

UNIVERSITE DE LILLE

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2019

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 20 MAI 2019

Par César THIBAUD

Né le 26 Novembre 1991 à Roubaix – France

**La greffe autologue d'origine dentaire :
état actuel des connaissances**

JURY

Président : Monsieur le Professeur Guillaume PENEL

Assesseurs : Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE

Madame le Docteur Cécile OLEJNIK

Monsieur le Docteur Romain DEGAEY

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	P-M. ROBERT
Doyen	:	Pr. E. DEVEAUX
Vice-Doyens	:	Dr. E. BOCQUET, Dr. L. NAWROCKI et Pr. G. PENEL
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie Doyen de la Faculté
G. PENEL	Responsable du Département de Biologie Orale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

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

Aux membres du jury...

Monsieur le Professeur Guillaume PENEL
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale
Département Biologie Orale

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Odontologie de l'Université René DESCARTES (PARIS V)
Certificat d'Etudes Supérieures d'Odontologie Chirurgicale
Habilitation à Diriger des Recherches

Vice-doyen Recherche de la Faculté de Chirurgie Dentaire
Responsable du Département de Biologie Orale

*Vous m'avez fait l'honneur d'accepter la
présidence de cette thèse, et je vous en remercie.*

*J'ai toujours beaucoup apprécié vos qualités
pédagogiques, votre écoute et votre bienveillance
auprès des étudiants, mais aussi l'humour dont
vous savez faire preuve.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de
mon profond respect et de ma plus haute
considération.*

Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE
Maitre de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Sous-section Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire
Doctorat de l'Université de Lille 2 (mention Odontologie)
Responsable des Relations avec l'Ordre et avec les Partenaires Industriels

Vous m'avez fait le plaisir de juger mon travail de mémoire en tant qu'interne et je vous remercie d'avoir accepté une nouvelle fois de siéger dans ce jury de thèse.

J'ai toujours su apprécier la passion avec laquelle vous transmettez votre savoir, ce qui en fait la qualité de votre enseignement. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

Madame le Docteur Cécile OLEJNIK
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CESRD

Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale
Département Biologie Orale

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

*Vois en ce travail la marque de mes remerciements
les plus sincères pour avoir accepté de faire partie
de mon jury, ainsi que pour ta bonne humeur
constante et ta gentillesse.*

*Les moments partagés à travailler en clinique avec
toi resteront toujours des souvenirs agréables.*

Monsieur le Docteur Romain DEGAEY
Assistant Hospitalo-Universitaire des CSERD

Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale
Département Parodontologie

Docteur en Chirurgie Dentaire
Diplôme d'Etudes Spécialisées de Médecine Buccale
Ancien interne des hôpitaux

Merci Romain d'avoir accepté de diriger cette thèse.

Après m'avoir épaulé tout au long de l'internat, tu m'as fait le privilège de consacrer ton temps à ce travail, et c'est un véritable honneur.

Je te remercie pour ton implication, ta gentillesse, et bien évidemment pour ton partage de connaissances.

Tu m'as servi de mentor et sois assuré en conséquence de tout cela de mon plus profond respect.

A ma famille, à mes amis...

A tous ceux qui m'ont soutenu pendant mes études :

TABLE DES MATIERES

Table des matières	13
1 Introduction	15
2 Généralités	17
2.1 Définition.....	17
2.1.1 La greffe autogène	17
2.1.2 La greffe autologue d'origine dentaire	18
2.2 Historique	19
2.2.1 Evolution temporelle.....	19
2.2.2 Ascendance	20
2.2.2.1 Ankylose.....	20
2.2.2.2 Résorption de remplacement.....	20
2.2.2.3 Décoronation	21
3 Propriétés	23
3.1 Composition.....	23
3.1.1 Composition du tissu osseux.....	24
3.1.1.1 La fraction organique.....	24
3.1.1.2 La fraction inorganique	25
3.1.2 Composition de l'organe dentaire.....	26
3.1.2.1 La fraction organique.....	26
3.1.2.2 La fraction inorganique	27
3.2 Ostéo-conducteur	29
3.3 Ostéo-inducteur	29
3.4 Biocompatible	31
4 Indications et contre-indications	32
4.1 Les indications.....	32
4.1.1 Sélection de la dent.....	32
4.1.2 Assainissement de la dent	33
4.2 Les contre-indications absolues ou relatives à la chirurgie implantaire	34
4.2.1 Les patients à risque d'endocardite infectieuse.....	34
4.2.2 Les patients sous bisphosphonates	34
4.2.3 Les patients traités par antithrombotiques.....	35
4.2.4 Le diabète	35
4.2.5 Le VIH	36
4.2.6 Les patients irradiés	36
4.2.7 Le tabac	36
4.2.8 Autres.....	36
5 Processus d'élaboration	37
5.1 Formes disponibles.....	37

5.1.1	En bloc	38
5.1.2	En poudre.....	40
5.2	Traitements reçus	42
5.2.1	Dentine déminéralisée.....	43
5.2.2	Partiellement déminéralisée	44
5.3	Protocoles de création	45
5.3.1	Mixeur à lame céramique (57).....	45
5.3.2	AutoBT	46
5.3.3	Smart Dentin Grinder™	49
5.3.4	Auto-FDT.....	52
6	Utilisation clinique	55
6.1	Chirurgie d'élévation du plancher sinusien	56
6.2	Préservation alvéolaire	64
6.3	Régénération osseuse guidée	70
6.4	Augmentation de crête.....	77
7	Conclusion	84
	Références bibliographiques	86
	Table des illustrations.....	98

1 INTRODUCTION

De nos jours, la gestion des défauts osseux est une de nos priorités lors des futures réhabilitations prothétiques, spécialement dans le cadre des traitements incluant une prise en charge implantaire.

Au fur et à mesure des années, différents biomatériaux et procédés ont vu le jour afin de concilier au mieux les multiples paramètres nécessaires à une bonne cicatrisation osseuse.

Il existe de nombreux matériaux de greffes osseuses, mais le potentiel ostéogénique de la greffe osseuse autologue lui permet d'être considérée, encore aujourd'hui, comme le *gold standard* en ce qui concerne la régénération osseuse. Cependant, les inconvénients de son utilisation, notamment la morbidité post-opératoire du site donneur et la résorption post-greffe, ont motivé l'utilisation de xéno ou allogreffes par les praticiens.

Les xéno greffes se présentent comme alternative de choix dans la pratique actuelle, face aux greffes d'os autologue. Mais leur utilisation n'est pas dépourvue de risques. En effet, la possibilité de transmission de maladies infectieuses, telles que celles associées aux prions, existe. De plus, des réactions immunitaires comme les rejets de greffons sont également décrites dans la littérature et constituent les principales craintes des praticiens.

Par conséquent, ces différentes limitations ont justifié la nécessité de rechercher une alternative fiable de biomatériau idéal.

C'est dans ce sens que, depuis le début des années 1990, de nombreuses études ont vu le jour, montrant l'intérêt de dents extraites, utilisées en particules ou en blocs, dans la régénération osseuse.

Cet élan d'intérêt s'est créé en raison des propriétés liées à ce matériau, ainsi son ostéo-induction, son ostéo-conduction, mais encore sa biocompatibilité.

Cette caractéristique de biocompatibilité induit une sécurité d'utilisation, apportée par une réaction de rejet immunitaire inexistante.

2 GENERALITES

2.1 Définition

2.1.1 La greffe autogène

Une greffe autogène correspond à une greffe où donneur et receveur sont une seule et même personne. Actuellement, la greffe autogène la plus répandue dans notre discipline de chirurgie dentaire est la greffe osseuse autogène. Cela correspond donc à prélever du tissu osseux et à le greffer sur le même individu (Figure 1).

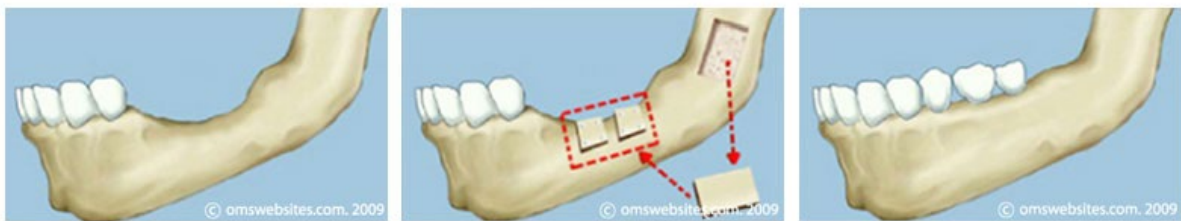


Figure 1: Schéma explicatif de greffe osseuse autogène tiré du site internet <https://www.smilestore.ie>

Cette technique de greffe a pour spécificité d'avoir un potentiel ostéogénique. En effet, par la présence conjointe de cellules ostéo-inductrices et de facteurs de croissances, le tissu osseux greffé induit une prolifération des ostéoblastes et ainsi une apposition osseuse.

La greffe osseuse autogène, grâce à ses multiples propriétés d'ostéo-induction, ostéogénèse et ostéo-conduction, se situe en position de matériau de référence dans le cadre des matériaux de reconstruction ou de comblements osseux (1).

2.1.2 La greffe autologue d'origine dentaire

La greffe autologue d'origine dentaire est une greffe qui consiste à venir réemployer une dent extraite d'un patient afin de s'en servir comme matériau de reconstruction ou de comblement osseux chez ce même individu. Les dents extraites, utilisées comme greffon autologue, peuvent alors, après traitement spécifique, être transformées en bloc ou en poudre afin de s'adapter au mieux aux défauts osseux (Figure 2).

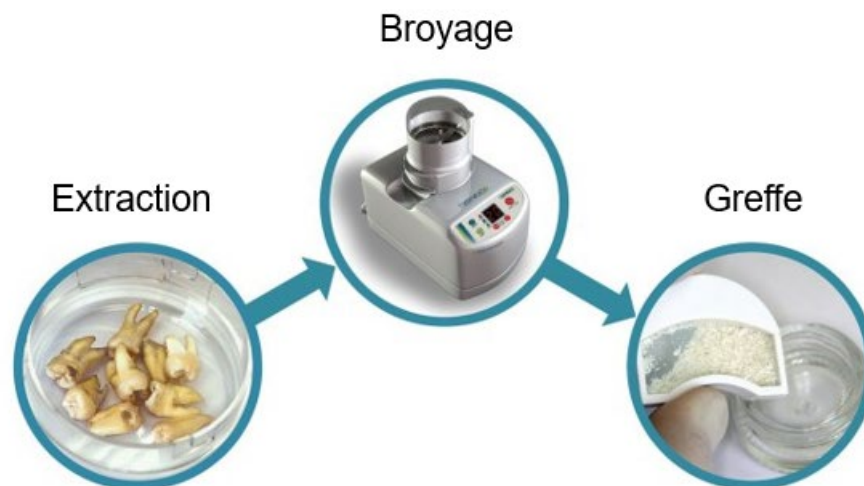


Figure 2: Schéma explicatif d'une greffe autologue d'origine dentaire, d'après le site internet <http://m.dental-tribune.com>

A l'heure actuelle, ce matériau permet, tout comme une greffe osseuse autogène, une ostéo-induction et ostéo-conduction (2–6).

Il se présente dès lors comme une technique de choix en tant que substitut de ce type de greffe.

Cette technique présente également l'avantage d'être complètement biocompatible et totalement exempte de réactions de rejets immunitaires, contrairement aux autres substituts que peuvent être les greffes allogéniques, ou encore les xéno-greffes.

2.2 Historique

2.2.1 Evolution temporelle

Les prémices de l'intérêt envers des dents extraites à fin d'utilisation comme greffon autologue sont apparus en 1965. Tout a commencé grâce à Urist qui, dans son étude, nous prouve qu'un os déminéralisé, implanté dans un site non squelettique, induit de novo la formation de cartilage et d'os (7).

Ces propriétés ostéo-inductrices du tissu osseux ont été mises en exergue en 1973 par Urist et al, mettant en évidence un matériel de nature protéinique appelé protéine de la morphogenèse osseuse (BMP) (2).

En 1977, une étude menée par Butler et al. a été réalisée sur des rats, qui confirme l'existence des BMPs dans la dentine (8).

Bessho et al. ont publié en 1990 une étude effectuée sur des lapins afin de comparer les BMPs issues d'os et de dentine. Il en a été conclu que le poids moléculaire des deux types de BMPs était différent, cependant chaque BMP, issue à la fois du tissu osseux et du tissu dentinaire, induisait la même nouvelle formation osseuse après implantation xénogénique. Ces BMPs ont donc des parties communes à la croissance et différenciation tissulaire mais également des parties spécifiques à leur tissu d'origine (9).

La première utilisation de dents humaines comme matériau de greffe s'est concrétisée en 1993. Celles-ci furent mixées, en vue d'être greffées sur des mandibules de chiens (10).

En 2003, le premier cas clinique de greffe autologue d'origine dentaire sur individu humain a été réalisé dans le cadre d'une élévation du plancher du sinus maxillaire (11). Une biopsie de cette greffe a été effectuée 4 mois après l'intervention. Celle-ci montra un os mature dans lequel s'est imbriqué une partie des granules de dentines déminéralisées restantes. Ces particules de dentines sont progressivement résorbées en échange d'un os nouvellement formé. Ce cas clinique fut donc un succès et autorisa la suite de la thérapeutique par traitement implantaire.

2.2.2 Ascendance

Il faut comprendre l'émergence de cette technique autologue, au travers d'une succession d'avancées et d'observations, toujours liées à la recherche d'une préservation optimale du tissu osseux.

2.2.2.1 Ankylose

Parmi elles, l'ankylose.

En effet, l'ankylose est une pathologie du ligament alvéolo-dentaire, d'origine traumatique, créant une fusion entre le cément ou la dentine radiculaire et l'os alvéolaire. L'espace desmodontal est alors progressivement remplacé par de l'os nouvellement formé (Figure 3) (12).



Figure 3: Schéma illustrant l'ankylose d'une molaire mandibulaire, tiré du site internet <https://support.clearcorrect.com>

2.2.2.2 Résorption de remplacement

Cette résorption de remplacement fait toujours suite à une ankylose. Appelée également résorption de substitution, la résorption de remplacement radiculaire dentaire est un phénomène pathologique continu. Le cément et la dentine sont alors remaniés pour laisser place à un nouveau tissu osseux (13).

Ce remodelage osseux peut aboutir à une disparition totale de la racine atteinte par ce phénomène (Figure 4) (14).

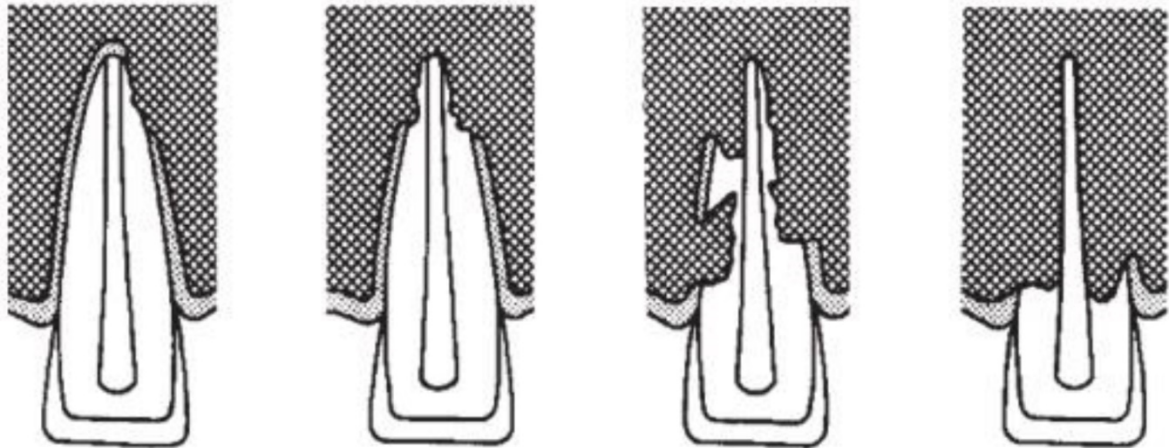


Figure 4: Schéma décrivant le processus de résorption externe de remplacement. Tiré de l'ouvrage d'Andreasen et al. (15)

2.2.2.3 Décoronation

Dans le même esprit, la décoronation est un acte chirurgical décrit pour la première fois dans la littérature en 1984 par Malmgren et al. (16). Cet acte consiste en la réalisation d'une coronectomie atteignant 2mm sous la jonction amélo-cémentaire, sur une dent ankylosée (Figure 5).

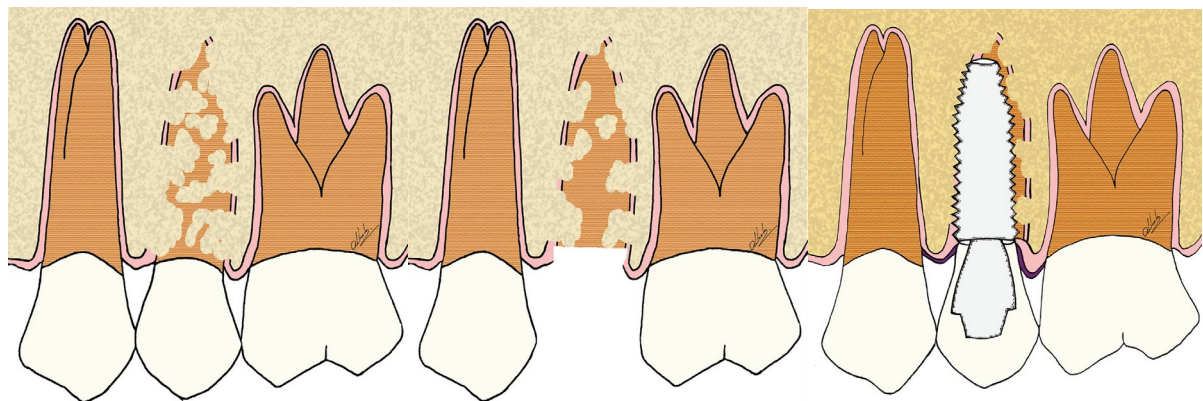


Figure 5 : Schéma décrivant l'évolution d'une dent après décoronation puis implantation. Tiré de l'article de Consolaro et al. (13)

Cette décoronation a été introduite pour pallier les effets indésirables, telle que la perte osseuse non négligeable, qu'engendre une extraction de dents ankylosées.

La racine laissée en place subit le processus de résorption de remplacement pour tendre à disparaître totalement sous 1 à 10 ans (17).

Cette technique de décoronation sur les dents ankylosées permet un maintien et une préservation de la crête osseuse dans le sens vestibulo-lingual (18). Un gain osseux est notable dans le sens vertical (19).

A partir de ces observations, une étude réalisée par Binderman et al. (20) indique que l'utilisation de dents extraites, décontaminées et réduites en poudre, utilisées en tant que greffon autologue placé immédiatement dans l'alvéole, donne des résultats de préservations alvéolaires similaires à ceux obtenus avec le processus de décoronation.

3 PROPRIETES

Afin d'être considéré comme biomatériau idéal, les substituts osseux doivent répondre à certains critères qui sont les suivants (21):

- biocompatible,
- ostéoconducteur,
- ostéoinducteur,
- des propriétés mécaniques proches de l'os,
- résorbable,
- bioactif,
- taille optimale des particules,
- facilité de mise en œuvre,
- conservable
- et peu onéreux.

