

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2019

THESE N°2019 LYO 1D 018

T H E S E

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 09 Avril 2019

Par

Anaïs CLAPEYRON

Née le 11 Octobre 1994, à Firminy (42)

**LES BIOMATERIAUX ET LES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT DE L'OS PRE ET
PER IMPLANTAIRE (REVUE DE LITTÉRATURE)**

JURY

Monsieur Olivier ROBIN, Professeur des Universités (Président)

Madame Anne-Gaëlle CHAUX, Maître de Conférences (ASSESEUR)

Madame Kerstin GRITSCH, Maître de Conférences (ASSESEUR)

Madame Sophie VEYRE-GOULET, Maître de Conférences (ASSESEUR)

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université
Président du Conseil Académique
Vice-Président du Conseil d'Administration
Vice-Président de la Commission Recherche
du Conseil Académique

M. le Professeur F. FLEURY
M. le Professeur H. BEN HADID
M. le Professeur D. REVEL
M. F. VALLEE

Vice-Président de la Commission Formation Vie Universitaire
du Conseil Académique

M. le Professeur P. CHEVALIER

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est
Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud
Charles Mérieux
Faculté d'Odontologie
SEUX
Institut des Sciences Pharmaceutiques et
Biologiques
VINCIGUERRA

Directeur : M. le Professeur G. RODE
Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON

Directrice par intérim: Mme. la Professeure D.

Directrice : Mme la Professeure C.

Institut des Sciences et Techniques de la
Conférences
Réadaptation

Directeur : M. X. PERROT, Maître de

Département de Formation et Centre de
SCHOTT
Recherche en Biologie Humaine

Directrice : Mme la Professeure A.M.

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Faculté des Sciences et Technologies
Conférences

Directeur : M. F. DE MARCHI, Maître de

UFR des Sciences et Techniques des
Agrége
Activités Physiques et Sportives

Directeur : M. Y. VANPOULLE, Professeur

Institut Universitaire de Technologie Lyon 1

Directeur : M. le Professeur C. VITON

Ecole Polytechnique Universitaire
de l'Université Lyon 1

Directeur : M. E. PERRIN

Institut de Science Financière et d'Assurances
Conférences

Directeur : M. N. LEBOISNE, Maître de

Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education
(ESPE)

Directeur : M. le Professeur A. MOUGNIOTTE

Observatoire de Lyon

Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique

Directeur : M. G. PIGNAULT

FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyenne par intérim : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités

Vice-Doyen : M. Stéphane VIENNOT, Maître de Conférences

SOUS-SECTION 56-01 : **FACIALE**

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-

Professeur des Universités :
Maître de Conférences :

M. Jean-Jacques MORRIER
M. Jean-Pierre DUPREZ, Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY,
Mme Claire PERNIER,
Mme Christine KHOURY

Maître de Conférences Associée

SOUS-SECTION 56-02 :

PREVENTION - EPIDEMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTE - ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités
Maître de Conférences
Maître de Conférences Associé

M. Denis BOURGEOIS
M. Bruno COMTE
M. Laurent LAFOREST

SOUS-SECTION 57-01 : **ORALE**

CHIRURGIE ORALE – PARODONTOLOGIE – BIOLOGIE

Professeur des Universités :
Maîtres de Conférences :

M. J. Christophe FARGES
Mme Anne-Gaëlle CHAUX-BODARD, M. Thomas FORTIN,
Mme Kerstin GRITSCH, M. Arnaud LAFON, M. Philippe RODIER,
Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, M. François VIRARD

SOUS-SECTION 58-01 :

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESE, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeurs des Universités :

M. Pierre FARGE, Mme Brigitte GROSGOGEAT,
M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Catherine MILLET, M. Olivier
ROBIN, Mme Dominique SEUX,

Maîtres de Conférences :
JEANNIN,

M. Maxime DUCRET, M. Patrick EXBRAYAT, M. Christophe

M. Renaud NOHARET, M. Thierry SELL, Mme Sophie VEYRE-
GOULET, M. Stéphane VIENNOT, M. Gilbert VIGUIE, M. Cyril
VILLAT,

Maîtres de Conférences Associés

M. Hazem ABOUELLEIL,

SECTION 87 :
Maître de Conférences

SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET CLINIQUES
Mme Florence CARROUEL

A notre Président du Jury,

Monsieur le Professeur ROBIN Olivier

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur d'Etat en Odontologie

Doyen Honoraire de l'UFR d'Odontologie de Lyon

Habilité à Diriger des Recherches

Responsable de la sous-section « Biomatériaux, Sciences Anatomiques et Physiologiques,

Occlusodontiques, Biophysique et Radiologie »

**Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous
faites en acceptant de présider notre jury de thèse.**

**Veillez trouver ici le témoignage de notre
reconnaissance et de notre profond respect.**

A notre Directrice de Thèse,

Madame la Docteure GRITSCH Kerstin

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Responsable de la sous-section Parodontologie

**Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez
fait en acceptant de diriger notre travail avec autant de
gentillesse, de disponibilité et de rigueur.**

**Nous avons été très sensibles à l'attention que vous
nous avez portée.**

**Nous espérons que vous trouverez dans ce travail le
témoignage de notre sincère reconnaissance.**

Pour la richesse de vos enseignements théoriques et cliniques.

**Que cette thèse vous exprime toute notre estime et
notre profond respect.**

A nos Juges,

Madame la Docteure CHAUX Anne-Gaëlle

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Interne en Odontologie

Docteur de l'Université Grenoble 1

**Nous sommes très honorés de votre présence dans
notre jury.**

**Nous avons pu apprécier
vos compétences professionnelles
et vos qualités humaines.**

Soyez assuré de notre profond respect.

Madame la Docteure VEYRE Sophie

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Interne en Odontologie

Docteur de l'Université Lyon I

Spécialiste qualifié en Chirurgie Orale

Nous sommes ravis de vous compter parmi nos juges.

**Vos qualités humaines et votre gentillesse nous ont
beaucoup touchés.**

Soyez assuré de notre profond respect.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

I) PARTIE BIBLIOGRAPHIE

- 1- Rappels sur le parodonte
 - 1.1. Parodonte superficiel
 - 1.1.1. Gencive libre
 - 1.1.2. Gencive attachée
 - 1.2. Parodonte profond
 - 1.2.1. Desmodonte
 - 1.2.2. Cément
 - 1.2.3. Os alvéolaire
 - 1.2.3.1. Différents composants
 - 1.2.3.2. Les cellules osseuses
 - 1.2.3.3. Processus de remodelage osseux
- 2- Tissus péri implantaires
 - 2.1. Muqueuse péri-implantaire
 - 2.2. Interface os/implant et ses différences avec la dent
- 3- Processus à prendre en compte lors de l'avulsion et moyens mis en œuvre pour la conservation de l'os
 - 3.1. Résorption osseuse consécutive à l'avulsion
 - 3.2. Conservation de l'os lors de l'avulsion
 - 3.3. Processus de cicatrisation alvéolaire
- 4- Les différents types de greffes osseuses
 - 4.1. Greffe autologue
 - 4.2. Xénogreffe
 - 4.3. Greffe allogène
 - 4.4. Greffe alloplastique
 - 4.5. Thérapie par cellules souches
- 5- Utilisation de membranes en combinaison des greffes osseuses

II) REVUE DE LITTERATURE

- 1- Objectifs
- 2- Matériels et Méthodes
- 3- Critères d'inclusions/exclusions
- 4- Résultats
 - 4.1. Résultats obtenus après la recherche sur la base électronique Pubmed
 - 4.2. Analyse des articles inclus
 - 4.2.1. Concernant les greffes osseuses
 - 4.2.1.1. Comparaison greffe autogène versus autres types de greffes
 - 4.2.1.2. Comparaison des différents types de greffes entre elles
 - 4.2.1.3. Combinaison de greffes
 - 4.2.2. Concernant les Biomatériaux
 - 4.2.2.1. Les Membranes
 - 4.2.2.2. PRF et FVS

III) CONCLUSION

Introduction

L'art dentaire est en constante évolution depuis la nuit des temps, cependant c'est tout récemment que l'esthétique est devenue un objectif majeur des thérapeutiques et une demande primordiale des patients. Or, pour avoir un rendu le plus parfait possible, il faut que cet aspect concerne également les tissus environnants les éléments prothétiques.

De nos jours l'une des disciplines en chirurgie dentaire qui a connu l'évolution la plus importante est l'implantologie, il est désormais possible de remplacer des dents manquantes sans passer par de la prothèse amovible de façon confortable et parfaitement biocompatible grâce aux implants, c'est notamment une solution de choix dans l'édentement unitaire ou auparavant le panel de choix thérapeutiques demeurait très limité.

Cependant l'implantologie est une science qui détient un rapport étroit avec une autre : la parodontologie, et l'une de va pas sans l'autre. En effet la mise en place d'un implant peut s'inscrire dans un contexte de résorption osseuse (raison qui pourrait être la cause de la perte de la dent à remplacer) et comme évoqué précédemment, un bon rendu esthétique ne sera possible que par la parfaite intégration de la prothèse implantaire avec les tissus adjacents gingivaux (donc avec le parodonte). L'objectif est alors d'obtenir une muqueuse péri implantaire ressemblant à la gencive du patient en termes de quantité (hauteur) et qualité (aspect, couleur...)

Le but de ce travail est donc, à partir de différentes études issues de la littérature et d'une bibliographie la plus large que nous puissions utiliser, de déterminer comment et dans quelle mesure peut-on améliorer la quantité d'os disponible et nécessaire à la mise en place de l'implant et quels matériaux peut-on utiliser pour cet aménagement osseux autour de l'implant. De nombreuses études sur le sujet sont ainsi à disposition, des études dont nous pourrions analyser et comparer les résultats afin d'en tirer des conclusions nous permettant d'atteindre un rendu esthétique et fonctionnel le plus satisfaisant possible.

I) Partie Bibliographie

1. Rappels sur le parodonte (1)

Du grec para (autour de) et odontos (les dents), le parodonte est l'ensemble des tissus qui entourent la dent et assurent son maintien sur des bases osseuses (*Figure 1*). Il existe le parodonte superficiel (gencive libre et attachée) et le parodonte profond (os alvéolaire, cément et ligament parodontal).

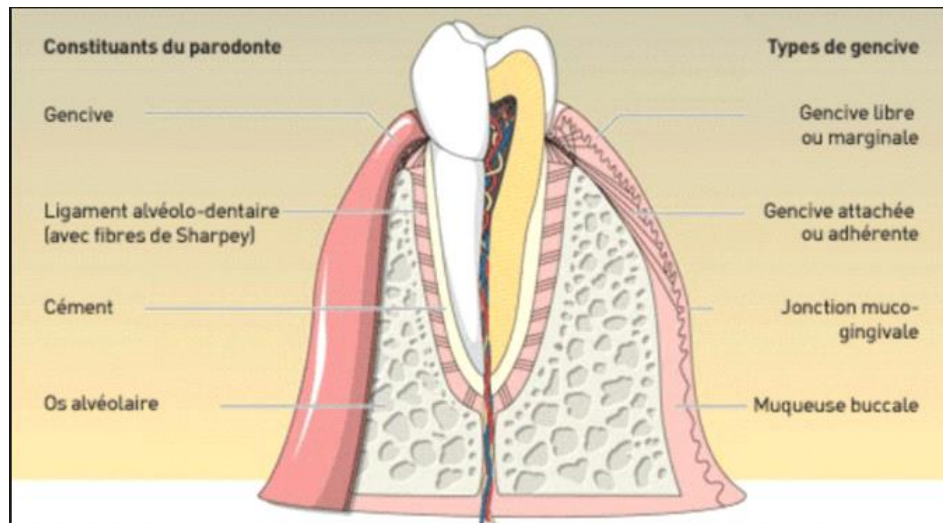


Figure 1- Les différents constituants du parodonte (58)

1.1. Le parodonte superficiel (gencive), (*figure 2*)

La gencive est composée d'un tissu épithélio-conjonctif qui recouvre les procès alvéolaires. Elle est révélatrice de l'état parodontal d'un patient grâce à son aspect (couleur, volume, consistance...).

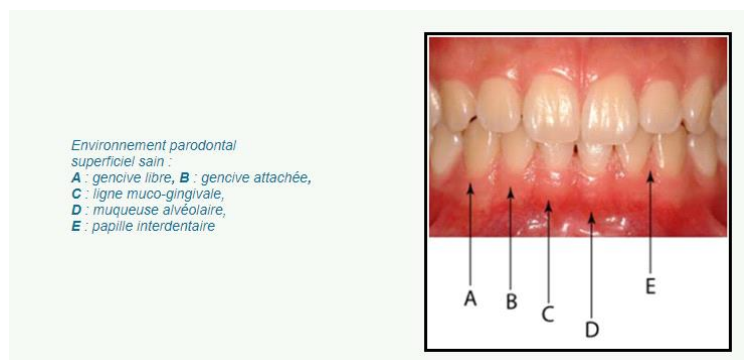


Figure 2- L'environnement parodontal superficiel sain (59)

Deux éléments la composent : la gencive libre et la gencive attachée (*Figure 1 et 2*)

1.1.1. La gencive libre

La gencive libre, composée de la gencive papillaire et de la gencive marginale, est un tissu conjonctif recouvert par un épithélium pavimenteux stratifié dont la surface est kératinisée donc bonne défense contre la flore bactérienne. Elle est comprise entre le bord libre de la gencive et le sillon marginal qui marque le début de la gencive adhérente appelé le sulcus. Il joue un rôle primordial dans la défense antibactérienne puisqu'il est le siège d'échanges importants de protéines plasmiques collantes (albumine, fibrinogène, globuline), de cellules épithéliales desquamées et d'éléments de la défense (lymphocytes, plasmocytes...).

