

UNIVERSITE JEAN MONNET

Pôle santé innovation

FACULTE DE MEDECINE

Jacques LISFRANC

LABORATOIRE D'ANATOMIE

10 chemin de la marandière

42270 Saint-Priest-en-Jarez

Année 2015-2016

DIPLOME UNIVERSITAIRE  
D'ANATOMIE APPLIQUEE  
A L'IMPLANTOLOGIE

Mémoire Présenté par Mme Le Docteur Tifenn  
MANCHE

Titre du mémoire

LES BIOMATERIAUX DE COMPLEMENT SINUSIEN

Directeur du Mémoire

Mr Le Docteur Stéphane RIVIERE

UNIVERSITE JEAN MONNET  
Pôle santé innovation  
FACULTE DE MEDECINE  
Jacques LISFRANC  
LABORATOIRE D'ANATOMIE  
10 chemin de la marandière  
42270 Saint-Priest-en-Jarez  
Année 2015-2016

DIPLOME UNIVERSITAIRE  
D'ANATOMIE APPLIQUEE  
A L'IMPLANTOLOGIE

Mémoire Présenté par Mme Le Docteur Tifenn  
MANCHE

Titre du mémoire

LES BIOMATERIAUX DE COMPLEMENT SINUSIEN

Directeur du Mémoire  
Mr Le Docteur Stéphane RIVIERE



# Sommaire

## Introduction

### I: Soulevé de sinus:

I.1: Le sinus maxillaire

I.2: Objectif du sinus lift

I.3: Principe du sinus lift

### II: les biomatériaux de comblement

II.1: Cahier des charges

II.2: Les substituts osseux

II.3: Avantages et inconvénients

### III: Intérêt pour les biomatériaux synthétiques

III.1: Etudes à propos du  $\beta$ -TCP et de l'hydroxyapatite

III.2: Intérêt pour un matériau innovant: le Matri<sup>TM</sup>Bone

## Conclusion

## Introduction:

L'implantologie est une discipline qui est apparue depuis de nombreuses années. Elle est basée sur le concept de l'ostéo-intégration, de par la biocompatibilité du titane. Ce concept a été trouvé grâce aux travaux du Professeur Brånemark.

L'essor de l'implantologie a permis de nouvelles perspectives odontologiques, donnant aux chirurgiens-dentistes de nouvelles manières d'aborder les plans de traitements.

Cette discipline nécessite, par principe, un volume osseux adéquat afin de pouvoir poser un implant, en vue de son ostéo-intégration. Il sera en effet important d'évaluer le site implantaire afin de réhabiliter le secteur indenté. Il existe plusieurs barrières anatomiques, compliquant la pose d'implant dans certains secteurs. Nous allons nous intéresser au secteur postérieur maxillaire. En effet, dans cette zone se trouve le sinus maxillaire, qui parfois, se trouve être une barrière anatomique. Le sinus étant une cavité creuse, cela peut entraîner une faible hauteur d'os dans ce secteur. Ceci limiterait donc la pose directe d'implant dans cette zone.

Une technique, nommée « Sinus lift », ou « soulevé de sinus », aurait pour intérêt d'augmenter le volume osseux dans ce secteur

Le but de ce travail est de comprendre l'intérêt du sinus lift, et par quels moyen on y parvient.

Nous allons donc définir dans une première partie le sinus maxillaire, ainsi que la technique du soulevé de sinus

Nous aborderons, dans une deuxième partie, les biomatériaux de comblement sinusien, leur cahier des charges, leur différences et leur intérêt

# I: Le soulevé de sinus

## I.1: le sinus maxillaire

Il s'agit d'une cavité pneumatique en relation avec la cavité nasale. Son volume varie en fonction de l'âge et des individus. Situé dans le corps du maxillaire, il est souvent décrit comme ayant la forme d'une pyramide couchée sur le coté, à base médiale et dont le sommet est situé dans le processus alvéolaire du maxillaire.

La cavité sinusienne est délimitée par 5 parois :

### I.1.1: La paroi antéro-latérale:

Elle correspond à la face latérale de l'os maxillaire.

