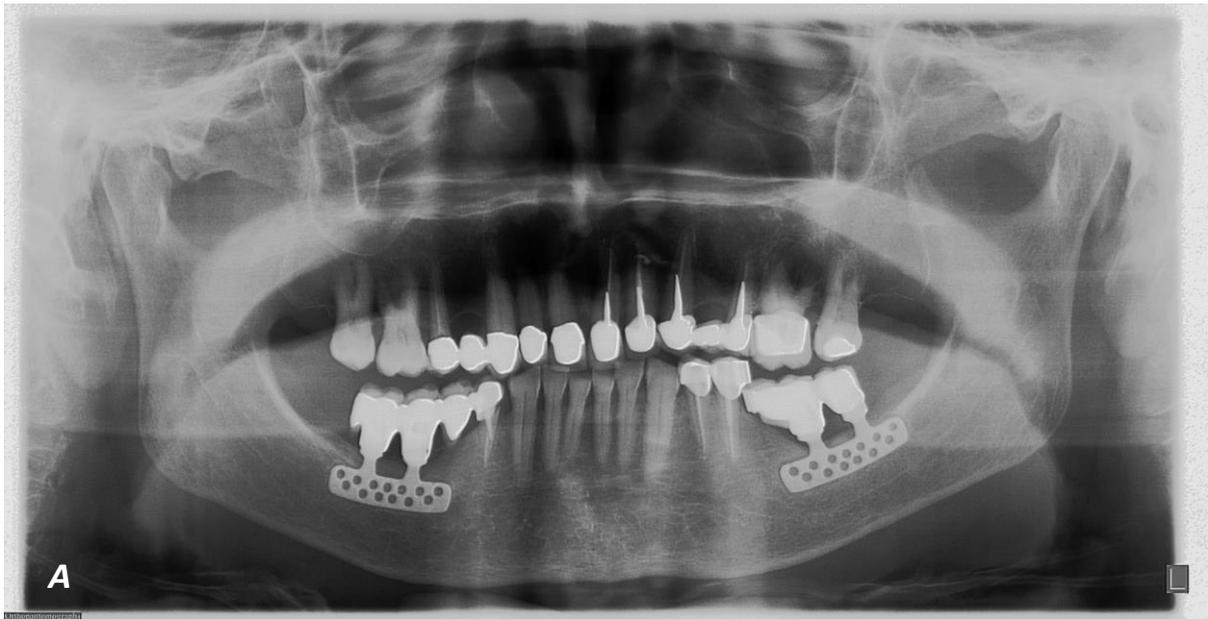


FIGURE 27 A. IMPLANTS LAMES MOBILES B. GREFFE SANDWICH BILATERALE C. POSE DES IMPLANTS – CAS DU PR. BOUTAULT F

2.1.2.3 Régénération osseuse guidée (ROG)

2.1.2.3.1 Historique

Décrite pour la première fois par DAHLIN en 1988, elle consiste à augmenter le volume osseux en disposant sur la crête alvéolaire des particules d'os ou de substituts osseux protégés par une membrane. La première application de la ROG pour augmentation supra crestale a été réalisée en 1994 chez 5 patients par SIMION(101).

2.1.2.3.2 Indications

Indiquée dans les résorptions peu importantes(65,71), elle associe préparation du site receveur avec fraisages et perforations permettant la vascularisation du greffon particulaire et couverture par une membrane fixée.

2.1.2.3.3 Avantages

L'utilisation d'os particulaire recouvert de membrane permet d'adapter parfaitement la greffe à l'anatomie et de la modeler pour obtenir le volume et la forme désirée, en effet la quantité d'os disponible n'est théoriquement pas limitée, on peut donc obtenir des gains verticaux et/ou horizontaux. La durée d'intervention est également réduite puisqu'aucun prélèvement osseux n'est nécessaire en cas de greffe allogénique. De plus, la procédure permet la ROG et la mise en place des implants en un ou deux temps(102), la membrane étant laissée en place 6 à 9mois.



FIGURE 28 A. CRETE EDENTEE B. MISE EN PLACE DU GREFFON PARTICULAIRE C. RECOUVREMENT PAR UNE MEMBRANE RENFORCEE – URBAN I 2009 (103)

Le rationnel de l'utilisation d'une membrane est de stabiliser et d'éviter la colonisation par des cellules indésirables, non-ostéogéniques(104,105). Cet espace protégé est donc colonisé par des cellules ostéogéniques formatrice d'os. Cette membrane peut être souple et résorbable et maintenue en forme grâce à des vis façon piquets de tente(106) ou semi-rigide grâce à des feuilles de titane mais non-résorbable.

Cette technique est hautement prédictible et efficiente pour peu que le protocole de greffe soit scrupuleusement appliqué(104), LE n'observe que très peu de résorption à la mise en place des implants (tête de vis visibles) et 100% d'ostéointégration à 17mois de suivi moyen(106).

2.1.2.3.4 Complications

La principale complication liée à cette technique est l'exposition de la membrane de couverture : 10% à 35% des cas selon SIMION(105,107), 13,6% pour TINTI(108), 27% pour LE(106) 29% pour WATZINGER(109), 50% selon VON ARX(110). LOUIS retrouve 60% d'exposition de membrane, ce chiffre n'étant pas corrélé au gain vertical obtenu(111). FUGAZOTTO rapporte la dépose de la membrane dans 21% des cas (70 sur 331 patients, tout site implantaire considéré avec chirurgie en un temps)(112).

Les infections par exposition de la membrane sont l'une des principales complications de cette technique. Selon VON ARX, même la prise d'antibiotique et le rinçage par bains de bouche antiseptiques ne peuvent empêcher la contamination bactérienne de la greffe en cas d'exposition de la membrane de couverture(110). SIMION décrit une infection survenue via une troisième molaire incluse chez un de ses patients(101) nécessitant la dépose de la membrane et l'extraction de la dent de sagesse.

2.1.2.3.5 Inconvénients

Le problème posé par la ROG est l'utilisation de matériel particulière qui n'offre donc pas de structure solide au contraire des blocs osseux(111). Une greffe avec seulement ce matériau en place peut s'affaisser en se comprimant, se déplacer et finalement se résorber avant que la consolidation osseuse ne se fasse, ce phénomène apparaît également avec une procédure tunnélisée(113). L'utilisation de membrane semi-rigide est donc nécessaire pour pallier ce défaut ce qui provoque un surcoût direct pour le patient.

2.1.2.3.6 *Limites*

Selon TINTI, la ROG ne fonctionne que si l'on respecte à la lettre la procédure, c'est pour lui une technique très sensible. Dans le cas contraire on est fréquemment confronté à des surinfections, affaissement et fonte de la greffe. Les trois points essentiels sont la dissection au-delà de l'insertion du muscle mylo-hyoïdien pour permettre de protéger les structures anatomiques(nerf lingual, artère linguale et glande sous-mandibulaire) et la fermeture sans tension du site opératoire par réalisation de périostomie, ce qui permet de laisser la membrane en place 12mois sans risque d'exposition et réalisation d'une double lignes de sutures(108).

Pour LE l'utilisation de la procédure « piquets de tente » doit se limiter à des défauts osseux localisés, lorsqu'il s'agit de remplacer plus de deux dents, le risque de déhiscence cicatricielle est trop important(106)

Le gain osseux vertical reste limité, selon SIMION l'utilisation seule de la ROG (c'est-à-dire sans greffe osseuse) permet un gain maximum vertical de 4mm(102) mais il parvient à traiter un cas avec un défaut vertical de 20mm au maxillaire grâce à une ROG associée à un mélange d'os autogène et d'origine bovine(114). Quand TINTI obtient un gain jusqu'à 7mm avec l'utilisation de greffons osseux mais localisé sur un seul site implantaire(115). En moyenne, URBAN obtient un gain vertical de 4.9mm avec une chirurgie en deux temps(103) et LANGER un gain de 5.9mm(116).

2.2 *Sans augmentation du volume vertical osseux*

2.2.1 *Implants courts*

2.2.1.1 *Historique*

Devant l'insuffisance de hauteur mandibulaire et la nécessité d'une augmentation verticale chirurgicale, les praticiens ont imaginé une alternative autre que la dérivation du NAI lorsque l'on ne souhaite pas effectuer d'augmentation du volume osseux : la mise en place d'IC.

Depuis que le terme d'IC est apparu, les conditions pour appliquer l'adjectif « court » à l'implant n'ont cessé d'évoluer. Certains auteurs parlent d'IC dès 10mm de longueur quand d'autres s'accordent pour une longueur inférieure ou égale à 7mm. Avec l'évolution des techniques d'usinage, de traitement de surface, il existe désormais sur le marché des implants dont le rapport

diamètre/longueur s'est inversé. La plupart des auteurs s'accorde désormais pour fixer la limite à 8mm, au-delà ce sont des implants de longueur standard.

2.2.1.2 Indications

Les IC sont une alternative aux procédures d'augmentation osseuse verticale quand la hauteur d'os disponible ne permet pas la mise en place d'implants de longueur standard.

2.2.1.3 Avantages

Devant des patients réticents à une chirurgie de greffe osseuse mais ayant une nécessité de réhabilitation, les IC sont souvent la solution car ils permettent un geste chirurgical plus simple, plus rapide avec moins de complications post-opératoires et moins cher par rapport aux techniques conventionnelles et sont donc plus facilement acceptés par le patient, ils rendent l'option thérapeutique implantaire accessible au plus grand nombre(117,118).



complications post-opératoires et moins cher par rapport aux techniques conventionnelles et sont donc plus facilement acceptés par le patient, ils rendent l'option thérapeutique implantaire accessible au plus grand nombre(117,118).

Du strict point de vue mathématique, un implant est équivalent à un cylindre de révolution droit et un implant plus court mais avec un diamètre augmenté peut être équivalent en termes de surface à un implant plus long mais de diamètre plus réduit. Une augmentation de la surface de contact entre l'os et l'implant permet potentiellement une meilleure ostéo-intégration. De plus les usinages de spires et des traitements de surface permettent d'augmenter ce potentiel de l'échelle macroscopique à microscopique. Un IC ne s'ostéo-intègre donc pas moins bien qu'un implant long. Les études à court et moyen terme retrouvent d'ailleurs un taux de survie équivalent aux implants de dimension standard.

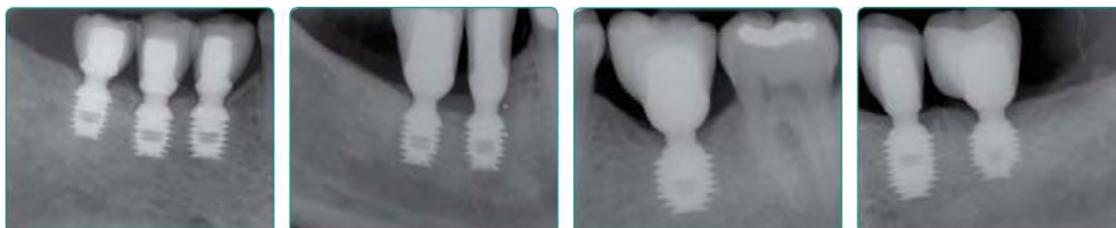


FIGURE 29 IMPLANTS COURTS MANDIBULAIRES A DISTANCE DU NEF MANDIBULAIRE

De plus les forces masticatoires et les différents facteurs de pression sur l'implant sont concentrés au niveau du col de l'implant et non à l'apex qui ne subit quasiment pas de contrainte. Sachant qu'il est démontré que

l'augmentation de diamètre diminue le stress osseux bio-mécanique en dissipant favorablement les forces masticatoires, un IC avec un diamètre augmenté n'est donc pas moins résistant qu'un implant de longueur plus importante(5,10,15,116,119–122).



FIGURE 30 CREDIT PHOTOS POUR FIG 29 A 31 : BICON

ARLIN(123) dans une étude uni-centrique souhaite démontrer que l'utilisation d'IC permet d'obtenir les mêmes résultats cliniques que l'utilisation d'IS et qu'ils peuvent être utilisés dans des conditions où le volume osseux est limité. Il retrouve un succès cumulé à 2ans de 94,3% (35 implants) pour des IC de 6mm et de 99,3% (127 implants) pour des IC de 8mm et de 96,9% (373 implants) pour les

IS. Il en conclut que les IC sont une option thérapeutique prévisible.

ATIEH(124), présente la première analyse de la littérature comparant le taux de survie des IC ($\leq 8,5\text{mm}$) mis en place au niveau des mâchoires postérieures. Il analyse 33 études de toutes sortes (rétrospectives, prospectives, comparatives ou non, contrôlées ou non, randomisées ou non en excluant les rapports de cas).

- 3573 IC ont été posés dont 51% à la mandibule (soit 1820 IC)
- Sur la totalité des IC, 59% présentaient une longueur de 8mm
- A 5 ans le taux de survie cumulé était de 98%

Il conclut que le taux de survie moyen est similaire entre les deux groupes (IC et IS) et que le taux de succès est comparable entre IC et IS indépendamment de la conception, du traitement de surface ou de la largeur des implants. Les IC sont donc une alternative aux traitement conventionnels (chirurgie puis implants).

Dans leur revue de la littérature, APARECIDO(10) note 3.87% d'échec implantaire pour les IC, sans différence significative entre implant de longueur standard et IC quand LEE(125) retrouve 2.6% dans le groupe IC et 4% dans le groupe implants standards (IS). Concernant la ROPI, encore une fois

aucune différence significative n'est remarquée entre IC et implant de longueur standard.

2.2.1.4 Complications

Dans son étude longitudinale DAS NEVES remarque que l'échec implantaire est supérieur avec des implants de 3.5x7mm avec deux fois plus de défaillance constatée, cependant différents traitements de surface, design d'implant et de type de vis peuvent modifier favorablement ce taux d'échec. Surtout les échecs surviennent lorsque la courte longueur de l'implant est associée à au moins un autre facteur de risque d'échec (mauvaise qualité osseuse, diamètre étroit, para fonction, infection, sexe masculin, zone d'implantation). C'est pourquoi il constate malgré tout 90.3% de succès implantaire avec ce type d'implant après plusieurs années de fonction. Lorsque qu'un échec implantaire survient, il se produit majoritairement dans l'année de mise en fonction de l'implant (126).



FIGURE 31 IMPLANT DE 4X4MM - CREDIT PHOTO : GLOBAL D

(48 IC et 42 IS).

Une complication immédiate et évitable pouvant survenir est liée au chirurgien, qui en voulant maximiser la longueur de l'implant, finit par léser le NAI.

APARECIDO conclut qu'il n'existe aucune différence en termes de succès implantaire entre IC de 8mm de long et implants de longueur standard mais note un taux de survie moindre pour les IC de moins de 8mm de long par rapport aux implants de longueur standard, ce résultat étant statistiquement

Pour QUEIROZ(127) dans son analyse de survie à 90 jours après mise en place des implants en secteur mandibulaire postérieur, il note une différence statistiquement significative entre IC et IS ($p < 0,05$, 87,5% pour les IC et 100% pour les IS) pour 90 implants au total

significatif(10) au contraire de LEE qui ne note aucune différence significative en terme de taux de survie cumulée à 1 an ou à 5 ans après mise en place entre IC et IS(125).

2.2.1.5 *Inconvénients*

Selon DAS NEVES, les IC ont une moins bonne prédictibilité en terme d'ostéointégration car l'os en secteur postérieur est souvent de moins bonne qualité, en termes de durée de vie eu égard aux forces occlusales supérieures dans les secteurs postérieurs et la RO systématique observée. Il remarque aussi un taux de succès inférieur par rapport aux segments antérieurs(126).

Pour CORDARO, un autre inconvénient aux IC est le compromis de la réhabilitation entre le résultat esthétique non satisfaisant, la distance inter-arcade et la position et la direction des implants mis en place(71).

QUARANTA remarque qu'un C/I élevé peut augmenter les problèmes mécaniques mais n'augmente pas la ROPI(128).

ANITUA parvient à la même conclusion concernant la RO liée au C/I contrairement aux études de NAERT et RANGERT pour qui un C/I élevé augmente la RO(129,130). Il explique cette contradiction par l'utilisation d'IC au diamètre élevé dans son étude (4,5 et 5mm) comme il est mentionné page précédente. Cependant, il note une RO significative quand la distance entre le plan occlusal et le niveau de l'os alvéolaire augmente et une augmentation de cette RO quand l'antagoniste de l'implant est une prothèse fixée sur implant par rapport à un antagoniste en denture naturelle (15).