1.1.2. La gencive attachée

Elle fait suite à la gencive libre au niveau coronaire et s'étend apicalement jusqu'à la ligne de jonction muco gingivale en vestibulaire. Les fibres (gingivo-dentaires, gingivo osseuses, inter papillaires, transgingivales, circulaires, alvéolodentaires, transseptales, gingivo périostées, inter circulaires, intergingivales, cémento osseuses), principalement collagéniques, vont permettre la fixation de la gencive sur le parodonte profond et vont former un treillis afin de ralentir la progression bactérienne.

1.2. Le parodonte profond

Le parodonte profond est composé lui aussi de plusieurs parties: le desmodonte, le ciment et l'os alvéolaire. Seul ce dernier est retrouvé au sein des tissus péri-implantaires.

1.2.1. Le desmodonte (ligament alvéolo-dentaire) (2)

Le desmodonte est un ligament entourant la dent laquelle va s'en servir de suspension, comblant ainsi l'espace existant entre la racine et l'os alvéolaire. Les fibres desmodontales assurent la fixation de la dent à l'os alvéolaire. Bien que très peu mobile, c'est une articulation (appelée amphiarthrose). C'est un tissu conjonctif constitué par tout un réseau de fibres, orientées et groupées en faisceaux, ancré dans le ciment par une extrémité et dans l'os alvéolaire par l'autre. Son rôle majeur est de fixer les dents dans leur alvéole et de supporter les forces auxquelles elles sont soumises pendant la fonction masticatoire, et les para fonctions, bruxisme, etc. Le desmodonte est fortement innervé et irrigué par la circulation sanguine. De plus, il a un rôle de : nutrition du parodonte (vaisseaux sanguins et lymphatiques), régénération (cellules : fibroblastes), régulation et coordination des mouvements mandibulaires par les terminaisons nerveuses qu'il abrite (arc réflexe) et amortissement des pressions et des chocs entre les arcades dentaires (contrairement à l'implant qui est immobile dans l'os).

1.2.2. Le ciment (3)

Le ciment est un tissu conjonctif dur minéralisé qui recouvre la dentine radiculaire, son épaisseur est non stable, en effet il croît de la zone cervicale vers l'apex. Le phénomène de cémentogénèse se produit tout au long de la vie à partir des cémentoblastes. C'est un tissu de structure proche de celle du tissu osseux qui n'est ni vascularisé ni innervé. Le ciment primaire qui recouvre le 1/3 cervical et moyen de la dent est attaché à la gencive par les fibres de Sharpey, importantes pour la stabilité axiale et transversales. Le ciment secondaire, dans le 1/3 apical, est attaché par des fibres orientées parallèlement à la racine et constitue ainsi une moins bonne défense contre les bactéries.

1.2.3. L'os alvéolaire (4)

L'os alvéolaire naît, vit et meurt avec la dent. Sa crête se situe à environ 2 mm de la jonction émail/ciment.

Il est constitué par de l'os compact, interne et externe, bordant l'os spongieux. Le périoste (membrane blanchâtre et fibreuse) recouvre la surface externe de l'os, son rôle est très important car c'est un tissu ostéogène. Quand l'os alvéolaire disparaît, il reste l'os basal.

1.2.3.1. Les différents composants (5)

Les caractéristiques des différents composants de l'os alvéolaire sont les suivantes :

- Le périoste : il est formé de trois couches cellulaires : la couche externe fibreuse, la couche intermédiaire fibroélastique et la couche interne ostéoblastique non fibreuse.

La couche externe va jouer le rôle d'encapsulation et n'aura aucun rôle dans l'ostéogénèse. La couche interne quant à elle est formée par différents types cellulaires à savoir : les cellules endothéliales vasculaires, les pré-ostéoblastes et les ostéoblastes qui auront un rôle dans la prolifération de l'os.

- L'os cortical ou compact : composés d'ostéon eux-mêmes composés d'un canal central, canal de Havers contenant du tissu conjonctif vascularisé, des ostéoblastes et des ostéoclastes, ce canal central étant entouré de lamelles concentriques contenant des ostéocytes. Ces systèmes ou ostéons communiquent entre eux par de fins canaux transversaux ou obliques appelés canaux de Volkmann).
- L'os spongieux ou trabéculaire : très vascularisé, il est constitué de travées osseuses donnant un aspect d'éponge et ce réseau tridimensionnel va permettre d'offrir une résistance mécanique mais qui restera tout de même moins importante que celle de l'os cortical.

1.2.3.2. Les cellules osseuses (6)

Les éléments osseux cités ci-dessus sont principalement composés de deux éléments cellulaires permettant un remodelage osseux perpétuel, l'os étant un tissu vivant et donc le siège d'un remaniement permanent :

- Les ostéoclastes. Ce sont des cellules localisées sur les surfaces osseuses de l'endoste, dans les ostéons et au niveau du périoste. Ces cellules volumineuses sont multinuclées d'origine hématopoïétique dérivant de cellules monocytaires spécialisées qui vont permettre le contrôle de l'homéostasie du calcium en résorbant le tissu osseux. Au cours du remodelage osseux, les ostéoblastes vont être inclus dans la matrice osseuse minéralisée et vont se différencier en ostéocytes (= cellules emmurées dans le tissu osseux, mais continuent une activité de synthèse osseuse plus modérée)
- Les ostéoblastes. Ce sont des cellules ostéoformatrices cubiques situées à la surface externe et interne du tissu osseux en croissance. Leur rôle est le suivant : la production de la matrice osseuse. Ces ostéoblastes vont se transformer selon 3 mécanismes : transformation en ostéocytes en s'entourant complètement de MEC, mise au repos sous la forme de cellules bordantes tapissant les surfaces osseuses ou mort par apoptose.

1.2.3.3. Notions d'ostéoinduction, ostéogénèse, ostéoconduction (4)

Le but de la greffe osseuse, quel que soit le matériau utilisé, va être la résorption de celui-ci et son remplacement par apposition progressive de tissu différencié. Les 3 mécanismes utilisés sont les suivants :

1.2.3.3.1. Ostéogénèse

C'est la construction de la matrice osseuse par des cellules ostéoformatrices.

1.2.3.3.2. Ostéo-conduction

C'est la propriété passive d'un matériau à recevoir la repousse osseuse, par invasion vasculaire et cellulaire à partir du tissu osseux receveur, au contact de ce matériau.

1.2.3.3.3. Ostéo-induction

C'est la capacité d'induire une différenciation cellulaire pour synthétiser une matrice osseuse minéralisable.

Tableau 1- Répartition des matériaux de greffes selon leurs propriétés (6)

	Ostéoconducteur	ostéoinducteur	ostéogénique
Os autogène	oui	oui	oui
Matériaux de substitution osseuse allogène	oui	oui	non
Matériaux de substitution osseuse xénogène	oui	(oui ?)	non
Matériaux de substitution osseuse alloplastique	oui	non	non

2. Tissus péri-implantaires

2.1. Muqueuse péri implantaire (7) (figure 4)

L'interface implant/tissu mou se fait en trois parties bien délimitées des unes des autres : un épithélium sulculaire, un système d'attache épithéliale et un tissu conjonctif sous-jacent (figure 3).

- L'épithélium sulculaire, non kératinisé, est en tout point similaire à celui d'une dent naturelle d'un point de vue cellulaire. De plus il assure la même fonction ; c'est là ou va avoir lieu les réactions de défense. Au niveau de la muqueuse péri implantaire il est formé de 5 à 15 couches cellulaires avec de très larges espaces intercellulaires, nombres de couches diminuant de plus en plus jusqu'à sa partie la plus apicale. Ici le sulcus sera plus profond que sur une dent naturelle (2mm contre 0.7mm en moyenne).
- L'épithélium jonctionnel : il adhère à la surface implantaire ; ainsi, il est primordial que la tête de l'implant soit lisse. Il va être plus épais mais également plus riche en cellules que l'épithélium jonctionnel de la dent, mais il va adhérer à l'implant de la même manière c'est-à-dire grâce à des hémidesmosomes (mais en quantité moindre). De plus il renferme des cellules épithéliales indifférenciées qui vont venir adhérer à ce biomatériau inerte qu'est le titane et qui vont permettre de serrer l'implant de manière hermétique nécessaire à la réussite de la pérennité et le succès de l'implant. La seule différence est que celui-ci ne sera pas séparé de l'implant par le desmodonte mais directement attaché à lui. Cet épithélium ne va pas s'étendre jusqu'à l'os crestal car il en sera séparé par du tissu conjonctif.
- Le tissu conjonctif (8): il s'interpose entre le sommet de la crête osseuse et la portion apicale de l'épithélium. Il est composé de fibres de collagène qui sont circulaires et parallèles à l'implant, ainsi cette différence participe au fait que cette attache est moins résistante aux attaques bactériennes que l'attache os/dent.

Ensuite on va retrouver l'épithélium buccal qui, comme pour une dent naturelle, s'il est présent, sera être épais et kératinisé et permettra une grande résistance aux forces masticatoires.

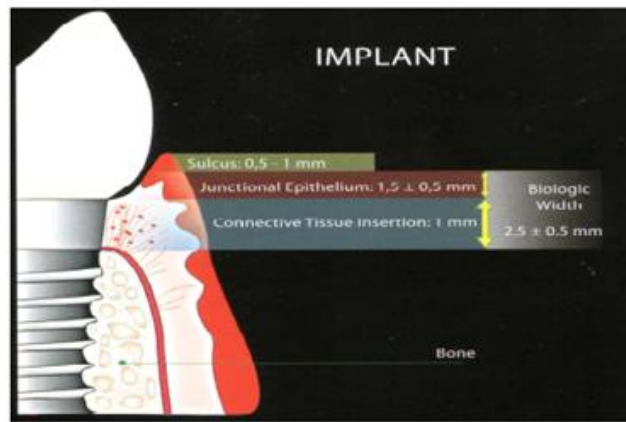
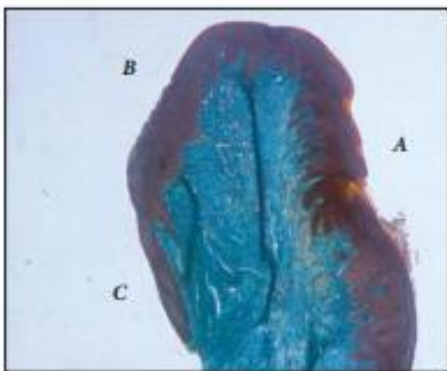


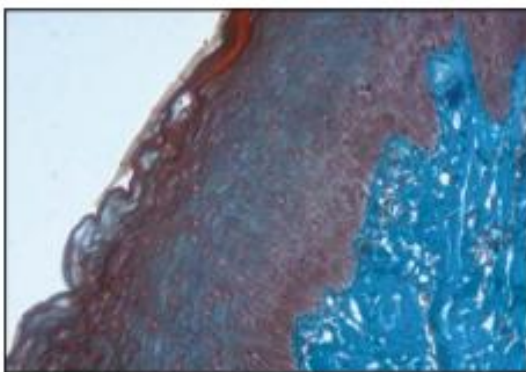
Figure 3- Interface implant/tissu mou (9)



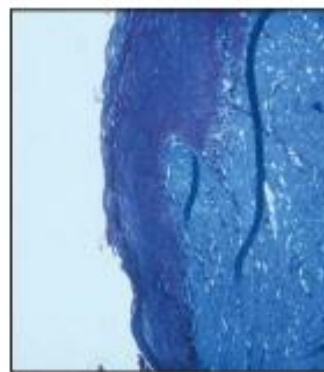
La coloration au trichrome de Masson montre 3 zones distinctes : l'épithélium externe (A), la zone sulculaire (B) et la zone en contact avec l'implant (C), ressemblant à un long épithélium de jonction.



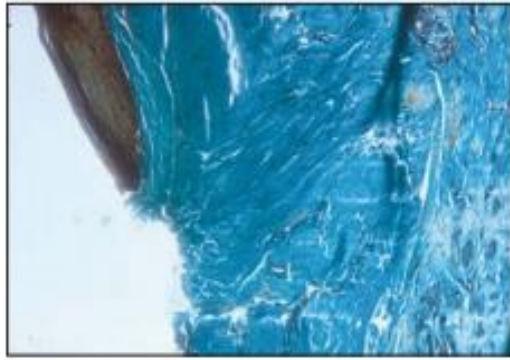
L'épithélium externe est kératinisé et présente des digitations dans le tissu conjonctif.