3.1 Composition

Le matériau utilisé en tant que greffon autologue, issu de dents humaines, est composé d'une phase organique et inorganique. Ces deux structures permettent à ce matériau d'obtenir certaines spécificités telles que l'ostéo-induction et l'ostéo-conduction lors de la phase de cicatrisation.

Ces particularités viennent du fait que les compositions organiques et inorganiques de la dent ont comme propriété de se rapprocher très fortement de la composition de l'os (22).

3.1.1 Composition du tissu osseux

La composition du tissu osseux est de 70 % inorganique et de 30 % organique.

C'est l'ostéoblaste qui synthétise la matrice osseuse et régule sa minéralisation.

La fraction organique de cette matrice est composée de collagène de type I auquel est liée la fraction minérale constituée essentiellement de cristaux d'hydroxyapatite de calcium $[Ca_1(PO_4)(OH)_2]$ (23,24).

3.1.1.1 La fraction organique

En ce qui concerne la partie organique, 90 % de celle-ci est composée de fibres de collagène. Les 10 % restants correspondent à des protéines non collagéniques sécrétées par les ostéoblastes ainsi qu'à des protéines plasmatiques et des facteurs de croissance qui se lient aux fibres collagéniques.

Parmi les protéines non collagéniques (PNC), sont retrouvées les :

- **PNC proprement dites.** Elles sont quantitativement les plus importantes et font partie intégrante de la matrice osseuse. Certaines de ces protéines sont spécifiques du tissu osseux, comme entre autres l'ostéocalcine.
- **Protéines plasmatiques.** Elles ont pour particularité d'être synthétisées dans d'autres organes et s'accumulent dans l'os à partir du plasma et des liquides interstitiels. Les protéines les plus présentes dans l'os sont l' α_2 -HS glycoprotéine et l'albumine.
- **Facteurs de croissances.** Certains ont pu être isolés dans la matrice osseuse, comme le TGF- β ou certains membres de la famille des *Insulin-Like-Growth factors* (IGFs).

Les PNC ont pour principal rôle de participer à l'organisation macromoléculaire du tissu osseux.

Ces PNC agissent de façon essentielle sur les mécanismes de la minéralisation, chimiotactisme cellulaire et phénomènes de couplage entre résorption et formation osseuse.

Composante organique (30%) :

- 90% de fibres de collagène de type I
 - 10% de protéines non collagéniques
- Donne à l'os ses qualités de rigidité et stabilité

3.1.1.2 La fraction inorganique

L'hydroxyapatite est l'élément principal qui constitue la trame minérale du tissu osseux.

Il est actuellement admis que le minéral osseux se dépose sous la forme d'une apatite très peu cristalline au départ. Puis elle se transforme en un cristal ayant la configuration de la brushite pour prendre peu à peu celle du phosphate d'octacalcium avant de devenir enfin de l'hydroxyapatite pure avec un rapport Ca/P égal à 1,66.

Parmi les sels minéraux on trouve :

- des cristaux d'hydroxyapatite: ces cristaux suivent les fibres de collagène,
- des carbonates de calcium,
- et des phosphates de magnésium.

Composante minérale :

- 85% de phosphate de calcium cristallisé (hydroxyapatite)
 - 10% de carbonate de calcium
- Donne à l'os sa solidité et sa dureté

3.1.2 Composition de l'organe dentaire

Il existe une différence de composition au sein de la dent. L'émail, la dentine et le cément ne vont pas avoir les mêmes proportions de phase organique et inorganique.

L'émail a une composition inorganique de 96 %, les 4% restants étant la composition organique et l'eau.

La dentine se retrouve avec un ratio de 65 % de phase inorganique pour 35 % d'organique et enfin le cément possède 45 % à 50 % d'inorganique pour 50 % à 55 % de phase organique (22).

3.1.2.1 La fraction organique

Concernant la partie amélaire, la fraction organique et l'eau constituent 4% de sa composition.

La majeure partie de la matrice organique de l'émail est dégradée et réabsorbée par les améloblastes au stade de maturation.

D'autres ions (Strontium, Magnésium, Plomb, Fluoride), sont capables de s'incorporer dans les cristaux d'émail, s'ils sont présents pendant sa formation (25).

La dentine et le cément, ayant respectivement une trame organique allant jusqu'à 35 et 55 %, contiennent de nombreux facteurs de croissances osseuses, incluant le collagène de type I et les protéines de morphogénèses osseuses (BMP).

Le collagène de type I correspond à 90% de la partie organique.

Les 10% restants sont composés de protéines non collagéniques, de biopolymères, de lipides, de citrates, de lactates, etc.

Les protéines non collagéniques comprennent les :

- Phosphoprotéines
- Sialoprotéines
- Glycoprotéines

- BMPs
- Ostéocalcines
- Ostéonectines

Ces protéines non collagéniques sont connues pour être impliquées dans la calcification du tissu osseux (26).

3.1.2.2 La fraction inorganique

L'émail mature est la matrice extra-cellulaire la plus minéralisée du corps avec 96% de matière minérale (25).

La dentine et le cément possèdent respectivement 65 % et 50 à 55 % de phase minérale.

Les composants inorganiques qui forment la structure minérale de la dent sont 5 types de phosphates de calcium, composés :

- D'hydroxyapatites, atteignant presque la totalité de la structure minérale de l'organe dentaire,
- De phosphates tricalciques,
- D'octacalciums de phosphate,
- De phosphates de calcium amorphe
- Et de phosphates bicalciques dihydratés (27).

Cette hydroxyapatite a comme spécificité de pouvoir se combiner et se dissocier en différents phosphates de calciums similaires à ceux retrouvés dans la trame minérale du tissu ostéoïde (28).

Les structures de l'os et de la dentine possèdent donc de très grandes similarités (Figure 8), de par leur composition mais également de par leur ratio entre la quantité de matrice organique et inorganique (29), comme résumé dans des tableaux suivants (Figure 6 et Figure 7).

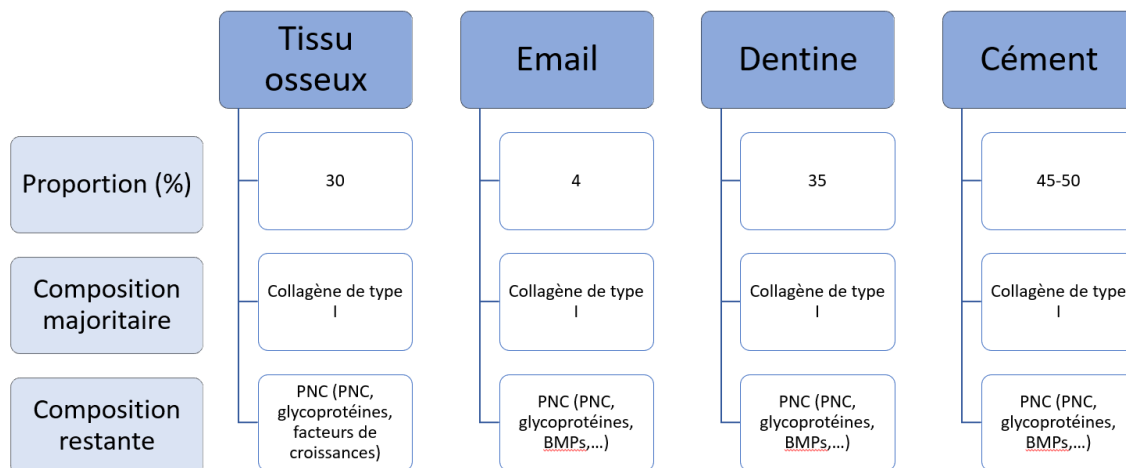


Figure 6: Comparaison de la trame organique de l'os et de la dent. (Travail personnel)

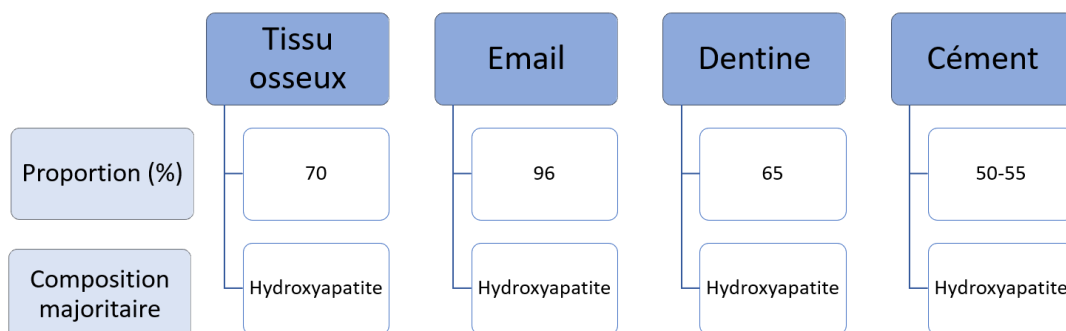


Figure 7 : Comparaison de la trame inorganique de l'os et de la dent. (Travail personnel)

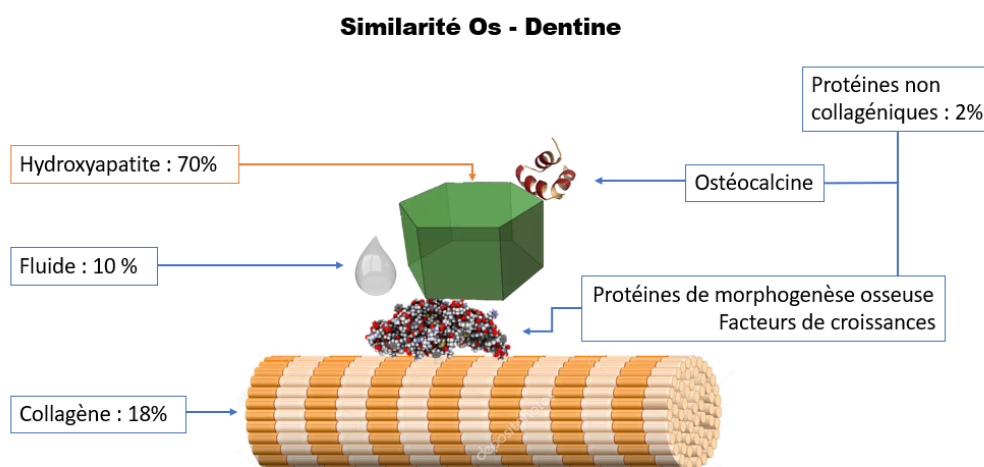


Figure 8: Schéma mettant en évidence les analogies entre la composition osseuse et la composition de la dentine. (Travail personnel)

3.2 Ostéo-conducteur

Un matériau ostéo-conducteur a la particularité de pouvoir servir de matrice, sur le site greffé, aux chondroblastes et ostéoblastes provenant du tissu osseux alentour, à partir de cellules mésenchymateuses différenciées (5).

Urist a prouvé que la dentine déminéralisée a les mêmes qualités d'ostéo-conduction qu'un os déminéralisé (3,4,7).

Par ailleurs, cette matrice dentinaire déminéralisée possède cette excellente ostéo-conduction (Figure 9), en raison de sa structure inorganique, composée essentiellement d'apatite faiblement cristalline (30).

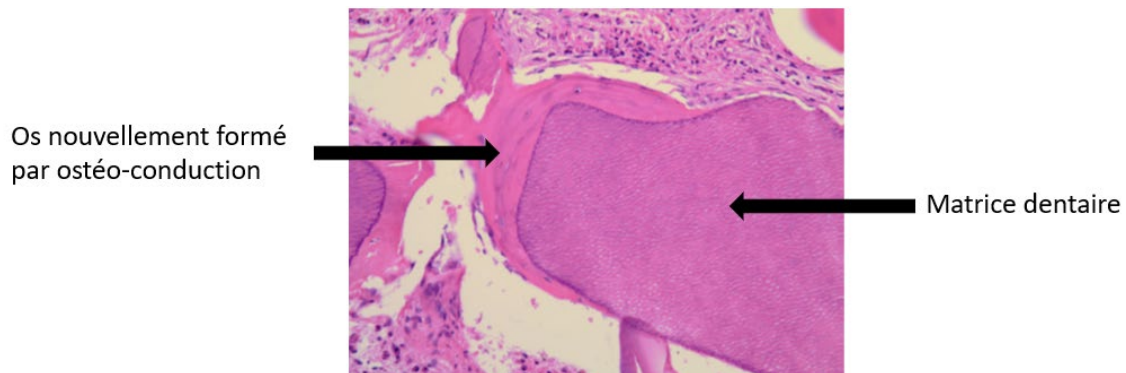


Figure 9: Image à fort grossissement (x 100) de la nouvelle formation osseuse autour des éléments dentaires. D'après l'article de Kim et al.(31)

3.3 Ostéo-inducteur

Un matériau de greffe ostéo-inducteur a comme particularité de différencier les cellules mésenchymateuses indifférenciées du tissu osseux en regard du site greffé pour donner des chondroblastes et ostéoblastes, qui induisent la formation d'os (Figure 10). Ceci est dû à une substance chimiotactique libérée par le matériau greffé (5).

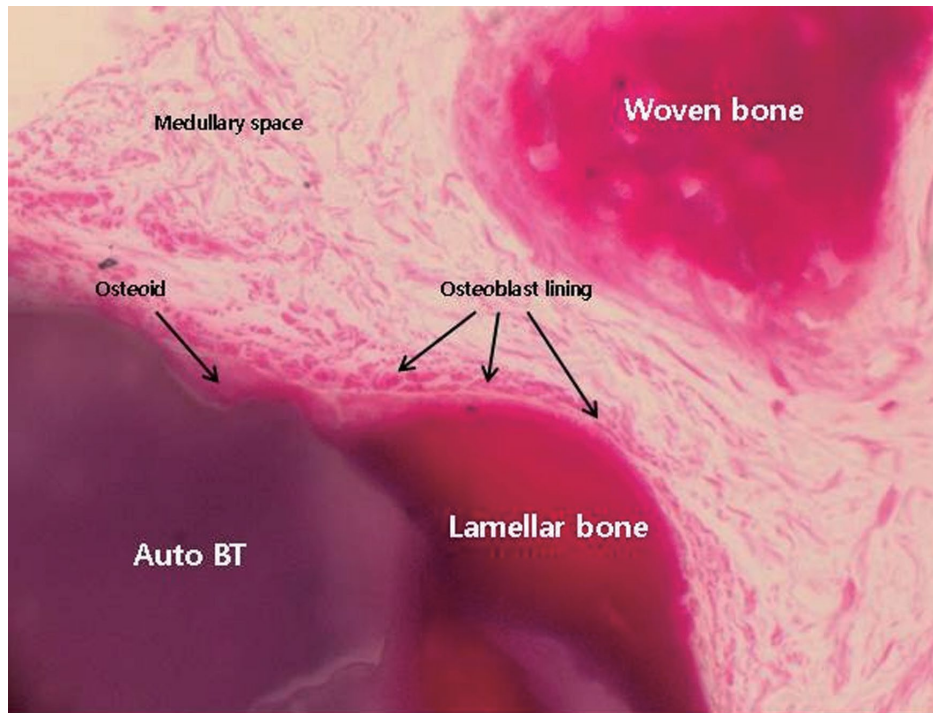


Figure 10: Coupe d'un os nouvellement formé (x400). Un os lamellaire et mature est visible autour du matériau de greffe autogène d'origine dentaire. Une ligne d'ostéoblastes recouvre l'os ostéoïde nouvellement formé. Un espace médullaire composé de tissu conjonctif bien vascularisé est également présent dans ce nouvel os. Tiré de l'article de Jun et al. (32).

Dans le cadre d'une dent utilisée comme matériau de greffe, cette ostéo-induction est possible grâce à la structure organique de la dentine, possédant de nombreuses fibres de collagène de type I mais aussi grâce à son réseau développé de tubulis dentinaires (5).

Cette matrice organique dentinaire contient également des protéines de morphogénèses osseuses (BMP) (8).

Ces éléments apportent ainsi à la dentine et, par là même, au greffon un pouvoir ostéo-inducteur (Figure 11) (3,4).

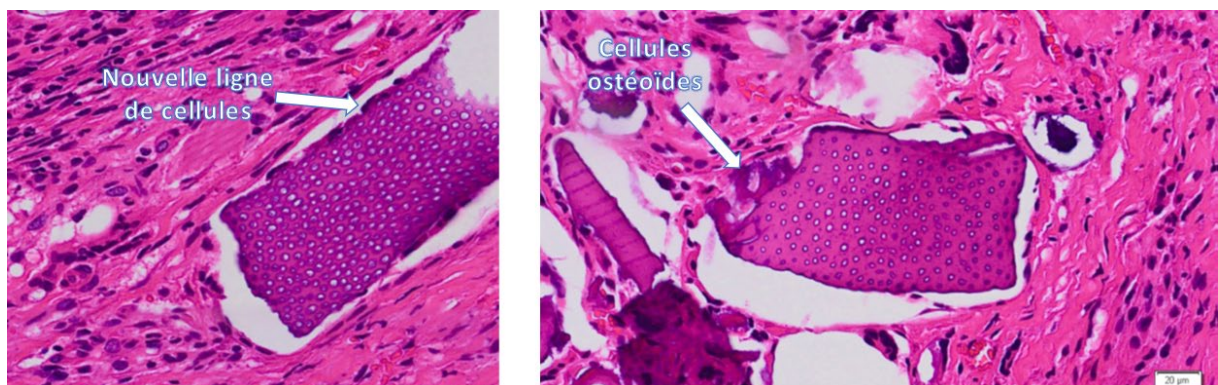


Figure 11 : Analyses histologiques à 2 semaines montrant une formation de cellules s'attachant à l'AutoBT ainsi que l'apparition de nouvelles cellules ostéoïdes. D'après l'article de Kim et al. (33)

3.4 Biocompatible

Un matériau biocompatible se doit de posséder des caractéristiques mécaniques et physico-chimiques aussi proches que possible de l'organe ou du tissu receveur. Il ne doit pas introduire de toxicité, que ce soit par le matériau en lui-même ou bien par ses produits de dégradation ou de relargage. Le matériau greffé, pour se dire biocompatible, ne doit également pas engendrer de réaction néfaste de l'hôte, telle une réaction immunitaire ou un rejet (34).

La dent, utilisée comme matériau de greffe osseuse, s'avère être un matériau répondant aux critères cités ci-dessus. Kim et al. (10) ont prouvé dans une étude expérimentale, sur des chiens, l'excellente biocompatibilité de dents réduites en poudre, utilisées comme matériau de greffe osseuse.

La matrice dentinaire déminéralisée, récupérée de dents extraites, utilisée dans le cadre de greffe osseuse, n'induit qu'une très faible réponse immunitaire (35).

Kim et al. (36), dans une autre étude plus récente, n'ont démontré ni cytotoxicité dans l'utilisation de dents réduites en poudre, ni réaction allergénique spécifique.

Ce matériau est inoffensif pour le tissu ostéoïde receveur.

4 INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS

4.1 *Les indications*

Toute dent extraite qui n'est pas avulsée pour raisons infectieuses peut être utilisée en tant que greffon autologue (28,37).

4.1.1 Sélection de la dent

A moins que la dent ne soit extraite pour raisons infectieuses, il n'existe pas de contre-indications à l'utilisation des dents extraites comme substitut osseux.

En règle générale, les dents utilisées comme matériau de greffe osseuse sont extraites en raison de leur non conservabilité. Les pathologies de type **parodontite terminale** et **fractures radiculaire**s sont donc sources privilégiées de dents utilisables comme matériau de greffe osseuse (20).