2.2.1.6 *Limites*

La principale limite est finalement la hauteur séparant le sommet de la crête du canal mandibulaire, un minimum de 2mm de marges est nécessaire pour éviter toute lésion du NAI sachant que la longueur minimale des IC actuellement commercialisée est de 4mm, le minimum requis est donc de 6mm de hauteur verticale d'os. Cependant les IC de 4mm de long compensent leur faible longueur par un diamètre plus important, une crête suffisamment large est donc indispensable. Sur une crête en lame de couteau, l'aplanissement de celle-ci pour obtenir une dimension horizontale suffisante peut limiter la hauteur verticale d'os disponible et donc contre-indiquer la pose d'IC.

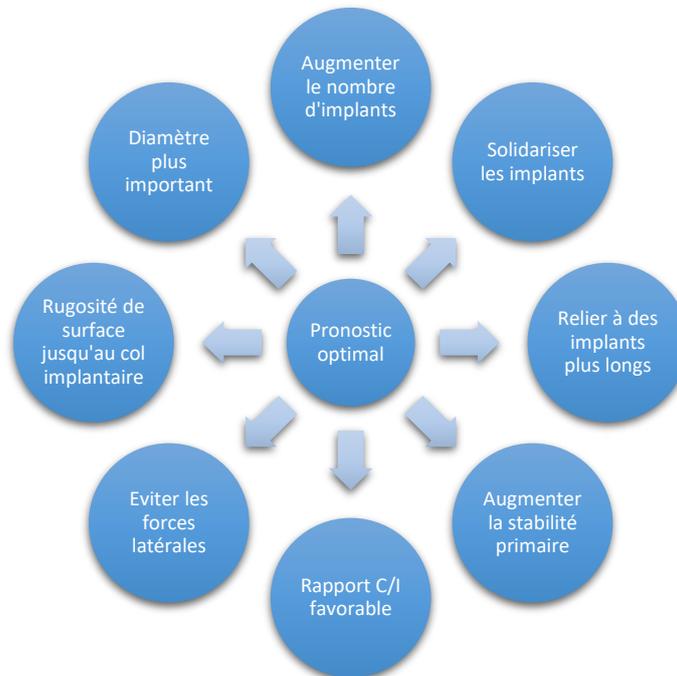


FIGURE 32. LES DIFFERENTS PARAMETRES PERMETTANT D'OPTIMISER LE PRONOSTIC DES IC

La pérennité des IC à long terme n'est pas encore prouvée, la littérature a montré que suite à l'implantation, une RO de 1mm la première année est courante(131) suivi d'une résorption résiduelle d'environ 0.2mm/an. La crainte vient de l'hypothèse d'une résorption accélérée de l'os péri-implantaire à partir d'un certain stade de résorption avec une perte finale précoce de l'IC. Dans son étude FELICE(117) met en place des IC de 6,6mm de longueur, à 5 ans leur contact osseux n'est plus que de 4,4mm, se pose donc la question de la pérennité à 10ans de ces implants. Dans une étude prospective récente, TABRIZI (132) observe qu'à 36 mois, en secteur mandibulaire postérieur, plus on augmente le nombre d'IC (4x6mm) en place avec des couronnes solidarisiées, moins on observe de ROPI (p=0.001).

NOMBRE D'IMPLANTS	ROPI en mm	p
DEUX	0.49	0.001
TROIS	0.41	
QUATRE	0.35	

2.2.2 Déplacement du nerf alvéolaire inférieur (NAI)

2.2.2.1 Définition

La technique chirurgicale de déplacement du NAI regroupe en fait deux variantes distinctes, la première est la latéralisation du NAI (LNAI) et la deuxième la transposition du NAI (TNAI) (Figure 33). La différence se situe au niveau de la gestion du FM. Dans la LNAI, les ostéotomies sont réalisées en arrière du FM et le nerf est simplement déplacé latéralement par traction légère et précautionneuse. Dans la TNAI, le FM est inclus dans l'ostéotomie et la branche incisive du NAI est sectionnée pour permettre la transposition du nerf en distal et en latéral.

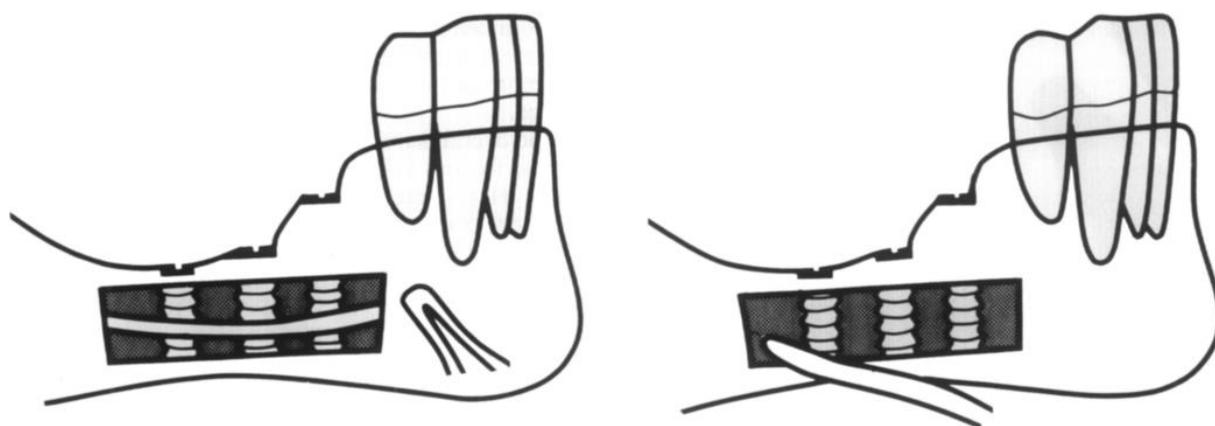


FIGURE 33. LNAI (GAUCHE) ET TNAI (DROITE) – HIRSCH JM 1995 (14)

	LNAI	TNAI
1	Fenêtre osseuse vestibulaire	
2	Ostéotomie partielle de la partie distale du FM	Ostéotomie complète du FM
3	Maintien de l'intégrité de la branche incisive	Microdissection du NAI
4	Traction précautionneuse du NAI	Section de la branche incisive
5	Repositionnement du NAI à la surface des implants (membrane collagène ou PRF en protection)	Repositionnement du NAI
6	Incorporation du NAI dans le lambeau buccal	Incorporation du NAI dans le lambeau buccal

2.2.2.2 Historique

ALLING(133) est le premier en 1977 à décrire la technique chirurgicale de déplacement du NAI dans le but d'amoinrir les douleurs ressenties par son patient lors du port de sa prothèse amovible. C'est seulement en 1987 que JENSEN(134) réalise une transposition du NAI avec mise en place d'implants

selon la technique de la LNAI et ROSENQUIST en 1992 réalise une TNAI avec implantation(135).

2.2.2.3 *Indications*

Ce type de chirurgies a comme toutes les chirurgies présentées dans ce travail pour objectif la réhabilitation mandibulaire postérieure mais ici on s'affranchit des contraintes de hauteur mandibulaire limitée entre crête alvéolaire et sommet du CM. Ces techniques sont indiquées pour prévenir le risque de lésion du NAI dans les cas d'atrophie mandibulaire sévère ou en cas de NAI haut situé durant le placement des implants avec un contrôle direct visuel chez les patients en classe IV à VI de Cawood et Howell avec égression des dents antagonistes et donc une dimension d'arcade verticale réduite. Egalement lorsque la mise en place d'IC est contre-indiquée ou si, pour la mise en place d'IS, l'os spongieux est de trop mauvaise qualité et ne permet pas une stabilité suffisante des implants. Enfin chez des patients souhaitant une réhabilitation rapide en un seul temps chirurgical, pour un coût minimum mais acceptant malgré tout le risque d'hypoesthésie séquellaire.

2.2.2.4 *Avantages*

Les techniques de LNAI ou TNAI offrent de nombreux avantages. La faible dimension verticale de la mandibule n'est plus un problème, cela permet la mise en place d'implants plus nombreux et plus longs à ancrage bi-cortical (donc sur toute la hauteur de l'os mandibulaire restant) dans un os natif qualitatif donc offrant une bonne stabilité et une amélioration des caractéristiques biomécaniques de l'implant avec une meilleure répartition des charges lors de la mastication.

L'utilisation d'implants longs permet d'obtenir un ratio C/I tout à fait favorable le tout en un seul geste chirurgical sans nécessité de site donneur avec en conséquence une morbidité plus faible pour un coût inférieur et un délai d'attente réduit avec possibilité de mise en charge immédiate et donc une amélioration de la qualité de vie simultanée, contrairement aux techniques de greffes classiques nécessitant au minimum six mois entre le premier temps chirurgical et la mise en place de la prothèse avec une préparation minimale sans nécessité d'effectuer des imageries types scanner(136), un seul panoramique suffit.

En comparant LNAI et TNAI, le principal avantage de la TNAI est la possibilité d'implanter au niveau des prémolaires et une diminution de la tension du NAI au prix du sacrifice du rameau incisif et un risque plus élevé de lésion du NAI au moment de son dégagement du FM.

2.2.2.5 *Complications*

La complication évidente de cette chirurgie est la dysfonction nerveuse par lésion du NAI (section totale ou partielle, étirement, compression) avec la perte plus ou moins totale de la sensibilité homolatérale de la lèvre inférieure et du menton.

Pour DAVIS(137), ce risque est majoré avec la technique de TNAI, en effet sur 190 chirurgies réalisées (LNAI et TNAI confondues), seuls 9 patients ont souffert de dysesthésie chronique, ces 9 patients avaient subi une TNAI. KAN retrouve un déficit chez 33,3% des patients ayant subi une LNAI et chez 77.8% des patients ayant subi une TNAI pour au total 52,4% des patients lorsque l'on prend le résultat combiné(137).

Dans sa revue de la littérature ABAYEV retrouve 99.47% de dysfonction temporaire du NAI (376/378 sites) et seulement 0.53% de dysfonction permanente (2/378)(138). La première cause de lésion est la traction subie par le NAI lors de la levée du lambeau muco-périosté, suivie de la cause inflammatoire entraînant une ischémie transitoire et enfin les fractures de mandibule.

De plus le fait de lever un volet osseux important augmente le risque d'ostéomyélite(14). Enfin le risque de fracture n'est pas écarté du fait de la réalisation du trait d'ostéotomie non loin du rebord basilaire fragilisant la branche horizontale de la mandibule(139,140). Les autres complications à type de retard de cicatrisation, bride muqueuse, surinfection sont classiques et retrouvées dans les autres techniques chirurgicales.

2.2.2.6 *Inconvénients*

L'inconvénient inhérent à ces types de chirurgies est le trouble sensitif quasi-systématique lié à la manipulation du NAI. En effet même une traction légère de l'ordre de 5% à 17%(79,138) de ce nerf peut entraîner une dysfonction nerveuse à type d'anesthésie, hypoesthésie (perte partielle de la sensibilité), paresthésie (réponse anormale à un stimuli), hyperesthésie (hypersensibilité à tous les stimuli) picotements, sensation de brûlure.

Le patient doit donc être parfaitement informé de ce risque et du caractère le plus souvent temporaire de ce déficit (la cicatrisation nerveuse progressant de 1 à 3mm/j(141)) mais qui peut dans certains cas devenir définitif. Pour DAO et MELLOR(142), le retentissement sur la qualité de vie est trop important et la sensation de brûlure est intolérable, ce type de chirurgies ne devrait donc pas être pratiqué en routine, au contraire NONCINI conclut que cette procédure chirurgicale est valable et ne provoque pas de plaintes sensorielles sévères(143). Cette chirurgie est également difficilement réalisable sous anesthésie locale car toute manipulation du nerf est ressentie par le patient et il faut autant que possible limiter les mouvements du patient, ceci oblige donc à une anesthésie générale.

Enfin, on ne corrige pas la dimension inter-arcade osseuse, des couronnes de dimension verticale importante sont donc nécessaires.

2.2.2.7 *Limites*

Cette procédure chirurgicale permet une réhabilitation prothétique mais sans restaurer l'anatomie initiale du site et parfois une greffe sera toute de même nécessaire pour augmenter la dimension verticale(84), on ne fait que réparer un déficit en fragilisant temporairement la mandibule, d'ailleurs pour ROSENQUIST la hauteur minimale est évaluée à 8mm au-dessus du CM pour limiter le risque fracturaire (144).

3 GAIN TRANSVERSAL (HORIZONTAL) DES TECHNIQUES VERTICALES

Dans ce travail, nous avons détaillé l'ensemble des techniques chirurgicales permettant un gain osseux vertical, cependant le fait de traiter uniquement un déficit de hauteur de crêtes est insuffisant. Il serait plus juste de parler de déficit volumique osseux à prédominance verticale puisque la greffe est un apport d'un volume qui par définition comprend trois dimensions. Chacune de ces techniques entraînent une modification des dimensions transversales vers le gain (bénéfice attendu) ou la diminution (geste secondaire à prévoir).

La distraction ostéogénique peut provoquer la formation d'un défaut osseux de forme semi-lunaire ou en sablier nécessitant une greffe secondaire (Figure 34) (32) et donc une perte de dimension transversale.

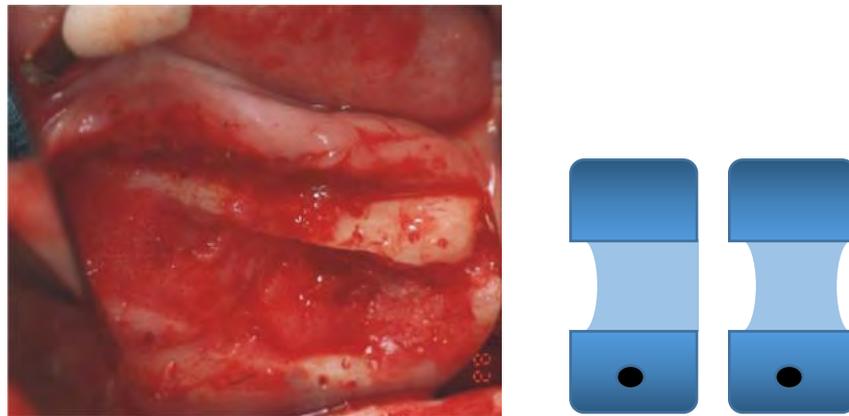


FIGURE 34. DEFAUT D'OSSIFICATION SEMI-LUNAIRE OU EN SABLIER LORS D'UNE DO - ETTL T 2010 (30)

Les greffes osseuses de types Onlay, Coffrage ou Anneaux provoquent nécessairement un gain transversal comparativement à la situation de départ puisque l'on crée un nouveau volume.

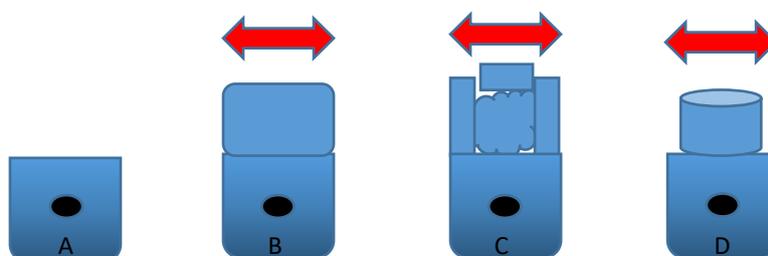


FIGURE 35. A. SITUATION INITIALE - B. GREFFE ONLAY - C. COFFRAGE - D. ANNEAU

La greffe Sandwich comme vu plus haut (cf 2.1.2.2.3) permet également ce gain horizontal lors de la bascule du capot cortical.

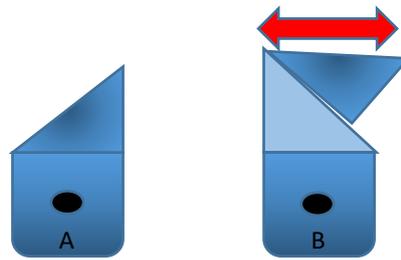


FIGURE 36. A. SITUATION INITIALE - B. GREFFE SANDWICH

La chirurgie pré-implantaire est donc une chirurgie réparatrice des défauts osseux. Ce manque d'os est mixte, à la fois vertical et transversal (et longitudinal). Il serait donc judicieux de comparer l'ensemble des techniques chirurgicales décrites selon leurs trois dimensions, mais ce n'est pas l'objet de ce travail qui s'attache à objectiver les seuls bénéfices verticaux.

4 MATERIELS DE GREFFE

4.1 Introduction :

Nous avons pu voir qu'il existe toute une panoplie de techniques chirurgicales pour obtenir un gain de volume vertical osseux pré-implantaire. Cependant, au-delà du choix de la technique, se pose la question du biomatériau qui sera utilisé pour la reconstitution de ce volume.