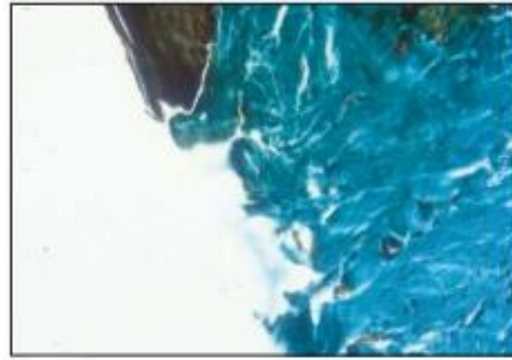
Au niveau sulculaire, la kératine a disparu, de même que les digitations. L'épithélium présente cependant un grand nombre de couches cellulaires. Il n'existe aucune cellule inflammatoire.



Au contact de l'implant, le nombre de couches cellulaires va en diminuant.



A la base de l'épithélium, le tissu conjonctif présente une orientation de ses fibres perpendiculaire à la surface de l'implant, caractéristique d'une attache conjonctive.



Un plus fort grossissement confirme l'orientation perpendiculaire des fibres de collagène.

Figure 4- Histologie de la gencive péri-implantaire (10)

2.2. Interface os/implant et ses différences avec la dent

La plus grande différence entre les deux vient des fibres de collagène de l'attache conjonctive qui ne sont pas insérées sur l'implant, mais sont disposées parallèlement à la surface implantaire. On retrouve également, mais en moindre quantité, des fibres circulaires (11).

De plus, la part cellulaire de cette attache conjonctive est moins importante (13%) que dans celle de l'attache dentaire alors que les fibres de collagène représentent environ 80% du volume. Et enfin, la vascularisation (*figure 6*) est moindre (due à l'absence de ligament, en particulier dans la zone adjacente à l'implant qui est avasculaire. La vascularisation est ainsi uniquement dérivée des vaisseaux périostés et corticaux (12).

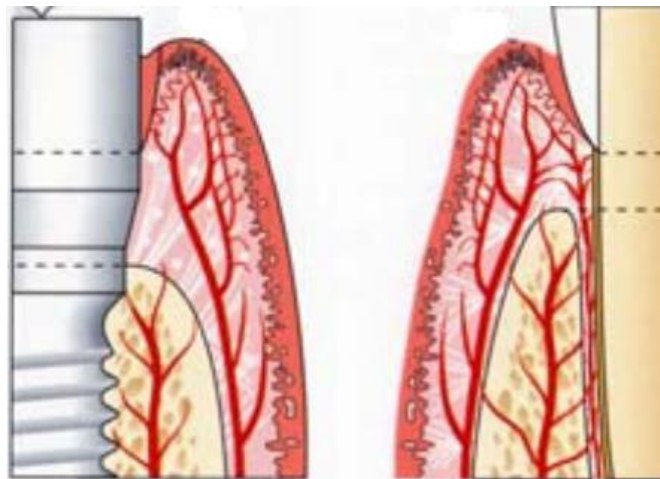


Figure 6- La vascularisation péri implantaire selon Ericsson et coll. (13)

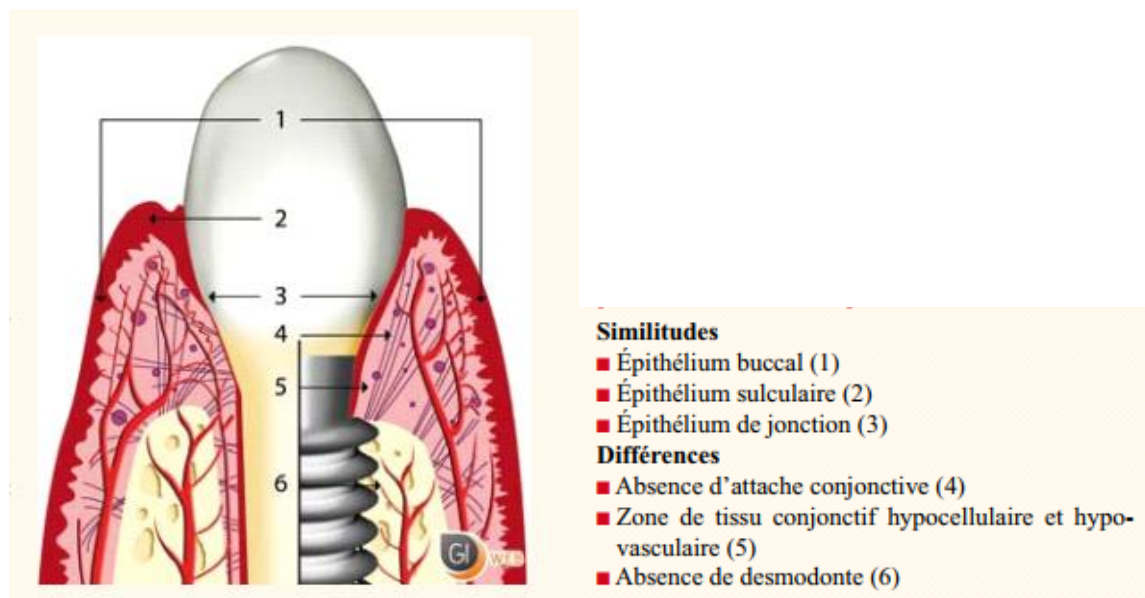


Figure 6- Anatomie comparative des tissus mous parodontaux et péri-implantaires (60)

Tableau 2- Récapitulatif des différences entre les deux systèmes d'attache (8)

Dent-parodonte	Implant-parodonte
Gencive libre avec épithélium buccal kératinisé	Gencive libre avec épithélium buccal kératinisé
Sillon gingivo-dentaire limité apicalement par l'épithélium de jonction	Sillon gingivo-dentaire limité apicalement par l'épithélium de jonction
Insertion perpendiculaire des fibres gingivales dans le ciment	Orientation parallèle des fibres gingivales le long du col de l'implant
Ligament alvéolo-dentaire	Pas de ligament alvéolodentaire
Cément	Pas de ciment
Os alvéolaire relié à la dent par le ligament alvéolodentaire	Os alvéolaire en contact direct avec l'implant

3. Processus à prendre en compte lors de l'avulsion dentaire et moyen mis en œuvre pour la conservation de l'os

3.1. Résorption osseuse consécutive à une avulsion (15)

Il est important de savoir comment appréhender la perte d'os qui va faire suite à une extraction pour penser à la réhabilitation implantaire future. Les processus de remodelage osseux après une extraction ont été très bien documentés que ce soit chez les animaux ou chez les humains.

Dans la revue de littérature récemment publiée par Horowitz et coll, les auteurs concluent sur le fait que:

- La résorption osseuse horizontale peut atteindre 56 %
- La résorption osseuse en lingual peut atteindre 30%
- La résorption globale de la largeur de la crête peut atteindre 50%

Ainsi la perte d'os sur la crête alvéolaire étant surtout linguale, l'alvéole et l'ancienne position de la dent auront une position bien plus linguale, ce qui va entraîner des répercussions sur l'esthétique, la phonétique et la fonction du futur implant.

De plus grâce aux différentes études tirées de cette revue on peut apprendre que même si la résorption osseuse continue au fil du temps, la perte la plus statistiquement significative de l'os autour de l'alvéole arrive pendant le premier mois après l'extraction de dent puis va pouvoir atteindre en moyenne 3 à 5 mm de large en 6 mois.

Dans cette même revue de littérature sur les modifications post extractionnelles (avec un point de référence fixe se basant sur 3954 articles et 238 résumés) on constate que la perte osseuse horizontale est de 29 à 63 %, et la perte verticale est de 11 à 22 % pendant les 6 premiers mois après l'extraction d'une dent.

Ces études ont ainsi démontré des résorptions très rapides dans les 3 à 6 premiers mois après l'extraction suivies cependant par des résorptions continues et graduelles mais moindres.

3.2. Conservation de l'os lors de l'avulsion (16)

Dès le stade de l'avulsion et ayant en tête la conservation de l'os alvéolaire en vue d'une reconstitution prothétique implantaire, on peut déjà songer et mettre des moyens en œuvre pour tenter de limiter le plus possible la perte osseuse qui va se produire inéluctablement et notamment les premiers mois après l'extraction comme vu précédemment.

Différentes instrumentations et méthodes peuvent ainsi être mises en place dans ce but :

- Procéder à l'avulsion la plus atraumatique possible en évitant les mouvements d'écrasement des corticales comme les mouvements d'élévation.

- Privilégier le périotome pour venir détacher le ligament parodontal de la surface radiculaire pour une meilleure conservation des tissus.
- Eviter les mouvements vestibulo-lingaux et privilégier les mouvements mésio-distaux, en songeant à l'esthétique future de la prothèse sur implant.
- Si c'est une dent pluriradiculée, procéder rapidement à la séparation des racines pour éviter tout risque de fracture de la table osseuse.
- Eviter les alvéolectomies et régularisation de crête sauf si cela est absolument nécessaire car ces actes augmentent la résorption.
- Si c'est nécessaire, privilégier la piézo-chirurgie pour réaliser l'alvéolectomie afin de pénétrer à minima et avec précaution dans l'espace desmodontal et l'élargir avec des ultrasons.
- Réaliser un bon curetage afin de prévenir les alvéolites
- Fermer hermétiquement l'alvéole, soit en rapprochant les berges si c'est possible soit en réalisant un lambeau déplacé coronairement ou recourir à une greffe epithelio-conjonctive pour tenter de maintenir le caillot de sang dans l'alvéole.

3.3.Processus de cicatrisation osseuse (17)

Selon Tenenbaum et coll. (2005), la cicatrisation est l'ensemble des phénomènes cellulaires, moléculaires, physiologiques et biochimiques permettant à l'organisme de fermer des blessures traumatiques ou infectieuses, puis de les réparer définitivement.

Elle est considérée comme un effort de l'organisme pour rendre à un tissu lésé son intégrité. C'est un processus biologique complexe, où se succède une cascade d'événements favorisant l'arrivée sur le site de cellules, leur multiplication, leur différenciation, puis leur expression phénotypique propre. L'aboutissement de ces étapes cicatricielles est l'élaboration d'une matrice extracellulaire spécifique du tissu lésé.

La cicatrisation d'une plaie osseuse inclut quatre phases (*figure 7*) :

- Le caillot sanguin, l'hématome ;
- La détersion de la plaie, l'inflammation ;
- La formation tissulaire (restauration de la continuité anatomique) ;
- Le modelage et le remodelage tissulaire (équilibre résorption/formation) pour aboutir à la forme, à la structure et à la résistance d'origine. Les mécanismes de la cicatrisation osseuse sont éclairés par l'étude des phénomènes qui interviennent lors de la fermeture d'une alvéole après une extraction dentaire.

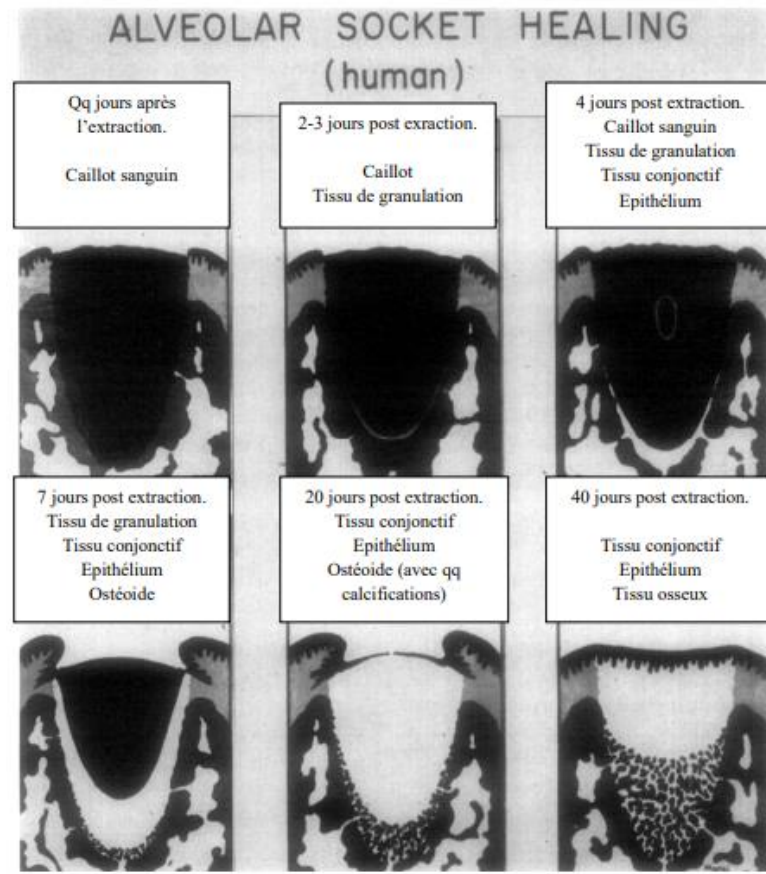


Figure 7- Cicatrisation d'une alvéole dentaire humaine selon Amler (18)

4. Les différents moyens d'aménagements osseux disponibles (19)

Comme évoqué précédemment l'avulsion d'une dent crée une résorption osseuse qui, si elle est trop importante, va rendre difficile son remplacement par la pose d'un implant sans envisager un apport tissulaire.

Différents types de greffes sont ainsi proposées : les greffes autogènes, xénogènes, allogènes, alloplastiques et la thérapie par cellules souches.

4.1. Les greffes autogènes

Les greffes autogènes (provenant du même individu), sont considérées aujourd'hui comme la référence en termes de greffes osseuses en vue de la réhabilitation implantaire notamment en cas de perte osseuse très importante (20).