Il existe d'autres situations où les dents peuvent être transformées en greffon autologue.

Il s'agit des cas **d'extractions pour raisons orthodontiques** mais aussi des cas d'extractions de dents de sagesse, autant sur arcade qu'incluses (20).

Une troisième source de dents est possible lorsque le patient ne possède aucune dent à extraire, elle correspond à **l'utilisation de dents d'origine familiale**. On s'oriente alors dans cette situation vers une greffe allogénique d'origine dentaire (38,39).

4.1.2 Assainissement de la dent

La dent extraite doit alors subir un nettoyage approfondi avant de pouvoir être utilisée en tant que greffon.

Toutes les restaurations et lésions carieuses présentes sur la dent doivent être éliminées. Les matériaux d'obturations canalaires doivent également être supprimés en totalité (37).

Une dentine colorée ou encore les résidus des fibres desmodontales doivent être évincés (20).

Généralement, la phase de nettoyage se fait avec une fraise carbure de tungstène et peut parfois être associée à un protocole de sablage.

Il ne doit rester au final sur la dent que de l'émail, de la dentine et du cément totalement sains (Figure 12).

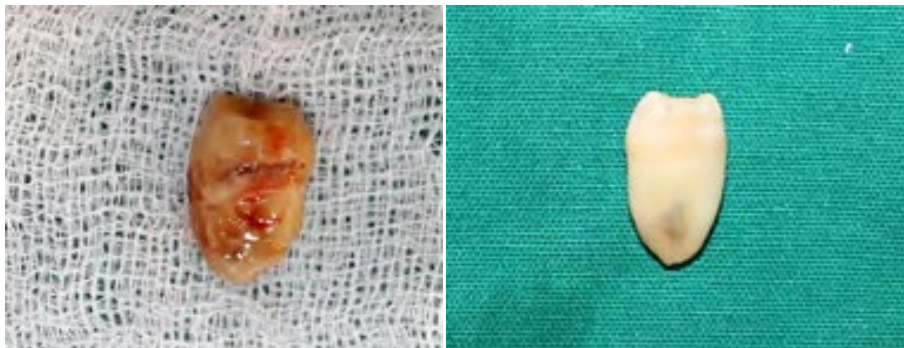


Figure 12 : Nettoyage de la dent suite à son extraction. Tiré de l'article de Kripal et al. (40)

4.2 Les contre-indications absolues ou relatives à la chirurgie implantaire

La greffe osseuse autologue d'origine dentaire est un acte chirurgical qui est dans l'absolu suivi d'une chirurgie implantaire (Indications qui découlent de « l'ascendance » du protocole : ankylose / résorption de remplacement / décoronation).

Les contre-indications à la greffe osseuse autologue d'origine dentaire sont donc assimilées aux contre-indications de cette chirurgie implantaire (41) mais également inévitablement liées au passé infectieux de la dent.

4.2.1 Les patients à risque d'endocardite infectieuse

Depuis 2011, l'agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a établi de nouvelles recommandations concernant les patients ayant un risque d'endocardite infectieuse. Désormais, seuls les patients considérés à haut risque ont une contre-indication absolue à la chirurgie implantaire (42).

Il s'agit des patients :

- Porteurs de prothèses valvulaires, qu'elles soient mécaniques ou biologiques ;
- Porteurs de tout matériel étranger pour une chirurgie valvulaire conservatrice ;
- Atteints de cardiopathies congénitales cyanogènes ;
- Avec des antécédents d'endocardite infectieuse.

4.2.2 Les patients sous bisphosphonates

Les bisphosphonates trouvent leur indication dans le traitement de :

- Pathologies malignes comme dans le cadre de myélome multiple ou encore des métastases provenant de différents cancers
- Pathologies bénignes telle que la maladie de Paget, ostéogenèse imparfaite, l'ostéoporose ou encore la polyarthrite rhumatoïde.

Ces bisphosphonates peuvent avoir, dans notre champ d'action, un effet secondaire grave qui est l'ostéonécrose des maxillaires.

Ces traitements peuvent être administrés soit par voie orale, majoritairement pour les pathologies bénignes, soit sous forme injectable, pour les pathologies malignes.

Les recommandations de la société française de stomatologie et chirurgie maxillo-faciale de juillet 2013 sont les suivantes (43) :

- La pose d'implant n'est pas recommandée chez les patients traités par bisphosphonates en intra-veineux dans le cadre de pathologies malignes ;
- La pose d'implant est possible chez les patients ayant une ostéoporose traitée par bisphosphonates oraux, après une évaluation rigoureuse du risque ;
- La pose d'implant est possible chez les patients ayant une ostéoporose traitée par bisphosphonates en intraveineux, après une évaluation rigoureuse du risque.

4.2.3 Les patients traités par antithrombotiques

La société française de chirurgie orale a rédigé des recommandations en fonction de la chirurgie effectuée et du traitement prescrit (44).

Les interventions comme les chirurgies d'élévation du plancher sinusien ou encore les régénérations osseuses guidées sont considérées comme chirurgie à risque hémorragique élevé si le patient est traité par antithrombotique.

En ce qui concerne les chirurgies à haut risque hémorragique, qu'il s'agisse d'antivitamines K, d'anticoagulants oraux directs ou d'agents antiplaquettaires, il est obligatoire d'obtenir l'avis du médecin prescripteur afin de déterminer la thérapeutique à suivre.

4.2.4 Le diabète

Le diabète relève plus de la contre-indication relative.

Si le patient présente un diabète non équilibré, les conséquences sont alors que l'hyperglycémie va provoquer une altération du métabolisme osseux, engendrant un processus de cicatrisation perturbé et donc un risque infectieux majoré.

Afin d'éviter cela, il vaut mieux effectuer le geste chirurgical lorsque le diabète est régulé.

4.2.5 Le VIH

Le VIH a pour effet d'altérer le système immunitaire en réduisant le nombre de lymphocytes T4.

Si les examens biologiques montrent un taux de lymphocytes T4 supérieur à 200/mm³ ainsi qu'une charge virale indétectable, la pose d'implant est possible.

4.2.6 Les patients irradiés

Il s'agit d'une contre-indication relative. La contre-indication dépend du territoire, des dates et des doses d'irradiations.

Il faut privilégier les zones ayant reçu moins de 40 Gy et d'attendre 6 à 12 mois après la fin de la radiothérapie, sous couverture antibiotique jusqu'à cicatrisation muqueuse.

4.2.7 Le tabac

Le tabac altère la cicatrisation et majore le taux d'échec des traitements implantaires ou des greffes associées.

Une cessation du tabac reste la meilleure recommandation.

4.2.8 Autres

Diverses situations autres peuvent se présenter comme :

- Les patients dialysés, les patients greffés sous immunosuppresseurs... La règle générale pour ces patients est l'abstention.
- Les maladies auto-immunes, les pathologies systémiques non contrôlées... La décision se fait toujours au cas par cas, en collaboration avec le médecin traitant.

5 PROCESSUS D'ELABORATION

Le greffon autologue, obtenu sur dents extraites, diffère en fonction du traitement reçu.

Les particularités du greffon vont porter sur sa forme physique (en bloc ou en poudre), sur sa forme chimique (démminéralisé ou partiellement déminéralisé), mais également sur son protocole de conception.

5.1 Formes disponibles

Il existe actuellement deux formes de greffons autogènes d'origine dentaire : le greffon de type bloc et le greffon de type poudre (Figure 13) (45).

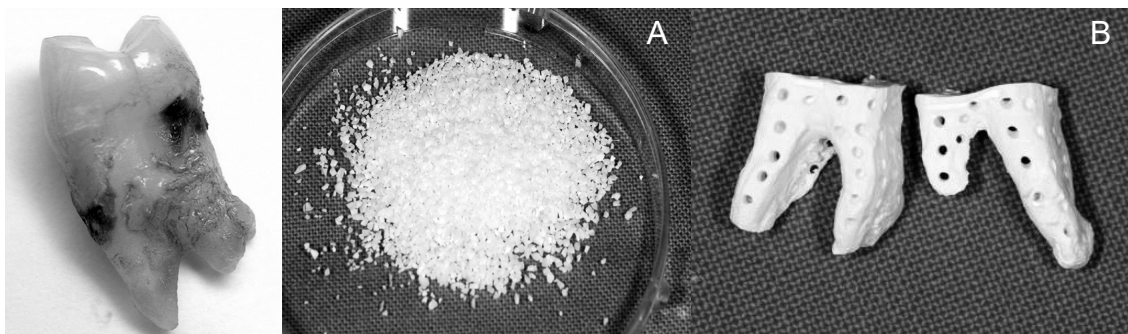


Figure 13 : Transformation d'une dent en matériau de greffe osseuse. A: en poudre; B: en bloc. Tiré de l'article de Kim et al. (52)

Le choix de la forme du matériau se fait en fonction de la situation clinique. Etants associables, les deux types de greffons offrent des possibilités d'utilisations cliniques plus vastes.

Les deux formes de greffons peuvent être aussi bien utilisées pour la préservation alvéolaire, que pour une régénération osseuse guidée, ou encore dans les chirurgies d'élévation du plancher sinusien.

Ces deux textures subissent le même traitement, la différence étant que la forme en bloc n'est pas mixée pour être réduite en poudre.

5.1.1 En bloc

Le greffon en bloc permet par sa structure d'obtenir ostéo-induction et ostéo-conduction (35).

L'ostéo-induction est permise par la capacité du bloc dentaire à avoir une bonne mouillabilité au sang.

L'ostéo-conduction est quant à elle possible grâce à l'architecture du bloc qui sert en partie de mainteneur d'espace, autorisant la reconstruction osseuse.

Le greffon peut avoir sous forme de bloc différentes morphologies. Ils peuvent se retrouver sous un aspect de racine ou sous un véritable aspect de bloc, appelé *root-on* (Figure 14).

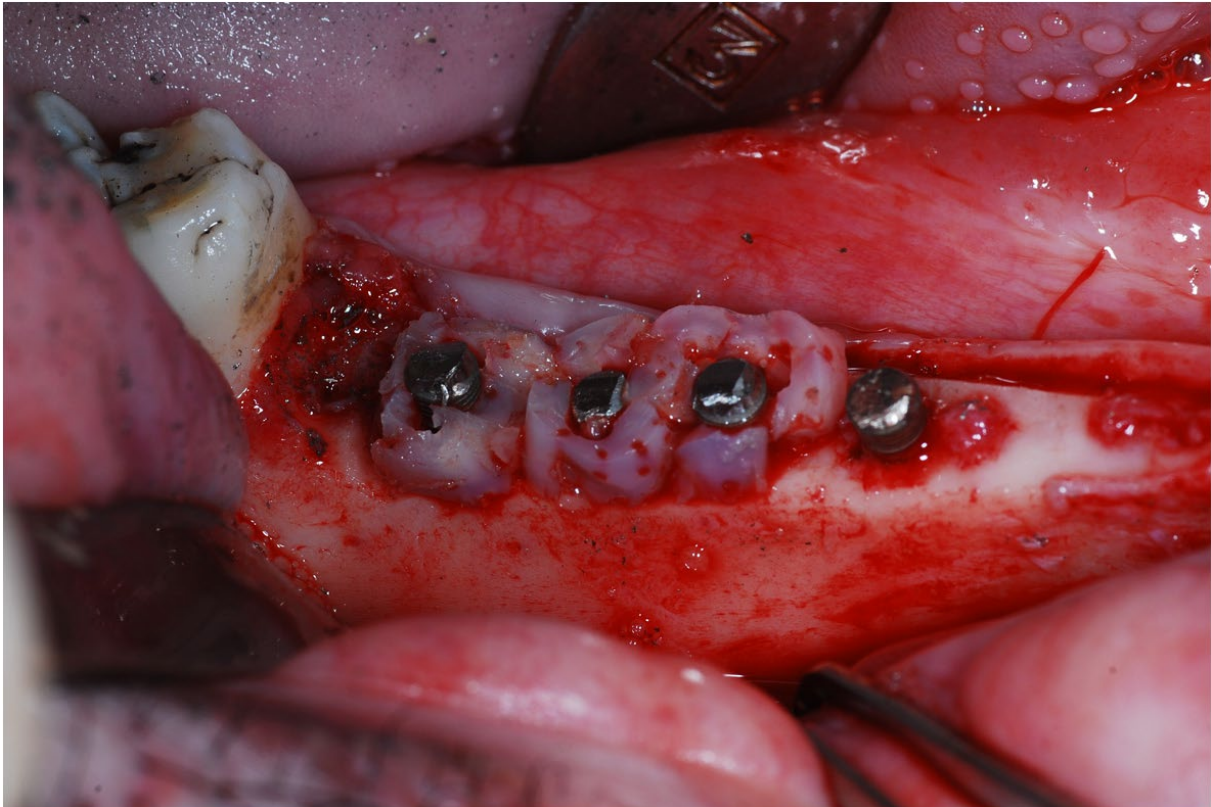


Figure 14: Bloc autogène d'origine dentaire préparé sous forme de Root-on. Cas clinique tiré de l'article de Kim et al. (46)

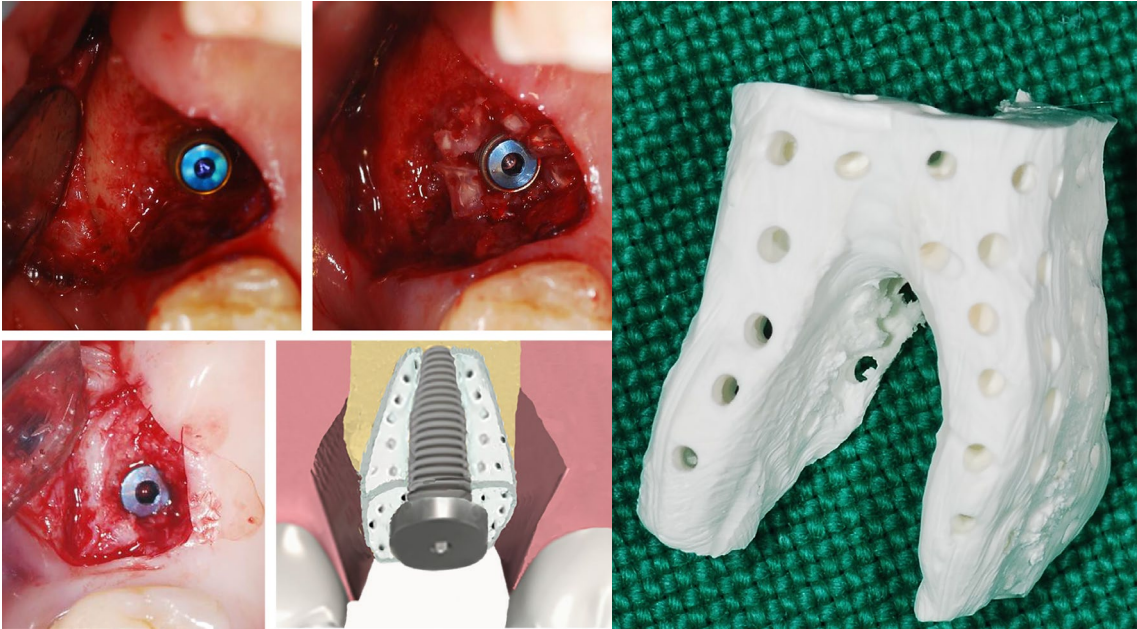


Figure 15 : Bloc autogène d'origine dentaire préparé sous forme de racines. Cas clinique tiré de l'article de Kim et al. (47)

La forme de racines est privilégiée pour les préservations alvéolaires, tandis que la forme *root-on* est davantage utilisée dans le cadre d'augmentation de crête, horizontale, ou verticale (Figure 15).

Pour une utilisation optimale du matériau, le greffon de type bloc doit être hydraté par une solution saline pendant 15 à 30 minutes avant d'être mis en place.

Cette réhydratation est nécessaire, le bloc ayant éprouvé, lors de sa confection, un processus de déminéralisation et d'assèchement (28).

Une fois réhydraté, le bloc possède d'excellentes propriétés élastiques et une flexibilité, permettant une utilisation clinique facilitée.

5.1.2 En poudre

Le greffon autologue d'origine dentaire sous forme de poudre a comme caractéristiques d'avoir (48) :

- Différentes tailles de particules, allant de 300 μm pour les plus fines, jusqu'à 2000 μm pour les plus volumineuses, avec une moyenne se situant aux alentours de 500 μm .
- Une certaine porosité, créée par la déminéralisation, élargissant les tubulis dentinaires.
- Et une bonne mouillabilité au sang.

Ces différents paramètres donnent au matériau des qualités d'ostéo-conduction et ostéo-induction, qui sont en faveur d'une reconstruction osseuse (Figure 16) (35).

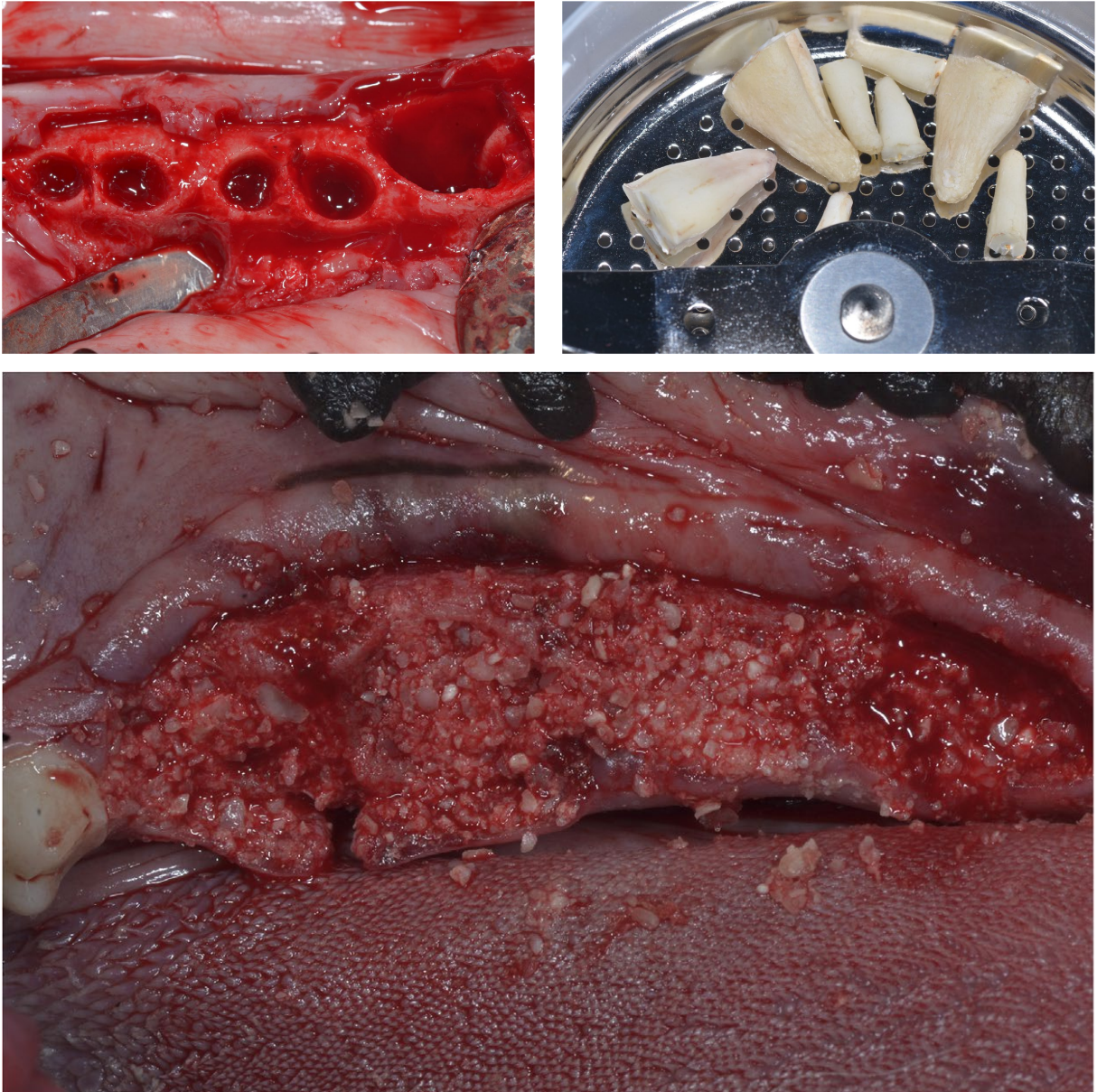


Figure 16: Poudre autogène d'origine dentaire. Cas clinique tiré de l'article de Calvo-Guirado et al. (49)

Le matériau retrouvé sous forme de poudre diffère selon sa composition.