Elle est limitée en avant par la bosse canine et par les apex des prémolaires en bas : cette paroi constitue la principale voie d'abord du sinus maxillaire en chirurgie orale. Concave dans son ensemble, elle regarde en avant et en dehors. Elle est séparée de la face infra-temporale par le processus zgomatique de l'os maxillaire qui naît au dessus de la première molaire. Lors du décollement muco-périosté on peut apercevoir le foramen infra-orbitaire, situé en moyenne 6 à 8 mm sous le rebord infra-orbitaire, dans l'axe de la deuxième prémolaire.

### I.1.2: La paroi supérieure ou toit du sinus:

C'est le toit du sinus, elle correspond au plancher de l'orbite. Elle sépare la cavité orbitaire et le sinus maxillaire. La paroi est creusée de la gouttière puis du canal infra-orbitaire qui laissent cheminer le pédicule infra-orbitaire.

### I.1.3: La paroi médiane:

Très fine, elle représente aussi également la paroi latérale de la cavité nasale et présente l'ostium du sinus maxillaire.

### I.1.4: La paroi postéro-latérale:

Elle répond aux fosses infra-temporale et ptérygo-palatine, et la limite se situe en regard de la troisième molaire et de la tubérosité du maxillaire.

### I.1.5: La paroi inférieure ou plancher sinusien

Cette paroi correspond à la partie déclive du sinus et forme une gouttière allongée dans le sens antéropostérieur. Elle correspond au processus alvéolaire et possède un rapport étroit avec les prémolaires et molaires maxillaires : sa paroi se moule sur les apex dentaires. Les dents sont généralement séparées de la membrane sinusienne par une couche osseuse dont l'épaisseur peut se réduire parfois à une mince lamelle. Le plancher atteint son niveau le plus bas en regard de la première molaire et les racines dentaires y créent souvent des digitations qui persistent plusieurs mois après l'extraction, ce qui peut compromettre le décollement de la membrane sinusienne à ce niveau (VANDENBERGH et coll. 2000). (1)

Le plancher sinusien peut, chez un même individu connaître des modifications morphologiques aboutissant à la réduction de la hauteur de la crête osseuse maxillaire. Le plancher sinusien descend par les phénomènes suivants: la perte des racines dentaires ; l'augmentation de la pression intra-sinusienne ; la présence d'une inflammation ou d'une infection chronique ; physiologiquement, avec l'âge et l'involution progressive de l'os maxillaire.

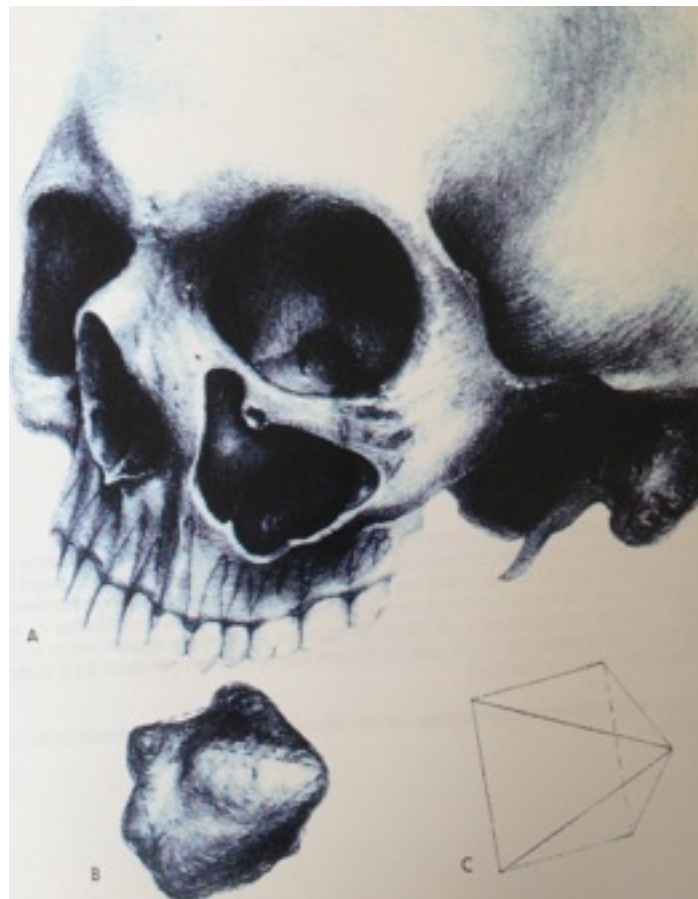


Figure 1 : Ecorché du sinus maxillaire gauche et représentation de son volume. (BHASKAR 1991) (2)