Ce « biomatériau vital » contient des cellules et des facteurs de croissance et associe trois propriétés : ostéoconduction, ostéoinduction et ostéogenèse. On peut avoir recours à un prélèvement au niveau iliaque, crânien ou au niveau de la symphyse mentonnière selon différents facteurs décisionnels. On doit alors faire face à un deuxième site opératoire en plus de celui destiné à la greffe implantaire en bouche, la morbidité étant donc plus importante mais malgré cela on peut préférer ce type de greffe car la rigidité des blocs pourrait permettre une bonne stabilité mécanique, les cellules et facteurs de croissances présents auront un effet ostéoconducteur et ostéopromoteur et la corticale peut assurer la protection du site en se comportant comme une barrière.

Comme indiqué précédemment et selon toutes les propriétés citées (ostéoinduction, ostéoconduction, ostéogenèse et immunocompatibilité), la greffe autogène est ainsi à ce jour, considérée comme le gold standard, le greffon de référence, surplombant en termes de propriétés osseuses les autres biomatériaux disponibles (21).

4.2. Les greffes xénogènes

Les greffes xénogènes (provenant d'une espèce différente) : elles ont une origine la plupart du temps bovine ou porcine mais également équine, parfois même issues du Corail. On supprime tout le contenu organique mais on conserve tout le contenu minéral. Elles sont également hautement ostéoconductrices, leurs propriétés mécaniques sont très proches de celle de l'homme et relativement faciles d'utilisation. (19)

4.3. Les allogreffes

Les allogreffes (greffes d'un individu à un autre d'une même espèce), sont très utilisés aux Etats unis et un peu moins en France. Ce sont des blocs d'os lyophilisés provenant de cadavres, ils sont réduits en particules, congelés à l'azote liquide et déminéralisés. Ils sont ostéoinducteurs (propriété altérée pendant la stérilisation), ostéoconducteurs et résorbables. Le risque de contamination est très limité par la rigueur employée dans le choix des donneurs. (19)

4.4. Les greffes alloplastiques

Les greffes alloplastiques sont des matériaux entièrement synthétiques donc ne nécessitent aucun donneur. Ils sont également ostéoconducteurs et bénéficient de bonnes propriétés mécaniques. La formation osseuse engendrée sera guidée par l'architecture du matériau, sa composition chimique, son état physicochimique de surface, sa porosité et sa capacité de résorption.

On retrouve différents types de matériaux dans les greffes disponibles :

- Les sulfates de calcium: le sulfate de calcium inorganique est ostéoconducteur mais il présente une faible résistance mécanique. Il est possible d'y inclure des antibiotiques et des facteurs de croissance et de l'associer avec des autogreffes et des matrices osseuses déminéralisées. (22)
- Les bioverres : les bioverres sont composés de calcium, de phosphore et de dioxyde de silicium. Les bioverres sont biocompatibles, durs, granuleux et non poreux. Ils possèdent des propriétés d'ostéointégration et sont ostéoconducteurs. Leurs propriétés ostéogéniques seraient dues aux produits de dissolution et à la re-précipitation en apatites biologiques qui s'effectue à leur surface, permettant de stimuler les cellules ostéogéniques. Leur structure offre une résistance à la compression, mais elle ne fournit pas de support structurel. À terme, le bioverre ne peut être retiré sans fracture de l'os. (23)
- Les phosphates de calcium, parmi lesquels on retrouve :
 - 1) L'hydroxyapatite (HA) : ce phosphate de calcium est très proche chimiquement des apatites biologiques. Il est considéré comme ostéoconducteur, peu résorbé, voire non résorbable. (24)
 - 2) Le phosphate tri-calcique (TCP) : sa résistance à la compression est plus faible. Il s'agit d'une céramique poreuse qui se transforme partiellement en hydroxyapatite in vivo. Le TCP est considéré comme ostéoconducteur et présente une résorption rapide par solubilisation des ions calcium et phosphate, qui sont utilisés dans la néoformation osseuse. (25)
 - 3) Les céramiques biphasées (BCP) associant l'HA et le TCP.
 - 4) Les ciments de phosphate de calcium injectables et solutions injectables. La solidification du mélange s'opère après l'injection, en quelques minutes, avec la formation d'une apatite carbonatée de faible cristallinité similaire à celle trouvée dans la phase minérale de l'os (26)

4.5. Thérapie par cellule souche (27)

Tout dernièrement, les thérapies par cellules souches sont en train d'émerger, toujours dans l'optique de trouver des alternatives aux greffes autogènes. Cette ingénierie tissulaire va permettre de restaurer les défauts osseux en utilisant des cellules afin de présenter des constructions analogues à l'os. Encore au stade de recherche in vivo et in vitro, ce sont des méthodes qui apparaissent prometteuses pour l'avenir de la régénération osseuse mais également des tissus mous et même un jour peut-être de dents entières.

5. Utilisation des membranes en combinaison des greffes osseuses

La mise en place d'un matériau pouvant jouer le rôle de barrière avec le tissu fibreux aurait une utilité dans les greffes osseuses. En effet ces membranes résorbables ou non, d'origine naturelle ou non pourrait permettre le maintien de la greffe au niveau du site implantaire et sa protection vis-à-vis d'invasion bactérienne. (28)

Il existe deux grands types de membranes proposées : les membranes obtenues à partir de prélèvement sanguin et les membranes de régénération osseuse guidée.

Les PRF (plaquettes riches en Fibrine) sont obtenues à partir de prélèvement sanguin sur le patient qui va être implanté. Son sang est centrifugé ce qui permettra la séparation des différents composants et de récupérer un concentré riche en plaquettes. On peut en avoir une double utilisation. L'une est l'utilisation en tant que membrane de fine épaisseur pour recouvrir le site chirurgical et l'autre son utilisation mélangée au greffon pour combler le défaut osseux.

Dans la même manière, on a le PRP (Platelet Rich Plasma) qui emploie des thrombines bovines, raison pour laquelle ce n'est pas autorisé en France. (29) Cependant, c'est une technique de pointe qui va accélérer la régénérescence osseuse grâce aux facteurs de croissance et aux cellules souches présentes dans le plasma.

Enfin on peut avoir à notre disposition les membranes qui sont de deux types, résorbables collagéniques et non résorbables en titane. Ce sont des barrières physiques qui sont censées empêcher la perte de matériau, empêcher les fibroblastes de pénétrer dans le défaut osseux et donner aux cellules osseuses le temps nécessaire à la régénération (30).

Cependant l'intérêt de leur utilisation reste controversée c'est pourquoi de nombreuses études ont été réalisées sur le sujet afin d'en dégager les indications, les avantages, les inconvénients mais surtout le gain qu'on pouvait en tirer par rapport à une greffe seule. En effet on constate que la littérature peut rapporter des conclusions différentes. Par exemple, d'après Buser et coll. (1995), la résorption d'un greffon d'os autogène n'est pas prévisible s'il n'est pas recouvert d'une membrane et qu'elle peut ainsi varier de 30 à 60%. Cependant Widmark et coll. (1998) indiquent quant à eux que l'association de matériaux étrangers aux greffes osseuses autogènes, tels que les membranes, peut, au contraire, être à l'origine de complications (exposition, infection...). Dans leur étude, ils obtiennent un volume osseux suffisant pour procéder à l'implantation en utilisant un greffon bloc en onlay sans membrane. (31)

II) Revue de littérature

1- Objectifs

L'objectif de cette revue de littérature est d'identifier tous les essais cliniques évaluant les différentes techniques et les différents bio-matériaux d'aménagement osseux en pré- et per- implantaire, publiés au cours des 5 dernières années, et de les comparer en termes d'efficacité clinique.

2- Méthode de recherche

Une recherche a été réalisée en Novembre 2018 via la base de donnée électronique Pub Med en utilisant la fonctionnalité « Advanced Search » et les mots clés suivants :

1. Dental implant* (title/abstract)
AND
2. Bone (title/abstract)
AND
3. (Graft* (title/abstract) OR Augmentation* (title/abstract) OR Regeneration* (title/abstract))

Les filtres suivants ont été appliqués :

1. Clinicals trials
2. Full text
3. 5 years (du 10 Novembre 2013 au 10 Novembre 2018)

3- Critères d'inclusions / exclusions

CRITERES D'INCLUSION :

- 1- Etudes cliniques concernant l'implantologie orale
- 2- Etudes évaluant l'efficacité d'un biomatériau ou une technique d'aménagement osseux
- 3- Etudes comparant deux techniques ou biomatériaux d'aménagement osseux

CRITERES D'EXCLUSION :

- 1- Etudes in vitro
- 2- Etudes in vivo chez l'animal (études pré cliniques)

4- Recherche électronique

4.1. Résultats obtenus après la recherche sur Pubmed

Notre recherche électronique a permis d'obtenir 81 publications correspondant aux mots clefs sus-indiqués. Par ailleurs, 3 autres articles (littérature grise) ont été identifiés du fait de leur pertinence au regard de cette recherche.

Après lecture des résumés de ces études, 52 ont été exclus car ils ne correspondaient pas aux critères. Les articles correspondant aux 26 résumés inclus ont ensuite été lus dans leur intégralité. Trois publications ont été exclues, pour les raisons suivantes :

- Etude non comparative (32) : *The effect of resorbable membranes on one-stage ridge augmentation in anterior single-tooth replacement: A randomized, controlled clinical trial.* De Jonker BP et coll.
- Etude n'utilisant pas de greffons (33) : *Randomized controlled clinical study assessing two membranes for guided bone regeneration of peri-implant bone defects: 3-year results.* De Basler T et coll.
- Etude utilisant deux protocoles similaires (deux membranes de même catégorie et non résorbables) (34) : *Expanded vs. dense polytetrafluoroethylene membranes in vertical ridge augmentation around dental implants: a prospective randomized controlled clinical trial.* De Ronda M et coll.

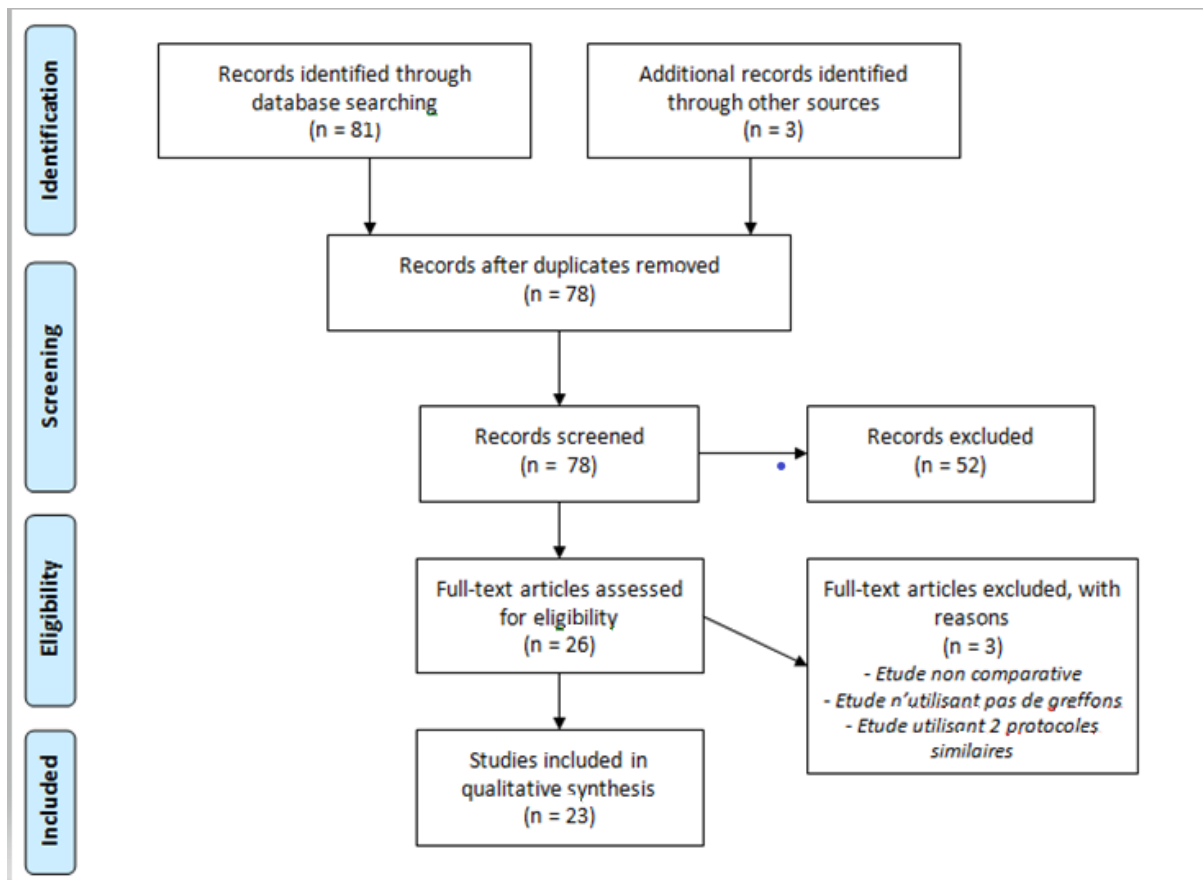


Diagramme n°1 : Flow diagram représentant les résultats de la recherche électronique menée sur Pubmed (61)

4.2. Analyse des articles inclus

Parmi les 23 articles sélectionnés :

- 7 se sont intéressés aux greffes osseuses autres que la greffe autogène afin de les comparer à cette dernière pour pouvoir lui trouver une alternative avec une moindre morbidité

2 concernant les greffes xénogènes : (35) (36)

2 concernant les greffes alloplastiques : (37) (38)

2 concernant les greffes allogènes : (39) (40)

Une concernant la thérapie par cellules souches : (41)

- 7 se sont intéressés à l'apport des greffes alternatives en les comparant les unes aux autres

Grefe Alloplastique VS Allogène (42)

Grefe Allogène VS Xénogène (43)

Grefe Alloplastique VS Xénogène (44) (45)

- 7 se sont intéressés aux combinaisons de greffes entre elles afin de savoir si ce protocole présentait une meilleure efficacité qu'une greffe seule : (46) (47) (48)

- 9 se sont intéressés à l'utilisation de membranes afin de potentialiser l'efficacité de la greffe.