Il existe une poudre confectionnée à partir de la couronne, donc principalement d'émail (Auto BT-Enamel) et également une poudre réalisée à partir de la racine, donc principalement de dentine et de cément (Auto BT-Dentin) (28).

L'auto BT-enamel est, en raison de sa composition, utilisé dans des situations où il est indiqué de maintenir le volume osseux. Le fait que la poudre soit chargée en particules d'émail privilégie une résorption lente du greffon ainsi qu'une ostéo-conduction. Ceci est dû à la structure quasi exclusivement inorganique de l'émail.

L'auto BT-dentin contient de nombreux éléments organiques, privilégiant son utilisation pour des besoins ostéo-inducteurs et ostéo-conducteurs comme dans les techniques de régénérations osseuses ou encore les augmentations de crêtes.

La taille des particules constituant la poudre joue un rôle dans le potentiel de régénération osseuse.

Actuellement, la taille des particules que l'on retrouve majoritairement dans les différents cas cliniques est de 300 à 1500 μm . Khanijou et al. affirment qu'à ce jour, il n'y a pas de consensus sur la taille optimale des particules à utiliser dans le cadre de régénération osseuse (45).

Cependant, Koga et al. ont déterminé que la taille idéale des particules de dentine à obtenir se situait entre 800 et 1200 μm (50).

Les particules mesurant moins de 420 μm ne présentent aucun intérêt dans la régénération osseuse puisqu'elles se retrouvent phagocytées par les cellules géantes et digérées par des enzymes (51).

5.2 Traitements reçus

Plusieurs protocoles ont été décrits dans la littérature dans le but d'utiliser la dentine comme biomatériau dans le cadre de greffes osseuses.

Ces protocoles peuvent être classés en 4 catégories (52) :

- Préparation de la dentine par extraction des protéines non collagéniques
- Préparation de la dentine par déminéralisation
- Préparation de la dentine par élimination de la matrice organique
- Préparation de la dentine sans modification majeure

Dans le cadre de greffe autogène d'origine dentaire, il a été montré que la préparation de la dentine par déminéralisation est le protocole permettant d'obtenir un biomatériau plus actif que les autres types de préparations, avec une ostéo-induction augmentée, et une antigénicité diminuée. En effet, les facteurs permettant l'ostéo-induction sont plus facilement accessibles et disponibles une fois la phase minérale de la dentine retirée (27,53).

5.2.1 Dentine déminéralisée

La dentine déminéralisée est un matériau organique, résorbable, contenant des facteurs de croissances naturels.

Lors du processus de déminéralisation, il est important de préserver les protéines présentes dans la dentine ainsi que les facteurs de croissances pour conserver les propriétés d'ostéo-induction (54).

Pour prévenir et empêcher la destruction de ces protéines, il est nécessaire d'utiliser des inhibiteurs de la protéase lors de la transformation du greffon (52).

La déminéralisation de la dentine résulte de l'élimination de la phase minérale (couramment par acide chlorhydrique).

Il reste, en plus d'une faible phase minérale, toute la structure organique composée de fibre de collagène de type I et les protéines non collagéniques, incluant les facteurs de croissances et les protéines de la morphogénèse osseuse (Figure 17) (55).

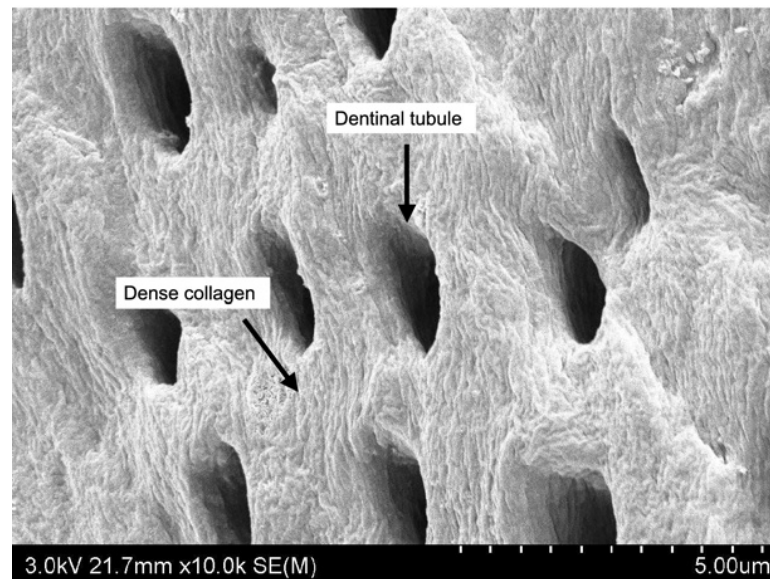


Figure 17: Surface de la dentine après déminéralisation, vue au microscope électronique à balayage (x 10 000). Il est mis en évidence des tubulis dentinaires ainsi que les fibres de collagènes. Tiré de l'article de Kim et al. (31)

Cette matrice dentinaire déminéralisée a alors un pouvoir ostéo-inducteur augmenté et une antigénicité diminuée à la suite de cette déminéralisation.

5.2.2 Partiellement déminéralisée

A la différence d'une matrice dentinaire complètement déminéralisée, la matrice dentinaire partiellement déminéralisée conserve environ 30% de sa phase minérale.

Déminéraliser partiellement la dentine permet essentiellement un gain de temps clinique. Pour déminéraliser des particules de dentine de 1000 μm , avec une solution d'acide citrique à 2%, 20 minutes sont nécessaires, contre 180 minutes si la déminéralisation se veut complète avec la même solution (Figure 18) (50).

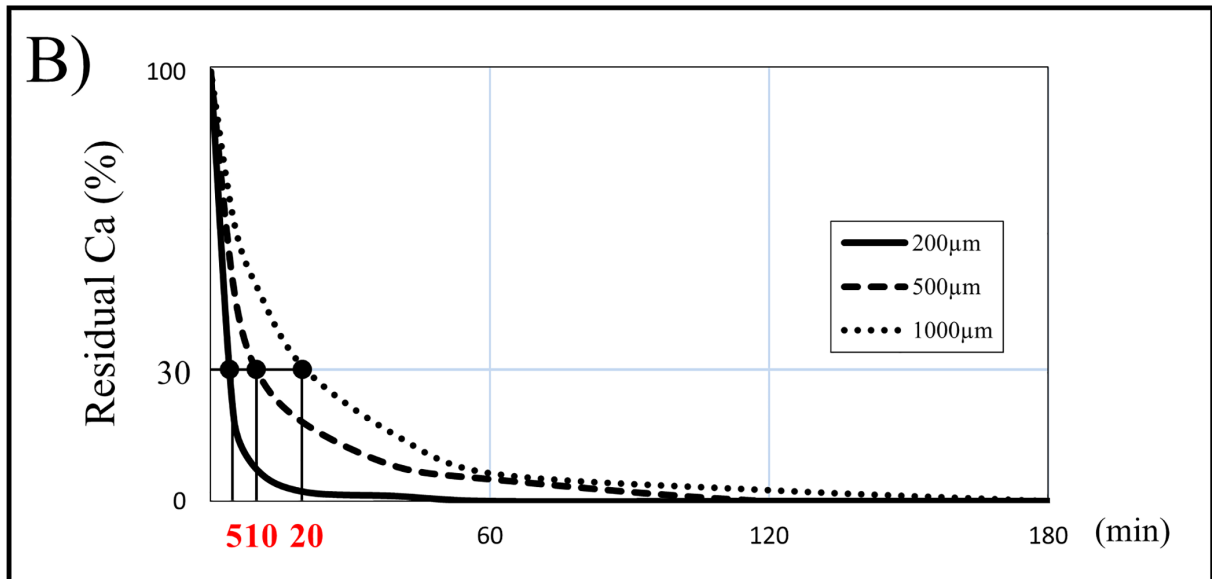


Figure 18: Graphique représentant le pourcentage de calcium résiduel en fonction des tailles de particules et du temps de déminéralisation à l'acide citrique concentré à 2%. Tiré de l'article de Koga et al. (50)

Il est à noter que la régénération osseuse, à 4 semaines, est supérieure pour une matrice dentinaire partiellement déminéralisée. Cependant, à 8 semaines, il n'y a pas de différence significative entre une matrice complètement et partiellement déminéralisée (56).

5.3 Protocoles de création

5.3.1 Mixeur à lame céramique (57).

Murata et al. ont décrit en 2010 une nouvelle procédure afin d'automatiser la transformation d'une dent en matrice dentinaire déminéralisée

Dans ce protocole, la dent, une fois extraite est conservée au frais (-80°C) avant d'être transformée. La dent est ensuite placée dans le mixeur automatique, doté de lames en oxyde de zirconium, dans un milieu de glaçons de solution saline. Les granules de dentines ainsi créés sont alors placés dans une solution d'acide nitrique à 2% pendant 20 minutes. Ces granules déminéralisés sont ensuite lavés puis lyophilisés et tamisés (Figure 19).

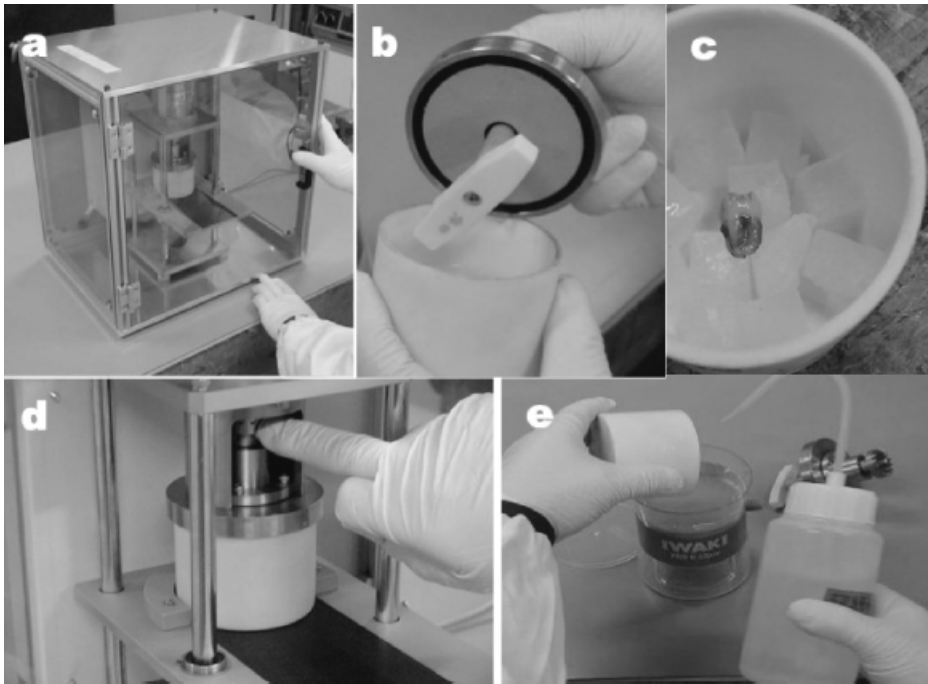


Figure 19: Les différentes étapes du protocole décrit par Murata et al., tiré de l'article de Murata et al.(57). a : vue général du mixeur ; b : lame en oxyde de zirconium ; c : dent placée dans le récipient avec les glaçons ; d : programmation du mixeur ; e : récupération des granules et rinçage

Les particules récupérées sont calibrées majoritairement entre 500 et 2000 μm .

Ce mixeur fut le premier développé au monde.

5.3.2 AutoBT

Kim et al. ont développé en 2008 un nouveau protocole permettant d'utiliser les dents extraites comme matériau de greffe osseuse (31).

Ce greffon, nommé AutoBT, est donc issu de dents autogènes extraites et transformées avec l'accord du patient.

La dent extraite est alors placée dans un récipient, baignant dans une solution d'alcool éthylique à 75% puis conservée au frais, pour être envoyée à la banque de dents de Corée (Korea Tooth Bank) (58).

Après élimination des tissus mous, la dent est broyée pour obtenir des particules entre 200 et 1000 μm . Il est possible, sur demande, de recevoir des particules allant de 1000 à 2000 μm .

La poudre obtenue est lavée pour enlever tout tissu mou résiduel.

S'ensuivent la déshydratation et le dégraissage de cette poudre autologue, puis sa lyophilisation.

Pour procéder à la déminéralisation, une solution de 0,6M d'acide chlorhydrique est employée à température ambiante. La poudre est alors rincée trois fois successivement, à l'eau distillée et stérilisée, mélangée à une solution tampon de phosphate de sodium, afin d'enlever tout résidu de la solution acide. Chaque rinçage dure dix minutes.

La poudre ainsi obtenue possède un taux de déminéralisation allant de 70 à 90 %.

Pour finir la préparation, un bain d'alcool à 70 % additionné de l'eau oxygénée est réalisé pendant 30 minutes à température ambiante puis s'ensuit un rinçage à l'eau distillée, stérilisée.

Enfin, la poudre est stérilisée par oxyde d'éthylène puis renvoyée dans la structure où l'on procède à la greffe (Figure 20) (59).

Cette poudre peut être élaborée en vue de futures greffes. La conservabilité de ce matériau à température ambiante est de l'ordre de 5 ans.



Figure 20: Aspect de la poudre AutoBT commercialisée. Tiré de l'article de Park et al. (28)

Il est à noter que les greffons AutoBT sous forme de bloc subissent le même processus de fabrication, exceptées les étapes de mixage qui ne sont pas réalisées (Figure 21).



Figure 21: Aspect du bloc AutoBT commercialisé. Tiré de l'article de Park et al. (28)

Les auteurs Kim et al. (31) ont étudié à trois mois la cicatrisation à l'aide d'analyses histologiques et histomorphométriques et ont conclu que ce matériau induit de façon active un os nouvellement formé par ses capacités d'ostéo-induction et ostéo-conduction et concomitamment, se résorbe de façon graduelle.

Ce protocole a été développé par Kim et al., en 2008, afin de créer un matériau de greffe osseuse à partir d'une dent ayant subi une déminéralisation partielle et une lyophilisation.

C'est le premier qui ait été commercialisé et utilisé de façon internationale (22).

Trois types d'AutoBT sont conçus à partir de dents extraites dégraissées, déminéralisées et lyophilisées (Figure 22) (60):

- AutoBT en poudre
- AutoBT en copeaux
- AutoBT en bloc



Figure 22: AutoBT sous différentes formes : en poudre, en copeaux et en bloc. Tiré de l'article de Kim et al. (60)

L'AutoBT en poudre se divise lui-même en :

- AutoBT *one-powder*, la couronne et la racine sont alors mixés ensemble.
- AutoBT *crown-powder*, il ne s'agit que de la partie coronaire.
- AutoBT *root-powder*, constituée uniquement par la partie radiculaire de la dent.

En fonction de la forme utilisée, l'AutoBT ne présente pas la même composition (Tableau 1).

Tableau 1: Comparaison de la composition organique en fonction de la forme utilisée d'AutoBT. D'après l'article de Kim et al. (33)

Type d'AutoBT	Fraction organique présente (en % de poids)
Root-powder	0.29
Crown-powder	0.02
En bloc	1.79

5.3.3 Smart Dentin Grinder™

En 2014, Binderman et al. mettent en place un nouveau protocole permettant d'obtenir un greffon autologue d'origine dentaire directement au cabinet (20).

La dent, une fois extraite, est nettoyée afin de ne conserver que les parties de couronnes et racines saines (Figure 23).

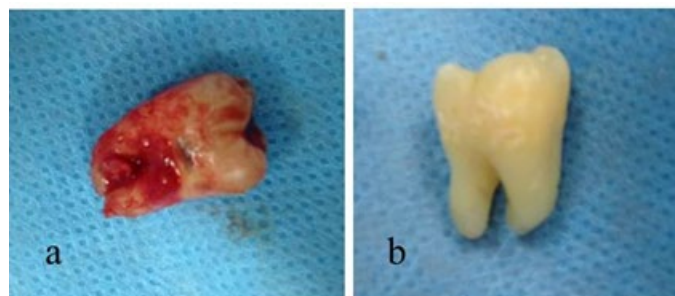


Figure 23: Préparation de la dent. a: Dent après extraction ; b: même dent, nettoyée à la fraise carbure de tungstène. Tiré de l'article de Binderman et al. (20)

Le futur greffon est alors séché brièvement puis il est placé dans la chambre stérile dotée du broyeur du Smart Dentin Grinder™ (SDG).

En 3 secondes, la dent est broyée, puis par vibration, les particules de moins de 1200 μm sont recueillies dans un récipient. Ce processus dure 20 secondes.

Un filtre est présent dans ce récipient ne conservant que les particules entre 300 et 1200 μm (Figure 24).

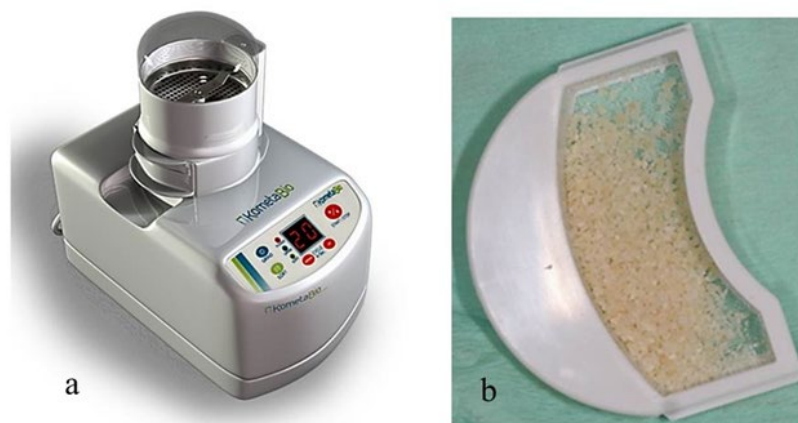


Figure 24: Smart Dentin Grinder et son récipient servant de filtre. Les particules de dentines recueillies mesurent entre 300 et 1200 μm . Tiré de l'article de Binderman et al.(20)

Les particules de plus de 1200 μm qui sont restées dans la chambre à broyer sont de nouveau remixées puis filtrées.

Une fois que le processus de mixage et tamisage est terminé, la poudre est récupérée puis subit une immersion pendant 10 minutes dans de l'alcool basique, dans un pot en verre stérile.