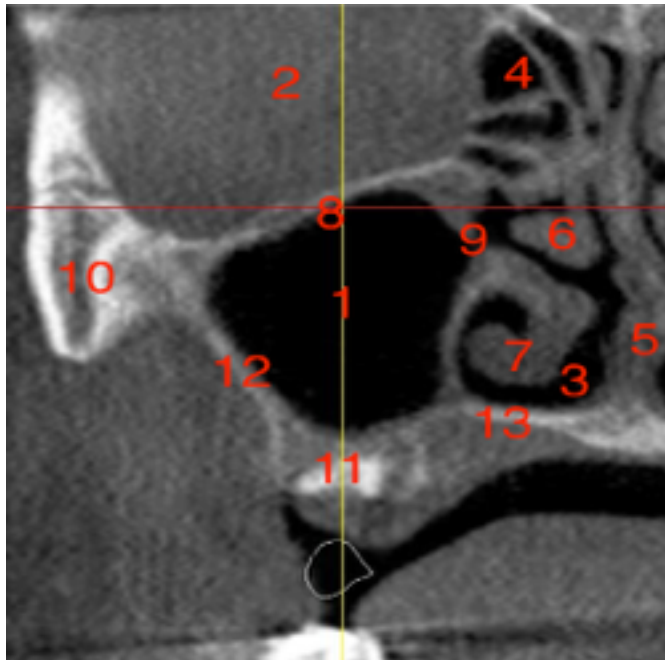


Figure 2 : Coupe frontale du maxillaire droit

1: Sinus maxillaire

2: Orbite

3: Fosse nasale

4: Sinus Ethmoïdaux

5: Septum nasal

6: Cornet nasal moyen

7: Cornet nasal inférieur

8: Plancher de l'orbite

9: Méat moyen

10: Processus zygomatique

11: Processus alvéolaire

12: Paroi latérale du maxillaire

13: Processus palatin du maxillaire

#### I.1.6: La membrane sinusienne ou membrane de Schneider

La membrane sinusienne est en continuité avec la muqueuse nasale, mais étant moins épaisse et moins vascularisée, elle revêt une couleur bleuâtre. Elle est formée d'un épithélium pseudo-stratifié composé de cellules ciliées et de cellules muqueuses reposant sur une membrane basale (DRETTNER

1980)(3). Le tissu conjonctif sous-jacent contient des glandes séreuses, muqueuses et séro-muqueuses dérivées de l'épithélium, des fibres de collagène et quelques fibres élastiques qui facilitent le décollement et l'élévation de la membrane. À l'état sain, cette muqueuse souple et fine mesure entre 0.2 et 0.8mm. Lors de phénomènes inflammatoires ou infectieux, cette membrane devient plus épaisse et peut même envahir la cavité sinusienne. Elle est considérée comme pathologique au-delà d'une épaisseur de 4mm.

La fonction muco-ciliaire et le drainage via l'ostium sont essentiels au maintien de l'homéostasie sinusienne. Ce système de transport nécessite beaucoup d'oxygène. La ventilation du sinus maxillaire par son ostium est indispensable au maintien de son équilibre biologique. Le comblement de l'ostium ou le risque de le voir s'obstruer constitue une contre-indication au soulèvement du plancher sinusien.

## 1.2: Objectif du sinus lift

En implantologie, un volume osseux minimum est nécessaire à la pose d'implant. Comme vu précédemment, le plancher sinusien descend par plusieurs phénomènes. Ainsi, la hauteur d'os entre le plancher et la crête osseuse maxillaire postérieure se trouve réduite.