Leur intérêt par rapport à l'utilisation d'une greffe seule : (49) (50)

La comparaison de ces différentes membranes entre elles : (51) (52) (53)

L'utilisation de membranes dites « naturelles » : (54) (55) (56) (57)

4.2.1. Concernant les greffes osseuses

4.2.1.1. Comparaison des différentes greffes osseuses versus la greffe autogène

Partant du principe que la greffe autogène est aujourd'hui encore considérée comme le gold standard en termes de greffe osseuse pré et per implantaire, comme détaillé précédemment dans la partie bibliographique, on va alors la prendre comme référence afin de la comparer aux autres greffes alternatives.

En effet la greffe osseuse autogène ayant un plus fort taux de morbidité ainsi que la nécessité d'un second site opératoire, les études suivantes ont essayé de déterminer en quelle mesure et sur quel point elle pouvait être comparable aux différents greffons disponibles.

Les tableaux suivants vont ainsi comparer successivement les autogreffes aux: xélogreffes, greffes alloplastiques, allogreffes et thérapie par cellule souche.

Le tableau 3 regroupe deux études mettant en parallèle greffe xénogène et autogène. La première compare la greffe de blocs osseux équins à celle de blocs autogène. La seconde quant à elle confronte deux groupes : l'un utilisant majoritairement de l'os d'origine bovine ainsi qu'une partie infime d'os autogène et le second utilisant toujours l'os bovin mais avec une partie équitable d'os autogène.

Tableau 3- Comparaison entre greffe xénogène et autogène (n=2)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyens d'évaluation	Résultats et significativité
Pistilli et coll. (2014) (35)	- 40 patients - Mâchoires atrophiques partiellement ou totalement édentées - Hauteur résiduelle de l'os crestal inférieure à 5 mm et / ou épaisseur osseuse inférieure à 3 mm	<u>2 groupes</u> - Groupe 1 : utilisation de blocs osseux autogènes issus de la branche mandibulaire ou de la crête iliaque (temps de cicatrisation : 4 mois avant mise en fonction) - Groupe 2 : utilisation de blocs d'os spongieux d'origine équine (temps de cicatrisation : 7 mois avant mise en fonction)	- Echecs de prothèse et d'implant - Complications - Satisfaction du patient - Douleurs enregistrées 3 et 10 jours après la greffe - Nombre de jours d'hospitalisation - Jours d'infirmité totale et partielle - Délai : 4 mois après mise en charge	Blocs osseux autogènes supérieurs aux blocs osseux équins (l'utilisation de ces derniers étant ainsi fortement déconseillée à la mandibule). Résultats significatifs.

Mordenfeld et coll. (2017) (36)	- 13 patients - 4 mâchoires partiellement édentées - 10 totalement édentées - Largeur de crête alvéolaire strictement inférieure à 4 mm	<u>2 types de greffe par patients</u> : un de chaque premier de la mâchoire - D'un côté : Une greffe composée de 90% d'os bovin déprotéinisé et 10% d'os autogène - De l'autre côté : une greffe composée de 60% d'os bovin déprotéinisé et 40% d'os autogène.	Critères évalués à l'aide de - Balayages CBCT à différents moments de la cicatrisation - Taux de survie et de réussite des implants - Analyse de la fréquence de résonance et des mesures de l'os marginal. - Délai : 2 ans après la mise en charge	- Aucune différence significative pour le taux de survie, le taux de réussite, la largeur de crête obtenue et la stabilité de l'implant - Différence significative dans la résorption osseuse après 2 ans plus importante pour l'autogreffe
---------------------------------------	---	--	---	--

Discussion :

Après analyse de ces deux études, on constate qu'elles sont comparables en ce qui concerne :

- le type d'édentement des patients sélectionnés
- la largeur résiduelle crestale
- le protocole suivi (bloc d'os équien pur et os bovin avec partie plus ou moins importante d'os autogène)
- certains critères d'évaluation comme notamment la survie implantaire

Cependant des différences subsistent concernant :

- le nombre de patients participant à chacune des études
- les moyens et délais d'évaluation des différents critères
- le type de greffes étudié

On peut ainsi conclure, d'après les résultats présentés, que :

- la résorption osseuse est plus importante pour l'autogreffe (évoqué dans l'étude de Mordenfeld, mis en évidence 2 ans après la mise en charge)
- mais la xéno greffe semble proscrite pour la mandibule (tous les blocs équins ayant échoués à la mandibule dans l'étude de Pistilli)

Le tableau 4 regroupe deux études mettant en parallèle greffe alloplastique et autogène. Ces deux études comparent l'utilisation de verre bioactif dans la greffe osseuse au maxillaire supérieur (avec soulèvement de sinus) à la greffe autogène.

Tableau 4- Greffe alloplastique VS autogène (n=2)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyens d'évaluation	Résultats et significativité
Pereira et coll. (2018) (37)	- 29 patients - Edentement postérieur maxillaire - 33 greffes avec soulèvement de sinus	<u>3 groupes :</u> - Groupe 1 : 12 sinus maxillaires greffés avec verre bioactif seul - Groupe 2 : 9 sinus greffés avec verre bioactif mélangé à greffe osseuse autogène - Groupe 3 : 12 sinus greffés avec greffe osseuse autogène seule	Critères évalués à l'aide de - CBCT réalisé 15 jours après la greffe pour évaluer architecture et résorption de l'os - Puis 6 mois après pour résultat "final"	Résultats peu significatifs. Les 3 matériaux sont de bons matériaux de greffe. L'ajout de 50% de verre bioactif à la greffe osseuse autogène a quand même amélioré la microarchitecture de la greffe. Résorption similaire dans les 3 groupes
Onisor-Gligor et coll. (2015) (38)	- 21 patients - Tous nécessitant une greffe osseuse avec soulèvement de sinus bi maxillaire - Edentement postérieur bimaxillaire	<u>2 types de greffe par patient</u> au niveau de chaque sinus - D'un côté : greffe alloplastique (PerioGlass, verre bioactif) - De l'autre : greffe autogène issue de la crête iliaque droite.	- 4 jours après la chirurgie : radio panoramique - Puis nouvelle radio à 6, 12 et 24 mois après la chirurgie - Evaluation du degré de résorption osseuse - Du taux d'ostéo-intégration des implants dentaires - De la stabilité des greffes subantrales	- Degré d'ostéo-intégration plus élevé des implants dentaires placés dans la greffe autologue par rapport à ceux mis en place dans un matériau alloplastique. - Taux de résorption des greffes alloplastiques inférieur à celui des greffes autologues - Sans différence statistiquement significative des résultats

Discussion :

Après analyse de ces deux études, on constate qu'elles sont comparables en ce qui concerne :

- le nombre de patients (sensiblement le même)
- le type d'édentement des patients sélectionnés (postérieur maxillaire)
- la nécessité d'un soulèvement de sinus
- certains critères d'évaluation comme notamment la résorption osseuse post greffe

Cependant des différences concernant :

- le protocole suivi (2 types de greffes par patients VS greffes différentes selon les patients)
- le type de greffe étudiée
- les moyens d'évaluation utilisés (CBCT VS panoramique)

On peut ainsi conclure d'après les résultats présentés, très rarement significatifs, que :

- l'ostéo intégration des implants est meilleure pour l'autogreffe
- taux de résorption cependant plus important que pour les greffes alloplastiques (Ces deux résultats seulement mis en lumière dans l'étude de Onisor et coll.)

Le tableau 5 regroupe deux études mettant en parallèle greffe allogène et autogène. Ces deux études sont assez similaires et se rejoignent sur plusieurs points (à voir ci-dessous). Elles comparent ainsi la greffe à partir d'os frais congelé (prélevés dans une banque) et d'os autogène.

Tableau 5- Greffe allogène VS autogène (n=2)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyens d'évaluation	Résultats et significativité
Xavier et coll. (2015) (39)	- 15 patients - Edentement complet	<u>2 groupes divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 : greffe d'os autogène prélevé au ramus - Groupe 2 : greffe d'os frais congelé provenant de têtes fémorales - Implants posés 6 mois après la greffe. Mis en charge 6 mois après la pose des implants.	Critères évalués à l'aide de : - Biopsie réalisée 6 mois après la greffe - Analyse de type histologique et histomorpho-métrique de l'os	Pas de différence significative - Taux d'os néoformé similaire - Même pourcentage de lacunes vides d'ostéocytes
Spin-Neto et coll. (2013) (40)	- 12 patients - Résorptions osseuses importantes - Largeur de crête alvéolaire strictement inférieure à 4 mm	<u>2 groupes de 6 patients chacun divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 : os autogène - Groupe 2 : os frais congelé - Chaque patient se voit greffer entre 1 et 6 blocs osseux totalisant 12 greffons autogènes et 17 allogéniques	Critères évalués à l'aide de : - Biopsie réalisée 7 mois après la greffe - Réalisation d'une analyse de type histologique et clinique	Cliniquement : - Même consistance ferme des prélèvements - Bonne incorporation aux tissus de l'hôte Histologiquement - Pour les greffes allogènes: taux important d'os nécrosé entouré de quelques îlots d'os néoformé, donc taux de remodelage bas - Pour les greffes autogènes: stade avancé de remodelage osseux

Discussion :

Après analyse de ces deux études, on constate qu'elles sont comparables en ce qui concerne :

- le nombre de patients sélectionnés
- le protocole suivi (2 groupes de patients distincts recevant chacun un type de greffe)
- les moyens d'évaluation utilisés notamment la biopsie afin de tirer des cas une analyse histologique

Cependant on constate que la seconde permet aussi de réaliser une analyse clinique en supplément (absente dans l'étude de Xavier SP et coll.)

On obtient ainsi des résultats sans différence significative, on peut seulement éventuellement déceler que le stade de remodelage osseux paraît plus avancé pour les autogreffes que pour les greffes allogènes (dans l'étude de Spin Neto et coll.)

Le tableau 6 ne présente qu'une seule étude, la thérapie par cellule souche n'étant encore que peu documentée dans la littérature, elle n'est apparue dans ma recherche qu'avec cet article qui présente une comparaison entre une greffe autogène classique et une thérapie par cellule souche (cellule obtenue suite au traitement d'un prélèvement de moelle osseuse aspirés au niveau de la crête iliaque postérieure sous sédation consciente et anesthésie locale)

Tableau 6 - Thérapie par cellules souches VS greffe autogène (n=1)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyens d'évaluation	Résultats et significativité
Bajestan et coll. (2017) (41)	- 18 patients - 10 présentant une lésion traumatique - 8 présentant une fissure du palais - Pour tous : dents manquantes associées à des déficiences osseuses alvéolaires horizontales	<u>2 groupes</u> - Groupe 1 : traité par une greffe autogène classique - Groupe 2 : traité avec une thérapie par cellules souches	- Calcul de la largeur d'os obtenue 4 mois après les greffes - Etude de la stabilité des implants dans l'os (en étudiant le couple de l'implant à l'insertion et 6 mois après la mise en charge)	- Succès de la mise en place des implants plus important dans le groupe des greffes autogènes - Greffe autogène plus efficace pour gérer la prise en charge des gros défauts osseux que la thérapie par cellule souche

Discussion :

Une seule étude correspondant à cet item suite à notre recherche électronique sur Pubmed n'a pu être sélectionnée, donc pas de possibilité de comparer plusieurs études entre elles.

Bajestan MN and coll. ont ainsi pu mettre en évidence la supériorité des autogreffes par rapport à la thérapie par cellule souche notamment dans les défauts osseux importants mais en s'accordant quand même sur le fait que cette technique innovante reste tout de même très prometteuse.

4.2.1.2. Comparaison des différentes greffes alternatives entre elles

La greffe autogène reste certes le gold standard, mais les premiers tableaux nous montrent que les greffes alternatives ont aussi beaucoup de potentiel et peuvent même sur certains critères (notamment la moindre résorption post chirurgicale) surpasser les autogreffes, donc peuvent être envisageables dans plusieurs cas cliniques. C'est dans cet optique que j'ai regroupé dans le tableau 7 les comparaisons des différentes greffes alternatives entre elles.