Cette solution d'alcool basique est constituée de 30% d'alcool et de 0.5M d'hydroxyde de sodium, à pH élevé. Elle permet de dégraisser la poudre obtenue et de dissoudre tous les débris organiques, bactéries et toxines des particules dentinaires (Figure 25).

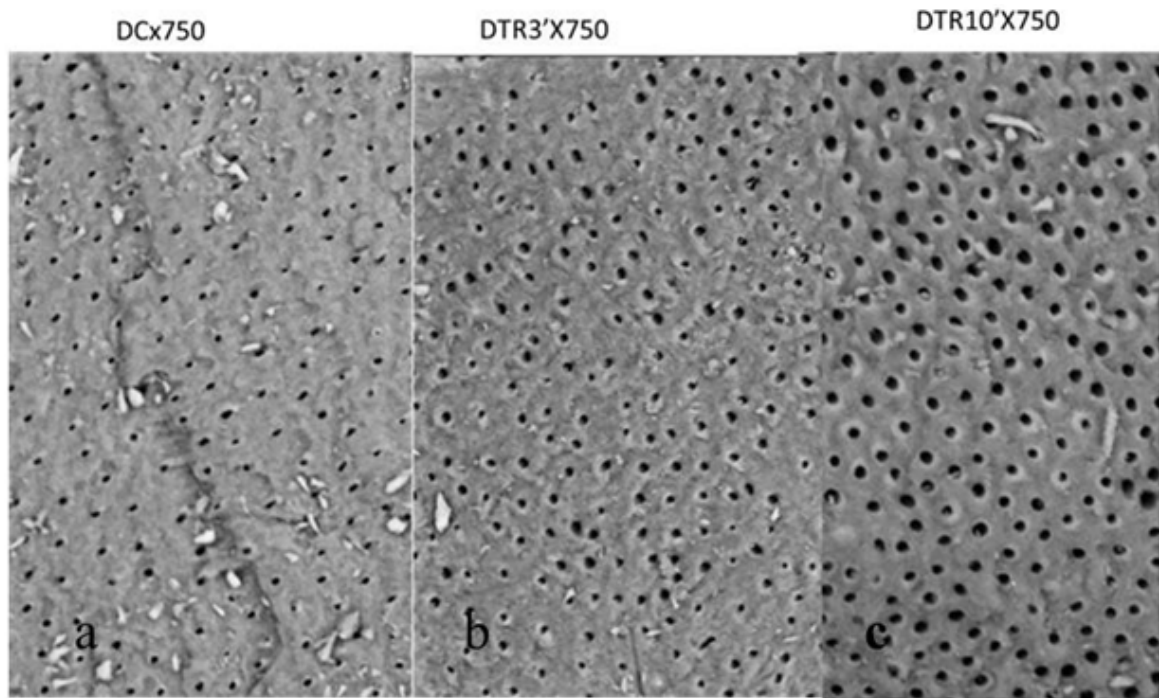


Figure 25: Vue des particules de dentine au microscope électronique (grossissement x750) à 0 minute (a.), 3 minutes (b.) et 10 minutes (c.). La solution CLEANSER permet de décontaminer la surface et d'ouvrir les tubulis dentinaires. Tiré de l'article de Binderman et al. (20)

Une fois décontaminée, la poudre est rincée 2 fois consécutives dans une solution stérile saline tamponnée au phosphate (PBS).

Les particules de dentines peuvent être alors utilisées pour une greffe autologue (Figure 26).

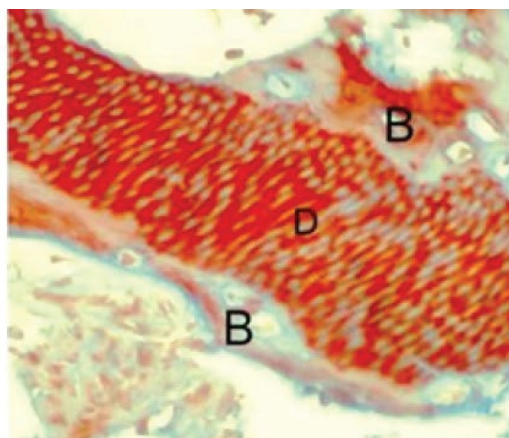


Figure 26: Coupe histologique mettant en évidence l'interface dentine (D) - os (B), 3 mois après la réalisation de la greffe autologue d'origine dentaire à partir de SDG. Il est à noter que la dentine et ses tubulis (D) sont entourés par de l'os nouvellement formé (B). Tiré de l'article de Binderman et al. (61)

Le volume de poudre obtenu correspond au moins à l'équivalent du double du volume de la dent extraite (62).

Contrairement aux autres protocoles cités précédemment, la poudre obtenue par le SDG n'est pas déminéralisée. Malgré la perte d'une ostéo-induction, les particules de dentines minéralisées ont comme avantage d'avoir des propriétés mécaniques supérieures aux particules de dentines déminéralisées. Ceci permet d'obtenir une stabilité primaire dans le site greffé plus efficacement et plus rapidement qu'avec des particules de dentines déminéralisées (20).

5.3.4 Auto-FDT

En 2015, Kim développe un nouveau procédé permettant d'obtenir un greffon autologue déminéralisé, nommé Auto-FDT (autogenous fresh demineralized tooth), directement au fauteuil, suivant immédiatement l'extraction de la dent (63).

Dès lors que la dent est extraite, elle est nettoyée et débarrassée des tissus mous résiduels adhérents à la racine. Le tissu pulpaire est également enlevé, puis de nombreux trous d'environ 2 à 3 mm sont réalisés sur la surface de la dent.

Alors qu'il faut un minimum de 10 heures pour obtenir un greffon osseux dentaire déminéralisé sous forme de bloc, une méthode alternative, plus rapide, a été développée.

Dans le protocole de l'Auto-FDT, le processus pour déminéraliser, stériliser et laver la dent extraite dure approximativement 2 heures. Le greffon obtenu est alors sous forme de bloc (Figure 27).

La technique permettant d'accélérer le processus de déminéralisation consiste à utiliser des ultrasons, sous vide (VacuaSonic™).

Les ultrasons sont utilisés dans le but de nettoyer la dent, en profondeur, pour atteindre les tubulis dentinaires. La fréquence spécifique des ultrasons et l'utilisation périodique de la pression négative chassent les bulles d'air coincées dans les tubulis.

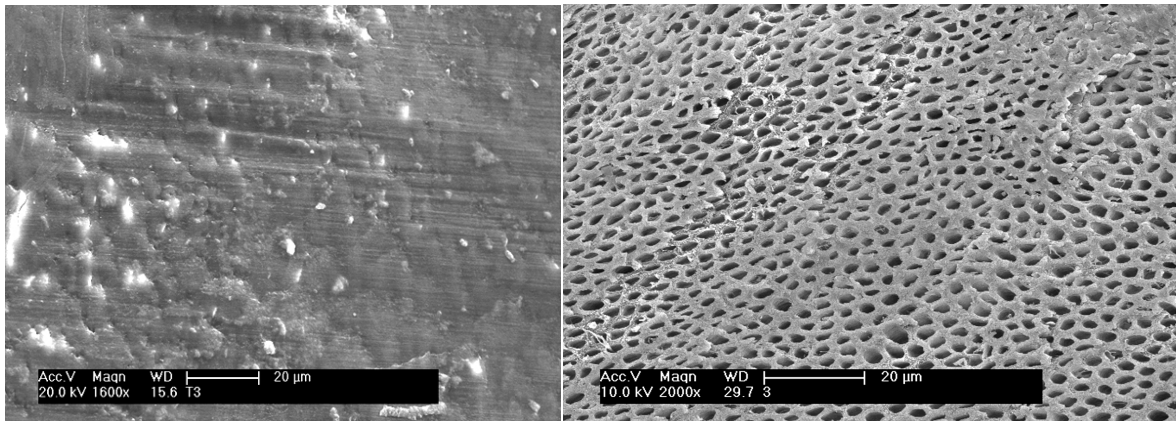


Figure 27: Vue de la dentine au microscope électronique, à gauche : non traitée ; à droite : après le processus de déminéralisation (échelle à 20 µm). Tiré de l'article de Lee et al. (64)

La solution chimique utilisée dans le bain à ultrasons est d'autant plus efficace et réduit drastiquement le temps nécessaire à la déminéralisation de la dent (Figure 28) (64).

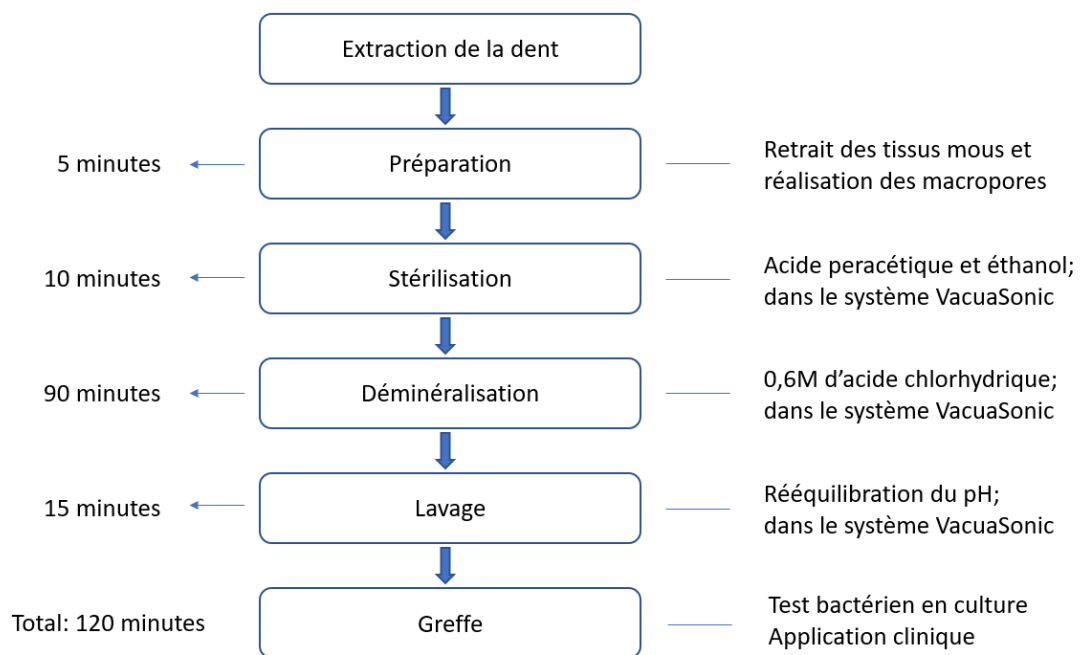


Figure 28: Schéma reprenant les étapes d'extraction de la dent jusqu'à l'obtention du greffon osseux d'origine dentaire Auto-FDT. D'après Lee et al.(64)

Il a été éliminé, après le processus de déminéralisation, environ 79% de calcium, élément constituant la matrice inorganique (65).

Le bloc peut alors être travaillé, transformé en copeaux ou alors réduit en poudre, en fonction de la situation clinique (Figure 29) (66).

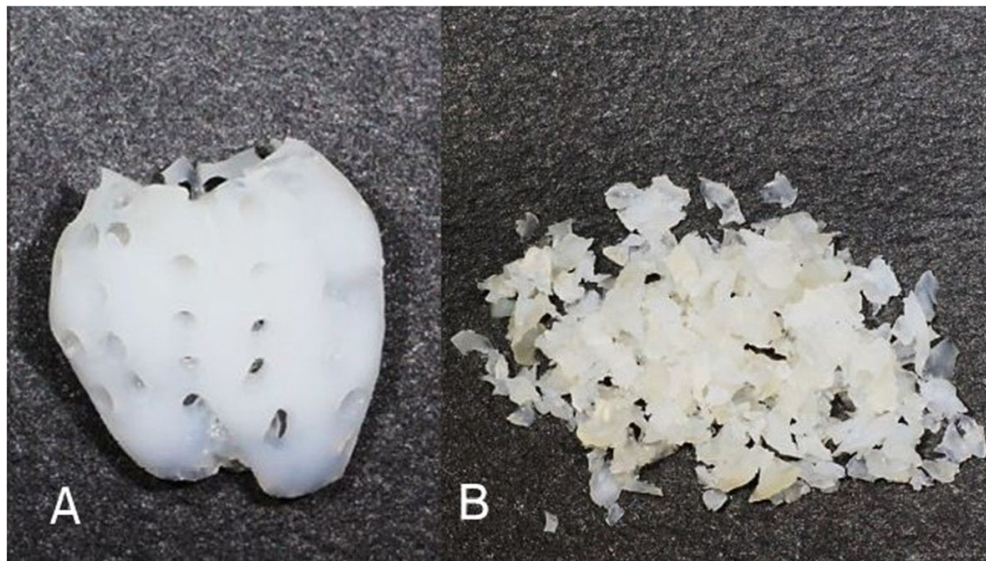


Figure 29: Dent ayant subi le processus de déminéralisation Auto-FDT sous forme de bloc (a) ou sous forme de copeaux (b). Tiré de l'article de Kim (63)

6 UTILISATION CLINIQUE

Grâce à ses différentes formes et aux multiples protocoles de création permettant d'obtenir un greffon osseux d'origine dentaire, son utilisation clinique est exhaustive (Figure 30).

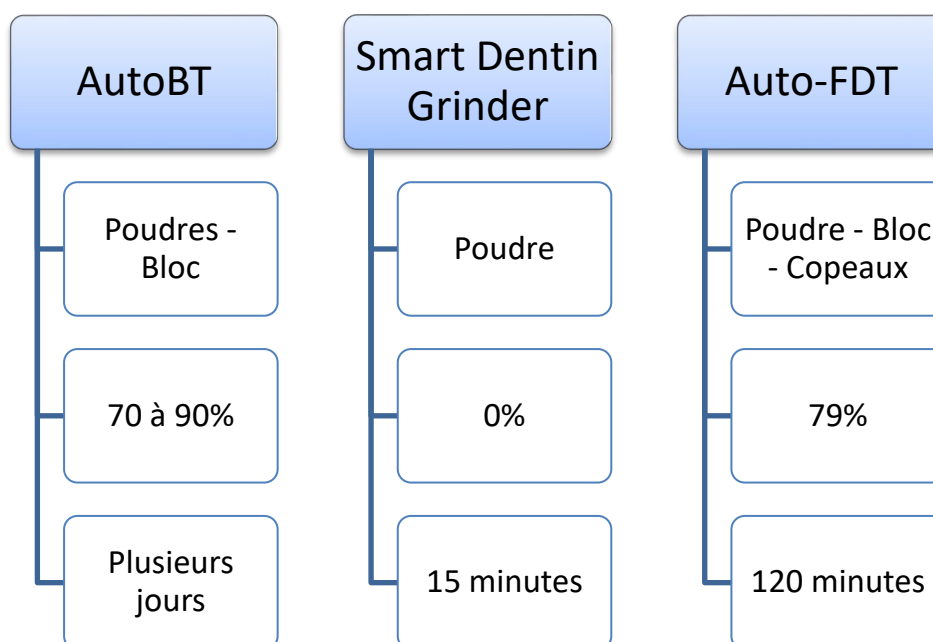


Figure 30: Schéma résumant les différents matériaux les plus utilisés actuellement dans le cadre d'une greffe autologue, reprenant leur forme utilisable, leur taux de déminéralisation et le temps nécessaire à la réalisation. (Travail personnel)

Il est courant de voir cette nouvelle technique de greffe osseuse dans les chirurgies de reconstruction ou préservation osseuse, pour ne citer qu'entre autres les techniques d'élévations du plancher sinusien, la préservation alvéolaire ou encore la régénération osseuse guidée.

6.1 Chirurgie d'élévation du plancher sinusien

Lors de restauration prothétique implantaire se situant au niveau du maxillaire, dans sa partie postérieure, le praticien peut être amené à réaliser une chirurgie d'élévation du plancher sinusien pour augmenter la quantité d'os entre le rebord de la crête maxillaire et le bas-fond sinusien.

Cette greffe consiste à interposer des biomatériaux entre la membrane de Schneider et le bas-fond sinusien. Aujourd'hui, les greffes osseuses autologues, considérés comme le gold standard cèdent de plus en plus de place aux substituts osseux telles que les allogreffes ou les xéno-greffes (67).

La chirurgie d'élévation du plancher sinusien a été la première chirurgie utilisant la greffe osseuse autologue d'origine dentaire chez l'individu humain.

Ce premier cas, réalisé en 2003 par Murata, fut une réussite et une avancée importante dans l'investigation des recherches vis-à-vis de ce matériau (Figure 31 et Figure 32) (11).

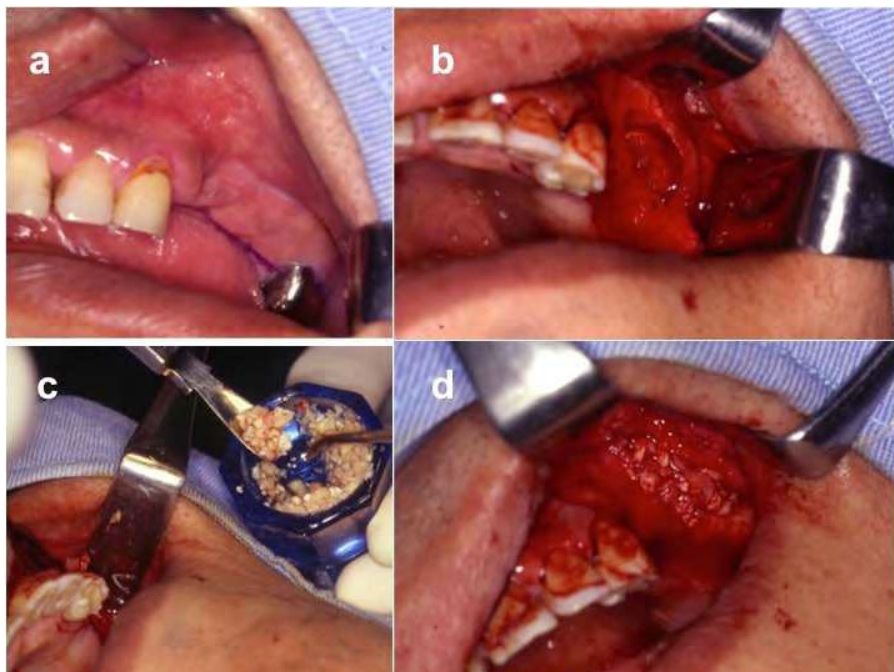


Figure 31: Premier cas de relevé de sinus à partir de dents autogènes. a : vue préopératoire ; b : voie d'accès latéral pour le comblement sinusien ; c : particules dentinaires déminéralisées à partir de deux molaires ; d : vue latérale du sinus après comblement par la greffe autologue d'origine dentaire. Cas clinique réalisé par Murata et al. (11) ; photos tirées de l'article de Murata et al. (68)

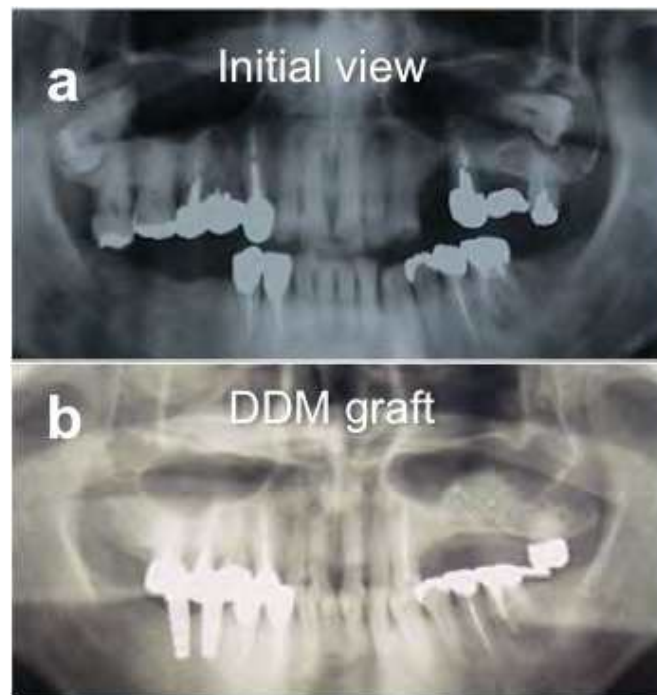


Figure 32: Radiographie panoramique avant (a) et 4 mois après (b) la greffe osseuse autologue d'origine dentaire pour le premier cas de chirurgie d'élévation du sinus maxillaire gauche. Cas clinique réalisé par Murata et al. (11) ; photos tirées de l'article de Murata et al. (68)

De nombreux auteurs ont alors mené des études sur l'utilisation de ce matériau dans le cadre de relevé de sinus (Tableau 2).