Les différents biomatériaux utilisables peuvent se diviser en quatre grands groupes : autogène – allogène – xénogène – alloplastique.

Dans le cas d'une greffe allogénique, l'os greffé est d'origine humaine. Cet os est traité de façon à limiter le risque de transmission d'agents pathogènes et pour limiter le risque de rejet. C'est une matrice minérale ostéoconductive.

Les xénogreffes et les greffes alloplastiques sont à ranger dans la division des substituts osseux.

4.2 *Os Autogène*

Issu du patient lui-même, il est considéré comme le gold standard du matériau de greffe(71) car c'est le seul à disposer de cellules viables ostéoprogénitrices(145), c'est un matériel minéralisé totalement biocompatible qui ne produit pas de réaction immunologique, qui dispose de facteurs actifs dans la cicatrisation immédiate et de facteurs de croissance. Il est modelé par une résorption ostéoclastique et par une ostéoformation simultanée(110). Il dispose des capacités d'ostéoconduction, d'ostéoinduction et d'ostéogenèse.

Cependant l'auto-greffe se heurte à certaines difficultés : technicité du prélèvement, deuxième site opératoire souvent nécessaire, augmentation du temps opératoire, quantité de matériel disponible, gestion post-opératoire avec augmentation du risque infectieux et des douleurs.

En chirurgie orale (au sens anatomique du terme et non de la spécialité), les principaux sites de prélèvements habituellement utilisés sont de haut en bas : le prélèvement calvarial, ramique, symphysaire et iliaque. Selon son origine, une résorption est plus ou moins attendue. Un prélèvement iliaque avec un os de type spongieux permet d'obtenir une revascularisation rapide du greffon mais avec un remodelage important et donc une résorption supérieure aux prélèvements de type corticaux qui présentent l'avantage de moins se résorber mais l'inconvénient d'une ostéo-intégration plus lente. En effet, cette

résorption dépend de la nature du greffon, un os cortical est de haute densité et donc se résorbe moins au contraire d'un os spongieux. Pour SMOLKA(72) la résorption d'un greffon calvarial est de 16,2% à 6mois et <1mm à 1an pour IIZUKA(146) tandis qu'un greffon iliaque présente une résorption jusqu'à 59% à 1an pour SBORDONE(147).

4.3 Os Allogène

Contrairement à la greffe autogène, l'os allogène ne nécessite pas de deuxième site de prélèvement, il est disponible en quantité illimitée et permet donc de raccourcir le temps opératoire et de limiter les risques post-opératoires. C'est une matrice qui ne contient pas de cellules vivantes et qui sera colonisée par les cellules du receveur. Le temps de régénération est donc plus long et le risque de résorption majorée avec un risque théorique de transmission d'agents pathogènes. Cela nécessite une traçabilité systématique des produits utilisés.

4.4 Os Xénogène

Ce matériau très fréquemment utilisé est habituellement d'origine bovine et la question de la sécurité sanitaire de son emploi peut se poser (encéphalopathie spongiforme). Comme dans le cas de l'os allogène, sa quantité est illimitée et ne nécessite pas de deuxième site opératoire de prélèvement. L'os est totalement déprotéinisé et ne sert que de matrice aux cellules du receveur. Sa structure poreuse facilite l'ostéoinduction. C'est un os ostéoconducteur mais sans capacité d'ostéogénèse.

4.5 Matériel Alloplastique

Ces matériaux de synthèse sont fréquemment utilisés en chirurgie pré-implantaire. Ils sont biocompatibles et ostéoconducteurs. Ils présentent les avantages d'être disponibles en quantité illimitée au contraire de l'os autogène, il n'est pas non plus nécessaire de faire appel à une banque d'os contrairement à l'os allogénique et ne présentent pas de risque infectieux. Ils sont résorbables ou non. Ils n'ont pas contre aucune propriété ostéoinductrice et ostéogénique.

4.6 Tableau comparatif des propriétés de chaque matériau

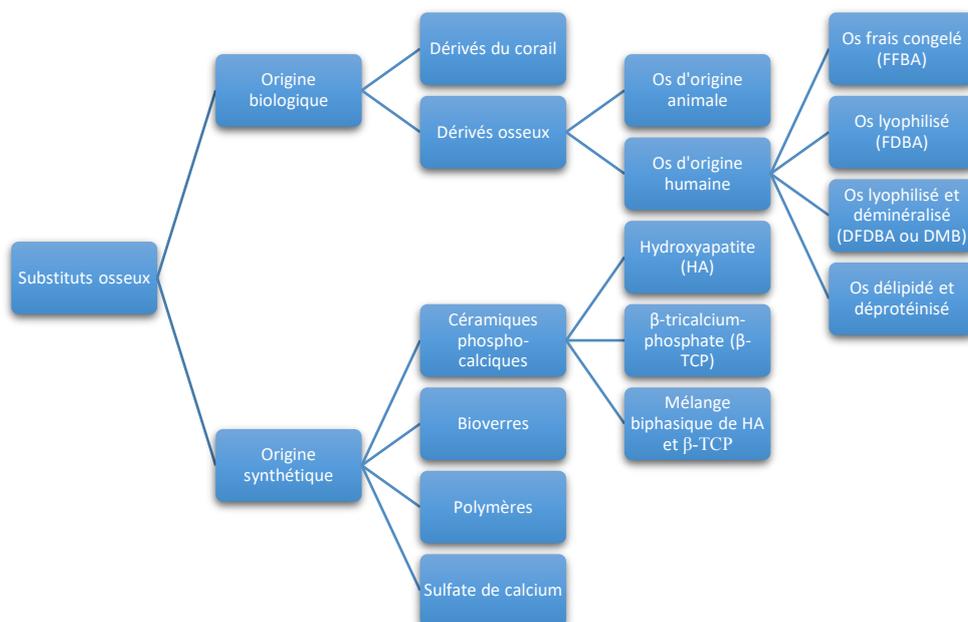
MATERIEL	CONTENU	OS-GENESE	OS-INDUCTION	OS-CONDUCTION
AUTOGENE	Matrice osseuse (MO) Cellules ostéogéniques Facteurs de croissance (FdC)	+/-	+	+
ALLOGENE (voir 3.8 pour détails)	MO despécifiée Absence de cellule	-	+/-	+
XENOGENE	MO inorganique Absence de cellule Absence de FdC	-	-	+
ALLOPLASTIQUE	Absence de cellule Absence de FdC	-	-	+

Capacité d'ostéogenèse : si et seulement s'il se produit un phénomène de croissance osseuse à partir de cellules vivantes au sein du greffon.

Capacité d'ostéoinduction : capacité d'induire une différenciation cellulaire pour synthétiser une matrice osseuse minéralisable. Les cellules pluripotentes environnantes se transforment en ostéoblastes au sein du matériau.

Capacité d'ostéoconduction : propriété passive à recevoir la repousse osseuse par colonisation vasculaire et cellulaire à partir des tissus environnants.

4.7 Organigramme des différents matériaux de greffe

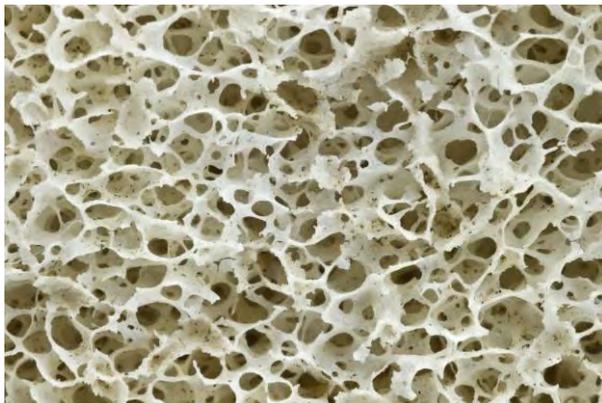


4.8 Os d'origine humaine, détails des différentes catégories (148)

	Os frais congelé FFBA	FDDBA	DFDBA	Os délipidé déprotéinisé
Congélation	+	+	+	-
Lyophilisation	-	+	+	-
Stérilisation	-	+	+	+
Moelle osseuse	+	-	-	-
Fraction minérale du squelette osseux	+	+	-	+
Fraction organique du squelette osseux	+	+	+	-
Cellules osseuses spécialisées	+	-	-	-
Protéines matricielles	+	+	+	-
Ostéogenèse	+	-	-	-
Ostéoinduction	+	+/-	+	-
Ostéoconduction	+	+	+	+

4.9 Différent type d'os :

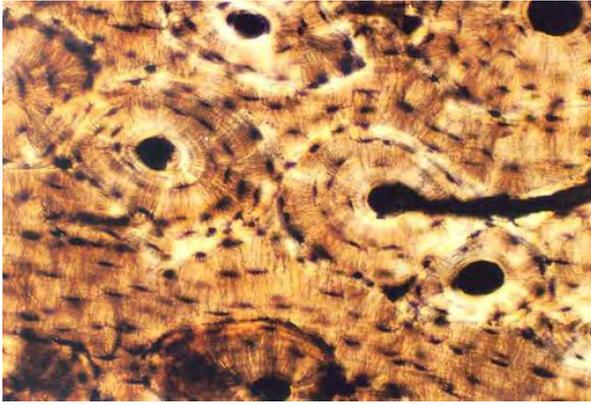
4.9.1 Os spongieux :



Grâce à sa structure trabéculaire et sa faible densité, l'os spongieux permet une revascularisation et une ostéogenèse plus rapide et plus complète mais avec une résorption plus importante que l'os cortical. Il sera rapidement colonisé avec une formation

rapide de néo-vaisseaux et donc laissera la place à de l'os néoformé dans un laps de temps plus court.

4.9.2 Os cortical :



Au contraire l'os cortical de densité beaucoup plus importante dispose de propriétés mécaniques utiles pour éviter la déformation du greffon et pour maintenir l'espace et le volume désiré, ceci au prix d'une revascularisation et d'un remodelage plus lents. Selon

PERREFEU avec un greffon très corticalisé (type ramique ou calvaria), la résorption sera moindre au départ mais la revascularisation est moins bonne, exposant à une résorption tardive, parfois même après la mise en place des implants(69). En pratique, l'ensemble des auteurs s'accordent sur le fait que l'os calvarial est moins prompt à la résorption que les prélèvements iliaques ou costaux, pour ne citer qu'une étude en ce sens, MERTENS a montré une résorption précoce de l'ordre de 24% avec un prélèvement iliaque et 8% avec un prélèvement calvarial (72,149).

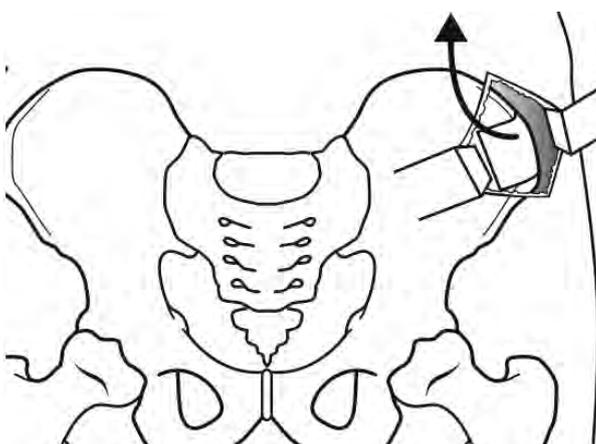
4.10 Différents prélèvements :

4.10.1 Prélèvement iliaque :

Avantages : quantité d'os disponible – os spongieux en grande quantité

Inconvénients : nécessité une anesthésie générale – hospitalisation pendant 2 à 3 jours – coût important – sites opératoires multiples – inconfort post-opératoire avec boiterie pendant 2 à 3 semaines - cicatrice cutanée – résorption importante – non réalisable par les chirurgiens oraux(106)

Complications : hématome au niveau du site de prélèvement – infection du



site de prélèvement – perte de sensibilité face antérieure de cuisse par lésion du nerf fémoro-cutané – liées à l'anesthésie générale

FIGURE 37 SCHEMA VOIE D'ABORD PRELEVEMENT ILIAQUE - GUYOT L 2010 (150)

4.10.2 Prélèvement calvarial :

Avantages : quantité d'os disponible – os cortical en grande quantité – résorption moindre – suites opératoires peu douloureuses – pas de cicatrice visible (sauf calvitie)

Inconvénients : nécessité d'une formation neurochirurgicale – nécessité d'une anesthésie générale – hospitalisation 2 à 3 jours – sites opératoires multiples - proximité des structures cérébrales – fragilisation de la voûte crânienne - non réalisable par les chirurgiens oraux

Complications : hématome du cuir chevelu – infection du site de prélèvement -dépression au niveau de la cicatrice – plaie des sinus veineux – hématome intracrânien – exposition des méninges – liées à l'anesthésie générale

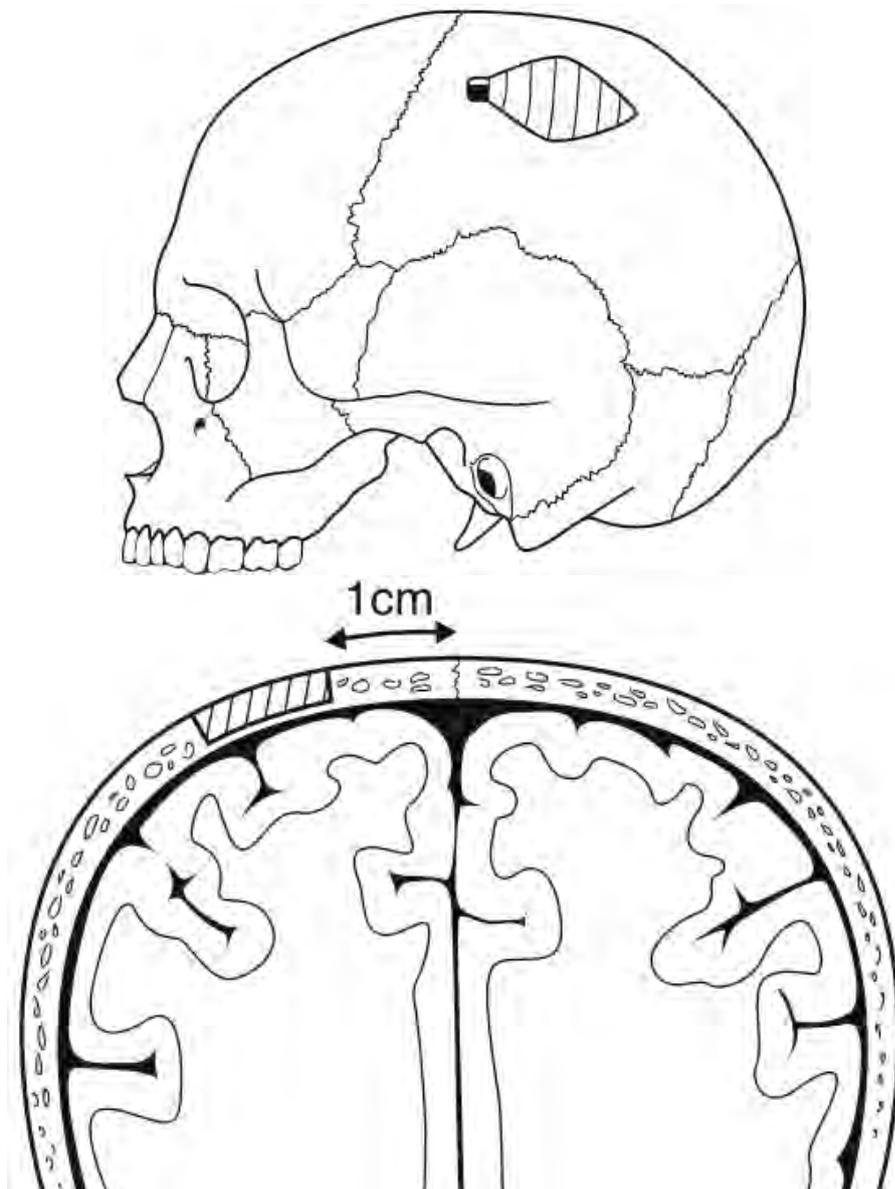


FIGURE 38 PRÉLÈVEMENT CALVARIAL – GUYOT L 2010 (150)

4.10.3 Prélèvement endo-buccal :

Avantages : proximité des sites donneurs et receveurs (parfois une seule et unique voie d'abord nécessaire) – anesthésie locale – absence de cicatrice visible – suites opératoires simples – absence d'hospitalisation

Inconvénients : quantité d'os disponible (prélèvement bilatéral possible) – perte de sensibilité temporaire des incisives inférieures en cas de prélèvement symphysaire

Complications : hypoesthésie linguale du côté prélevé en cas de prélèvement ramique – lésion des racines des incisives inférieures en cas de prélèvement symphysaire - hématome du site opératoire – infection du site de prélèvement