Tableau 7- Tableau comparant les greffes (autres que la greffe autogène) entre elles (n=4)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyens d'évaluation	Résultats et significativité
Amorfini et coll. (2014) (42)	- 16 patients inclus - Zones édentées atrophiques bilatérales dans la région postérieure de la mandibule	<u>2 groupes</u> - Groupe 1 : utilisation d'une technique de régénération osseuse classique (Bio-oss + membrane résorbable) - Groupe 2 : greffe d'un bloc d'allogreffe corticocancelleux + une membrane de collagène	- Calcul de la variation osseuse - Délai : période de cicatrisation d'un an après la greffe	- Evolution du volume osseux à un an pas significativement différente entre les deux groupes - Résultats similaires entre la greffe alloplastique et allogénique en termes de volume osseux régénéré après 1 an de charge fonctionnelle dans cette étude
Vance et coll. (2004) (43) <i>(normalement pas exploitable car plus de 5 ans mais intéressante à inclure à titre indicatif)</i>	- 24 patients - Choisis aléatoirement - Nécessitant l'avulsion d'une dent autre qu'une molaire	<u>2 groupes divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 : greffe à partir d'un matériau allogénique sous forme d'un mastic expérimental + membrane de type sulfate de calcium - Groupe 2 : matériau xénogénique sous forme de dérivé bovin + membrane collagénique	Critères évalués à l'aide de - Biopsie réalisée 4 mois après la greffe osseuse - Réalisation d'une analyse histo-morpho-métrique	- Significativement : plus d'os vivant produit par la greffe allogénique que par le matériau xénogénique mais sans présentation particulière (en particules donc) - La hauteur et la largeur de crête ont été préservées dans les deux groupes (pas de différence significative en ce qui concerne les taux de résorption osseuse)

Lorenz et coll. (2018) (44)	- 14 patients - Partiellement ou complètement édentés - Hauteur d'os alvéolaire inférieure ou égale à 5 mm.	<u>2 groupes divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 : substitut osseux synthétique : le Nanobone (NB) - Groupe 2 : matériau xénogénique : le Bio-Oss (BO)	- Analyse de tomodensitométries prises immédiatement après la greffe puis 7 mois plus tard - Evaluation des changements de volume et de densité des biomatériaux - Evaluation des paramètres cliniques des implants 3 ans après la mise en charge prothétique	- Aucune différence significative observée cliniquement et radiologiquement. - Les deux matériaux ont subis des résorptions osseuses et une augmentation de la densité osseuse après la greffe mais non significative entre les deux groupes
Taschieri et coll. (2016) (45)	- 20 patients - Edentement postérieur maxillaire - Hauteur résiduelle d'os inférieure ou égale à 4 mm	<u>2 groupes divisés aléatoirement:</u> - Groupe 1 : les patients reçoivent phosphate de calcium biphasique + PRP - Groupe 2 : ils reçoivent matrice osseuse bovine déminéralisée + PRP. - Dans les deux, tous reçoivent l'une des deux greffes avec soulèvement de sinus en complément.	- Critères évalués à l'aide d'une biopsie réalisée 6 mois après la greffe - Réalisation d'une analyse histo-morpho-métrique. - Succès ou échec clinique implantaire évalué 1 an après la mise en charge prothétique.	- Taux de survie implantaire de 100 % dans les deux groupes - Quantité d'os néoformé et quantité de collagène de type 1 plus importante pour les greffes alloplastiques mais avec une différence non significative statistiquement.

Discussion :

Après analyse de ces 4 études, on constate qu'elles sont comparables en ce qui concerne :

- le nombre de patients sélectionnés
- le protocole (sensiblement) notamment la formation de deux groupes distincts, pas de greffes différentes chez le même patient
- la même hauteur et largeur résiduelle crâniale

Cependant des différences subsistent concernant :

- les critères et les moyens d'évaluation même si l'on retrouve à chaque fois une analyse de type histo-morpho-métrique

Après étude et comparaison de ces études, on s'aperçoit qu'il y a aucune ou peu de significativité dans les résultats obtenus, on a pratiquement toujours approximativement le même volume osseux généré, la même résorption osseuse consécutive à la greffe et le même taux de survie implantaire entre les groupes.

Seules observations plus notables : plus d'os vivant a été généré par la greffe allogénique que par la greffe xénogénique (mis en lumière dans l'étude de Vance et coll.).

4.2.1.3 Combinaison de greffes entre elles

Partant du même principe que pour le tableau ci-dessus, j'ai regroupé dans le tableau 8 les études comparant l'efficacité d'une greffe seule à la combinaison de différents greffons d'origine distincte afin de savoir si ces combinaisons pouvaient ainsi potentialiser l'efficacité de ces greffes.

Tableau 8 - Tableau comparant différentes combinaisons possibles de greffes entre elles VS une greffe seule (n=3)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyens d'évaluation	Résultats et significativité
Rickert et coll. (2014) (46)	- 12 patients - Edentement postérieur maxillaire bilatéral - Hauteur résiduelle d'os inférieure ou égale à 4 mm	Chaque patient est traité de chaque côté du maxillaire par une combinaison différente. - D'un côté: xénogreffe (Bio oss) + cellules souches mésenchymateuses - De l'autre côté : xénogreffe + os autologue	- Survie des implants - Indices de plaque, gingivale et hémorragique - Profondeur de sondage - Niveaux osseux radiographiques péri-implantaires - Evaluation directement après la greffe et 12 mois après la mise en charge prothétique	- Différence peu significative concernant le taux de survie à 3 mois plus important côté xénogreffe + autogreffe - Aucune différence cliniquement significative observée concernant les paramètres des tissus mous ou la perte osseuse péri-implantaire 1 an après la mise en charge prothétique
Cosso et coll. (2014) (47)	- 10 patients - Edentement postérieur maxillaire bilatéral - Hauteur résiduelle d'os strictement comprise entre 1 et 5mm	Chaque patient est traité de chaque côté d'un maxillaire par une combinaison différente - D'un côté : os autogène seul - De l'autre côté : mélange d'hydroxy apatite + os autogène (avec un rapport respectif de 80/20)	- Mesure de la hauteur et de la résorption osseuse après la greffe - Mesures effectuées par tomo-densitométrie (à 15 puis 180 jours après la greffe)	- Résultats significatifs: le mélange de Hydroxy-Apatite et de greffe osseuse autogène a un degré de résorption plus faible et une meilleure stabilité dimensionnelle par rapport à la greffe osseuse autogène seule. - Cependant dans les deux groupes : amélioration de la capacité volumétrique de l'os à ancrer un implant dentaire.
Alayan et coll. (2018) (48)	- 60 patients - Edentement postérieur maxillaire bilatéral - Hauteur résiduelle d'os comprise entre 1 et 4,5 mm	<u>2 groupes de patients sont formés aléatoirement</u> - Groupe 1 : les patients reçoivent un minéral osseux bovin anorganique + un os autogène - Groupe 2 : minéral osseux bovin anorganique stabilisé au collagène	- Complications intra et postopératoires - Mesures des résultats rapportés par le patient (l'impact de la greffe sur les activités quotidiennes, la douleur et la morbidité) - Tomo-densitométrie pour mesurer le volume de la greffe, la hauteur de la crête, et le degré de contact des parois du sinus entourant la greffe - Délai : 6 mois après la greffe osseuse	- Ouverture de la mâchoire, mastication et ecchymoses significativement plus élevées dans le groupe avec xénogreffe + autogreffe - Cependant volume moyen du groupe 1 supérieur à celui de l'autre groupe (résultats peu significatifs) - Aucune différence significative pour tous les autres critères évalués.

Discussion :

Après analyse de ces 3 études, on constate qu'elles sont comparables en ce qui concerne :

- le type d'édentement des patients sélectionnés (postérieur maxillaire)
- la hauteur résiduelle crestale
- la mesure du volume osseux après la greffe osseuse, seul critère d'évaluation commun aux 3 études

Cependant des différences subsistent concernant :

- le protocole (certains patients étant traités bilatéralement et pas les autres)
- les différents types de greffes utilisées
- les différents critères, moyens et délais d'évaluation

Ce que l'on peut tout de même observer c'est que :

- le mélange Hydroxy apatite + greffe autogène a un degré de résorption osseuse plus faible que pour une greffe autogène seule
- le confort post opératoire des patients semble meilleur et le volume osseux légèrement supérieur suite à la combinaison xéno greffe/autogreffe plutôt que autogreffe seule

4.2.2. Apport des biomatériaux aux greffes osseuses

4.2.2.1. Les membranes

Comme développé dans la partie bibliographique, l'usage des membranes reste controversé et selon les études et les auteurs, ces dernières peuvent ou non présenter un intérêt dans les greffes osseuses. Le tableau 9 regroupe ainsi deux études comparant l'usage d'une membrane et d'une greffe à l'utilisation d'une greffe seule afin d'en dégager l'utilité.

Tableau 9- Utilisation d'une membrane avec une greffe VS greffe seule (n=2)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyen d'évaluation	Résultats et significativité
Dogan et coll. (2017) (49)	- 13 patients - Edentement postérieur maxillaire bilatéral - Hauteur de crête résiduelle inférieure ou égale à 4 mm	<u>Chaque patient est traité de chaque côté du maxillaire différemment</u> - D'un côté: greffe osseuse hétérologue collagénée seule - De l'autre côté : greffe osseuse hétérologue collagénée + matrice hyaluronique	- Biopsie 4 mois après la greffe osseuse lors de la pose implantaire - Réalisation d'une analyse tomographique par micro-calcul - Analyse histomorpho-métrique afin d'évaluer la formation osseuse engendrée par la greffe	- Pourcentage significativement plus élevé d'os formé observé dans le groupe avec matrice hyaluronique par rapport au groupe avec greffe hétérogène seule
Yu et coll. (2017) (50)	- 21 patients - Edentement postérieur maxillaire bilatéral - Hauteur résiduelle d'os comprise entre 3 et 6,5mm	<u>2 groupes divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 : les patients reçoivent une élévation du plancher du sinus latéral via la technique de fenêtre unique avec couverture membranaire - Groupe 2 : ils reçoivent cette élévation par la technique à deux fenêtres sans couverture membranaire	- Prélèvement d'échantillons de noyaux osseux sur la face latérale de la zone greffée - Réalisation d'une analyse par histomorpho-métrie 6 mois après la chirurgie afin de calculer la quantité d'os formé et les résorptions osseuses engendrées	Aucune différence significative observée sur les valeurs moyennes : - D'os nouvellement formé - De tissus conjonctifs - De matériaux de greffe résiduel

Discussion :

Après analyse de ces deux études, on constate qu'elles sont comparables en ce qui concerne :

- le type d'édentement des patients sélectionnés (postérieur maxillaire bilatéral)
- le protocole suivi (groupe témoin : greffe seule, groupe test : greffe + utilisation d'une membrane)

- les critères et moyens d'évaluation (biopsie pour effectuer une analyse de type histo-morphométrique)

Cependant des différences subsistent concernant :

- le type de greffe et de biomatériau utilisé
- le nombre de patients, presque deux fois plus important dans une des études que dans l'autre

Les résultats obtenus sont très hétérogènes, dans l'une des études le pourcentage d'os formé est plus élevé avec une membrane alors que l'autre ne soulève aucune différence significative.

Si, suite au tableau ci-dessus, on peut rester indécis quant au réel intérêt et au bénéfice apporté par les membranes, on décide quand même de comparer dans les deux tableaux suivants, tableau n°10 et 11, l'efficacité des différentes membranes entre elles. On compare ainsi les membranes résorbables aux membranes non résorbables et les membranes synthétiques aux membranes collagéniques.

Tableau 10- Membranes résorbables VS non résorbables (n=2)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyens d'évaluation	Résultats et significativité
Naenni et coll. (2017) (51)	- 27 patients - Edentement unitaire dans la zone esthétique	<u>2 groupes divisés chacun de manière aléatoire</u> - Groupe 1 : greffe osseuse d'origine bovine déminéralisée + membrane de collagène résorbable - Groupe 2 : greffe osseuse d'origine bovine déminéralisée + membrane non résorbable renforcée au titane	- Mesures cliniques et histologiques au moment de la pose de l'implant et à 6 mois - Evaluation de la résolution verticale des défauts - Evaluation de l'épaisseur horizontale de l'os régénéré	- Efficacité clinique pour les deux groupes, pas de différence significative en ce qui concerne l'épaisseur horizontale et le remplissage de défaut vertical à 6 mois - Cependant, résorption significativement moins importante de l'épaisseur de l'os horizontal entre le début et la fin du suivi dans le groupe avec membrane résorbables
Sirak et coll. (2016) (52)	- 33 patients - Edentation partielle	<u>2 groupes divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 (témoin) : 14 patients recevant phosphates de calcium + membrane de collagène résorbables - Groupe 2 (test) : 13 patients recevant la greffe alloplastique + membrane de titane non résorbable	Etudes histologiques et clinique pour évaluer : - Le volume osseux - La résorption du matériau - Les propriétés de l'os	Résultats non significatifs , mais on remarque que: Le titane peut représenter un bon matériau alternatif car les granules sont : - Biocompatibles avec l'os - Crée un microrelief de surface optimal pour de bonnes conditions d'adhésion, d'expansion et de migration des cellules osseuses - Cinétique de résorption négligeable - Néo-vascularisation efficace du tissu osseux formé

Discussion :

Après analyse de ces deux études, on constate qu'elles sont comparables en ce qui concerne :

- Le nombre de patients sélectionnés
- Le type d'édentement des patients (unitaire ou partiel)
- L'analyse qui est de type clinique et histologique

Cependant des différences subsistent dans :

- Le type de greffe utilisée (xénogène dans une des études et alloplastique dans la seconde)

Ainsi ce qui résulte de ces études est que la résorption osseuse semble être moins importante avec l'utilisation d'une membrane résorbable plutôt que l'utilisation d'une membrane.