Tableau 2 : Utilisation de greffes autologues d'origine dentaire dans le cadre de relevé de sinus. (Travail personnel)

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Murata (11,68)	2003	1	Dentine complètement déminéralisée à l'acide chlorhydrique	Poudre	Nouvelle formation d'os grâce aux mécanismes d'ostéo-conduction et ostéo-induction. Implant placé à 5 mois post-opératoire. La biopsie montre un os mature avec persistance de granules de dentines.
Kim et al. (69)	2011	1	AutoBT	Bloc	Mise en place des implants 3.5 mois après la greffe. La nouvelle formation osseuse et la cicatrisation excellente du site ont permis la pose d'implants avec une bonne stabilité initiale.
Jeong et al. (70)	2011	51	AutoBT	Poudre	Stabilité des implants. Nouvelle formation d'os grâce aux mécanismes d'ostéo-induction et ostéo-conduction
Park et al. (28)	2012	15	AutoBT	Poudre	Stabilité des implants. Nouvelle formation d'os grâce aux mécanismes d'ostéo-induction et ostéo-conduction. Présence d'os lamellaire dense, d'os trabéculaire et de cellules ostéoblastiques.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Lee et Kim (71)	2012	21	AutoBT	Bloc, poudre, bloc + poudre	La perte osseuse marginale péri-implantaire à 1 an est mesurée à 0.33 +/- 0.63mm. La greffe d'AutoBT est considérée comme une procédure sans risque, montrant d'excellentes cicatrises osseuses, sur un suivi de 2 ans.
Kim et al. (58)	2013	1	AutoBT	Poudre	Mise en place de l'implant 4 mois après la greffe. L'examen radiologique montre un maintien du volume osseux greffé et la stabilité primaire de l'implant a été obtenu avec succès.
Kim et al. (72)	2013	3	AutoBT	Bloc, bloc + poudre	La cicatrisation osseuse obtenue est excellente. L'analyse histologique réalisée à 2.5 mois montre une formation osseuse conséquence des capacités d'ostéo-conduction du matériau.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Jun et al. (32)	2014	22	AutoBT	Poudre	Pas de différence significative entre l'utilisation de Bio-Oss et d'AutoBT dans les greffes de sinus. Les résultats sont similaires au niveau du volume osseux total, de la quantité d'os nouvellement formé et de la densité osseuse du nouvel os formé.
Jeong et Lee	2014	8	AutoBT	Poudre	Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre l'AutoBT, l'os allogénique (DFDBA) et l'os d'origine bovine (DBBM) quant à leur efficacité en tant que matériau de greffe osseuse.
Binderman et al. (61)	2015	1	Smart Dentin Grinder®	Poudre	3 mois après la réalisation de la greffe sinusienne, 3 implants ont été placés dans la zone greffée avec une bonne stabilisation primaire.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Lee et al. (73)	2015	1	AutoBT	Bloc	Nouveau protocole de chirurgie d'élévation sinusienne appelée « ring technique » permettant une augmentation du volume osseux et une stabilité implantaire dans le même temps opératoire. Les résultats à 4 ans postopératoires indiquent que l'utilisation d'AutoBT sous forme de bloc permet de sécuriser la stabilité primaire de l'implant, la nouvelle formation osseuse et la résorption marginale de l'os péri-implantaire.
Pohl et al. (74)	2016	6	Non déminéralisé + os autogénique + os xénogénique si besoin	Poudre	L'étude histologique met en évidence une ostéo-conduction et ostéo-induction des particules de dentines et d'émail avec une résorption partielle de la greffe osseuse dentaire par un os nouvellement formé. La moyenne de la résorption péri-implantaire la première année est de 0.63mm.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Kim et al. (65)	2016	15	Auto-FDT + PRF	Bloc	Pas de différence statistiquement significative entre l'utilisation d'Auto-FDT associé au PRF et l'utilisation de xéno greffe et allogreffe associées au PRF. Les résultats radiographiques et histomorphométriques montrent une similitude au niveau du ratio de résorption, de quantité d'os nouvellement formé et de maintien des volumes osseux.
Minamizato et al. (56)	2018	3	Dentine partiellement déminéralisée à l'acide nitrique	Poudre	Les implants ont été placés dans le même temps opératoire que la greffe. La stabilité primaire a été obtenue. Radiologiquement le suivi post-opératoire montre un maintien du gain osseux vertical à 1 an.

Ces 14 études, menées de 2003 à 2018 recensent 149 cas majoritairement traités à l'aide d'une greffe sous forme de poudre, mettant en exergue d'excellents résultats, et une stabilité des implants très prometteuse.

6.2 Préservation alvéolaire

Une extraction dentaire entraîne des remaniements osseux, engendrant une perte osseuse à la fois verticale et horizontale du site post-extractionnel.

La préservation alvéolaire a pour finalité de conserver le volume osseux initial afin d'optimiser le futur plan de traitement implantaire.

La technique la plus fréquemment utilisée lors de préservation alvéolaire consiste, en dehors de la phase d'extraction, à venir combler l'alvéole post-extractionnelle par un biomatériau (75).

En 2006, Gomes et al. publient le premier article sur l'utilisation de dentines déminéralisées placées sous forme de copeaux dans des alvéoles post-extractionnelles humaines. Cet article met en avant une vitesse de cicatrisation osseuse légèrement supérieure pour le groupe concerné par l'utilisation de la dentine déminéralisée face au groupe contrôle. Cependant ces différences sont statistiquement non significatives (Figure 33) (76).



Figure 33: Premier cas clinique de préservation alvéolaire réalisé par Gomes et al.; De gauche à droite: mise en place des copeaux de dentines déminéralisées dans l'alvéole post extractionnel; contrôle radiographique à 15 jours; contrôle radiographique à 90 jours. Photos tirées de l'article de Gomes et al. (76)

D'autres auteurs ont par la suite décrit l'utilisation de greffe autologue d'origine dentaire dans le cadre de préservation alvéolaire, et ce, de façon favorable (Tableau 3).

Tableau 3: Utilisation de greffes autologues d'origine dentaire dans le cadre de préservation alvéolaire. (Travail personnel)

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Gomes et al. (76,77)	2006	27	Dentine complètement déminéralisée à l'acide chlorhydrique	Copeaux de 8 µm en épaisseur	Régénération osseuse plus rapide et meilleure architecture de l'os néoformé pour le groupe greffé que le groupe témoin. La dentine est progressivement remplacée par de l'os au cours de la cicatrisation. Pas de différence significative sur la densité osseuse entre les deux groupes.
Kim et al. (69)	2011	1	AutoBT	Poudre	Bonne cicatrisation ; Mise de place de l'implant 3 mois après la greffe osseuse.
Park et al. (28)	2012	16 17	AutoBT	Poudre Bloc	Stabilité des implants. Nouvelle formation d'os grâce aux mécanismes d'ostéo-induction et ostéo-conduction. Présence d'os lamellaire dense, d'os trabéculaire et de cellules ostéoblastiques.
Kim et al. (58)	2013	1	AutoBT	Bloc	Bon maintien du volume osseux permettant la mise en place de l'implant 5 mois après l'avulsion.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Kim et al. (72)	2013	1	AutoBT	Bloc	La cicatrisation osseuse obtenue est excellente. L'analyse histologique réalisée à 2.5 mois montre une formation osseuse grâce aux capacités d'ostéo-conduction du matériau.
Binderman et Hallel (20)	2014	48	Smart Dentin Grinder®	Poudre	Les alvéoles comblées avec les particules de dentines montrent à 4 mois une excellente cicatrisation osseuse avec de l'os nouvellement formé.
Kim et al. (78)	2014	15	AutoBT	Poudre, poudre + bloc	Les implants ont été placés 5 mois après l'avulsion des dents. L'étude histologique des sites greffés montre que l'AutoBT est complètement intégré à l'os nouvellement formé, avec la présence d'os ostéoïde entourant les particules d'AutoBT.
Kim et al. (66)	2015	4	Auto-FDT	Bloc, poudre, copeaux	Les résultats radiographiques et histologiques montrent une bonne cicatrisation osseuse guidée par les capacités d'ostéo-induction du matériau.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Joshi et al. (79)	2016	15	Dent partiellement déminéralisée à l'acide lactique	Poudre	Il existe une différence significative entre les 3 groupes (greffés par dentine déminéralisée, greffés par phosphate tricalcique (β -TCP) et non greffés). Les sites greffés par dentine déminéralisée montrent une réduction minimale de la hauteur et de l'épaisseur de la crête alvéolaire comparé aux autres groupes. L'analyse histologique montre également une formation osseuse plus importante sur les sites comblés par la dentine déminéralisée.
Kim et al. (47)	2017	22	AutoBT	Bloc	Le bloc osseux d'origine dentaire est bio-intégré et remodelé par de l'os nouvellement formé. La forme et le volume sont maintenues avec très peu de perte osseuse marginale, suivi réalisé sur 44 mois.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Del Canto-Diaz et al. (80)	2018	9	Smart Dentin Grinder	Poudre	La préservation alvéolaire par Smart Dentin Grinder (SDG) est comparée face à un groupe contrôle sans matériau de comblement. Les résultats montrent à 16 semaines une résorption minimale de l'os alvéolaire ainsi qu'une densité osseuse plus importante pour le SDG.
Minamizato et al. (56)	2018	9	Dentine partiellement déminéralisée à l'acide nitrique	Poudre	Les implants ont été placés 4 à 6 mois après la préservation alvéolaire avec une bonne stabilité primaire. Tous les sites greffés ont conservé leur volume. Absence de complication notable sur 24 mois.
Mehta et Dhuvad (81)	2018	1	Dentine partiellement déminéralisée (acide utilisé non précisé)	Poudre	Les résultats radiographiques montrent une absorption du matériau dentaire laissant place à de l'os nouvellement formé.

Dans ces 13 articles, dont le premier date de 2006, 186 cas de préservations alvéolaires sont présentés et étudiés. Que ce soit un matériau sous forme de poudre, majoritairement utilisé ou sous forme de bloc, on a observé un bon maintien du volume osseux post-extractionnel après cicatrisation.

Il est à noter que 100 de ces cas ont utilisé une forme déminéralisée du greffon.

6.3 Régénération osseuse guidée

La régénération osseuse guidée, contrairement aux techniques de préservation alvéolaire qui cherchent à maintenir un volume, vise à recréer un volume osseux.

En 2010, Kim et al. publient leur premier cas sur l'utilisation de matériau dentaire comme greffe osseuse dans le cadre d'une régénération osseuse guidée.

Dans ce cas clinique, la dent utilisée a subi un processus de déminéralisation par le protocole d'AutoBT et a été utilisée sous forme de poudre (Figure 34) (31).

Les résultats, analysés de façon radiologique, histologique et histomorphométrique, accompagnants cette intervention sont un succès du fait du gain osseux mesuré mais aussi de la stabilité à long terme du traitement implantaire et prothétique en regard.

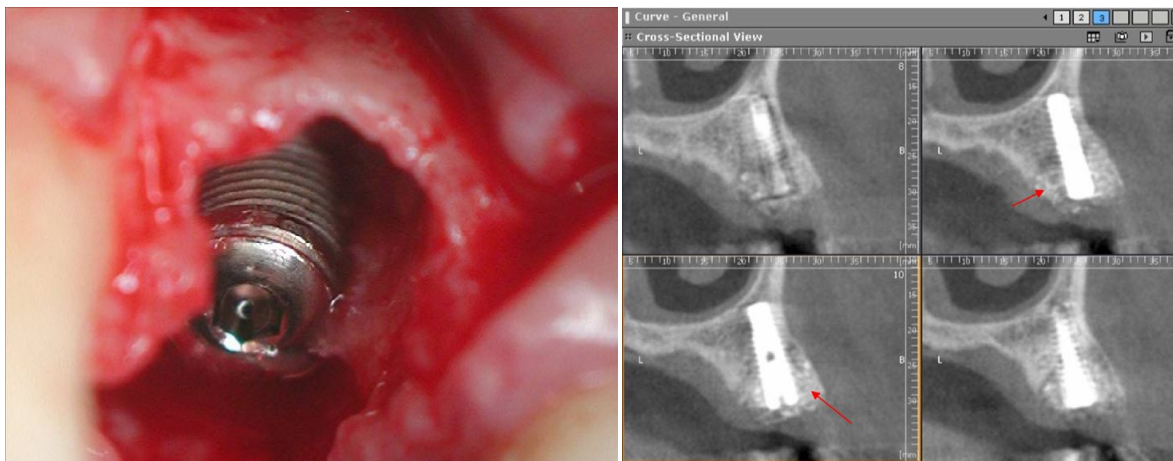


Figure 34: Premier cas de régénération osseuse guidée à partir de matériau dentaire (AutoBT). A gauche : extraction-implantation immédiate avec défaut osseux visible en regard du col de l'implant ; A droite : radiographie de type cone beam, à 5 semaines post-opératoires, les flèches désignant le gain osseux établi. Cas clinique réalisé et tiré de l'article de Kim et al. (31)

La greffe autologue dans le cadre de régénération osseuse s'est alors démocratisée et de nombreux auteurs ont publié sur ce matériau en mettant en avant ses propriétés d'ostéo-induction, ostéo-conduction et biocompatibilité, permettant d'obtenir le volume osseux désiré (Tableau 4).

Tableau 4 : Utilisation de greffes autologues d'origine dentaire dans le cadre de régénération osseuse guidée. (Travail personnel)

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Kim et al. (31)	2010	6	AutoBT	Poudre	Très bon remodelage osseux, nouvelle formation d'os grâce aux mécanismes d'ostéo-conduction et ostéo-induction. Histologiquement, un os nouvellement formé remplace progressivement la dentine entre 3 à 6 mois. Il existe une fusion entre l'os nouvellement formé et l'AutoBT.
Kim et Choi (82)	2011	1	AutoBT	Poudre	Augmentation de la rétention primaire de la dent transplantée dans le cadre d'une autotransplantation. Excellente cicatrisation et régénération du ligament parodontal.
Park et al. (28)	2012	120 51	AutoBT	Poudre Bloc + poudre	La moyenne de perte d'os crestal mesurée à 6 mois après la mise en charge prothétique implantaire est de 0.29 mm.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Lee et Kim (71)	2012	29	AutoBT	Poudre	La perte osseuse marginale péri-implantaire à 1 an est mesurée à 0.33 +/- 0.63mm. La greffe d'AutoBT est considérée comme une procédure sans risque, montrant d'excellentes cicatrises osseuses, sur un suivi de 2 ans.
Lee et al. (83)	2013	30	AutoBT	Poudre	Régénération osseuse significative dans les défauts verticaux, avec ou sans membrane.
Kim et al. (72)	2013	6	AutoBT	Bloc + poudre Bloc	La cicatrisation osseuse obtenue est excellente. L'analyse histologique réalisée à 2.5 mois montre une formation osseuse grâce aux capacités d'ostéo-conduction du matériau.
Arafat Kabir et al. (84)	2014	2	Dentine partiellement déminéralisée à l'acide nitrique	Poudre	Le comblement d'un défaut osseux consécutif à l'exérèse d'un granulome pyogénique montre à 1 an une excellente cicatrisation osseuse par remodelage de la dentine.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Kim et al. (85)	2014	14 1	AutoBT	Poudre Bloc	Tous les implants mis en place ont été parfaitement ostéo-intégrés excepté un implant qui a eu des complications lors de la cicatrisation. L'analyse histologique montre à 2 et 4 mois un os nouvellement formé et bien vascularisé.
Chang et al. (86)	2014	10	AutoBT	Poudre	Pas de différence significative de la résorption osseuse après la régénération osseuse guidée, la mise en place des implants et la réhabilitation prothétique.
Kim (63)	2015	38	Auto-FDT	Bloc + copeaux	Bonne cicatrisation post-chirurgicale. Succès de l'ostéo-intégration implantaire dans 100% des cas, à 12 mois post-opératoire.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Kim et al. (87)	2016	5	AutoBT	Poudre	Nouvelle formation d'os 5 mois après la régénération osseuse guidée par phénomène d'ostéo-induction et ostéo-conduction A 5 ans post opératoire, résorption du volume osseux greffé allant de 8.1 à 36.2 %. Un seul cas sur 6 ans montre une perte de l'os cortical formé au niveau crestal de l'ordre de 1 mm.
Pang et al. (88)	2017	21	AutoBT	Poudre	Pas de différence significative entre l'utilisation d'AutoBT dans le cadre de régénération osseuse guidée face à l'utilisation de Bio-Oss. Les deux groupes montrent la même stabilité implantaire et l'étude histologique montre une nouvelle formation osseuse.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Jo et al. (89)	2018	8	AutoBT	Poudre, bloc	Pas de différence statistiquement significative entre l'utilisation d'AutoBT, de Bio-Oss ou d'allogreffe + Bio-Oss dans le cadre de ROG. AutoBT induit une formation osseuse et une cicatrisation similaire aux xéno et allogreffes.

Dans ces 342 cas de régénérations osseuses guidées présentées autour de 13 articles (le premier datant de 2010), on observe le recours aux greffons en poudre dans 242 cas, ce qui s'explique par l'avantage de l'adaptabilité du matériau à combler tout type de défaut osseux. Néanmoins, le Smart Dentin Grinder n'a pas été utilisé, certainement à cause du potentiel moindre d'ostéoinduction.

Les gains osseux obtenus ont été satisfaisants. Dans tous les cas où des implants étaient envisagés, ils ont pu être posés selon la planification, et ont permis avec succès les mises en charges prévues.

6.4 Augmentation de crête

L'augmentation de crête osseuse, qu'elle soit verticale, horizontale, ou mixte, est souvent nécessaire dans un certain nombre de cas cliniques.

Ces situations pré-prothétiques avec des crêtes résorbées sont classiquement gérées par une greffe osseuse autologue, matériau, considéré encore à l'heure actuelle comme gold standard (90).

Malgré la forte prévisibilité de cette greffe osseuse autologue et son taux de succès élevé, les praticiens sont toujours à la recherche d'un matériau tout autant efficace sans le risque de morbidité supplémentaire du site donneur.

L'utilisation de dents comme matériau de greffes osseuses est, depuis 2011, décrite par de nombreux auteurs dans la littérature (Tableau 5).