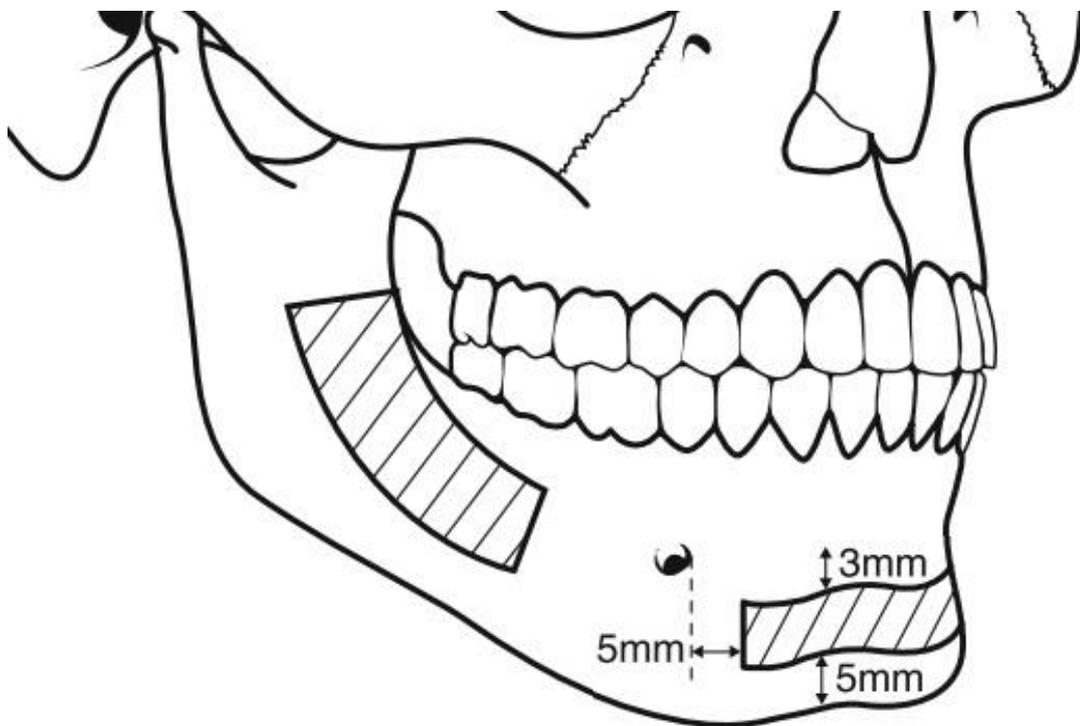


FIGURE 39 ZONES DE PRELEVEMENT RAMIQUE ET SYMPHYSAIRE – GUYOT L 2010 (150)

4.10.4 Greffe allogène, xénogène, alloplastique :

Avantages : quantité disponible illimitée – absence de site de prélèvement – anesthésie locale – suites opératoires simples – absence d'hospitalisation

Inconvénients : coût du matériel – origine du matériel (humain, animal, de synthèse) – transmission théorique d'agents pathogènes et risque de rejet

5 COMPARAISON DES TECHNIQUES :

5.1 Introduction :

Depuis la revue Cochrane de 2006(151), de multiples articles sont parus dans l'objectif de déterminer quelle est la meilleure technique pour réhabiliter les secteurs postérieurs mandibulaires. En 2006 les conclusions de la revue étaient loin d'être univoques :

- Les substituts osseux sont une alternative valide et peu chère par rapport aux greffes autogènes surtout en cas de prélèvement extra-oral nécessaire compte tenu de la morbidité post-opératoire.
- La distraction ostéogénique permet un gain vertical plus important mais son utilisation n'est pas indiquée en cas de crête fine.
- Les complications sont fréquentes et peuvent provoquer l'échec de la procédure d'augmentation
- Le chirurgien et les patients doivent évaluer très attentivement les bénéfices et les risques en lien avec l'objectif désiré quand ils décident d'appliquer les techniques d'augmentation verticale.

5.2 Listing des techniques :

Dans un but de systématisation, est listé en-dessous l'ensemble des combinaisons des essais cliniques comparatifs possibles deux à deux selon les techniques chirurgicales sans prise en compte des matériels de greffe, pour la réhabilitation des secteurs postérieurs mandibulaires.

- DO VS Onlay
- DO VS Inlay
- DO VS ROG
- DO VS IC
- DO VS DNAI
- Onlay VS Inlay
- Onlay VS ROG
- Onlay VS IC
- Onlay VS DNAI
- Inlay VS ROG
- Inlay VS IC
- Inlay VS DNAI
- ROG VS IC
- ROG VS DNAI
- DNAI VS IC

5.3 Revues de la littérature et Méta-analyses :

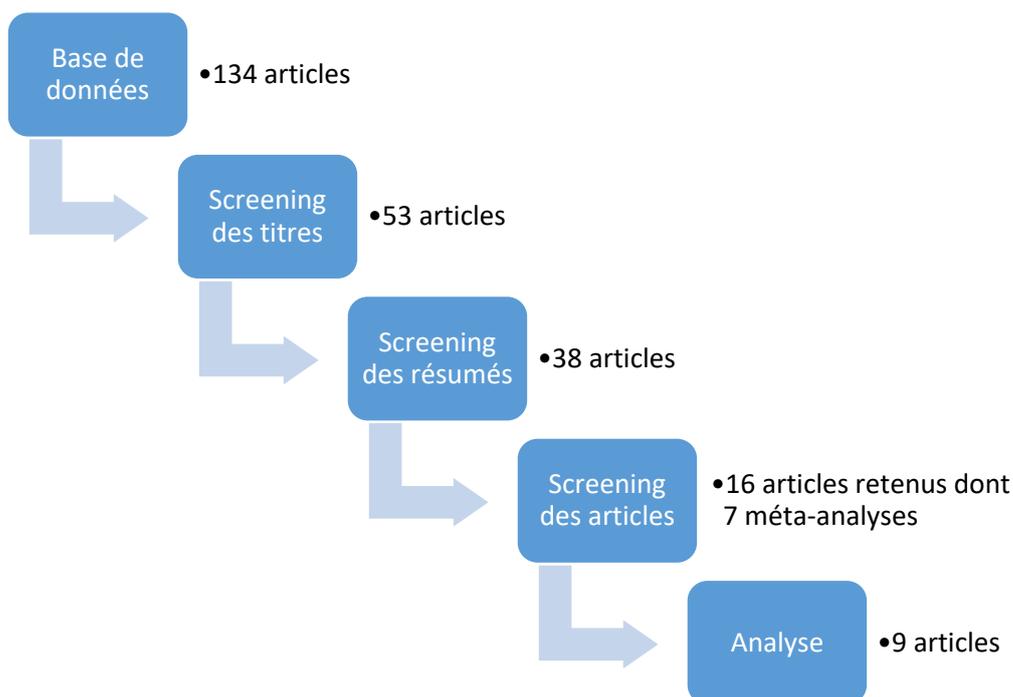
5.3.1 Stratégie de recherche

Une recherche électronique sur PubMed (MEDLINE) a été conduite pour identifier toutes les études cliniques comparatives en langue anglaise, publiées à partir de 2004 et traitant du sujet.

Les termes suivants ont été recherchés : [(vertical bone augmentation OR vertical ridge augmentation OR vertical ridge regeneration OR vertical bone regeneration OR guided bone regeneration OR bone graft OR block graft OR interpositional bone graft OR distraction osteogenesis) AND ("Dental Implants"[Mesh] OR short dental implants OR inferior alveolar nerve lateralization OR inferior alveolar nerve transposition) AND posterior mandible].

La recherche a été complétée par un screening manuel des références citées dans les articles et les revues.

5.3.2 Diagramme de Flux



5.3.3 Résultats de la recherche

La revue de la littérature permet de retrouver deux méta-analyses concernant spécifiquement le secteur mandibulaire postérieur : l'étude d'OCTAVI(152) qui compare l'ensemble des techniques d'augmentation verticale osseuse et les techniques alternatives et celle de NISAND(153) qui compare les IC versus la greffe Inlay.

D'autres méta-analyses ont été publiées :

- ROCCHIETTA(154) et KEEESTRA(155) effectuent à 8ans d'intervalle une revue de la littérature concernant les techniques d'augmentation verticale du volume osseux et notamment la ROG, la DO et les greffes Onlay pour ROCCHIETTA et la greffe Inlay en plus pour KEEESTRA. Il ne compare pas les techniques entre elles.
- Les articles de LEE(125) et APARECIDO(10) analysent les IC versus IS aux maxillaires et à la mandibule
- YUN(51) compare la DO aux autres techniques de greffes osseuses aux maxillaires et à la mandibule.

5.3.4 Analyse des revues de la littérature

La revue la plus récente est celle d'OCTAVI(152), il analyse 14 articles.

- Aucune différence significative n'est retrouvée concernant les échecs implantaires ou prothétiques ou les complications techniques ou biologiques ou la ROPI après un an de mise en charge.
- Une différence significative est retrouvée avec plus de complications post-opératoires dans le groupe augmentation osseuse ($p < 0,001$).

Il conclut que les IC en secteur postérieur mandibulaire semblent être préférables aux techniques d'augmentation osseuse car présentant un taux similaire d'échec implantaire et prothétique avec une morbidité inférieure. A 1an la ROPI et la survie implantaire sont similaires, cependant pour confirmer ces résultats des études plus larges, concernant différents centres de par le monde avec différents protocoles et des résultats axés sur les patients sont nécessaires.

NISAND(153) analyse 4 études également avec 85 patients dans chaque groupe (groupe IC et groupe IS) et un suivi moyen de 2,5ans (1 à 5ans).

- Echec implantaire : 9 dans le groupe IS et 7 dans le groupe IC
 - Echec prothétique : 9 dans le groupe IS et 6 dans le groupe IC
- Aucune différence significative n'est retrouvée dans les deux cas.
- Complications de tout type : concernent 56 patients dans le groupe IS et 18 patients dans le groupe IC
 - ROPI : 1,23mm (à,94 à 1,49mm) dans le groupe IC et 1,51mm (1,03 à 2,34mm) dans le groupe IS. Cette différence n'était statistiquement significative que dans une seule étude (cf. 4.3.4.11)

NISAND conclut que sa revue tend à démontrer l'équivalence en termes de survie implantaire et prothétique entre IC et IS après greffe Inlay au prix de plus de complications, d'un temps de traitement prolongé et un coût supérieur pour la technique Inlay. Cependant ces résultats sont à prendre avec précaution du fait de la petite taille de l'échantillon, d'un suivi réduit et de la réalisation des études par le même groupe d'auteurs.

La Revue de ROCCHIETTA(154) de 2008 nous apprend que :

- Concernant la ROG :
 - o 7 articles analysés
 - o Gain vertical de 2 à 8mm
 - o RO comprise entre 1,27 et 2mm pour un suivi de 1 à 7 ans
 - o Complication principale : exposition de la membrane
 - o Taux de survie implantaire compris entre 92 et 100% pour un suivi de 1 à 7ans
 - o Taux de succès implantaire compris entre 76,3 et 97,5%.
- Concernant la DO :
 - o 13 articles analysés
 - o Gain vertical de 5 à 15mm
 - o Complication principale : mauvais vecteur de distraction avec bascule linguale
 - o Taux de survie implantaire compris entre 90 et 100%
 - o Taux de succès implantaire compris entre 59 et 94,2%.
- Concernant la technique Onlay :
 - o 5 articles analysés
 - o Gain vertical de 4,2mm en moyenne
 - o RO importante d'environ 40%
 - o Complication principale : aucun exemple cité
 - o Taux de survie implantaire compris entre 76 et 100%
 - o Taux de succès implantaire compris entre 89,5 et 100%.

Elle conclut que devant le faible nombre d'études analysées il est difficile de généraliser ces résultats.

KEESTRA(155) effectue le même travail que ROCCHIETTA mais 8 ans plus tard :

- Concernant la ROG :
 - o 7 articles analysés (peu importe le design de l'étude)
 - o Suivi moyen de 2,4ans (1 à 5,3ans)
 - o Taux de survie implantaire moyen de 99,3% (94,1 à 100%)
 - o Taux de succès implantaire moyen de 90,7% (75 à 100%)
 - o ROPI :
 - A 1 an : -0,85 à -2,64 mm
 - A 2 ans : -1,35 à -2,64 mm
 - A 3 ans : -1,27 à -2,64 mm
 - A 4 ans : -1 à -2,64 mm
 - A 5 ans : -1 à -2,86 mm
- Concernant la DO :
 - o 18 articles analysés (peu importe le design de l'étude)
 - o Suivi moyen de 2,9ans (1 à 7ans)
 - o Taux de survie implantaire moyen de 97,1% (88 à 100%)
 - o Taux de succès implantaire moyen de 95,5% (92,7 à 100%)
 - o ROPI : (analyse sur 4 études)
 - A 1 an : -0,65 à -1,17 mm
 - A 2 ans : -1 à -1,32 mm
 - A 3 ans : -1 à -1,41 mm
 - A 4 ans : -1,30 à -1,46 mm
 - A 5 ans : -1,49 à -1,55 mm
- Concernant la technique Onlay :
 - o 27 articles analysés (peu importe le design de l'étude)
 - o Suivi moyen de 3,5ans (1,4 à 10ans)
 - o Taux de survie implantaire moyen de 94,7% (72,8 à 100%)
 - o Taux de succès implantaire moyen de 93,2% (86,9 à 100%)
 - o ROPI :
 - A 1 an : -0,85 à -3,70 mm
 - A 2 ans : -0,41 à -3,88 mm
 - A 3 ans : -1,3 à -4,91 mm
 - A 4 ans : -1,1 à -4,84 mm
 - A 5 ans : -1,57 à -4,76 mm
- Concernant la technique Inlay :
 - o 4 articles analysés (peu importe le design de l'étude)
 - o Suivi moyen de 1,7ans (1 à 3ans)
 - o Taux de survie implantaire moyen de 98,5% (95,9 à 100%)
 - o Taux de succès implantaire moyen de 93,4% (90,9 à 100%)
 - o ROPI :
 - A 1 an : -0,90 à -1,65 mm
 - A 3 ans : -2,43 mm

Keestra conclut qu'au-delà des données chiffrées, devant la diversité des designs des études analysées, de la diversité des techniques utilisées et de la diversité des matériaux de greffe utilisés, la méta-analyse est source de nombreux biais et donc difficilement interprétable mais que les études ayant un suivi de 4 ou 5 ans montrent toutes une tendance à la stabilité des résultats dans le temps.

L'article de LEE(125), analyse au total 4 articles concernant l'utilisation des IC versus IS en secteur postérieur après chirurgie d'augmentation osseuse. Sur 225 patients et 539 implants posés, 265 étaient des IC de longueur comprise entre 5 et 8mm et 274 des IS de longueur supérieure à 8mm. 86 IC étaient mis en place à la mandibule. Il ne note aucune différence significative en termes de :

- Echec implantaire : 7 échecs sur 265 IC (2,6%) dont 5 précoces et 2 tardifs et 11 échecs sur 274 IS (4%) dont 9 précoces et 2 tardifs
- Taux de survie cumulé :
 - o A 1 an : 98,7% pour les IC et 98% pour les IS
 - o A 5 ans : 93,6% pour les IC et 90,3% pour les IS
 - o Le taux de succès implantaire est identique au taux de survie dans toutes les études analysées
- ROPI :
 - o A 1 an : 1 mm pour les IC et 1,2 mm pour les IS (131)
 - o A 3 ans : 1,2 mm pour les IC et 1,8 mm pour les IS(156)
- Aucune différence significative concernant les complications biologiques per et post-opératoires, les complications après mise en charge, et les complications prothétiques.

LEE conclut donc que les IC sont aussi prédictibles que les IS. Surtout les IC n'ont pas les désavantages d'échecs précoces, d'échecs à la mise en charge ou des complications prothétiques comparativement aux IS. La mise en place d'IC est donc une alternative prédictible aux IS dans les situations où une augmentation verticale est nécessaire.

APARECIDO(10) compare les IC (longueur égale ou inférieure à 8mm) versus IS (supérieurs à 8mm) placés dans les mâchoires postérieures. Son analyse se porte sur 13 études.

- Il retient 83 échecs implantaires sur 2631 implants posés soit 3,15% d'échec comprenant 45 IS (2,72%) et 38 IC (3,87%). Ce résultat étant non significatif ($p=0,24$). Cependant de l'absence de consensus concernant la définition d'implant court, il remarque que les IC de moins de 8mm ont un taux de survie inférieur par rapport aux IS ($p=0.02$).
- Concernant la perte d'os marginal, aucune différence significative n'est relevée, le chiffre utilisé correspondant à celui retrouvé lors de la dernière consultation de suivi.
- Le taux de complication ne retrouve pas non plus de différence significative (7 études utilisées pour cette analyse), il en va de même pour les échecs prothétiques.