Tableau 11- Membranes synthétiques VS collagéniques (n=1)

Auteur et source	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyens d'évaluation	Résultats et significativité
Arunjaroensuk et coll. (2018) (53)	- 60 patients - Edentement unitaire dans la zone esthétique	<u>2 groupes divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 (test) : 30 patients greffés avec céramique biphasique en phosphate de calcium + membrane en acide polylactique (PLA) - Groupe 2 (témoin) : 30 patients soumis à la même ROG + membrane en collagène résorbable	- Tomo-densitométrie à faisceau conique (CBCT) - Evaluation de l'épaisseur de l'os après l'implantation, puis six mois plus tard, à quatre niveaux: la plateforme de l'implant puis à 2 mm, 4 mm et 6 mm	Pas de différence statistiquement significative entre les groupes au niveau de l'épaisseur d'os après la greffe, quantité d'os similaire dans les deux groupes

Discussion :

Une seule étude n'a pu être sélectionnée pour cet item suite à notre recherche électronique sur Pubmed donc pas de possibilité de comparer plusieurs études entre elles.

Cependant, cette étude montre l'efficacité similaire des 2 types de membranes entre elles (synthétiques et collagéniques) : aucune différence significative concernant le volume osseux généré suite au CBCT dans les deux groupes.

4.2.2.2. PRF et FVS

Enfin cet ultime tableau, le tableau 12, va s'intéresser tout particulièrement aux membranes dites « naturelles » c'est-à-dire issues du patient lui-même à savoir les PRF et FVS et l'intérêt de les combiner à une greffe.

Tableau 12 : tableau comparant l'utilisation de PRF et FVS avec une greffe VS greffe seule (n=4)

Auteur	Patients inclus et situations cliniques	Protocole	Critères et moyen d'évaluation	Résultats et significativité
Angelo et coll. (2015) (54)	- 82 patients - Atrophie horizontale de la crête maxillaire antérieure - Hauteur d'os d'au moins 14 mm - Mais largeur inférieure à 3 mm	<u>4 groupes divisés aléatoirement :</u> - Groupe 1 : greffe de phosphate de Calcium monophasique - Groupe 2 : greffe de phosphate de Calcium biphasique (40% et 60 % d'Hydroxy-apatite) seule - Groupe 3 : greffe de phosphate de Calcium biphasique combinée à l'ajout d'un PRF - Groupe 4 (témoin) : os natif	- Examen clinique - Evaluation de la stabilité biomécanique des sites augmentés dans l'os maxillaire jusqu'à 8 mois après la greffe osseuse.	On constate outre la performance des biomatériaux par rapport à l'os natif que l'utilisation des PRF va permettre d'obtenir une meilleure stabilité des résultats (Résultats significatifs)
Ntounis et coll. (2015) (55)	- 41 patients - Le plan de traitement de chacun d'eux prévoyant l'extraction de dents antérieures ou prémolaires	<u>4 groupes divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 (témoin) : bouchon de collagène - Groupe 2 : allogreffe + phosphate de tricalcium β (β-TCP) + collagène - Groupe 3 : allogreffe + β-TCP + plasma riche en plaquettes (PRP) + collagène - Groupe 4 : facteur de croissance PDGF BB dérivé de plaquettes humaines + allogreffe + β-TCP + recombinant (rhPDGF-BB) + bouchon de collagène (PDGF = Platelet-derived growth factor)	- Evaluation subjective des cliniciens (les différents tests d'étalonnage ont révélé une concordance entre eux) - Evaluation portée sur la qualité de l'os engendré - Délai : 8 semaines après la greffe osseuse	L'inclusion globale du PRP et du rhPDGF-BB améliore - La qualité subjective de l'os - La cicatrisation dans les alvéoles - Le temps de cicatrisation avant la pose de l'implant dentaire (Résultats peu significatifs)

Menezes et coll. (2016) (56)	- 14 patients - Partiellement édentés dans la région antérieure du prémaxillaire - Hauteur de crête alvéolaire d'au moins 7 mm - Largeur de crête d'au moins 3 mm	<u>2 groupes divisés aléatoirement</u> - Groupe 1 (témoin) : soumis seulement à une distraction - Groupe 2 (test) : distraction + PRF	- Indice de plaque - Indice gingival - Enregistrement de ces valeurs aux jours 3, 7, 14, 21, 28, 45, 60, 75, 90 et 105 en post-opératoire	- Effet protecteur de l'ajout de plasma riche en plaquettes sur la muqueuse - Réduction du risque de complications lors d'apport osseux grâce au PRP
Prins et coll. (2016) (57)	- 10 patients - Edentement partiel postérieur dans le maxillaire supérieur - Hauteur d'os alvéolaire comprise entre 4 et 8 mm	<u>3 groupes de patients</u> - Groupe 1 : greffe de phosphate tricalcique - Groupe 2 : greffe de phosphate tricalcique + Fraction vasculaire stromale - Dont 6 patients avec les deux types de greffes des deux côtés du maxillaire	- Biopsie de la zone augmentée prise 6 mois après la greffe, parallèlement au placement de l'implant dentaire - Etudes tomodensitométriques ou histo-morphométriques - Evaluation des volumes osseux (greffés et ostéoïdes) après la greffe puis jusqu'à 3 ans après la greffe	- Potentialisation de l'efficacité de la greffe grâce à l'ajout de la fraction vasculaire stromale - Volumes osseux et ostéoïdes nettement plus élevés par rapport aux greffes allogènes seules Résultats statistiquement significatifs

Discussion :

Au sein de cet item, de nombreuses disparités ont pu être observées entre les 4 études analysées :

- pas le même nombre de patients (jusqu'à 8 fois supérieur d'une étude à l'autre)
- pas la même hauteur/largeur résiduelle crestale avant la greffe
- pas le même type d'édentement
- pas ou peu de critères ou de moyens d'évaluation en commun

On peut malgré tout tirer les conclusions suivantes, grâce au PRF, PRP et FVS :

- meilleure stabilité des résultats (dans l'étude d'Angelo, résultats plus constants quant à la quantité d'os obtenue)
- effet bénéfique au niveau de la muqueuse
- baisse du risque de complications
- parfois volume osseux généré plus élevé par rapport à une greffe seule (significativité plus ou moins importante selon l'étude).

CONCLUSION

Avec l'essor de l'implantologie on a pu observer en parallèle l'essor des nombreuses techniques de greffes, biomatériaux et moyens de combinaisons disponibles.

Même si l'os autogène, encore considéré jusqu'ici comme greffon de référence, est toujours largement utilisé, les problèmes posés en termes de morbidité qui l'accompagnent ont permis la montée en puissance de nombreux autres biomatériaux en guise d'alternatives.

Dans cette revue de littérature on a pu mettre en lumière divers résultats afin de permettre aux praticiens de pouvoir éventuellement choisir entre plusieurs des options de traitement s'offrant à eux. On a ainsi pu dégager les constatations suivantes, basées sur les études à notre disposition :

- Les résorptions osseuses consécutives aux greffes sont plus importantes pour les autogreffes que pour les allogreffes et greffes alloplastiques
- Les autogreffes sont supérieures aux xénogreffes en termes de succès implantaire au niveau de la mandibule et globalement supérieures à toutes les autres greffes pour les gros défauts osseux
- Le taux de remodelage osseux est plus important pour les autogreffes que pour les allogreffes
- L'ostéo-intégration est meilleure pour les autogreffes plutôt que pour les greffes alloplastiques
- Pas de différences significatives des greffes alternatives entre elles (excluant la greffe autogène) concernant leur efficacité en termes de volume osseux généré, résorption osseuse consécutive à la greffe et survie implantaire
- Globalement meilleurs résultats quant au volume osseux obtenus lorsque l'on combine deux types de greffes
- Les matériaux de combinaison utilisés sont surtout efficaces en ce qui concerne les tissus mous mais peuvent aussi permettre une meilleure stabilité des résultats obtenus avec l'une des greffes utilisées
- Ces matériaux de combinaison n'ont pas ou peu de différences significatives entre eux sur tous les critères évalués dans les études

Néanmoins, les résultats obtenus, les rares fois où ils sont significatifs, sont à nuancer en raison des limites que l'on peut dégager des articles scientifiques. En effet, de nombreuses différences peuvent être observées entre ces études et au sein même d'une même étude concernant la disparité entre les patients (nombre, âge, genre, habitudes d'hygiène bucco-dentaire...), entre les sites implantés (niveau d'os avant la greffe, type d'édentement), entre les praticiens (opérateurs, évaluateurs...), les délais d'évaluation (parfois courts), et enfin entre les critères évalués.

Pour terminer, si certaines de toutes ces techniques évoquées ont déjà été clairement validées par la multitude d'études dont elles ont fait l'objet (c'est notamment le cas des greffes alloplastiques et

xénogènes), d'autres, certes très prometteuses, comme l'ingénierie tissulaire grâce à la thérapie par cellules souches, nécessite encore de nouvelles études cliniques plus approfondies et comparatives notamment sur du plus long terme.

Bibliographie

Références scientifiques

- 1- Auriol MM, Le Charpentier Y, Le Naour Y, Histologie du parodonte, Encyclopédie médico-Chirurgicale, 22-007-C-10, Esclavier SAS, 23 pages, 2000:13-14
- 2- Jong T, Bakker AD, Everts V and al., The intricate anatomy of the periodontal ligament and its development: Lessons for periodontal regeneration, J Periodontal Res. 2017 Dec;52(6):965-974
- 3- Arzate H, Zeichner-David M, Mercado-Celis G, Cementum proteins: role in cementogenesis, biomineralization, periodontium formation and regeneration, Periodontol 2000. 2015 Feb;67(1):211-33
- 4- Carranza F, La parodontologie clinique selon Glickman (traduit en français par Robert AZZI), Paris: CDP ; 1988, p 1987 – 977.
- 5- Racadot J, Weill R, Histologie dentaire : structure et développement de l'organe dentaire, Paris: Masson et J. Prêlat, 1973
- 6- Khoury F and al., Greffe osseuse en implantologie (Traduction et révision scientifique de la version française par P. KELLER), Paris ; Berlin [etc.] : Quintessence International, 2010
- 7- Buser D, Weber HP, Brägger U and al., Tissue integration of one stage ITI implants: 3 year results of a longitudinal study with hollow-cylindre and hollow screw implants, International Journal of Oral and Maxillofacial Implants 1991.6:405-412.
- 8- Comut AA, Weber HP and al., Connective tissue orientation around dental implants in a canine model. Clinical Oral Implants Research 2001.12:433-440.
- 9- José Bernardes Das Neves, Esthetics in Implantology. Strategies for soft and hard tissue therapy., 1ere édition, New york: Quintessence Editora Ltda, 2010
- 10- Bert M, Missika P, Les implants ostéointégrables, CdP édit, Paris, 1992.

- 11- Schierano G, Ramieri G, Cortese M and al., Organization of the connective tissue barrier around long-term loaded implant abutments in man, Clin Oral implants Res, 2002 ; 13 : 460-464
- 12- Moon I, Berglundh T, Abrahamsson I and al., The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant. An experimental study in the dog, J Clin Periodontal, 1999 ; 26 : 658-663.
- 13- Ericsson I, Johansson CB, Bystedt H and al., A histomorphometric evaluation of bone-to-implant Eontact on machine-prepared roughened titanium and dental implants. A pilot study in the dog, Clin Oral implants Res, 1994 ; Volume 5, Issue 4 : 202-206
- 14- Sclar AG, (traduit en français par Aidan N) Considérations esthétiques et parodontales en implantologie, Quintessence International, 2005
- 15- Horowitz R, Holtzclaw D, Rosen PS, A review on alveolar ridge preservation following tooth extraction, J Evid Based Dent Pract. 2012 Sep;12(3 Suppl):149-60
- 16- Shropp L, Wenzel A, Kostopoulos L and al., Bone healing and soft tissue contour changes following single tooth extraction : a clinical and radiographic 12 month prospective study, Int J Periodont Rest Dent 2003;23 :313-323.
- 17- Tenenbaum H, Cuisinier F, Fricain J, Les matériaux de substitution osseuse, Dossier ADF 2005, 5-32
- 18- Amler M, The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1969 ; 27(3) : 309-318
- 19- Jordana F, Le Visage C, Weiss P, Matériaux pour la médecine de demain, Med Sci (Paris) 2017 ; 33 : 60–65
- 20- Lu J, Hao Y, Zhao W and al., Molecular, Cellular and Pharmaceutical Aspects of Autologous Grafts for Peri-implant Hard and Soft Tissue Defects, Curr Pharm Biotechnol. 2017;18(1):85-94
- 21- Chiarello E, Cadossi M, Tedesco G, and al., Autograft, Allograft and Bone Substitutes in Reconstructive Orthopedic Surgery, Aging Clinical and Experimental Research 25 Suppl 1 (October 2013): S101–103
- 22- Finkemeier CG, Bone-grafting and bone-graft substitutes, J Bone Joint Surg Am 2002 ; 84 : 454–464.