Kim et Yi sont les premiers auteurs à mettre en avant l'utilisation de la greffe osseuse autogène d'origine dentaire dans le cadre d'augmentation de crête osseuse et en concluent de façon positive sur l'utilisation de ce matériau pour l'augmentation de crêtes osseuses (Figure 35) (91).



Figure 35: Premier cas clinique d'utilisation de matériau dentaire comme greffe osseuse autologue dans le cadre d'une augmentation de crête. De gauche à droite : situation préopératoire ; mise en place d'AutoBT avec membrane résorbable ; vue post-opératoire à trois mois et demi. Cas clinique réalisé par Kim et Yi (91)

Tableau 5 : Utilisation de greffes autologues d'origine dentaire dans le cadre d'augmentation de crête. (Travail personnel)

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Kim et Yi (91)	2011	1	AutoBT	Poudre	L'expansion de crête associé à la greffe osseuse d'AutoBT montre une cicatrisation favorable et un gain osseux satisfaisant.
Murata et al. (68)	2011	1	Dent complètement déminéralisée à l'acide nitrique	Poudre	Les résultats de la biopsie osseuse mettent en avant que les particules de dents sont résorbées et remodelées par l'os à 4 mois. La greffe a permis la mise en place des implants avec succès.
Park et al. (28)	2012	5	AutoBT	Bloc + poudre	La moyenne de perte d'os crestal mesurée à 6 mois après la mise en charge prothétique implantaire est de 0.29 mm.
Lee et Kim (71)	2012	4	AutoBT	Bloc Bloc + poudre	La perte osseuse marginale péri-implantaire à 1 an est mesurée à 0.33 +/- 0.63mm. La greffe d'AutoBT est considérée comme une procédure sans risque, montrant d'excellentes cicatrisations osseuses, sur un suivi de 2 ans.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Lee et al. (92)	2013	11	AutoBT	Bloc + poudre	Taux de survie des implants de 96%.
		13		Poudre	Absence de complication post-chirurgicale.
		2		Bloc	Augmentation verticale et horizontale de la crête alvéolaire.
Murata et al. (93)	2013	1	AutoBT	Bloc + poudre	Stabilité des implants. Nouvelle formation d'os grâce aux mécanismes d'ostéo-induction et ostéo-conduction. Présence d'os lamellaire dense, d'os trabéculaire et de cellules ostéoblastiques.
Murata et al. (93)	2013	1	Dent partiellement déminéralisée à l'acide nitrique	Poudre	L'analyse histologique montre que les particules sont biologiquement acceptées par le site receveur et partiellement remplacées par de l'os nouvellement formé.
Kim et al. (72)	2013	3	AutoBT	Bloc + poudre	La cicatrisation osseuse obtenue est excellente. L'analyse histologique réalisée à 2.5 mois montre une formation osseuse en raison des capacités d'ostéo-conduction du matériau.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Lee et al. (64)	2014	1	Auto-FDT	Bloc + copeaux	A 6 mois, il est observé un remodelage osseux et l'étude histologique montre que les copeaux sont bien intégrés avec le nouvel os formé.
Melek et El Said (94)	2017	10	Dent partiellement déminéralisée à l'acide nitrique	Poudre	Les greffons autologues mélangés à du PRF injectable montrent des gains de volume osseux de 30 % à 6 mois post-opératoire.
Minamizato et al. (56)	2018	13	Dent partiellement déminéralisée à l'acide nitrique	Poudre	Implants placés simultanément que la greffe osseuse. A 3 mois, le matériau de greffe est remplacé par de l'os nouvellement formé. A 24 mois : aucune complication notable.
Parvini et al. (95)	2018	15	Non déminéralisée	Bloc	Les résultats entre l'utilisation de blocs osseux autogènes et de greffons autologues à partir de racines dentaires sont comparables cliniquement et radiologiquement.

Auteur	Date	Nombre de cas	Traitements reçus	Forme	Résultat
Pohl et al. (96)	2018	20	Non déminéralisée	Poudre	Les implants ont pu être posés comme prévu et mis en charge à 3.2 mois. La perte osseuse péri-implantaire à 1 an est mesurée à 0.37mm et 0.58mm à 2 ans.

Ces 13 articles récents, qui rapportent 101 cas d'augmentation de crêtes, montrent toujours encore une forme déminéralisée majoritaire, ainsi qu'une tendance à davantage utiliser les blocs dans ce type de chirurgie que dans les autres.

Cela s'accompagne toujours d'excellents résultats sur les gains osseux, permettant l'aboutissement avec succès des projets thérapeutiques.

Cette liste exhaustive de cas cliniques, mettant en avant l'utilisation de greffes autologues pour les relevés de sinus (Tableau 2), la préservation alvéolaire (Tableau 3), la régénération osseuse guidée (Tableau 4) et l'augmentation de crête (Tableau 5), permet de conclure sur l'intérêt évident de l'utilisation de dents extraites comme matériau de greffes osseuses.

Que ce soit sur le plan clinique, histologique ou radiologique, la greffe autologue autorise une mise en place d'implants dans des conditions d'excellente ostéo-intégration grâce à ses propriétés d'ostéo-conduction, ostéo-induction et biocompatibilité

7 CONCLUSION

Consécutivement à l'avènement de l'implantologie, de nombreuses techniques chirurgicales se modernisent afin de pouvoir proposer aux patients qui le souhaitent une solution implantaire.

Ainsi, entre autres méthodes, pour pallier les défauts osseux, certains biomatériaux ont vu le jour, comme les greffes xénogéniques ou allogéniques. Ce sont des alternatives à la greffe osseuse autogène qui d'un côté, par ses propriétés d'ostéo-induction, ostéo-conduction, ostéogenèse et de biocompatibilité, reste à ce jour le *gold standard* mais qui en revanche, a pour limite une augmentation du risque de morbidité avec l'existence du second site opératoire.

La recherche d'un biomatériau idéal n'ayant cessé, les similarités de la composition organique et inorganique entre la dent et l'os ont mis en exergue l'utilisation de la dent comme matériau de greffe autologue.

Les propriétés d'ostéo-induction, ostéo-conduction et de biocompatibilité de la dent et les différentes formes possibles (bloc, poudre, copeaux) permettent son utilisation clinique dans la chirurgie pré-implantaire au sens large, que ce soit pour les relevés de sinus, les préservations alvéolaires, les régénérations osseuses guidées ou encore les augmentations de crêtes.

Ses limites résident dans ses contre-indications ou d'absence de dent disponible et dans la quantité d'études à ce sujet versus le « *gold standard* ».

Au vu des avancées récentes, il existe un avenir certain pour ce biomatériau d'origine dentaire qui n'est pas à mettre de côté. Les résultats obtenus en chirurgie pré-implantaire laissent envisager avec optimisme l'utilisation de ce biomatériau dans la gestion d'autres défauts osseux, ainsi les lésions parodontales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Locatelli L-H. Greffes osseuses autogènes à visée implantaire [Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Université Henri Poincaré-Nancy 1; 2010.
2. Urist MR, Iwata H, Ceccotti PL, Dorfman RL, Boyd SD, McDowell RM, et al. Bone Morphogenesis in Implants of Insoluble Bone Gelatin. *Proc Natl Acad Sci U S A*. déc 1973;70(12 Pt 1-2):3511-5.
3. Yeomans JD, Urist MR. Bone induction by decalcified dentine implanted into oral, osseous and muscle tissues. *Archives of Oral Biology*. 1 août 1967;12(8):999-IN16.
4. Bang G, Urist MR. Bone Induction in Excavation Chambers in Matrix of Decalcified Dentin. *Arch Surg*. 1 juin 1967;94(6):781-9.
5. Kim K-W. Bone Induction by Demineralized Dentin Matrix in Nude Mouse Muscles. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*. 31 mars 2014;36(2):50-6.
6. Um I-W, Kim Y-K, Mitsugi M. Demineralized dentin matrix scaffolds for alveolar bone engineering. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2017;17(2):120.
7. Urist MR. Bone: formation by autoinduction. *Science*. 12 nov 1965;150(3698):893-9.
8. Butler WT, Mikulski A, Urist MR, Bridges G, Uyeno S. Noncollagenous proteins of a rat dentin matrix possessing bone morphogenetic activity. *J Dent Res*. mars 1977;56(3):228-32.

9. Bessho K, Tagawa T, Murata M. Purification of rabbit bone morphogenetic protein derived from bone, dentin, and wound tissue after tooth extraction. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. févr 1990;48(2):162-9.
10. Kim Y-K, Yeo H, Ryu C, Lee H, Bryun U, Cho J. An experimental study on the tissue reaction of toothash implanted in mandible body of the mature dog. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg*. sept 1993;15(2):129-36.
11. Murata M. Autogenous demineralized dentin matrix for maxillary sinus augmentation in humans: the first clinical report. Gothenburg: 81th International Association for Dental Research. 2003;
12. Campbell DKM. Ankylosis of Traumatized Permanent Incisors: Pathogenesis and Current Approaches to Diagnosis and Management. 2005;71(10):6.
13. Sinet W. Ankylose et résorption de remplacement: analyse critique de la littérature [Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Université de Nantes; 2015.
14. Gunraj MN. Dental root resorption. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. déc 1999;88(6):647-53.
15. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 1. Diagnosis of healing complications. *Dental Traumatology*. 1995;11(2):51-8.
16. Malmgren B, Cvek M, Lundberg M, Frykholm A. Surgical treatment of ankylosed and infrapositioned reimplanted incisors in adolescents. *Scand J Dent Res*. oct 1984;92(5):391-9.
17. Mohadeb JVN, Somar M, He H. Effectiveness of decoronation technique in the treatment of ankylosis: A systematic review. *Dent Traumatol*. août 2016;32(4):255-63.
18. Malmgren B. Ridge Preservation/Decoronation. *Journal of Endodontics*. mars 2013;39(3):S67-72.

19. Park CH, Abramson ZR, Taba M, Jin Q, Chang J, Kreider JM, et al. Three-dimensional micro-computed tomographic imaging of alveolar bone in experimental bone loss or repair. *J Periodontol.* févr 2007;78(2):273-81.
20. Binderman I, Hallel G. A Novel Procedure to Process Extracted Teeth for Immediate Grafting of Autogenous Dentin. *JBR Journal of Interdisciplinary Medicine and Dental Science* [Internet]. 2014 [cité 30 oct 2018];02(06). Disponible sur: <https://www.omicsonline.com/open-access/a-novel-procedure-to-process-extracted-teeth-for-immediate-grafting-of-autogenous-dentin-jimds-2-154.php?aid=32131>
21. Roinet O. Les biomatériaux de substitution osseuse en chirurgie orale: connaissances actuelles. [Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Université de Nantes; 2005.
22. Kim Y-K. Bone graft material using teeth. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons.* 2012;38(3):134.
23. Thomas T, Martin A, Lafage-Proust M-H. Physiologie du tissu osseux. *EMC - Appareil locomoteur.* janv 2008;3(1):1-16.
24. Euw SV. Biominéralisation osseuse: de la caractérisation structurale du minéral à son organisation 3D [Thèse de doctorat de chimie]. [Paris VI]: Université Pierre et Marie Curie; 2014.
25. Nait Lechguer A. Ingénierie de l'organe dentaire à partir de cellules dissociées: morphogenèse coronaire, vascularisation et innervation. Université de Strasbourg; 2010.
26. Ritchie HH, Ritchie DG, Wang LH. Six decades of dentinogenesis research. Historical and prospective views on phosphophoryn and dentin sialoprotein. *Eur J Oral Sci.* janv 1998;106 Suppl 1:211-20.
27. Kim Y-K, Kim S-G, Oh J-S, Jin S-C, Son J-S, Kim S-Y, et al. Analysis of the Inorganic Component of Autogenous Tooth Bone Graft Material. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology.* 1 août 2011;11(8):7442-5.

28. Park S-M, Um I-W, Kim Y-K, Kim K-W. Clinical application of auto-tooth bone graft material. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2012;38(1):2.
29. Um IW. Demineralized Dentin Matrix (DDM) As a Carrier for Recombinant Human Bone Morphogenetic Proteins (rhBMP-2). In: Chun HJ, Park K, Kim C-H, Khang G, éditeurs. *Novel Biomaterials for Regenerative Medicine [Internet]*. Singapore: Springer Singapore; 2018 [cité 16 févr 2019]. p. 487-99. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-981-13-0947-2_26
30. Kim G-W, Yeo I-S, Kim S-G, Um I-W, Kim Y-K. Analysis of crystalline structure of autogenous tooth bone graft material: X-Ray diffraction analysis. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2011;37(3):225.
31. Kim Y-K, Kim S-G, Byeon J-H, Lee H-J, Um I-U, Lim S-C, et al. Development of a novel bone grafting material using autogenous teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. avr 2010;109(4):496-503.
32. Jun S-H, Ahn J-S, Lee J-I, Ahn K-J, Yun P-Y, Kim Y-K. A prospective study on the effectiveness of newly developed autogenous tooth bone graft material for sinus bone graft procedure. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2014;6(6):528.
33. Kim Y-K, Lee J, Kim K-W, Um I-W, Murata M, Ito K. Analysis of Organic Components and Osteoinductivity in Autogenous Tooth Bone Graft Material. *The Journal Of Korean Association of Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgeons*. 30 nov 2013;35(6):353-9.
34. Muster D. Biomatériaux en chirurgie orale et maxillofaciale (I). *EMC - Médecine buccale*. août 2012;7(4):1-26.
35. Sarala C, Chauhan M, Sandhya Ps, Dharmendra C, Mitra N. Autogenous tooth bone graft: Ingenious bone regeneration material. *Indian Journal of Dental Sciences*. 2018;10(1):56.
36. Kim Y-K, Kim S-G, Lee J-H. Cytotoxicity and Hypersensitivity Test of Toothash. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg*. sept 2001;23(5):391-5.

37. Nampo T, Watahiki J, Enomoto A, Taguchi T, Ono M, Nakano H, et al. A New Method for Alveolar Bone Repair Using Extracted Teeth for the Graft Material. *Journal of Periodontology*. sept 2010;81(9):1264-72.
38. Kim Y-K, Bang K-M, Murata M, Mitsugi M, Um I-W. Retrospective Clinical Study of Allogenic Demineralized Dentin Matrix for Alveolar Bone Repair. *Journal of Hard Tissue Biology*. 2017;26(1):95-102.
39. Joshi C, D'Lima C, Samat U, Karde P, Patil A, Dani N. Comparative alveolar ridge preservation using allogeneous tooth graft versus free-dried bone allograft: A randomized, controlled, prospective, clinical pilot study. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2017;8(2):211.
40. Kripal K, Sirajjudin S, Reddy SS. Bone Engineering Using Human Demineralized Dentin Matrix (Autotooth Bone Graft) in the Treatment of Human Intrabony Defects: A Case Report. 2017;10.
41. Missika P, Bert M, Kleinfinger-Goutmann I, Attias J, Drouhet G, Fromentin O, et al. *L'implantologie chirurgicale et prothétique: la pratique au quotidien*. 2018.
42. Agence Française de Sécurité Sanitaire et de Produits de Santé. Prescription des antibiotiques en pratique buccodentaire. Recommandations de bonne pratique. 2011;(Med Mal Infect):193-212.
43. Société Française de Stomatologie, Chirurgie Maxillo-Faciale et Chirurgie Orale. Ostéonécrose des mâchoires en chirurgie oromaxillofaciale et traitements médicamenteux à risque (antirésorbeurs osseux, antiangiogéniques) Recommandations de Bonne Pratique. juill 2013;49.
44. Société Française de Chirurgie Orale. Gestion péri-opératoire des patients traités par antithrombotiques en chirurgie orale. juill 2015;9.
45. Khanijou M, Seriwatanachai D, Boonsiriseth K, Suphangul S, Pairuchvej V, Srisatjaluk RL, et al. Bone graft material derived from extracted tooth: A review literature. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology [Internet]*. juill 2018 [cité 30 oct 2018]; Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212555818301546>

46. Kim SK, Kim SW, Kim KW. Effect on bone formation of the autogenous tooth graft in the treatment of peri-implant vertical bone defects in the minipigs. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery* [Internet]. déc 2015 [cité 29 oct 2018];37(1). Disponible sur: <http://jkamprs.springeropen.com/articles/10.1186/s40902-015-0002-8>
47. Kim Y-K, Pang K-M, Yun P-Y, Leem D-H, Um I-W. Long-term follow-up of autogenous tooth bone graft blocks with dental implants. *Clinical Case Reports*. févr 2017;5(2):108-18.
48. Chun HJ, Park K, Kim C-H, Khang G. Novel biomaterials for regenerative medicine. springer; 2018. 537 p. (*Advances in Experimental Medicine and Biology*; vol. 1077).
49. Calvo-Guirado JL, Cegarra del Pino P, Sapoznikov L, Delgado Ruiz RA, Fernández-Domínguez M, Gehrke SA. A new procedure for processing extracted teeth for immediate grafting in post-extraction sockets. An experimental study in American Fox Hound dogs. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. mai 2018;217:14-23.
50. Koga T, Minamizato T, Kawai Y, Miura K, I T, Nakatani Y, et al. Bone Regeneration Using Dentin Matrix Depends on the Degree of Demineralization and Particle Size. Papaccio G, éditeur. *PLOS ONE*. 21 janv 2016;11(1):e0147235.
51. Reddi AH, Huggins CB. Influence of Geometry of Transplanted Tooth and Bone on Transformation of Fibroblasts. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 1 juill 1973;143(3):634-7.
52. Tabatabaei FS, Tatari S, Samadi R, Moharamzadeh K. Different methods of dentin processing for application in bone tissue engineering: A systematic review. *J Biomed Mater Res A*. 2016;104(10):2616-27.
53. Reddi AH. Bone matrix in the solid state: geometric influence on differentiation of fibroblasts. *Adv Biol Med Phys*. juin 1974;15(0):1-18.

54. Carvalho VAP, Tosello D de O, Salgado MA de C, Gomes MF. Histomorphometric analysis of homogenous demineralized dentin matrix as osteopromotive material in rabbit mandibles. *Int J Oral Maxillofac Implants*. oct 2004;19(5):679-86.
55. Um I-W. Extracted Tooth: Can it be A Bone Graft Substitute? *Advances in Dentistry & Oral Health* [Internet]. 28 févr 2017 [cité 15 févr 2019];4(1). Disponible sur: <https://juniperpublishers.com/adoh/ADOH.MS.ID.555627.php>
56. Minamizato T, Koga T, I T, Nakatani Y, Umebayashi M, Sumita Y, et al. Clinical application of autogenous partially demineralized dentin matrix prepared immediately after extraction for alveolar bone regeneration in implant dentistry: a pilot study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. janv 2018;47(1):125-32.
57. Murata M, Akazawa T, Takahata M, Ito M, Tazaki J, Hino J, et al. Bone induction of human tooth and bone crushed by newly developed automatic mill. *Journal of the Ceramic Society of Japan*. 2010;118(1378):434-7.
58. Kim Y-K, Lee J, Um I-W, Kim K-W, Murata M, Akazawa T, et al. Tooth-derived bone graft material. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2013;39(3):103.
59. Um I, Choi S, Kim Y, Pang K, Lee J, Lee M, et al. Measurement of hepatitis B virus DNA in fresh versus processed dentin from chronically infected patients. *Journal of Translational Medicine*. déc 2018;16(1).
60. Kim Y-K, Keun J, Kim K-W, Um I-W, Murat M. Healing Mechanism and Clinical Application of Autogenous Tooth Bone Graft Material. In: Pignatello R, éditeur. *Advances in Biomaterials Science and Biomedical Applications* [Internet]. InTech; 2013 [cité 29 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.intechopen.com/books/advances-in-biomaterials-science-and-biomedical-applications/healing-mechanism-and-clinical-application-of-autogenous-tooth-bone-graft-material>
61. Binderman DI, Hallel G, Nardy C, Yaffe A. Processing extracted teeth for immediate grafting of autogenous dentin. 2015;8(2):4.