APARECIDO conclut donc que les IC présentent une perte d'os marginal, des échecs prothétiques et un taux de complications similaires aux IS et leur utilisation est donc tout à fait prédictible en secteur postérieur surtout quand cela nécessite une chirurgie pré-implantaire. Cependant les implants de 4 à 7mm de longueur sont à utiliser avec précaution en mâchoire postérieure car le risque d'échec est plus élevé. En pratique deux études concernent spécifiquement la mandibule postérieure et nous reviendrons plus en détails sur celles-ci(117,156).

L'article de YUN(51) concerne une revue de littérature et méta-analyses(26,27,29,34) de l'efficacité de la DO et des greffes autogènes en chirurgie pré-implantaire, l'analyse de l'article permet d'appréhender quelques résultats intéressants :

- Différence significative en faveur de la DO en termes de gain vertical et de RO entre la DO et la technique sandwich(26)
- Absence de différence significative entre greffe inlay et onlay en termes de gain vertical osseux
- RO plus importante en cas de ROG par rapport aux autres techniques
- Gain moyen de 5mm avec une ROG et remodelage de 1mm à 12mois : la DO est plus bénéfique que la ROG en termes d'efficacité de gain vertical osseux

- Concernant la survie implantaire, peu importante la technique elle reste supérieure à 95%
- Succès implantaire est supérieur avec la distraction ostéogénique par rapport aux autres techniques de greffes
- Succès implantaire est moindre avec la ROG par rapport aux autres techniques de greffes surtout si les implants ont été mis en place immédiatement.

Yun conclut donc que la DO et les greffes onlay sont plus bénéfiques que la ROG en termes de gain vertical, de RO et de taux de succès implantaire. Il met aussi en évidence l'absence de différence statistiquement significative entre DO et technique Onlay en termes de gain vertical et de RO après traitement.

5.3.5 *Analyse des études comparatives*

5.3.5.1 *DO VS Onlay*

CHIAPASCO(29) en 2007 réalise une étude comparative (DO VS Onlay) prospective sur 17 patients (localisation en secteur postérieur mandibulaire sauf pour 2 patients du groupe DO en antérieur) avec un suivi de 2 à 4ans en utilisant de l'os autogène ramique pour la greffe.

- Il note une RO plus importante dans le groupe Onlay ($p=0,01$) avant la mise en place des implants
- Pas de différence significative concernant la résorption péri-implantaire
- Pas de différence significative concernant la survie ou le succès implantaires qui sont d'ailleurs comparables aux taux rencontrés avec les implants placés en os natif (100% de survie pour la DO et l'onlay et 94,7% pour la DO et 89,5% pour l'Onlay en termes de succès implantaire selon les critères d'Albrektsson (voir Annexe 6.1)).

Aucune des deux techniques n'est donc supérieure à l'autre cependant il faut prendre en compte la plus grande flexibilité d'une greffe mais une morbidité plus importante tandis que la DO ne permet de corriger que les défauts verticaux avec parfois des modifications de vecteurs qui peuvent compromettre le résultat final.

Dans son étude rétrospective unicentrique ELO(30) compare la DO et la technique de greffe onlay en terme de succès implantaire. Le suivi des patients étant au minimum de 36mois après mise en place des implants. 17 greffes onlay sont réalisées en secteur mandibulaire postérieur et 46 implants

sont posés. Il est noté 3 échecs implantaires. Dans l'autre groupe, 5 DO sont réalisées en secteur mandibulaire postérieur et 17 implants mis en place avec un seul échec implantaire. Aucune différence significative n'est notée entre les deux techniques concernant le taux de succès implantaire.

En conclusion, après avoir déterminé les avantages et les limitations de chaque procédure, les indications de la DO et de la greffe Onlay doivent être différenciées. Ces deux techniques sont prédictibles et reproductibles selon l'objectif final énoncé pour la reconstruction de la mandibule postérieure édentée. La greffe onlay est la procédure à retenir pour les défauts mixtes verticaux et horizontaux, la DO pour les défauts uniquement verticaux. Cependant en cas de nécessité de gain vertical important et de larges zones édentées, la DO est à préconiser surtout en cas d'échecs de greffes antérieures.

5.3.5.2 *DO VS Inlay*

Une seule publication compare ces deux techniques chirurgicales, celle de BIANCHI(26). C'est une étude prospective donc les objectifs sont de comparer en termes de gain osseux, RO, survie et succès implantaire et complications la DO et la technique sandwich en mandibule postérieure. 5 DO et 7 Inlay ont été réalisées avec mise en place de 16 et 21 implants. Deux résultats ressortent comme significatifs : le gain osseux vertical après DO de 10mm (7 – 15) pour 7,3mm (5,9 – 8,5) $p=0,003$ et le taux de complications pour la DO ($p<0,05$, 1 infection et 2 bascules linguales). Aucune différence significative n'est notée concernant la RO et la survie ou le succès implantaire. Pour Bianchi, la technique sandwich permet de traiter une majorité de cas et la DO est à réserver aux patients nécessitant un gain vertical osseux important.

5.3.5.3 *DO VS ROG*

Seul CHIAPASCO(27) en 2004 a comparé les deux procédures chez 21 patients dont 9 en secteurs postérieurs mandibulaires. Il analyse une survie implantaire comparable entre DO et ROG mais un succès implantaire significativement en faveur de la DO (94,1% VS 68,25%). Pour lui la ROG doit être réservée aux petits défauts aussi bien verticaux qu'horizontaux tandis que la DO ne doit s'appliquer que pour les défauts plus larges et verticaux.

5.3.5.4 *DO VS IC*

Aucune étude comparative n'est parue sur le sujet.

5.3.5.5 DO VS DNAI

Aucune étude comparative n'est parue sur le sujet.

5.3.5.6 Onlay VS Inlay

Une seule étude s'est également intéressée au sujet, étude publiée par FELICE(74) en 2009 qui traite spécifiquement du secteur mandibulaire postérieur réhabilité soit par une technique sandwich soit par une greffe Onlay avec à chaque fois le même matériel de greffe, à savoir un prélèvement iliaque. 20 patients ont été inclus pour 20 sites opératoires et répartis équitablement en deux groupes. Le suivi moyen était de 18 mois après mise en charge des implants.

- Il constate que le groupe Onlay présente un gain vertical post-opératoire immédiat supérieur au groupe Inlay ($p=0,019$)
- Une plus grande RO est notée dans le groupe Onlay ($p<0,001$)
- Le gain vertical osseux est comparable dans les deux groupes ($p=0,190$) en fin de suivi
- La ROPI est similaire ($p=0,971$)
- Le taux de succès implantaire est similaire ($p=0,190$ avec 90% de succès implantaire dans le groupe Inlay et 86,9% dans le groupe Onlay).
- Les taux de complications et de survie implantaire sont identiques (100% dans les deux groupes).

Pour FELICE, les deux techniques sont donc comparables, la technique Inlay malgré un gain vertical immédiat plus faible compense par une RO moins importante mais cette technique nécessite un chirurgien entraîné au contraire de la technique Onlay où la courbe de progression est beaucoup plus courte.

5.3.5.7 Onlay VS ROG

Aucune étude comparative n'est parue sur le sujet.

5.3.5.8 Onlay VS IC

Seul PEÑARROCHA(157) traite le sujet dans une étude rétrospective avec un suivi de 12 mois. Il compare la greffe Onlay avec prélèvements ramiques ou symphysaires et les IC d'une longueur de 5,5mm en intra-osseux. Il constate un taux de survie et de succès implantaire ainsi qu'une ROPI moindre dans le groupe des IC, sans que ces résultats soient significatifs :

- Survie groupe Onlay VS Survie groupe IC : 95,6% vs 97,1% $p=0,59$
- Succès groupe Onlay VS Succès groupe IC : 91,1% vs 97,1% $p=0,27$
- ROPI groupe Onlay VS ROPI groupe IC : $0,7 \pm 1,1$ vs $0,6 \pm 0,3$ $p=0,21$

Il conclut que les IC permettent de s'affranchir des complications liées aux techniques de greffes osseuses et qu'ils sont sans doute un choix préférable pour la réhabilitation.

5.3.5.9 Onlay VS DNAI

KHOJASTE(79) est le seul à publier sur le sujet. Il compare la technique de la tente corticale (cf. 2.1.2.1.7.2) par prélèvement ramique à la DNAI dans une étude rétrospective sur 118 patients (49 dans le groupe greffe osseuse et 69 dans le groupe DNAI).

- Concernant les troubles nerveux : dans le groupe DNAI, tous les patients ont ressenti des dysfonctions nerveuses durant les 2 premiers mois post-opératoires et chez 7 (10,14%) patients la symptomatologie persistait à la fin du suivi (18,51 mois). 2 patients (4,08%) dans le groupe greffe ont présenté une symptomatologie similaire.
- Echec implantaire : 1 échec dans chaque groupe ayant nécessité la dépose de l'implant
- A deux ans après mise en charge de la prothèse, les taux cumulés de survie et de succès implantaire sont de : 100% et 95% pour le groupe greffe et de 99% et 87% pour le groupe DNAI.
- Au total 158 implants ont été posés dans le groupe greffe pour 113 succès (71,52%) et 184 implants pour 174 succès implantaire (94,56%) dans le groupe DNAI, cependant la durée moyenne de suivi était de 37,97 mois pour le groupe greffe et seulement 18,51 mois pour le groupe DNAI.
- Les implants étaient plus long et de diamètre plus important dans le groupe DNAI ($p < 0,001$)
- La ROPI ne présentait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes ($p = 0,79$, mesures effectuées à la dernière visite de contrôle) pourtant KHOJASTE notait une RO entre 2 et 4mm sur 41 implants dans le groupe greffe (suivi 35,95 mois) et seulement 4 implants étaient concernés dans le groupe DNAI (suivi 24 mois).

KHOJASTE conclut que la technique de tente corticale offre un bon taux de survie implantaire et est à préconiser dans les cas de nécessité de gain vertical peu important (inférieur à 5mm). Concernant la DNAI, il conclut que la technique permet la mise en place d'implants plus long, mais le risque de lésion du NAI est difficilement accepté par le patient.

Dans cette étude, un taux de succès implantaire supérieur est obtenu avec une moindre RO pour le groupe DNAI mais avec un risque plus important de lésions neuro-sensitives.

5.3.5.10 *Inlay VS ROG*

Aucune étude comparative n'est parue sur le sujet.

5.3.5.11 *Inlay VS IC*

Deux études ont été publiées en 2014 par FELICE(117) (deux autres études antérieures ont été publiées avec la même cohorte (96,158)) et ESPOSITO(156).

L'étude de FELICE est prospective sur 60 patients avec un suivi de 5ans post mise en charge de la prothèse en secteur postérieur mandibulaire. 61 implants de dimension standard sont placés dans le groupe Inlay et 60 dans le groupe IC (longueur de 6,6mm).

- Aucune différence significative n'était retrouvée en termes d'échec implantaire (3 échecs dans le groupe Inlay et 5 dans le groupe IC), ni en termes d'échec prothétique (5 prothèses dans le groupe Inlay sur 5 patients et 5 prothèses sur 4 patients dans le IC) à 5 ans après mise en charges des implants.
- A contrario, le taux de complications est significativement en faveur des IC (25 pour 21 patients avec la chirurgie Inlay est 6 pour 6 patients avec les IC, $p < 0.0001$).
- Concernant la ROPI à 5ans, elle est de 1,49mm pour les IC et de 2,34mm pour le groupe Inlay ($p < 0,0001$).

En pratique les deux techniques permettent d'atteindre les objectifs de réhabilitation mais les IC permettent de le faire avec une morbidité plus faible, dans un temps plus court et pour un coût moindre. Cependant à 5ans, le contact osseux des IC n'est plus que de 4,4mm, il est donc fondamental d'attendre le suivi à 10ans pour conclure sur la pérennité à long terme de ces implants.

L'article d'ESPOSITO(156) présente les résultats à 3ans d'une étude clinique randomisée comparant les IC de 5mm de long et 6mm de diamètre par rapport aux implants de longueur plus importante mis en place après greffe osseuse allogénique par technique Inlay sur 15 patients. 30 implants de

longueur standards ont été mis en place et 26 IC en secteur mandibulaire postérieur.

- Echec prothétique : 1 pour le groupe IC et 0 pour le groupe greffe
- Echec implantaire : 2 implants chez 1 patient pour le groupe IC et 1 implant dans le groupe greffe
- Complications post-opératoires : 9 chez 4 patients pour le groupe IC et 12 chez 10 patients pour le groupe greffe
- RO péri-implantaire à 3 ans : 1,44mm dans le groupe IC et 1,63 dans le groupe greffe.

Aucun de ces résultats n'est statistiquement significatif

ESPOSITO observe qu'une hauteur osseuse de 3,8mm est nécessaire à l'implant pour pouvoir supporter la prothèse et conclut qu'une évaluation à 5ans ou plus est nécessaire avec un échantillon de patient plus large mais qu'en l'état actuel, les deux techniques sont tout à fait viables pour la réhabilitation mandibulaire postérieure.

5.3.5.12 Inlay VS DNAI

Aucune étude comparative n'est parue sur le sujet.

5.3.5.13 ROG VS IC

Aucune étude comparative n'est parue sur le sujet.

5.3.5.14 ROG VS DNAI

Aucune étude comparative n'est parue sur le sujet.

5.3.5.15 DNAI VS IC

Aucune étude comparative n'est parue sur le sujet.

5.3.5.16 TABLEAU DES ANALYSES COMPARATIVES ETUDIEES

AUTEURS	ANNEE	TYPE D'ETUDE	TECHNIQUE	NBRE DE PATIENTS	NBRE DE SITES	AGE MOYEN	SUIVI (en mois)	DISTANCE V3 (en mm)	MEMBRANE RESORBABLE	PORT DE PROTHESE	GAIN OSSEUX IMMEDIAT (en mm)	p	RO AVANT IMPLANT (en mm)	p	% DE RO PAR RAPPORT AU GAIN IMMEDIAT	
BIANCHI	2008	PROSPECTIF	DO	5	5	45 (25-55)	30 (18-38)	6,2 (5-8,7)	N	N	10 (7-15)	0,003	1,4 (0,7-3,9)	0,088	14 (10-26)	
			SANDWICH ILIAQUE	6	7	47 (30-55)	22,5 (18-48)	7,3 (5,9-8,5)			5,8 (5-6,9)		0,9 (0,5-1,2)		14,2 (10-20,6)	
CHIAPASCO	2007	RETROSPECTIF	ONLAY RAMIQUE	8	8	41,2 (18-57)	38 (24-48)			N	4,6 (3-6)	NS	0,6	0,01		
			DO	7	7		41,3 (36-48)				5,14 (2-7)		0,3			
ELO	2009	RETROSPECTIF	ONLAY	65	17		36-61			N	N					
			DO	17	5											
CHIAPASCO	2004	PROSPECTIF	ROG	4	4	48 (44-51)	41 (30-48)		N	N	5 (3-7)	NS	NC		NC	
				1	1	45	29 (18-48)				6,25		1,35		21,6	
			DO	4	4	31,5 (18-42)	31 (18-54)				5,75 (4-8)		0,37		<0,01	6,4
FELICE	2009	PROSPECTIF	SANDWICH ILIAQUE	10	10	55,2 (30-75)	18 (17-22)	6,9 (4,8-8,6)	O	N	4,9 (4-7)	0,019	0,5 (0,1-2,9)	<0,001	10,2 (2,2-51,8)	
			ONLAY ILIAQUE	10	10	52,6 (39-63)	17,5 (13-22)	7,6 (4,9-10,7)			6,5 (4,7-8)		2,7 (1,3-4,7)		40,4 (22,8-68,7)	
KHOJASTEH	2015	RETROSPECTIF	ONLAY RAMIQUE	49		54,85	37,97 (x - 84)									
			DNAI	69			18,51 (x - 24)									
FELICE	2014	RETROSPECTIF	SANDWICH BIO-OSS	30 (-5)		55 (43-67)	60	7 - 8	O	N						
			IMPLANTS COURTS	30 (-3)												
ESPOSITO	2014	PROSPECTIF	SANDWICH BIO-OSS IMPLANTS COURTS	15	30	56 (37-69)	36	5 - 7								
PEÑARROCHA	2014	RETROSPECTIF	ONLAY RAMIQUE ou SYMPHYSE IMPLANTS COURTS	20 17	26	48,4 (27 - 60)	12	7 - 8	O	N pendant 3 semaines						