- 23- Vitale-Brovarone C, Verne E, Robiglio L, et al. Biocompatible glass-ceramic materials for bone substitution. *J Mater Sci Mater Med* 2008 ; 19 : 471–478.
- 24- Daculsi G, L'os artificiel, une solution pour la reconstruction osseuse et une alternative aux allogreffes et aux autogreffes, *J Biomat Dent* 2001 ; 16 : 21–27.
- 25- Hollinger JO, Brekke J, Gruskin E and al., Role of bone substitutes, *Clin Orthop Relat Res* 1996 ; 324 : 55–65
- 26- Constantz BR, Ison IC, Fulmer MT, and al, Skeletal repair by in situ formation of the mineral phase of bone, *Science* 1995 ; 267 : 1796–1799
- 27- Parnia F, Yazdani J, Maleki Dizaj S, Applications of Mesenchymal Stem Cells in Sinus Lift Augmentation as a Dental Implant Technology, *Stem Cells Int.* 2018 Apr 16;2018:3080139
- 28- Antoun H, Karouni M, Sojod B, Guided bone regeneration: results, limitations and prospects, uided bone regeneration: results, limitations and prospects, *Actual Odonto-Stomatol.* 2013;261:11-21
- 29- Baeyens W, Glineur R, Evrard L, The use of platelet concentrates: platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) in bone reconstruction prior to dental implant surgery, *Rev Med Brux.* 2010 Nov-Dec;31(6):521-7
- 30- Jordana F, Colat-Parros J, Les membranes (support de cours de l'Université Médicale Virtuelle Francophone), Société Francophone de Biomatériaux Dentaires, 2009,2010
- 31- Maiorana C, Berreta M, Salina S and al., Recouvrement des greffons d'os autogène par du Bio-oss pour diminuer leur résorption : étude prospective, *Parod. Dent. Restaur.*, 2005, 25, 1, p. 19-24
- 32- Jonker BP, Wolvius EB, Van Der Tas JT and al., The effect of resorbable membranes on one-stage ridge augmentation in anterior single-tooth replacement: A randomized, controlled clinical trial, *Clin Oral Implants Res.* 2018 Feb;29(2):235-247
- 33- Basler T, Naenni N, Schneider D and al., Randomized controlled clinical study assessing two membranes for guided bone regeneration of peri-implant bone defects: 3-year results, *Clin Oral Implants Res.* 2018 May;29(5):499-507

- 34- Ronda M, Rebaudi A, Torelli L and al., Expanded vs. dense polytetrafluoroethylene membranes in vertical ridge augmentation around dental implants: a prospective randomized controlled clinical trial, *Clin Oral Implants Res.* 2014 Jul;25(7):859-66
- 35- Pistilli R, Felice P, Piatelli Mand al., Blocks of autogenous bone versus xenografts for the rehabilitation of atrophic jaws with dental implants: preliminary data from a pilot randomised controlled trial, *Eur J Oral Implantol.* 2014 Summer;7(2):153-71
- 36- Mordenfeld A, Aludden H, Starch-Jensen T, Lateral ridge augmentation with two different ratios of deproteinized bovine bone and autogenous bone: A 2-year follow-up of a randomized and controlled trial, *Clin Implant Dent Relat Res.* 2017 Oct;19(5):884-894
- 37- Pereira RS, Menezes JD, Bonardi JP and al., Comparative study of volumetric changes and trabecular microarchitecture in human maxillary sinus bone augmentation with bioactive glass and autogenous bone graft: a prospective and randomized assessment, *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018 May;47(5):665-671
- 38- Onişor-Gligor, Juncar M, Câmpian RS and al., Subantral bone grafts, a comparative study of the degree of resorption of alloplastic versus autologous graft, *Rom J Morphol Embryol.* 2015;56(3):1003-9
- 39- Xavier SP, Dias RR, Sehn FP and al., Maxillary sinus grafting with autograft vs. fresh frozen allograft: a split-mouth histomorphometric study, *Clin Oral Implants Res.* 2015 Sep;26(9):1080-5.
- 40- Spin-Neto R, Landazuri Del Barrio RA, Pereira LA and al., Clinical similarities and histological diversity comparing fresh frozen onlay bone blocks allografts and autografts in human maxillary reconstruction, *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013 Aug;15(4):490-7
- 41- Bajestan MN, Rajan A, Edwards SP and al., Stem cell therapy for reconstruction of alveolar cleft and trauma defects in adults: A randomized controlled, clinical trial, *Clin Implant Dent Relat Res.* 2017 Oct;19(5):793-801
- 42- Amorfini L, Migliorati M, Signori A and al., Block allograft technique versus standard guided bone regeneration: a randomized clinical trial, *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014 Oct;16(5):655-67
- 43- Vance GS, Greenwell H, Miller RL and al., Comparison of an allograft in an experimental putty carrier and a bovine-derived xenograft used in ridge preservation: a clinical and histologic study in humans, *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004 Jul-Aug;19(4):491-7.

- 44- Lorenz J, Korzinskas T, Chia P and al., Do Clinical and Radiological Assessments Contribute to the Understanding of Biomaterials? Results From a Prospective Randomized Sinus Augmentation Split-Mouth Trial, *J Oral Implantol*. 2018 Feb;44(1):62-69
- 45- Taschieri S, Corbella S, Weinstein R and al., Maxillary Sinus Floor Elevation Using Platelet-Rich Plasma Combined With Either Biphasic Calcium Phosphate or Deproteinized Bovine Bone, *J Craniofac Surg*. 2016 May;27(3):702-7
- 46- Rickert D, Vissink A, Slot WJ and al., Maxillary sinus floor elevation surgery with BioOss® mixed with a bone marrow concentrate or autogenous bone: test of principle on implant survival and clinical performance, *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014 Feb;43(2):243-7
- 47- Cosso MG, de Brito RB Jr, Piattelli A and al., Volumetric dimensional changes of autogenous bone and the mixture of hydroxyapatite and autogenous bone graft in humans maxillary sinus augmentation. A multislice tomographic study, *Clin Oral Implants Res*. 2014 Nov;25(11):1251-1256
- 48- Alayan J, Ivanovski S, A prospective controlled trial comparing xenograft/autogenous bone and collagen-stabilized xenograft for maxillary sinus augmentation-Complications, patient-reported outcomes and volumetric analysis, *Clin Oral Implants Res*. 2018 Feb;29(2):248-262
- 49- Dogan E, Dursun E, Tosun E and al., Evaluation of hyaluronic matrix efficacy in sinus augmentation: a randomized-controlled histomorphometric and micro-computed tomography analysis, *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017 Jul;46(7):931-937
- 50- Yu H, He D, Qiu L, A prospective randomized controlled trial of the two-window technique without membrane versus the solo-window technique with membrane over the osteotomy window for maxillary sinus augmentation, *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017 Dec;19(6):1099-1105
- 51- Naenni N, Schneider D, Jung RE and al., Randomized clinical study assessing two membranes for guided bone regeneration of peri-implant bone defects: clinical and histological outcomes at 6 months, *Clin Oral Implants Res*. 2017 Oct;28(10):1309-1317
- 52- Sirak SV, Shchetinin EV, Sletov AA, Subantral augmentation with porous titanium in experiment and clinic, *Stomatologiya (Mosk)*. 2016;95(1):55-58
- 53- Arunjarosuk S, Panmekiate S, Pimkhaokham A, The Stability of Augmented Bone Between Two Different Membranes Used for Guided Bone Regeneration Simultaneous with Dental Implant Placement in the Esthetic Zone, *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018 January/February;33(1):206–216

- 54- Angelo T, Marcel W, Andreas K and al., Biomechanical Stability of Dental Implants in Augmented Maxillary Sites: Results of a Randomized Clinical Study with Four Different Biomaterials and PRF and a Biological View on Guided Bone Regeneration, BioMed Research International, Volume 2015, Article ID 850340, 17 pages
- 55- Ntounis A, Geurs N, Vassilopoulos P and al., Clinical assessment of bone quality of human extraction sockets after conversion with growth factors, Int J Oral Maxillofac Implants. 2015 Jan-Feb;30(1):196-201
- 56- Menezes DJ, Shibli JA, Gehrke SA and al., Effect of platelet-rich plasma in alveolar distraction osteogenesis: a controlled clinical trial, Br J Oral Maxillofac Surg. 2016 Jan;54(1):83-7
- 57- Prins HJ, Schulten EA, Ten Bruggenkate CM and al., Bone Regeneration Using the Freshly Isolated Autologous Stromal Vascular Fraction of Adipose Tissue in Combination With Calcium Phosphate Ceramics, Stem Cells Transl Med. 2016 Oct;5(10):1362-1374

Autres références

- 58- Groupe Medeco, (page consultée le 15/10/2018), tiré du site <https://www.medeco.de/fr> dans la section parodontologie
- 59- Schilttly E. Schilttly J, (page consultée le 15/10/2018), Fiches conseils sur le traitement des maladies parodontales, Article 5822, tiré du site <http://selarl-de-chirurgiens-dentistes-jean-et-estelle-schittly.chirurgiens-dentistes.fr>
- 60- La muqueuse péri-implantaire [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2010 [cité 18 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.lefildentaire.com/articles/clinique/implantologie/la-muqueuse-periimplantaire/>
- 61- Flow diagram issu du site <http://prisma-statement.org>

Table des illustrations

Diagramme 1: Flow diagram représentant les résultats de la recherche électronique menée sur Pubmed (61)

Figure 1: Les différents constituants du parodonte (58)

Figure 2: L'environnement parodontal superficiel sain (59)

Figure 3 : Interface os/implant (9)

Figure 4 : Histologie de la gencive péri implantaire (10)

Figure 5 : La vascularisation péri implantaire selon Ericsson et coll. (13)

Figure 6: Anatomie comparative des tissus mous parodontaux et péri-implantaires (60)

Figure 7: Cicatrisation d'une alvéole dentaire humaine selon Amler (18)

Tableau 1 : Répartition des matériaux de greffes selon leurs propriétés (6)

Tableau 2: Récapitulatif des différences entre les deux systèmes d'attache (8)

Tableau 3 : Comparaison entre greffe xénogène et autogène (n=2)

Tableau 4 : Greffe alloplastique VS autogène (n=2)

Tableau 5 : Greffe allogène VS autogène (n=2)

Tableau 6 : Thérapie par cellules souches VS greffe autogène (n=1)

Tableau 7 : Tableau comparant les greffes (autres que la greffe autogène) entre elles (n=4)

Tableau 8: Tableau comparant différentes combinaisons possibles de greffes entre elles VS une greffe seule (n=3)

Tableau 9: Utilisation d'une membrane avec une greffe VS greffe seule (n=2)

Tableau 10: Membranes résorbables VS non résorbables (n=2)

Tableau 11: Membranes synthétiques VS collagéniques (n=1)

Tableau 12: Tableau comparant l'utilisation de PRF et FVS avec une greffe VS greffe seule (n=4)

		N° THESE N°2019 LYO 1D 018
CLAPEYRON Anaïs - LES BIOMATERIAUX ET LES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT DE L'OS PRE ET PER IMPLANTAIRE (REVUE DE LITTÉRATURE) (Thèse : Chir. Dent. : Lyon : 2019.018) N°2019 LYO 1D 018		
Depuis toujours l'art dentaire est en constante évolution et le remplacement d'une ou plusieurs dents manquantes a toujours été un objectif majeur que ce soit d'un point de vue esthétique ou fonctionnel. Aujourd'hui avec l'essor de l'implantologie, on peut considérer la prothèse sur implant comme une solution de choix pour pallier à un édentement. Cependant, dans la majorité des cas, l'avulsion d'une dent va conduire à une résorption osseuse plus ou moins importante qu'il va falloir gérer avant ou pendant la mise en place de l'implant. Dans une première partie bibliographique on va ainsi se donner les moyens de comprendre l'environnement parodontal autour de l'implant, ses différences par rapport à celui d'une dent, dans quel cadre s'inscrit la résorption et la cicatrisation osseuse mais surtout quels sont les moyens à notre disposition (greffes, biomatériaux, membranes...) pour faire face à la perte osseuse et en vue d'obtenir un environnement compatible à la mise en place du ou des implants. Dans une seconde partie, notre recherche électronique nous aura permis d'identifier tous les essais cliniques évaluant les différentes techniques et les différents bio-matériaux d'aménagement osseux en pré-et per-implantaire, publiés au cours des 5 dernières années, et de les comparer en termes d'efficacité clinique. C'est ainsi, qu'en étudiant et mettant en parallèle les résultats de toutes les études que l'on aura pu sélectionner, on essaiera de tirer des conclusions pertinentes quant à l'utilisation de ces greffes et biomatériaux.		
Mots clés :		- implant - greffe osseuse - biomatériaux
Mots clés en anglais :		- implant - bone graft - biomaterials
<u>Jury :</u>	Président : Assesseurs :	Monsieur Olivier ROBIN, Professeur des Universités Madame Anne-Gaëlle CHAUX, Maître de Conférences Madame Kerstin GRITSCH, Maître de Conférences Madame Sophie VEYRE-GOULET, Maître de Conférences
<u>Adresse de l'auteur :</u>		Anaïs CLAPEYRON « La Vialle » 43620 Saint Romain Lachalm