62. Estrade D. Comment transformer les dents extraites en greffe osseuse autologue en une sénace au cabinet? Today. 27 nov 2014;Informations indépendantes pour visiteurs et exposants:14-14.
63. Kim E-S. Autogenous fresh demineralized tooth graft prepared at chairside for dental implant. Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery [Internet]. déc 2015 [cité 30 oct 2018];37(1). Disponible sur: <http://www.jkamprs.com/content/37/1/8>
64. Lee E-Y, Kim E-S, Kim K-W. Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive X-ray Spectroscopy Studies on Processed Tooth Graft Material by Vacuum-ultrasonic Acceleration. Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery. 31 mai 2014;36(3):103-10.
65. Kim E-S, Kang J-Y, Kim J-J, Kim K-W, Lee E-Y. Space maintenance in autogenous fresh demineralized tooth blocks with platelet-rich plasma for maxillary sinus bone formation: a prospective study. SpringerPlus [Internet]. déc 2016 [cité 29 oct 2018];5(1). Disponible sur: <http://www.springerplus.com/content/5/1/274>
66. Kim E-S, Lee I-K, Kang J-Y, Lee E-Y. Various autogenous fresh demineralized tooth forms for alveolar socket preservation in anterior tooth extraction sites: a series of 4 cases. Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery [Internet]. déc 2015 [cité 17 févr 2019];37(1). Disponible sur: <http://www.jkamprs.com/content/37/1/27>
67. Megale C. Les aménagements sinusiens par voie latérale sans matériau de comblement et pose simultanée d'implants. [Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice; 2017.
68. Murata M, Akazawa T, Mitsugi M, Um I-W, Kim K-W, Kim Y-K. Human Dentin as Novel Biomaterial for Bone Regeneration. In: Pignatello R, éditeur. Biomaterials - Physics and Chemistry [Internet]. InTech; 2011 [cité 15 févr 2019]. Disponible sur: <http://www.intechopen.com/books/biomaterials-physics-and-chemistry/human-dentin-as-novel-biomaterial-for-bone-regeneration>

69. Kim Y-K, Kim S-G, Um I-W, Kim K-W. Extraction Socket Preservation and Reconstruction Using Autogenous Tooth Bone Graft: Case Report. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2011;33(3):264-9.
70. Jeong K-I, Kim S-G, Kim Y-K, Oh J-S, Jeong M-A, Park J-J. Clinical Study of Graft Materials Using Autogenous Teeth in Maxillary Sinus Augmentation: Implant Dentistry. *déc 2011;20(6):471-5.*
71. Lee JY, Kim YK. Retrospective cohort study of autogenous tooth bone graft. *Oral Biology Research.* mars 2012;36(1):39-43.
72. Kim Y-K, Kim S-G, Um I-W, Kim K-W. Bone Grafts Using Autogenous Tooth Blocks: A Case Series. *Implant Dentistry.* déc 2013;22(6):584-9.
73. Lee K-H, Kim Y-K, Cho W-J, Um I-W, Murata M, Mitsugi M. Autogenous tooth bone graft block for sinus augmentation with simultaneous implant installation: a technical note. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons.* 2015;41(5):284.
74. Pohl V, Schuh C, Fischer M, Haas R. A New Method Using Autogenous Impacted Third Molars for Sinus Augmentation to Enhance Implant Treatment: Case Series with Preliminary Results of an Open, Prospective Longitudinal Study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.* mai 2016;622-30.
75. Imbert D. Gestion du site extractionnel dans les traitements implantaires du secteur antérieur maxillaire. [Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire]. Université Toulouse III - Paul Sabatier; 2015.
76. Gomes MF, Abreu PP de, Morosolli ARC, Araújo MM, Goulart M das GV. Densitometric analysis of the autogenous demineralized dentin matrix on the dental socket wound healing process in humans. *Braz Oral Res.* déc 2006;20(4):324-30.
77. Gomes MF, Nogueira T de O, Guimarães SAC. Histologic Evaluation of the Osteoinductive Property of Autogenous Demineralized Dentin Matrix on Surgical Bone Defects in Rabbit Skulls Using Human Amniotic Membrane for Guided Bone Regeneration. 2001;9.

78. Kim Y-K, Yun P-Y, Um I-W, Lee H-J, Yi Y-J, Bae J-H, et al. Alveolar ridge preservation of an extraction socket using autogenous tooth bone graft material for implant site development: prospective case series. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2014;6(6):521.
79. Joshi CP, Dani NH, Khedkar SU. Alveolar ridge preservation using autogenous tooth graft versus beta-tricalcium phosphate alloplast: A randomized, controlled, prospective, clinical pilot study. *J Indian Soc Periodontol*. 2016;20(4):429-34.
80. del Canto-Diaz A, de Elio-Oliveros J, del Canto-Diaz M, Alobera-Gracia M, del Canto-Pingarron M, Martinez-Gonzalez J. Use of autologous tooth-derived graft material in the post-extraction dental socket. Pilot study. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugia Bucal*. 2018;0-0.
81. Mehta D, Dhuvad J. Autogenous demineralized dentin graft sited immediately after dental extraction. *Natl J Integr Res Med*. oct 2018;9(5):30-3.
82. Kim Y-K, Choi Y-H. Tooth Autotransplantation with Autogenous Tooth- Bone Graft: A Case Report. *Journal of Korean Dental Science*. 30 déc 2011;4(2):79-84.
83. Lee J-Y, Lee J, Kim Y-K. Comparative analysis of guided bone regeneration using autogenous tooth bone graft material with and without resorbable membrane. *Journal of Dental Sciences*. sept 2013;8(3):281-6.
84. Arafat Kabir Md, Murata M, Kusano K, Mohammad Zakaria S, Hena Mohammad Noor A, Khuda F, et al. Radiological Evaluation of Human Dentin Autografts in Bangladesh. *Journal of Hard Tissue Biology*. 2014;23(3):363-70.
85. Kim Y-K, Kim S-G, Bae J-H, Um I-W, Oh J-S, Jeong K-I. Guided Bone Regeneration Using Autogenous Tooth Bone Graft in Implant Therapy: Case Series. *Implant Dentistry*. avr 2014;23(2):138-43.
86. Chang hee-yung, Kwon T, Nunn M, Miyamoto T, Lee K-W, Kim Y-K, et al. Feasibility Analysis of Autogenous Tooth-based Bone Graft Material after Guided Bone Regeneration Technique. *JOURNAL OF CASE REPORTS AND STUDIES* [Internet]. juin 2014 [cité 19 mars 2019];1(6). Disponible sur: <http://www.annepublishers.com/full-text/JCRS/604/Feasibility-Analysis-of->

- Autogenous-Tooth-based-Bone-Graft-Material-after-Guided-Bone-Regeneration-Technique.php
87. Kim Y-K, Lee J-H, Um I-W, Cho W-J. Guided Bone Regeneration Using Demineralized Dentin Matrix: Long-Term Follow-Up. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. mars 2016;74(3):515.e1-515.e9.
 88. Pang K-M, Um I-W, Kim Y-K, Woo J-M, Kim S-M, Lee J-H. Autogenous demineralized dentin matrix from extracted tooth for the augmentation of alveolar bone defect: a prospective randomized clinical trial in comparison with anorganic bovine bone. *Clinical Oral Implants Research*. 1 juill 2017;28(7):809-15.
 89. Jo S, Kim Y-K, Choi Y-H. Histological Evaluation of the Healing Process of Various Bone Graft Materials after Engraftment into the Human Body. *Materials*. 2 mai 2018;11(5):714.
 90. Sakkas A, Wilde F, Heufelder M, Winter K, Schramm A. Autogenous bone grafts in oral implantology—is it still a “gold standard”? A consecutive review of 279 patients with 456 clinical procedures. *International Journal of Implant Dentistry* [Internet]. déc 2017 [cité 25 mars 2019];3(1). Disponible sur: <http://journalimplantdent.springeropen.com/articles/10.1186/s40729-017-0084-4>
 91. Kim Y-K, Yi Y-J. Horizontal Ridge Augmentation using Ridge Expansion and Autogenous Tooth Bone Graft: A Case Report. Vol. 27. 2011.
 92. Lee J-Y, Kim Y-K, Yi Y-J, Choi J-H. Clinical evaluation of ridge augmentation using autogenous tooth bone graft material: case series study. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2013;39(4):156.
 93. Murata M, Akazawa T, Mitsugi M, Kabir MA, Um I-W, Minamida Y, et al. Autograft of Dentin Materials for Bone Regeneration. *Advances in Biomaterials Science and Biomedical Applications* [Internet]. 2013 [cité 29 oct 2018]; Disponible sur: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-biomaterials-science-and-biomedical-applications/autograft-of-dentin-materials-for-bone-regeneration>
 94. Melek LN, El Said MM. Evaluation of “Autogenous Bioengineered Injectable PRF – Tooth graft” combination (ABIT) in reconstruction of maxillary alveolar ridge

- defects: CBCT volumetric analysis. *The Saudi Journal for Dental Research*. janv 2017;8(1-2):86-96.
95. Parvini P, Sader R, Sahin D, Becker J, Schwarz F. Radiographic outcomes following lateral alveolar ridge augmentation using autogenous tooth roots. *International Journal of Implant Dentistry* [Internet]. août 2018 [cité 30 oct 2018];4(1). Disponible sur: <https://journalimplantdent.springeropen.com/articles/10.1186/s40729-018-0142-6>
96. Pohl V, Pohl S, Mailath-Pokorny G, Haas R. Alveolar ridge augmentation using dystopic autogenous tooth - 2 year results. *Clinical Oral Implants Research*. oct 2018;29:154-154.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Schéma explicatif de greffe osseuse autogène tiré du site internet https://www.smilestore.ie	17
Figure 2: Schéma explicatif d'une greffe autologue d'origine dentaire, d'après le site internet http://m.dental-tribune.com	18
Figure 3: Schéma illustrant l'ankylose d'une molaire mandibulaire, tiré du site internet https://support.clearcorrect.com	20
Figure 4: Schéma décrivant le processus de résorption externe de remplacement. Tiré de l'ouvrage d'Andreasen et al. (15).....	21
Figure 5 : Schéma décrivant l'évolution d'une dent après décoronation puis implantation. Tiré de l'article de Consolaro et al. (13).....	
Figure 6: Comparaison de la trame organique de l'os et de la dent. (Travail personnel)	28
Figure 7 : Comparaison de la trame inorganique de l'os et de la dent. (Travail personnel)	28
Figure 8: Schéma mettant en évidence les analogies entre la composition osseuse et la composition de la dentine. (Travail personnel)	28
Figure 9: Image à fort grossissement (x 100) de la nouvelle formation osseuse autour des éléments dentaires. D'après l'article de Kim et al.(31).....	29
Figure 10: Coupe d'un os nouvellement formé (x400). Un os lamellaire et mature est visible autour du matériau de greffe autogène d'origine dentaire. Une ligne d'ostéoblastes recouvre l'os ostéoïde nouvellement formé. Un espace médullaire composé de tissu conjonctif bien vascularisé est également présent dans ce nouvel os. Tiré de l'article de Jun et al. (32).....	30

Figure 11 : Analyses histologiques à 2 semaines montrant une formation de cellules s'attachant à l'AutoBT ainsi que l'apparition de nouvelles cellules ostéoïdes. D'après l'article de Kim et al. (33).....	30
Figure 12 : Nettoyage de la dent suite à son extraction. Tiré de l'article de Kripal et al. (40).....	33
Figure 13 : Transformation d'une dent en matériau de greffe osseuse. A: en poudre; B: en bloc. Tiré de l'article de Kim et al. (52).....	
Figure 14: Bloc autogène d'origine dentaire préparé sous forme de Root-on. Cas clinique tiré de l'article de Kim et al. (46).....	39
Figure 15 : Bloc autogène d'origine dentaire préparé sous forme de racines. Cas clinique tiré de l'article de Kim et al. (47).....	39
Figure 16: Poudre autogène d'origine dentaire. Cas clinique tiré de l'article de Calvo-Guirado et al. (49)	41
Figure 17: Surface de la dentine après déminéralisation, vue au microscope électronique à balayage (x 10 000). Il est mis en évidence des tubulis dentinaires ainsi que les fibres de collagènes. Tiré de l'article de Kim et al. (31).....	44
Figure 18: Graphique représentant le pourcentage de calcium résiduel en fonction des tailles de particules et du temps de déminéralisation à l'acide citrique concentré à 2%. Tiré de l'article de Koga et al.(50).....	45
Figure 19: Les différentes étapes du protocole décrit par Murata et al., tiré de l'article de Murata et al.(57). a : vue général du mixeur ; b : lame en oxyde de zirconium ; c : dent placée dans le récipient avec les glaçons ; d : programmation du mixeur ; e : récupération des granules et rinçage	46
Figure 20: Aspect de la poudre AutoBT commercialisée. Tiré de l'article de Park et al. (28).....	47
Figure 21: Aspect du bloc AutoBT commercialisé. Tiré de l'article de Park et al. (28)	48
Figure 22: AutoBT sous différentes formes : en poudre, en copeaux et en bloc. Tiré de l'article de Kim et al. (60)	48
Figure 23: Préparation de la dent. a: Dent après extraction ; b: même dent, nettoyée à la fraise carbure de tungstène. Tiré de l'article de Binderman et al. (20).....	49
Figure 24: Smart Dentin Grinder et son récipient servant de filtre. Les particules de dentines recueillies mesurent entre 300 et 1200 µm. Tiré de l'article de Binderman et al.(20)	50

Figure 25: Vue des particules de dentine au microscope électronique (grossissement x750) à 0 minute (a.), 3 minutes (b.) et 10 minutes (c.). La solution CLEANSER permet de décontaminer la surface et d'ouvrir les tubulis dentinaires. Tiré de l'article de Binderman et al. (20).....	51
Figure 26: Coupe histologique mettant en évidence l'interface dentine (D) - os (B), 3 mois après la réalisation de la greffe autologue d'origine dentaire à partir de SDG. Il est à noter que la dentine et ses tubulis (D) sont entourés par de l'os nouvellement formé (B). Tiré de l'article de Binderman et al. (61).....	51
Figure 27: Vue de la dentine au microscope électronique, à gauche : non traitée ; à droite : après le processus de déminéralisation (échelle à 20 µm). Tiré de l'article de Lee et al. (64).....	53
Figure 28: Schéma reprenant les étapes d'extraction de la dent jusqu'à l'obtention du greffon osseux d'origine dentaire Auto-FDT. D'après Lee et al.(64)	53
Figure 29: Dent ayant subi le processus de déminéralisation Auto-FDT sous forme de bloc (a) ou sous forme de copeaux (b). Tiré de l'article de Kim (63)	54
Figure 30: Schéma résumant les différents matériaux les plus utilisés actuellement dans le cadre d'une greffe autologue, reprenant leur forme utilisable, leur taux de déminéralisation et le temps nécessaire à la réalisation. (Travail personnel).....	55
Figure 31: Premier cas de relevé de sinus à partir de dents autogènes. a : vue préopératoire ; b : voie d'accès latéral pour le comblement sinusien ; c : particules dentinaires déminéralisées à partir de deux molaires ; d : vue latérale du sinus après comblement par la greffe autologue d'origine dentaire. Cas clinique réalisé par Murata et al. (11) ; photos tirées de l'article de Murata et al. (68).....	56
Figure 32: Radiographie panoramique avant (a) et 4 mois après (b) la greffe osseuse autologue d'origine dentaire pour le premier cas de chirurgie d'élévation du sinus maxillaire gauche. Cas clinique réalisé par Murata et al. (11) ; photos tirées de l'article de Murata et al. (68).....	57
Figure 33: Premier cas clinique de préservation alvéolaire réalisé par Gomes et al.; De gauche à droite: mise en place des copeaux de dentines déminéralisées dans l'alvéole post extractionnel; contrôle radiographique à 15 jours; contrôle radiographique à 90 jours. Photos tirées de l'article de Gomes et al. (76).....	64
Figure 34: Premier cas de régénération osseuse guidée à partir de matériau dentaire (AutoBT). A gauche : extraction-implantation immédiate avec défaut osseux visible en regard du col de l'implant ; A droite : radiographie de type cone beam, à 5 semaines	

post-opératoires, les flèches désignant le gain osseux établi. Cas clinique réalisé et tiré de l'article de Kim et al. (31).....	70
Figure 35: Premier cas clinique d'utilisation de matériau dentaire comme greffe osseuse autologue dans le cadre d'une augmentation de crête. De gauche à droite : situation préopératoire ; mise en place d'AutoBT avec membrane résorbable ; vue post-opératoire à trois mois et demi. Cas clinique réalisé par Kim et Yi (91).....	77
Tableau 1: Comparaison de la composition organique en fonction de la forme utilisée d'AutoBT. D'après l'article de Kim et al. (33).....	49
Tableau 2 : Utilisation de greffes autologues d'origine dentaire dans le cadre de relevé de sinus. (Travail personnel)	58
Tableau 3: Utilisation de greffes autologues d'origine dentaire dans le cadre de préservation alvéolaire. (Travail personnel).....	65
Tableau 4 : Utilisation de greffes autologues d'origine dentaire dans le cadre de régénération osseuse guidée. (Travail personnel)	71
Tableau 5 : Utilisation de greffes autologues d'origine dentaire dans le cadre d'augmentation de crête. (Travail personnel)	78

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2019 – N°:

La greffe autologue d'origine dentaire : état actuel des connaissances / **THIBAUD César**.- p. 102 : ill. 40 ; réf. 96.

Domaines : Chirurgie ; Implantologie

Mots clés Rameau: Dents-Greffes ; Substituts osseux ; Os-Régénération

Mots clés FMeSH: Transplantation autologue ; Substituts osseux ; Autogreffes ; Dent ; Régénération osseuse.

Mots clés libres : Matériaux de comblement osseux ; greffe de dent autogène ; dent broyée ; Smart Dentin Grinder ; AutoBT ; Auto-FDT.

Résumé de la thèse :

Les traitements prothétiques toujours plus nombreux à inclure une prise en charge implantaire ont nécessité la recherche de biomatériaux innovants en matière de préservation ou de gain osseux.

En effet, le gold standard que constitue la greffe osseuse autogène présente des revers (morbidité post-opératoire du site donneur, résorption post-greffe).

Les xéno greffes et allogreffes ne sont pas exemptes de risques (transmission infectieuse, réactions immunitaires).

L'intérêt pour la greffe autologue d'origine dentaire, réutilisation d'un matériau issu de dents extraites, s'est manifesté dès 1990, en raison de son ostéoinduction, ostéoconduction et son excellente biocompatibilité, qualités découlant principalement de la similarité « os-dent ».

Les formes disponibles, blocs, copeaux, poudres, issus de différents process, multiplient les domaines d'utilisation dans la chirurgie préimplantaire.

L'état actuel des connaissances, étudié dans cette thèse, même s'il est récent, laisse présager un bel avenir à cette technique, non seulement en implantologie mais aussi en parodontologie.

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Guillaume PENEL

Assesseurs : Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE

Madame le Docteur Cécile OLEJNIK

Monsieur le Docteur Romain DEGAEY