TECHNIQUE	DELAI AV IMPLANTS (en mois)	NOMBRE IMPLANTS POSES	DELAI MISE EN PLACE SUPRASTR (en mois)	SURVIE IMPLANT (%)	p	SUCCES IMPLANT (%)	p	ROPI (en mm)	p	ROPI >1,5mm à 1an	p	COMPLICATIONS	p	ECHECS IMPLANTAIRES	p	ECHECS PROTHETIQUES	p
DO	4	16	4	100	NS	93,7	>0,5			1		1 infection, 2 bascules linguales	<0,05				
SANDWICH ILIAQUE	4	21		100		95,2				1		1 cicatrice déhiscente					
ONLAY RAMIQUE	4 - 5	19	3 - 4	100	NS	89,5		1,3 à 3ans		2		3 HT dont 1 HP et 1 expo					
DO	2 - 3	21		100		94,7		1 à 3ans et 1,3 à 4ans		1		2 BL, 1 blocage DO					
ONLAY		46		93,48	NS	93,5							3				
DO	4	17	94,12	94,1		1											
ROG	immédiat	7	6-7	100	NS	61,5		2,06 à 3ans				2 expo, 1 inf					
	6-7	2	3-5	100		75		1,69 à 3ans				<0,05					2 HT et 1 expo
DO	2-3	9	3-6	100		94,1		1,41 à 3ans				2 BL					
SANDWICH ILIAQUE	4	20		100	NS	90	0,19	0,9 (0,3-1,8)	0,971	2	0,19	3 CD, 4 HT, 1 inf					
ONLAY ILIAQUE	4	23	4	100		86,9		0,85 (0,2-2,8)		3		2 CD, 2 HT, 1 inf					
ONLAY RAMIQUE	4 - 6	158	3 - 5	98,73	NS	71,52		<1	0,79			1 HT, 5 inf		1			
DNAI	immédiat	184		98,74		94,56						1# 7 HD, 1 inf		1			
SANDWICH BIO-OSS	5	61	4	95,08	1			2,34 à 5ans	<0,0001			16 HT, 4 CD	<0,0001	3	NS	5	NS
IMPLANTS COURTS	NC	60		91,67		1,49 à 5ans		2 HT				5		5			
SANDWICH BIO-OSS	4	30	4	96,67				1,63 à 3ans	0,059			11 HT, 1 CD	0,18	1	NS	0	NS
IMPLANTS COURTS		26		92,31		1,44 à 3ans		3 HT, 3 inf				2		1			
ONLAY RAMIQUE ou SYMPHYSE	6,8 (5-8)	45	2	95,6	0,59	91,1	0,27	0,7 ± 1,1 à 1an	0,21			1 HT, 4 CD		2		0	
IMPLANTS COURTS		35		97,1		0,6 ± 0,3 à 1an		1				0					

5.3.6 Conclusion de l'analyse

Outre le fait que l'ensemble des études analysées ne balaient pas l'ensemble des possibilités de comparaisons, lorsque la comparaison de deux techniques est effectuée, c'est sur un faible nombre de patients avec un suivi moyen de 31 mois, il n'y a donc aucune évaluation à long terme (à 10 ans).

Les critères de comparaisons utilisés sont bien définis (gain osseux immédiat, RO, ROPI, survie et succès implantaire) et applicables quotidiennement dans la pratique clinique, cependant peu d'études sont exhaustives sur ces points (3 seulement sur les 8 études incluses). Tantôt l'auteur se focalisera sur la survie implantaire (en oubliant parfois le taux de succès), tantôt sur les gains et pertes osseuses.

La majorité des études analysées est réalisée par une seule et même équipe, ce qui limite fortement la puissance de l'analyse (5 sur 9).

Concernant les résultats :

- Gain osseux immédiat : 4 études s'intéressent à ce résultat et deux résultats ressortent comme significatifs.
 - o La DO permet un gain osseux vertical immédiat plus important comparativement à la technique Sandwich (10mm vs 5,8mm en moyenne $p=0.003$)
 - o La technique Onlay permet un gain osseux vertical immédiat plus important comparativement à la technique Sandwich (6,5mm vs 4,9mm en moyenne $p=0.019$)
- RO avant implant : 4 études s'intéressent à ce résultat et trois résultats ressortent comme significatifs.
 - o RO moindre avec une DO qu'avec une ROG ou une technique onlay (0,3mm vs 0,6mm $p=0.01$ et 0,37mm vs 1,35mm $p<0.01$)
 - o RO moindre avec une technique Sandwich qu'avec une technique Onlay (0,5mm vs 2,7mm $p<0.001$)
- ROPI : 7 études s'intéressent à ce résultat et deux résultats ressortent comme significatifs
 - o ROPI moindre à 3 ans avec une DO qu'avec une ROG (1,41mm vs 1,69mm et 2,06mm $p<0.05$) mais l'évaluation est faite sur un total de 9 implants par technique.

- ROPI moindre à 5 ans avec des IC qu'avec une technique Sandwich (1,49mm vs 2,34mm p<0.0001)
- Survie implantaire :
 - L'ensemble des études analysées ne retrouve pas de différences significatives et le taux de survie global (toutes études confondues) est supérieur à 90%.
 - Le taux minimal retrouvé est de 91,67%, il concerne les IC dans l'étude avec la plus longue période de survie (60mois). Le deuxième taux de survie le plus faible concerne une nouvelle fois les IC (92,31%) sur un suivi de 36mois.
- Succès implantaire : 7 études sur les 9 analysés fournissent un résultat qui n'est jamais significatif
 - Les deux études avec la plus forte différence entre les résultats n'ont pas recherché la significativité.
 - Avec une implantation immédiate lors d'une ROG, le taux de succès n'est que de 61,5% et de 75% avec implantation différée lorsqu'il est de 94,1% avec une DO, les résultats font suite à la pose de seulement 9 implants par technique dont 7 en immédiat et 2 en différé.
 - Dans l'autre étude, avec une technique Onlay le succès est de 71,52% lorsqu'il monte à 94,56% avec une DNAI, ici le nombre d'implants posés est conséquent (>150).

6 DISCUSSION

La mandibule postérieure atrophiée est un site difficile à traiter avec les techniques de greffes traditionnelles. Le nerf mandibulaire n'est pas la seule cause de cette difficulté. La nature des tissus mous et durs ne facilite pas la prise de greffe, ni la cicatrisation et favorise la résorption osseuse. L'os résiduel est faiblement vascularisé ce qui limite la prolifération vasculaire et cellulaire au sein de la greffe. Les tissus mous résiduels le sont en faible quantité et obtenir une fermeture étanche sans tension est délicat. De plus la proximité de la muqueuse mobile encourage les désunions et donc potentialise le risque infectieux. L'inverse est également vrai, une fermeture étanche avec une muqueuse en tension favorise les déhiscences cicatricielles mais comprime également la greffe et donc favorise la résorption. Il faut donc trouver le juste équilibre pour parvenir au résultat souhaité.

Cette méta-analyse oriente vers un choix thérapeutique utilisant les IC (5 à 8mm de long). En effet, ils permettent une réhabilitation du secteur mandibulaire postérieur plus rapide, moins cher avec moins de morbidité per et post-opératoire. Leur taux de survie et de succès sont similaires aux IS et la ROPI à 1an est identique voir inférieure avec les IC. Cependant il est nécessaire de confirmer ces résultats par de plus larges études prospectives multicentriques incluant plus de patients et surtout à long terme (10ans). En effet la puissance statistique des 9 études analysées est faible (5 études rétrospectives, en moyenne une dizaine de sites réhabilités par étude, suivi moyen de 30mois) et les résultats obtenus ne permettent pas d'assoir cette tendance des résultats. Tous les avantages liés aux IC pourraient en effet être annulés si au terme des 10 ans l'ensemble du traitement est à reprendre suite à une ROPI trop importante pour conserver l'implant en place et la prothèse fonctionnelle. La perspective est de se dire que les IC sont le traitement de première ligne et qu'en cas d'échec de ceux-ci à court, moyen ou long terme, les procédures habituelles de greffe prennent le relais.

7 CONCLUSION

Lorsque le patient se présente pour la première fois en consultation, il exprime une demande qui peut être plus ou moins précise. En pratique, ce qui importe au patient, c'est de retrouver à long terme une qualité de vie optimale (alimentation, vie sociale, esthétique). Pour cela il souhaite une thérapeutique qui s'inscrit dans un laps de temps le plus court possible, pour un coût minimum et avec une morbidité minimale. Le seul critère qui rentre peu ou pas en ligne de compte en secteur postérieur est l'aspect esthétique. Le professionnel de santé devra transformer la demande de son patient en projet thérapeutique détaillé et imaginer un ensemble de solutions à lui proposer. Ces solutions dépendront également de la motivation et de l'état de santé du patient, ainsi que de l'expérience du chirurgien. In fine, une fois l'ensemble des critères définis, un partenariat thérapeutique sera défini et appliqué.

L'analyse de ces 156 articles a permis de présenter l'ensemble des techniques de chirurgie pré-implantaire de gain vertical et leurs alternatives en secteur mandibulaire postérieur. Chaque technique est présentée avec ses avantages, ses inconvénients et ses limites ce qui a permis de créer une synthèse sous forme de tableau explicitant cela.

La chirurgie pré-implantaire (distraction, sandwich, onlay, coffrage, ROG) conventionnelle reste à bien des égards la procédure thérapeutique à suivre pour s'assurer d'atteindre l'objectif initialement fixé.

Néanmoins au regard de l'ensemble de l'exposé et de la demande actuelle des patients, deux propositions thérapeutiques semblent à prendre en considération :

- Les implants courts car ils permettent de s'affranchir de l'ensemble des techniques de chirurgie pré-implantaire et d'obtenir un résultat fiable, la seule question qui demeure sans réponse est leur durée de vie à long terme.

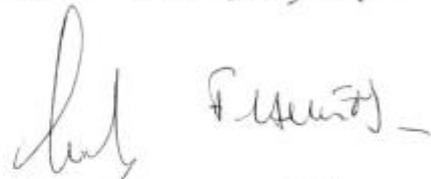
- La technique de l'anneau est séduisante, car elle permet de mener le projet de réhabilitation en seulement en 6 mois ce qui jusqu'à présent prenait une année complète mais l'absence d'étude clinique nous oblige à la plus grande prudence.

Comme disait Eddie Vuibert : « *Il faut toujours donner sa chance au produit* »

*Le Doyen de la Faculté
de Médecine Toulouse - Purpan*



Didier CARRIÉ

Toulouse le 13.03.2017


Professeur Frédéric LAUTERS
Chirurgien Maxillo-facial
Chirurgien Spécialiste de la Face
Hôpital PURPAN - TSA 40031
31053 TOULOUSE Cedex 9 - Tél. 05 61 77 25 17

8 ANNEXES ET TABLEAUX

8.1 Critères de succès implantaire selon ALBREKTSSON :

- Absence de douleur ou de dysesthésie
- Absence d'infection péri-implantaire avec suppuration
- Absence de mobilité
- Absence de radio-clarté continue
- Pas de dépose de l'implant
- ROPI <1,5mm la première année et <0,2mm/an les années suivantes

8.2 Critères de succès implantaire selon MISCH :

- Absence de douleur ou de sensibilité durant la fonction
- Absence de mobilité
- <2mm de RO suite à la chirurgie
- Absence d'épisodes d'inflammation

8.3 Synthèse des techniques

	Indications	Avantages	Inconvénients	Complications	Limites / C-I	Gain osseux
Distraction Ostéogénique	Résorptions verticales pures	<ul style="list-style-type: none"> - Distraction os et tissus mous - Absence de prélèvement et de greffes nécessaires - RO limitée 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût - Inconfort lié au matériel en bouche - Pas de port de prothèse possible 	<ul style="list-style-type: none"> - Fracture osseuse - Débricolage du matériel - Orientation des vecteurs erronée 	<ul style="list-style-type: none"> - Indications limitées - Nécessite 6mm d'os au-dessus du CM - Déficits mixtes 	Jusqu'à 15mm
Sandwich	Tous les cas de résorptions verticales	<ul style="list-style-type: none"> - Vascularisation de la greffe - RO faible (20%) - Possibilité de réaliser le geste sans ostéosynthèse 	<ul style="list-style-type: none"> -Technicité du geste -Attachement de la muqueuse linguale limite l'élévation 	<ul style="list-style-type: none"> - Lésion du NAI - Exposition des greffons - Bascule linguale 	<ul style="list-style-type: none"> - >4mm au-dessus du CM - Crête en lame de couteau 	De 4 à 10mm et jusqu'à 12mm
Onlay	Tous types de résorptions	<ul style="list-style-type: none"> - Technique universelle - Possibilité d'implantation immédiate 	<ul style="list-style-type: none"> - RO importante (40%) pour l'Onlay - Nécessite un ou des prélèvements osseux en cas de greffe autogène - Gestion des tissus mous - Fragilisation mandibule si prélèvement ramique 	<ul style="list-style-type: none"> - Echec de prise de greffe - Exposition des greffons 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté à obtenir une fermeture sans tension - Périoplastie nécessaire - Perte du Vestibule surtout si coffrage 	4 à 10mm
Coffrage		<ul style="list-style-type: none"> - Faible résorption - Gain bidimensionnel - Fixation bi-corticale de l'implant si triple coffrage 				
Anneaux		<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation 				

		<ul style="list-style-type: none"> - tridimensionnelle - Une seule étape chirurgicale - Fixation bi-corticale de l'implant 	<ul style="list-style-type: none"> - abord symphysaire - L'implant doit être correctement positionné 	<ul style="list-style-type: none"> - sensitifs - secteur incisif 	<ul style="list-style-type: none"> - sites implantaires (5 max) - >3mm au-dessus du CM nécessaires 	
ROG	Déficits osseux de faible importance	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptation parfaite de la greffe à l'anatomie du patient - Durée opératoire réduite 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de rigidité de la greffe - Possibilité de déformation 	<ul style="list-style-type: none"> - Exposition de la membrane - Infection 	Déficits osseux importants	2 à 8mm
Implants courts	Tous types de résorptions	<ul style="list-style-type: none"> - Geste simple et rapide - Moins de complications post-opératoires - Coût inférieur - Délai global réduit 	<ul style="list-style-type: none"> - Quid de la durée de vie ? - Ratio C/I défavorable 	Echec de l'ostéointégration	>6mm au-dessus du CM	NC
LNAI / TNAI	<ul style="list-style-type: none"> - Dimension d'arcade verticale réduite - Haut risque de lésion du NAI lors de l'implantation - CI aux IS - Patient souhaitant un seul temps chirurgical 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de prélèvement et de greffes nécessaires - Implantation immédiate - Fixation bi-corticale des implants - Augmentation de la longueur des implants 	<ul style="list-style-type: none"> - Anesthésie définitive du NAI - Séquelles sensitives - Absence de correction anatomique - Nécessite une anesthésie générale 	<ul style="list-style-type: none"> - Section du NAI - Fracture de la mandibule 	<ul style="list-style-type: none"> - Atrophie extrême de la mandibule 	NC

9 REFERENCES

1. Zwetyenga N, Vidal N, Ella B, Siberchicot F, Emparanza A. Results of oral implant-supported prostheses after mandibular vertical alveolar ridge distraction: A propos of 54 sites. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012;
2. Moloney F, Tideman H, Stoelting PJW, Koomen HA. Interpositional bone-grafting of the atrophic edentulous mandible. A review. *Aust Dent J [Internet]*. 1985;30(3):211-9.
3. Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: A mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent*. 2003;89(5):427-35.
4. Ulm C, Solar P, Blahout R, Matejka M, Gruber H. Reduction of the compact and cancellous bone substances of the edentulous mandible caused by resorption. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1992;74(2):131-6.
5. Anitua E, Alkhraisat MH, Orive G. Novel technique for the treatment of the severely atrophied posterior mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants [Internet]*. 2013;28(5):1338-46.
6. Hupp J, Ellis E, Tucker M. *Contemporary Oral and Maxillofacial Surgery*.
7. McAllister BS, Haghghat K. Bone Augmentation Techniques. *J Periodontol [Internet]*. 2007;78(3):377-96.
8. Haggerty CJ, Laughlin RM. *ATLAS OF OPERATIVE ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY*.
9. Worthington P. Injury to the Inferior Alveolar Nerve During Implant Placement: A Formula for Protection of the Patient and Clinician. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 731.
10. Aparecido C, Lemos A, Ferro-Alves ML, Okamoto R, Mendonça MR, Pellizzer EP. Short dental implants versus standard dental implants placed in the posterior jaws: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2016;
11. Gasparini, Boniello, Saponaro, Marianetti, Foresta, Torroni, et al. Long term follow-up in inferior alveolar nerve transposition: Our experience. *Biomed Res Int [Internet]*. 2014;2014.
12. Raoux L, Benat G. *Nerfs Crâniens*. 2006;1-21.
13. Juodzbaly G, Wang H-L, Sabalys G. Injury of the Inferior Alveolar Nerve during Implant Placement: a Literature Review. *J Oral Maxillofac Res J Oral Maxillofac Res J Oral Maxillofac Res*. 2011;2(12):1-1.
14. Hirsch JM, Branemark PI. Fixture stability and nerve function after transposition and