L'objectif va être de créer verticalement de l'os entre la membrane sinusienne et le plancher du sinus afin de pouvoir mettre en place des implants de taille suffisante pour résister aux forces qui leur sont appliquées une fois la prothèse réalisée. Ce type de chirurgie est réalisé pour des hauteurs de crête résiduelles de type SA-4 selon la classification de Misch (1987) (4)

### 1.3: Principe du sinus lift

Pour créer de l'os entre la membrane sinusienne et le plancher du sinus, il faut décoller la membrane du plancher pour créer un espace, puis interposer un matériau de comblement qui servira de matrice pour les cellules de l'ostéogénèse.

Il va y avoir formation de néo-vaisseaux sanguins, qui vont coloniser le matériau de comblement et permettre le transport des ostéoclastes et des ostéoblastes. Ces cellules sont propres à l'ostéogénèse.

Ainsi, il va y avoir colonisation de la greffe par des ostéoclastes qui vont dégrader la matrice calcique, suivi par les ostéoblastes qui vont recréer de l'os.

On obtient donc de l'os néoformé par le biais de la dégradation de la matrice minérale apportée par le matériau de comblement.

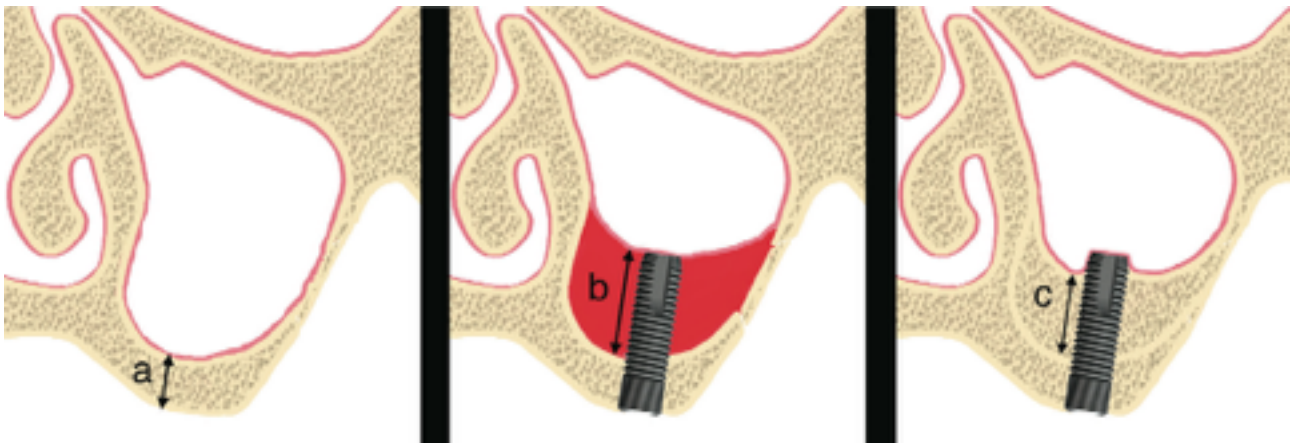


Figure 3: Représentation schématique d'une chirurgie de soulèvement de sinus avec biomatériaux en un temps. (a) hauteur résiduelle d'os ; (b) membrane élevée après la pose de l'implant, et espace de comblement par le biomatériaux ; (c) régénération osseuse sinusienne à 1 an (5)

## II: Les biomatériaux de comblement

Il existe différents biomatériaux, mis à disposition pour réaliser les comblements sinusiens. Chacun possède des avantages et inconvénients, que nous allons décrire.

### II.1: Cahier des charges idéal

Les principaux critères auxquels doit répondre un biomatériau de comblement sinusien sont :

- La bio-activité : C'est la capacité d'un biomatériau à favoriser le développement cellulaire.
  
- La biocompatibilité : Elle est définie comme étant la capacité d'un matériau à ne pas interférer et à ne pas dégrader le milieu biologique dans lequel il est utilisé.
  
- Le potentiel de régénération osseuse ; on distingue les matériaux ayant une activité :
  - Ostéogénique : C'est la capacité de produire directement de l'os via les ostéoblastes présent dans le biomatériau (ex : greffon osseux autogène).
  