- lateralization of the inferior alveolar nerve and fixture installation. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1995;33(5):276-81.
15. Anitua E, Hamdan Alkhraist M, Piñas L, Begoña L, Orive G. Implant Survival and Crestal Bone Loss Around Extra-Short Implants Supporting a Fixed Denture: The Effect of Crown Height Space, Crown-to-Implant Ratio, and Offset Placement of the Prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 2014;2929(3):682-9.
 16. Sanz M, Naert I. Biomechanics/risk management (Working Group 2). *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(SUPPL. 4):107-11.
 17. Blanes R. L'influence du rapport hauteur couronne/longueur implant sur la résorption osseuse crestale dans les segments postérieurs des maxillaires : une étude prospective sur 10 ans. 2006;
 18. Pascual D, Roig R, Chossegras C. Greffes osseuses des secteurs mandibulaires posterieurs par technique de coffrage. *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale [Internet]. Elsevier Masson SAS;* 2014;115(2):105-10.
 19. 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.* 1905;466(12):2903-9.
 20. Ilizarov. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. 1950;519-22.
 21. Ilizarov. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. 1950;523-5.
 22. Snyder. Mandibular lengthening by gradual distraction in humans. Vol. 18, *European Journal of Plastic Surgery.* 1973. p. 7-10.
 23. McCarthy J, Schreiber J, Karp N, Thorne C, Grayson B. Lengthening the Human Mandible by Gradual Distraction. 1992.
 24. Block MS, Daire J, Stover J, Matthews M. Changes in the inferior alveolar nerve following mandibular lengthening in the dog using distraction osteogenesis. 1993;51(6):652-60.
 25. Chin M, Toth B a. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: review of five cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54(1):45-53; discussion 54.
 26. Bianchi A, Felice P, Lizio G, Marchetti C. Alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting in posterior mandibular atrophy: a prospective study. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;

27. Chiapasco M, Romeo E, Casentini P, Rimondini L. Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: A 1-3-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. Munksgaard International Publishers; févr 2004 [cité 4 juill 2016];15(1):82-95.
28. Chiapasco M, Consolo U, Bianchi A, Ronchi P. Alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a multicenter prospective study on humans. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19(3):399-407.
29. Chiapasco M, Zaniboni M, Rimondini L. Autogenous onlay bone grafts vs. alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 2–4-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res*. 2007;
30. Elo J a, Herford AS, Boyne PJ. Implant success in distracted bone versus autogenous bone-grafted sites. *J Oral Implantol*. 2009;35(4):181-4.
31. Enislidis G, Fock N, Millesi-Schobel G, Klug C, Wittwer G, Yerit K, et al. Analysis of complications following alveolar distraction osteogenesis and implant placement in the partially edentulous mandible. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2005;100(1):25-30.
32. Ettl T, Gerlach T, Schüsselbauer T, Gosau M, Reichert TE, Driemel O. Bone resorption and complications in alveolar distraction osteogenesis. *Clin Oral Investig*. 2010;14(5):481-9.
33. Gaggl A, Schultes G, Kärcher H. Vertical Alveolar Ridge Distraction with Prosthetic Treatable Distractors: A Clinical Investigation. *Oral MaxilloFac Implant*. 2000;
34. Kim J-WW, Cho M-HH, Kim S-JJ, Kim M-RR. Alveolar distraction osteogenesis versus autogenous onlay bone graft for vertical augmentation of severely atrophied alveolar ridges after 12 years of long-term follow-up. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* [Internet]. Elsevier Inc.; nov 2013 [cité 9 août 2016];116(5):540-9.
35. Polo W, de Araujo N, Lima Y, Joly J, Sendyk W, Cury P. Peri-Implant Bone Loss Around Posterior Mandible Dental Implants Placed After Distraction Osteogenesis: Preliminary Findings. *J periodontol* [Internet]. 2007;78(2):204-8.
36. Rachmiel a, Srouji S, Peled M. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2001;30(6):510-7.
37. Raghoobar GM, Liem RSB, Vissink A. Vertical distraction of the severely resorbed edentulous anterior mandible: a clinical, histological and electron microscopic study of 10 treated cases. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(5):558-65.

38. Sezer B, Koyuncu BÖ, Günbay T, Sezak M. Alveolar distraction osteogenesis in the human mandible: a clinical and histomorphometric study. *Implant Dent.* 2012;21(4):317-22.
39. Uckan S, Oguz Y, Bayram B. Comparison of Intraosseous and Extraosseous Alveolar Distraction Osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(4):671-4.
40. Pérez-Sayáns M, De Los M, León-Camacho Á, Somoza-Martín J-M, Fernández-González B, Blanes-Vázquez-Gundín S, et al. Dental implants placed on bone subjected to vertical alveolar distraction show the same performance as those placed on primitive bone. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal Jul Sci Cit Index Expand J Cit Reports Index Med Embase Emcare Indice Médico Español Med Oral Patol Oral Cir Bucal Jul [Internet].* 2013 [cité 9 août 2016];11818(14):686-92.
41. Cano J, Campo J, Moreno LA, Bascones A, Spain M. Osteogenic alveolar distraction: A review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101:11-28.
42. Zaffe D, Bertoldi C, Palumbo C, Consolo U. Morphofunctional and clinical study on mandibular alveolar distraction osteogenesis. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(5):550-7.
43. Iizuka T, Hallermann W, Seto I, Smolka W, Smolka K, Bosshardt DD. Bi-directional distraction osteogenesis of the alveolar bone using an extraosseous device. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(6):700-7.
44. Saulacic N, Iizuka T, Martin MS, Garcia AG. Alveolar distraction osteogenesis: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008;37(1):1-7.
45. Hwang S-J, Jung J-G, Jung J-U, Kyung S-H. Vertical Alveolar Bone Distraction at Molar Region Using Lag Screw Principle. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62:787-94.
46. Saulacic N, Zix J, Iizuka T. Complication rates and associated factors in alveolar distraction osteogenesis: a comprehensive review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38(3):210-7.
47. Wolvius EB, Scholtemeijer M, Weijland M, Hop WCJ, van der Wal KGH. Complications and relapse in alveolar distraction osteogenesis in partially dentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36(8):700-5.
48. Saulacic N, Somoza-Martin M, Gándara-Vila P, Garcia-Garcia A. Relapse in alveolar distraction osteogenesis: An indication for overcorrection. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(7):978-81.
49. Kanno T, Mitsugi M, Furuki Y, Hosoe M, Akamatsu H, Takenobu T. Overcorrection in vertical alveolar distraction osteogenesis for dental implants. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36(5):398-402.
50. Reininger D, Rodriguez-Grandjean A, López-Quiles J. Analysis of Resorption and Need for

- Overcorrection in Alveolar Distraction Osteogenesis. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2016 [cité 19 août 2016];31(4):865-9.
51. Yun K-I, Choi H, Wright R, Ahn H, Chang B, Kim H. Efficacy of Alveolar Vertical Distraction Osteogenesis and Autogenous Bone Grafting for Dental Implants: Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2016;31(1):26-36.
 52. Alkan A, Baş B, Inal S. Alveolar distraction osteogenesis of bone graft reconstructed mandible. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2005;100(3).
 53. Nocini PF, Albanese M, Da Prato EB, D'Agostino A. Vertical distraction osteogenesis of the mandible applied to an iliac crest graft: Report of a case. *Clin Oral Implants Res*. 2004;15(3):366-70.
 54. Garcia AG, Martin MS, Vila PG, Maceiras JL. Minor complications arising in alveolar distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002;60(5):496-501.
 55. Perdijk FBT, Meijer GJ, Strijen PJ van, Koole R. Complications in alveolar distraction osteogenesis of the atrophic mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2007;36(10):916-21.
 56. Enislidis G, Fock N, Ewers R. Distraction osteogenesis with subperiosteal devices in edentulous mandibles. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2005;43(5):399-403.
 57. Mazzonetto R, Allais De Maurette M. Radiographic evaluation of alveolar distraction osteogenesis: Analysis of 60 cases. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005;63(12):1708-11.
 58. Mazzonetto R, Allais M, Maurette PE, Moreira RWF. A retrospective study of the potential complications during alveolar distraction osteogenesis in 55 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2007;36(1):6-10.
 59. Klug CN, Millesi-Schobel GA, Millesi W, Watzinger F, Ewers R. Preprosthetic vertical distraction osteogenesis of the mandible using an L-shaped osteotomy and titanium membranes for guided bone regeneration. *J Oral Maxillofac Surg*. 2001;59(11):1302-8.
 60. Garcia-Garcia A, Somoza-Martin M, Gandara-Vila P, Saulacic N, Gandara-Rey JM. Alveolar distraction before insertion of dental implants in the posterior mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2003 [cité 25 juill 2016];41:376-9.
 61. Klein C, Papageorge M, Kovács A, Carchidi JE. Initial experiences using a new implant based distraction system for alveolar ridge augmentation. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2001;30(2):167-9.
 62. Oh HK, Park HJ, Cho JY, Park YJ, Kook MS. Vector Control of Malpositioned Segment During Alveolar Distraction Osteogenesis by Using Rubber Traction. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet].

- American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons; 2009;67(3):608-12.
63. Uckan S, Haydar SG, Imirzalinodotogbrevelu P. Repositioning of malpositioned segment during alveolar distraction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(8 SUPPL. 1):963-5.
 64. Robiony M, Polini F, Costa F, Politi M. Osteogenesis distraction and platelet-rich plasma for bone restoration of the severely atrophic mandible: Preliminary results. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(6):630-5.
 65. Tulasne J-F, Guiol J, Jeblaoui Y. Reconstruction pré-implantaire du secteur mandibulaire postérieur Pre-implant posterior mandibular reconstruction. *Rev Stomatol Chir Maxillofac [Internet].* 2012;113:307-21.
 66. Rocuzzo M, Ramieri G, Bunino M, Berrone S. Autogenous bone graft alone or associated with titanium mesh for vertical alveolar ridge augmentation: A controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(3):286-94.
 67. Schwartz-Arad D, Levin L, Sigal L. Surgical success of intraoral autogenous block onlay bone grafting for alveolar ridge augmentation. *Implant Dent.* 2005;14(February):131-8.
 68. van der Meij EH, Blankestijn J, Berns RM, Bun RJ, Jovanovic A, Onland JM, et al. The combined use of two endosteal implants and iliac crest onlay grafts in the severely atrophic mandible by a modified surgical approach. *Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]. Elsevier;* 2005;34(2):152-7.
 69. Pierrefeu A, Sauvigné T, Cresseaux P, Jeannot P-Y, Breton P. Technique du coffrage en greffe osseuse préimplantaire mandibulaire postérieure : entre apposition et régénération Pre-implantation bone graft coffering technique for posterior mandibular edentulism: Between onlay grafting and regeneration. *Rev Stomatol Chir Maxillofac [Internet].* 2012;113:322-6.
 70. Vermeeren JIJF, Wismeijer D, Waas MAJ van. One-step reconstruction of the severely resorbed mandible with onlay bone grafts and endosteal implants. *Int J Oral Maxillofac Surg [Internet].* 1996;25(2):112-5.
 71. Cordaro L, Amadé DS, Cordaro M. Clinical results of alveolar ridge augmentation with mandibular block bone grafts in partially edentulous patients prior to implant placement. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(1):103-11.
 72. Smolka W, Eggenesperger N, Carollo V, Ozdoba C, Iizuka T. Changes in the volume and density of calvarial split bone grafts after alveolar ridge augmentation. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(2):149-55.
 73. Bormann KH, Suarez-Cunqueiro MM, von See C, Kokemüller H, Schumann P, Gellrich NC. Sandwich osteotomy for vertical and transversal augmentation of the posterior mandible. *Int J*

Oral Maxillofac Surg. 2010;39(6):554-60.

74. Felice P, Pistilli R, Lizio G, Pellegrino G, Nisii A, Marchetti C. Inlay versus onlay iliac bone grafting in atrophic posterior mandible: A prospective controlled clinical trial for the comparison of two techniques. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2009;11(SUPPL. 1):69-82.
75. McGrath CJ, Schepers SH, Blijdorp P a, Hoppenreijns TJ, Erbe M. Simultaneous placement of endosteal implants and mandibular onlay grafting for treatment of the atrophic mandible. A preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1996;25(3):184-8.
76. Smolka W, Bosshardt DD, Mericske-Stern R, Iizuka T. Reconstruction of the severely atrophic mandible using calvarial split bone grafts for implant-supported oral rehabilitation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;101(1):35-42.
77. Khoury F., Ponte A., Happe A. The 3-dimensional Reconstruction of the Alveolar Crest with Mandibular Bone Block Graft: A Clinical Study (Abstract) in *Int J Oral Maxillofac Implants* 19:765, 2004. *Int J Oral Maxillofac Implant*. 2004;2004.
78. Pascual D, Dumont N, Breton P, Cheynet F, Chossegros C. Modélisation des techniques de reconstruction par greffes osseuses des secteurs mandibulaires postérieurs avec le logiciel Simplant®. *Rev Stomatol Chir Maxillofac [Internet]*. Elsevier Masson SAS; 2012;113(2):108-14.
79. Khojasteh A, Hassani A, Motamedian SR, Saadat S, Alikhasi M. Cortical Bone Augmentation Versus Nerve Lateralization for Treatment of Atrophic Posterior Mandible: A Retrospective Study and Review of Literature. *Clin Implant Dent Relat Res [Internet]*. 2015;n/a-n/a.
80. Giesenhagen B, Yüksel O, Pocebutas D. Dreidimensionale Alveolarkamm - augmentation und gleichzeitige Implantatinsertion mittels autogener Knochenringe. 2013;29(3):244-54.
81. Draenert FG, Huetzen D, Kämmerer P, Wagner W, Kammerer P, Wagner W. Bone augmentation in dental implantology using press-fit bone cylinders and twin-principle diamond hollow drills: A case series. *Clin Implant Dent Relat Res [Internet]*. sept 2011 [cité 31 août 2016];13(3):238-43.
82. Stevens MR, Emam HA, Alaily MEL, Sharawy M. Implant Bone Rings. One-Stage Three-Dimensional Bone Transplant Technique: A Case Report. *J Oral Implantol [Internet]*. 2010;36(1):69-74.
83. Schettler D, Holtermann W. Clinical and experimental results of a sandwich-technique for mandibular alveolar ridge augmentation. *J Maxillofac Surg*. 1977;5(3):199-202.
84. Jensen T, Retterstøl LJ, Sandset PM, Godal HC, Skjærnsberg OH. Alveolar Segmental « Sandwich » Osteotomies for Posterior Edentulous Mandibular Sites for Dental Implants.

- Dent Implant. 2006;17(6):471-6.
85. Frame J, Browne R, Brady C. Biologic Basis for Interpositional Autogenous Bone Grafts to the Mandible. *Am J Surg* [Internet]. 1982;63(2):153-67.
 86. Eiseman B, Johnson LR, Coll JR. Ultrasound measurement of mandibular arterial blood supply: Techniques for defining ischemia in the pathogenesis of alveolar ridge atrophy and tooth loss in the elderly? *J Oral Maxillofac Surg*. 2005;
 87. Brandtner C, Borumandi F, Krenkel C, Gaggl A. A new technique for sandwich osteoplasty with interpositional bone grafts for fixation. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2014;29(5):1164-9.
 88. Bormann KH, Suarez-Cunqueiro MM, Von See C, Tavassol F, Dissmann JP, Ruecker M, et al. Forty sandwich osteotomies in atrophic mandibles: A retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. Elsevier Inc.; 2011;69(6):1562-70.
 89. Scarano A, Carinci F, Assenza B, Piattelli M, Murmura G, Piattelli A. Vertical ridge augmentation of atrophic posterior mandible using an inlay technique with a xenograft without miniscrews and miniplates: Case series. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(10):1125-30.
 90. Yeung R. Surgical management of the partially edentulous atrophic mandibular ridge using a modified sandwich osteotomy: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2005;20(5):799-803.
 91. Périssé J, Boutault-modiga O, Mazzoni L. Matrice Plasmatique Minéralisée Avec Mise En Place D' Implants. :105-10.
 92. Felice P, Marchetti C, Iezzi G, Piattelli A, Worthington H V., Pellegrino G, et al. Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional bloc grafts: bone from the iliac crest vs. bovine anorganic bone. Clinical and histological results up to one year after loading from a randomized-co. *Clin Oral Implants Res*. 2009;
 93. Viol A, Pradka SP, Baumeister SP, Wang D, Moyer KE, Zura RD, et al. Soft-tissue defects and exposed hardware: a review of indications for soft-tissue reconstruction and hardware preservation. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 2009;123(4):1256-63.
 94. Kawakami PY, Dottore AM, Bechara K, Feres M, Shibli JA. Alveolar osteotomy associated with resorbable non-ceramic hydroxylapatite or intra-oral autogenous bone for height augmentation in posterior mandibular sites: A split-mouth prospective study. *Clin Oral Implants Res*. 2013;
 95. Felice P, Iezzi G, Lizio G, Piattelli A, Marchetti C. Reconstruction of Atrophied Posterior

- Mandible With Inlay Technique and Mandibular Ramus Block Graft for Implant Prosthetic Rehabilitation. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons; 2009;67(2):372-80.
96. Felice P, Pellegrino G, Checchi L, Pistilli R, Esposito M. (la même que 2014) Vertical augmentation with interpositional blocks of anorganic bovine bone vs. 7-mm-long implants in posterior mandibles: 1-year results of a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21(12):1394-403.
 97. Marchetti C, Trasarti S, Corinaldesi G, Felice P. Interpositional bone grafts in the posterior mandibular region: a report on six patients. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2007;27(6):547-55.
 98. Frost DE, Gregg JM, Terry BC, Fonseca RJ. Mandibular Interpositional and Onlay Bone Grafting for Treatment of Mandibular Bony Deficiency in the Edentulous Patient. *J Oral Surg (Chic)*. 1982;353-60.
 99. Choi BH, Lee SHR, Huh JY, Han SG. Use of the sandwich osteotomy plus an interpositional allograft for vertical augmentation of the alveolar ridge. *J Cranio-Maxillofac Surg*. 2004;
 100. Lopez-Cedrun JL, Jose Luis López-Cedrún. Implant Rehabilitation of the Edentulous Posterior Atrophic Mandible : The Sandwich Osteotomy Revisited. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2011 [cité 20 août 2016];26(1):195-202.
 101. Simion M, Trisi P, Piattelli A. Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1994;14(6):496-511.
 102. Simion M, Jovanovic S a, Tinti C, Benfenati SP. Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation. A retrospective study on 123 implants with 1-5 year follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2001;12(1):35-45.
 103. Urban I a, Jovanovic S a, Lozada JL. Vertical ridge augmentation using guided bone regeneration (GBR) in three clinical scenarios prior to implant placement: a retrospective study of 35 patients 12 to 72 months after loading. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(3):502-10.
 104. Annibali S, Bignozzi I, Sammartino G, La Monaca G, Cristalli MP. Horizontal and Vertical Ridge Augmentation in Localized Alveolar Deficient Sites. *Implant Dent*. 2012;21(3):175-85.
 105. Simion M, Jovanovic S a, Trisi P, Scarano A, Piattelli A. Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1998;18(1):8-23.

106. Le B, Rohrer MD, Prasad HS. Screw « Tent-Pole » Grafting Technique for Reconstruction of Large Vertical Alveolar Ridge Defects Using Human Mineralized Allograft for Implant Site Preparation. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. Elsevier Inc.; 2010;68(2):428-35.
107. Simion M, Fontana F, Rasperini G, Maiorana C. Vertical ridge augmentation by expanded-polytetrafluoroethylene membrane and a combination of intraoral autogenous bone graft and deproteinized anorganic bovine bone (Bio Oss). *Clin Oral Implants Res*. 2007;18(5):620-9.
108. Tinti C, Parma-Benfenati S. Vertical ridge augmentation: surgical protocol and retrospective evaluation of 48 consecutively inserted implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* [Internet]. 1998;18(5):434-43.
109. Watzinger F, Luksch J, Millesi W, Schopper C, Neugebauer J, Moser D, et al. Guided bone regeneration with titanium membranes: a clinical study. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2000;38(4):312-5.
110. von Arx T, Hardt N, Wallkamm B. The TIME technique: a new method for localized alveolar ridge augmentation prior to placement of dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 1997 [cité 22 août 2016];11(3):387-94.
111. Louis PJ, Gutta R, Said-Al-Naief N, Bartolucci AA. Reconstruction of the Maxilla and Mandible With Particulate Bone Graft and Titanium Mesh for Implant Placement. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008;66(2):235-45.
112. Fugazzotto P a. Success and failure rates of osseointegrated implants in function in regenerated bone for 6 to 51 months: a preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997;12(1):17-24.
113. Block MS, Degen M. Horizontal ridge augmentation using human mineralized particulate bone: Preliminary results. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004;62(SUPPL. 2):67-72.
114. Simion M, Rocchietta I, Monforte M, Maschera E. Three-dimensional alveolar bone reconstruction with a combination of recombinant human platelet-derived growth factor BB and guided bone regeneration: a case report. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2008;28(3):239-43.
115. Tinti C, Parma-Benfenati S, Polizzi G. Vertical ridge augmentation: what is the limit? *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1996;16(3):220-9.
116. Langer B, Langer L, Sullivan RM. Vertical ridge augmentation procedure using guided bone regeneration, demineralized freeze-dried bone allograft, and miniscrews: 4- to 13-year observations on loaded implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* [Internet]. 2010;30(3):227-35.

117. Felice P, Cannizzaro G, Barausse C, Pistilli R, Esposito M. Short implants versus longer implants in vertically augmented posterior mandibles: a randomised controlled trial with 5-year after loading follow-up. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7(4):359-69.
118. Tabary M. Implants courts versus greffe et implants longs : état actuel des connaissances.
119. Misch CE, Steingra J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study. *J Periodontol*. 2006;77(8):1340-7.
120. Mohammed Ibrahim M, Thulasingham C, Nasser KSGA, Balaji V, Rajakumar M, Rupkumar P. Evaluation of design parameters of dental implant shape, diameter and length on stress distribution: A finite element analysis. *J Indian Prosthodont Soc*. 2011;11(3):165-71.
121. Demenko V, Linetskiy I, Nesvit K, Hubalkova H, Nesvit V, Shevchenko A. Importance of diameter-to-length ratio in selecting dental implants: a methodological finite element study. *Comput Methods Biomech Biomed Engin [Internet]*. 2012;17(4):443-9.
122. Ichanti F. Influence des facteurs hauteurs diamètre implantaire sur la transmission des forces occlusales.
123. Arlin ML. Short dental implants as a treatment option: results from an observational study in a single private practice. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;21(5):769-76.
124. Atieh M, Cooper L, Zadeh H. Survival of Short Dental Implants for Treatment of Posterior Partial Edentulism : A Survival Systematic Review. 2012;(November).
125. Lee S-A, Lee C-T, Fu MM, Elmisalati W, Chuang S-K. Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials for the Management of Limited Vertical Height in the Posterior Region: Short Implants (5 to 8 mm) vs Longer Implants (> 8 mm) in Vertically Augmented Sites. *Int J Oral Maxillofac Implants [Internet]*. 2014;29(5):1085-97.
126. das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Fernandes Neto AJ. Short Implants - An Analysis of Longitudinal Studies. *Int J Oral Maxillofac Implants [Internet]*. 2006;21(1):86-93.
127. Queiroz TP, Aguiar SC, Margonar R, de Souza Faloni AP, Gruber R, Luvizuto ER. Clinical study on survival rate of short implants placed in the posterior mandibular region: resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res [Internet]*. 2014;1-7.
128. Quaranta A, Piemontese M, Rappelli G, Sammartino G, Procaccini M. Technical and biological complications related to crown to implant ratio: a systematic review. *Implant Dent [Internet]*. 2014;23(2):180-7.
129. Naert I, Duyck J, Hosny M, Jacobs R, Quirynen M, van Steenberghe D. Evaluation of factors

- influencing the marginal bone stability around implants in the treatment of partial edentulism. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2001;3(1):30-8.
130. Rangert B, Sullivan R, Jemt T. Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997;12(3):360-70.
 131. Esposito M, Pellegrino G, Felice P. Rehabilitation of posterior atrophic edentulous jaws: Prostheses supported by 5 mm short implants or by longer implants in augmented bone? One-year results from a pilot randomised clinical study. *Eur J Oral Implantol*. 2011;
 132. Tabrizi R, Arabion H, Aliabadi E, Hasanzadeh F. Does increasing the number of short implants reduce marginal bone loss in the posterior mandible? A prospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. British Association of Oral and Maxillofacial Surgeons; 2016;54(7):731-5.
 133. Alling CC. Lateral repositioning of inferior alveolar neurovascular bundle. *J Oral Surg* [Internet]. mai 1977 [cité 19 août 2016];35(5):419. D
 134. Jensen O, Nock D. Inferior alveolar nerve repositioning in conjunction with placement of osseointegrated implants: A case report. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1987;63(3):263-8.
 135. Rosenquist. Fixture placement posterior to the mental foramen with transpositioning of the inferior alveolar nerve. *J Oral Maxillofac Implant*. 1992;
 136. Chrcanovic BR, Custódio ALN. Inferior alveolar nerve lateral transposition. *Oral Maxillofac Surg*. 2009;13(4):213-9.
 137. Kan JY, Lozada JL, Goodacre CJ, Davis WH, Hanisch O. Endosseous implant placement in conjunction with inferior alveolar nerve transposition: an evaluation of neurosensory disturbance. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 1997;12(4):463-71.
 138. Abayev B, Juodzbaly G. Inferior Alveolar Nerve Lateralization and Transposition for Dental Implant Placement. Part II: a Systematic Review of Neurosensory Complications. *J Oral Maxillofac Res* [Internet]. 2015;6(1):1-10.
 139. Karlis V, Bae RD, Glickman RS. Mandibular fracture as a complication of inferior alveolar nerve transposition and placement of endosseous implants: a case report. *Implant Dent*. 2003;12(3):211-6.
 140. Kan JY, Lozada JL, Boyne PJ, Goodacre CJ, Rungcharassaeng K. Mandibular fracture after endosseous implant placement in conjunction with inferior alveolar nerve transposition: a patient treatment report. *Int J Oral Maxillofac Implant* [Internet]. 1997;12(5):655-9.
 141. Milner TE, Stein RB. The effects of axotomy on the conduction of action potentials in

- peripheral sensory and motor nerve fibres. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1981;44(6):485-96.
142. Dao TT, Mellor A. Sensory disturbances associated with implant surgery. *Int J Prosthodont [Internet]*. 1998 [cité 19 août 2016];11(5):462-9.
143. Nocini PF, De Santis D, Fracasso E, Zanette G. Clinical and electrophysiological assessment of inferior alveolar nerve function after lateral nerve transposition. Vol. 10, *Clinical oral implants research*. 1999. p. 120-30.
144. Rosenquist. *Implant Placement in Combination With Nerve Transpositioning: Experiences With the First 100 Cases [Internet]*. 1994.
145. Roden RD. Principles of Bone Grafting. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am [Internet]*. Elsevier Ltd; 2010;22(3):295-300.
146. Iizuka T, Smolka W, Hallermann W, Mericske-Stern R. Extensive augmentation of the alveolar ridge using autogenous calvarial split bone grafts for dental rehabilitation. *Clin Oral Implants Res*. 2004;15(5):607-15.
147. Sbordone L, Toti P, Menchini-Fabris GB, Sbordone C, Piombino P, Guidetti F. Volume changes of autogenous bone grafts after alveolar ridge augmentation of atrophic maxillae and mandibles. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009;38(10):1059-65.
148. Carles S. *Grefte osseuse allogénique pré-implantaire*. 2017.
149. Mertens C, Decker C, Seeberger R, Hoffmann J, Sander A, Freier K. Early bone resorption after vertical bone augmentation - a comparison of calvarial and iliac grafts. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(7):820-5.
150. Guyot L, Seguin P, Benateau H. *Techniques en Chirurgie Maxillo-faciale et Plastique de la Face*. 2010.
151. Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington H V, Coulthard P. Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment. Esposito M, éditeur. *Aust Dent J [Internet]*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 7 oct 2006 [cité 14 juill 2016];51(1):96-7.
152. Octavi C, Genís B, Rui F. Dental Implant Placement in Atrophic Edentulous Mandibles : Vertical Bone Augmentation and Alternative Treatments . A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. 2016;1-23.
153. Nisand D, Picard N, Rocchietta I. Short implants compared to implants in vertically augmented bone: A systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26:170-9.
154. Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable

- dental implant placement: A systematic review. *J Clin Periodontol*. 2008;35(SUPPL. 8):203-15.
155. Keestra JAJ, Barry O, Jong L de, Wahl G. Long-term effects of vertical bone augmentation: a systematic review. *J Appl Oral Sci [Internet]*. 2016;24(1):3-17.
156. Esposito M, Pistilli R, Barausse C, Felice P. Three-year results from a randomised controlled trial comparing prostheses supported by 5-mm long implants or by longer implants in augmented bone in posterior atrophic edentulous jaws. *Eur J Oral Implantol [Internet]*. 2014;7(4):383-95.
157. Peñarrocha-Oltra D, Aloy-Prósper A, Cervera-Ballester J, Peñarrocha-Diago M, Canullo L, Peñarrocha-Diago M. Implant treatment in atrophic posterior mandibles: vertical regeneration with block bone grafts versus implants with 5.5-mm intrabony length. *Int J Oral Maxillofac Implants [Internet]*. 2014;29(3):659-66.
158. Felice P, Vittorio C, Pellegrino G, Esposito M, Checchi V, Pistilli R, et al. (la même que 2014) Bone augmentation versus 5-mm dental implants in posterior atrophic jaws. Four-month post-loading results from a randomised controlled clinical trial. *Eur J Oral Implantol*. 2009;2(4):267-81.

**OSTEOPLASTIES ADDITIVES DES SECTEURS MANDIBULAIRES
POSTERIEURS EN CHIRURGIE PRE-IMPLANTAIRE :
AUGMENTATION VERTICALE OSSEUSE ET TECHNIQUES
ALTERNATIVES. UNE META-ANALYSE DE LA LITTERATURE**

RESUME EN FRANÇAIS :

La chirurgie pré-implantaire est désormais pratiquée au quotidien, elle est liée à une forte demande des patients souhaitant bénéficier d'une réhabilitation dentaire complète et pérenne dans le temps. Le secteur mandibulaire postérieur reste cependant une zone anatomique d'accès difficile et dont la gestion thérapeutique n'est pas aisée au regard des conditions locales aussi bien pour le praticien (qualité osseuse, vascularisation, nerf alvéolaire inférieur) que pour le patient (forces masticatoires importantes, contraintes mécaniques). Ce travail détaille (définition, historique, indications, avantages, complications, inconvénients, limites) les différentes techniques chirurgicales d'augmentation verticale (distraction ostéogénique, greffe onlay, coffrage, anneau, tente corticale, inlay, régénération osseuse guidée) en secteur mandibulaire postérieur ainsi que les procédures alternatives (implants courts, dérivation nerveuse). Au travers d'une méta-analyse de la littérature, le point est fait à la fois sur les bénéfices obtenus concernant le volume vertical osseux ainsi que sur la pérennité des implants mis en place. La chirurgie pré-implantaire (distraction, sandwich, onlay, coffrage, ROG) conventionnelle reste à bien des égards la procédure thérapeutique à suivre pour s'assurer d'atteindre l'objectif initialement fixé. Cependant deux propositions thérapeutiques semblent à prendre en considération : la technique de l'anneau est séduisante, car elle permet de mener le projet de réhabilitation en seulement en 6 mois ce qui, jusqu'à présent, prenait une année complète mais l'absence d'étude clinique ne permet d'asseoir cet argumentaire. Les implants courts car ils permettent de s'affranchir de l'ensemble des techniques de chirurgie pré-implantaire et d'obtenir un résultat fiable, sans certitude sur leur durée de vie à long terme.

TITRE EN ANGLAIS : Posterior mandibular additive osseous surgery for dental implants : Vertical bone augmentation and alternative techniques. A meta-analysis of the literature.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique – Chirurgie orale

MOTS-CLÉS : greffes osseuses, implantologie, chirurgie pré-implantaire, augmentation verticale, mandibule postérieure

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :
Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

Directeur de thèse : Pr Franck BOUTAULT