  - Ostéoinductive : C'est la capacité d'un matériau d'induire la transformation de cellules mésenchymateuses indifférenciées en ostéoblastes à l'origine d'une néoformation osseuse. (Urist 1965).
  
  - Ostéoconductive : Le biomatériau agit comme une matrice facilitant la migration et la prolifération des ostéoblastes et d'autres promoteurs de l'os.

► La résorbabilité et la stabilité à long terme :

Le biomatériau de comblement sinusien idéal doit être résorbable pour pouvoir être remplacé progressivement par l'os néoformé du receveur. Il doit également posséder une stabilité volumétrique suffisante afin d'empêcher une pneumatisation du sinus et pour permettre au processus de cicatrisation osseuse d'aller à son terme.

## II.2: Les substituts osseux

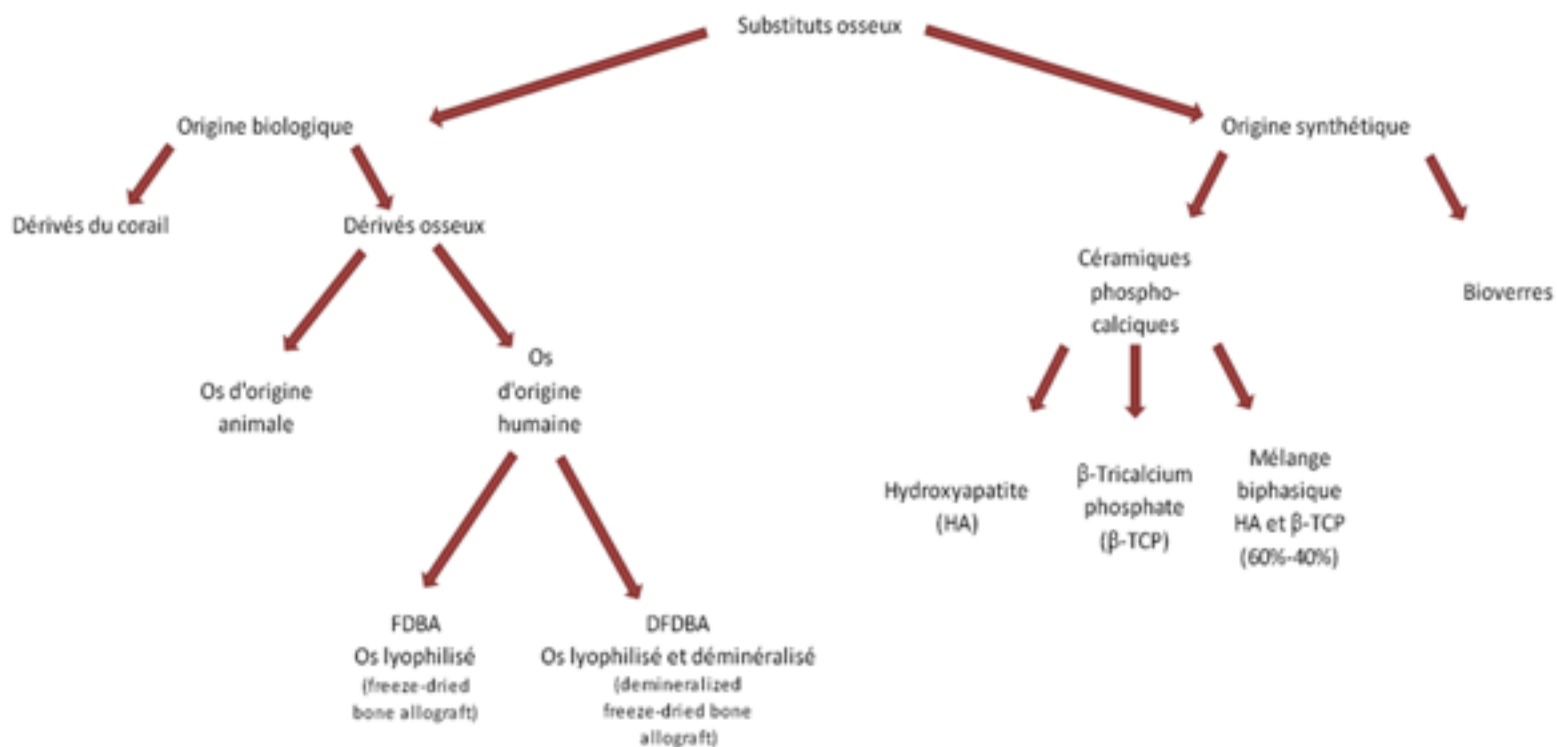


Figure 4: Classification des biomatériaux les plus utilisés pour le comblement sinusien (<http://www.greffes-osseuses.com/implantologie/materiaux-dentaires.htm>)

## II.2.1: l'os autogène/ autogreffe

C'est actuellement le matériau de référence. Le prélèvement et la greffe se font sur le même individu.

Il est constitué de deux types d'os utilisés ensemble, l'os cortical dense et compact et l'os spongieux, lâche et friable. La qualité de l'os influence le pronostic. L'os cortical permet un meilleur ancrage pour les implants et donne de meilleurs résultats pour une augmentation en volume et en densité. En revanche, l'os spongieux cicatrise mieux et s'adapte mieux aux cavités et aux sites receveurs car il est plus malléable et plus richement vascularisé. Mais ce dernier se résorbe plus vite du fait de sa densité et aura donc une tendance à fondre de manière plus conséquente suite à une greffe.

Le greffon d'os autogène est composé d'un squelette minéralisé enfermant la matrice organique, qui de ce fait rend inaccessible les protéines de l'os sans déminéralisation. La matrice organique contient des protéines, des collagènes et des protéines non collagéniques telles que les BMPs et des facteurs de croissance. Les cellules contenues dans cette matrice sont les ostéoblastes, les ostéoclastes et les ostéocytes.

L'os autogène est le plus souvent prélevé dans la sphère oro-faciale car l'origine embryologique des os est identique, leur conférant ainsi des propriétés similaires (d'après Tulasne) (7) (8)

Il existe différents sites de prélèvements: (Davaranah, 2001) (9)

### Intra-oraux:

- La région symphysaire

- La région mandibulaire postérieure. Ces prélèvements s'effectuent soit au niveau du ramus, soit au niveau du corps de la mandibule, entre le foramen mentonnier en avant et la dent de sagesse en arrière

Le grand inconvénient de ces prélèvements est qu'ils nécessitent un temps d'intervention plus long, un deuxième site opératoire avec les suites ou les éventuelles complications qui lui sont associées. De plus, le volume osseux prélevé en intra-oral est parfois insuffisant. Les prélèvements extra-oraux réalisés alors en cas de volume insuffisant, nécessitent une anesthésie générale.

#### Extra-oraux

- Le prélèvement pariétal
- Le prélèvement iliaque

Ils sont plutôt à proscrire, s'ils sont nécessaire à un soulevé de sinus, car ils s'accompagnent d'une anesthésie générale, de douleurs post-op, et de risques, car entraînent une certaine fragilité, notamment au niveau du site de prélèvement pariétal.

#### II.2.2: L'os allogène/ allogreffe: (ex: Biobank®, TBF®)

Ces produits sont très utilisés aux Etats-Unis, mais peu en France.

Ces dérivés osseux sont d'origine humaine.

Ce sont des matériaux ostéoconducteurs ayant subi un traitement chimique, permettant de supprimer l'antigénicité et le risque infectieux. La matrice organique est conservée.

Les banques d'os sont utilisées en Odonto–Stomatologie depuis les années 1970, et en chirurgie orthopédique depuis plus de 50 ans.

Compte–tenu du risque infectieux, il n'est aujourd'hui utilisé plus que des matrices osseuses dépourvues de moelle. Ce sont des têtes fémorales congelées à  $-197^{\circ}$  dans de l'azote liquide avant d'être stockées dans des banques d'os. Le FDBA (freeze dried bone allograft) est traité chimiquement pour inactiver les virus et a subi une déshydratation par lyophilisation. (10,11) Si on le déminéralise en plus, on obtient du DFDBA (Demineralized Freeze Dried Bone Allograft),(12) ce qui permet l'exposition des protéines matricielles.

L'inconvénient majeur de ce type de matériau est la possible contamination virale ou par les ATNC (Agent Transmissible Non Conventionnel). Même si ce risque reste minoré, il n'est pas nul et nous pouvons nous poser la question de la pertinence de ce matériau. En effet, le fait que certaines protéines soient considérées comme inactivées tandis que d'autres ne le seraient pas (BMPs) est un argument suffisant pour certains chirurgiens pour ne pas envisager le recours à ce matériau. L'argumentation se porte sur le fait que soit toutes les protéines sont inactivées, soit ne pouvant inactiver sélectivement certaines protéines plus que d'autres, le risque de transmission virale ou d'ATNC exclue ce matériau de toute utilisation.



### II.2.3: Os xénogène/ xénogreffe: (ex: Bio-oss®)

Il existe plusieurs origines possibles, coralliennes, bovines, équines ou porcines. L'hydroxyapatite d'origine bovine est très largement documenté dans la littérature. Il est traité par un traitement thermique qui élimine la partie organique et ne conserve donc que la fraction minérale de l'os bovin. Il est utilisé sous forme spongieuse, avec une granulométrie allant de 0.25 à 1mm, et sa résorbabilité est lente. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- grande porosité favorisant la formation du caillot sanguin et donc la migration des précurseurs de cellules osseuse à travers ce réseau
- structure cristalline fine induisant son intégration dans le processus de remodelage osseux
- utilisation possible en combinaison avec de l'os autogène

Le risque infectieux de ce biomatériau (origine bovine) provient du risque de transmission des ATNC. Ici encore ce risque est normalement limité mais n'est pas nul.

### II.2.4: Os synthétique/ greffe alloplastique:

Les matériaux alloplastiques sont des matériaux synthétiques ou inorganiques utilisés comme substituts osseux.

Ils sont composés de phosphate, de carbonate de calcium ou encore de silicates.

Parmi ces matériaux alloplastiques, on peut citer notamment les hydroxyapatites (naturelles ou synthétiques), les phosphates tricalciques

( $\beta$ -TCP,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), les polymères, les carbonates de calcium (coraux), les céramiques biphasées (BCP), les composites et les bioverres.

Ces biomatériaux ne possèdent pas de propriétés ostéoinductrices ni ostéogéniques propres. Ils sont biologiquement inertes et ne servent que de trame à la réparation osseuse (ostéoconducteurs) (Colombier, 2005) (13) Leur structure est poreuse afin de permettre la migration des ostéoblastes environnant. Cette structure permet également sa résorption par dissolution et phagocytose et son remplacement graduel par de l'os vivant et fonctionnel (Yousfi, 2005)(14).

#### II.2.5: Absence de matériaux de comblement

Une étude, menée par Ha-Rang Kim et al. (2009) (15), et réalisée sur animal, a tenté de réaliser des soulevés de sinus, sans combler par un biomatériau, mais plutôt, en remplissant l'espace sous membranaire par un volume sanguin prélevé auparavant.

D'après cette étude, l'intégrité du caillot sanguin paraît être insuffisant pour assurer le maintien dans le temps d'un volume sous membranaire adéquat, permettant une régénération osseuse apicale nécessaire.

Cependant, des travaux similaires ont été menés, chez l'homme, notamment par Cricchio et al (16), afin de mieux appréhender cette technique opératoire.

Cette étude a été menée chez l'homme, pour des soulevés de sinus, avec une hauteur de crête entre 7mm ou moins, mais permettant une stabilité primaire des implants au sein de l'os résiduel. Les auteurs ont procédé aux élévations de membrane sinusienne avec mise en place simultanée des implants ayant leur extrémité apicale en dehors du plancher sinusien et sans adjonction d'un biomatériau de comblement. Cette technique a permis

de ménager un volume sous membranaire qui sera ultérieurement colonisé par un caillot sanguin.

Suite à un délai de cicatrisation de 6 mois, et une néoformation osseuse infra sinusienne constatée, l'analyse des résultats a permis la conclusion suivante: avec une formation osseuse péri-implantaire non négligeable et un taux de survie des implants égal à 98,7% à 6 ans, le procédé d'élévation de la membrane de Schneider sans comblement intra-sinusien permet lorsque la stabilité primaire de l'implant est acquise de se dispenser du recours aux biomatériaux ou d'un éventuel site donneur tout en réduisant le temps et les suites opératoires.

### II.3: Avantages/ inconvénients:

**L'os autogène** présente comme avantages son fort potentiel ostéogénique, mais aussi ses capacités d'ostéoinduction et/ou d'ostéoconduction. Il fournit à la fois un squelette minéralisé totalement biocompatible et un réservoir de divers facteurs actifs dans la cicatrisation osseuse immédiate. Ces facteurs de croissance sont également libres plus tard au fur et à mesure de la résorption ostéoclastique du greffon, favorisant ainsi ostéoinduction et ostéoconduction, et permettant la poursuite de son incorporation.

Cependant, cette technique a aussi ses inconvénients : elle oblige à avoir un deuxième site chirurgical, ce qui augmente le temps opératoire et potentialise les risques infectieux et douloureux pour le patient. La période de récupération, quant à elle, peut également être relativement longue. Par ailleurs, on observe parfois une résorption importante avec l'os autogène, notamment d'origine iliaque.

C'est la raison pour laquelle d'autres matériaux ont été recherchés pour pallier ces inconvénients.

**L'os allogène** présente l'avantage de supprimer la nécessité d'un deuxième site chirurgical, ce qui diminue nettement les risques postopératoires par rapport aux greffes autogènes et raccourcit la période de cicatrisation. Il permet aussi de réduire le temps d'intervention. D'autre part, il est facilement disponible et surtout en quantité illimitée. Son rapport qualité/prix n'est généralement pas excessif, mais reste lié au matériau choisi.

En revanche, contrairement à la greffe autogène, l'allogreffe ne contient pas de cellules osseuses vivantes et demande donc une période plus longue pour la phase de régénération osseuse. Les complications les plus rencontrées incluent le risque de rejet, l'infection et la résorption rapide. Ces complications sont évidemment potentialisées par une mauvaise utilisation des greffons et le non-respect de la procédure : manipulation directe avec les gants ou contact avec toute autre surface non stérile, absence de réhydratation du greffon, etc.

Enfin, la greffe allogénique oblige une traçabilité lourde pour des questions légales de suivi du greffon (3). Selon l'EFS (Etablissement Français du Sang), les allogreffes de tissu d'origine humaine sont une contre-indication au don de sang.

### **La xénogreffe**

Ses avantages sont :

- une quantité disponible illimitée

- une structure poreuse facilitant l'ostéoinduction
- la facilité de conservation
- la présence d'un seul site opératoire

Il existe cependant un risque, minime, de transmission d'un agent pathogène et d'une réaction immunologique.

Les xéno greffes sont, comme l'os allogénique, ostéoconductrices et ne possèdent pas la capacité d'ostéogénèse.

Enfin, elles offrent une résorption lente qui peut nuire à la qualité de l'os néoformé.

### **La greffe alloplastique**

Ces matériaux présentent certains avantages face à l'os autogène et aux substituts osseux allogéniques et xénogéniques : leur disponibilité est illimitée, contrairement à l'os autogène, et il n'y a pas besoin d'avoir recours à une banque d'os, contrairement aux matériaux allogéniques. Ils ont également l'avantage de ne présenter aucun risque de transmission d'agents pathogènes.

Cependant, ils n'ont aucun potentiel ostéoinducteur et ostéogénique, ils sont exclusivement ostéoconducteurs.

Matériaux	Contenu	Ostéogénique	Ostéo-inducteur	Ostéo-conducteur
Os autogène	Matrice osseuse	+ / -	+	+
	Cellules ostéogéniques			
	Facteurs de croissance			
Substituts osseux allogéniques	Matrice osseuse despécifiée	-	+ / -	+
	Absence de cellules			
	Facteurs de croissance (+ / -)			
Substituts osseux xénogéniques	Matrice inorganique minéralisée despécifiée	-	-	+
	Absence de cellules			
	Absence de facteurs de croissance			
Substituts osseux synthétiques	Absence de cellules	-	-	+
	Absence de facteurs de croissance			

Figure 5 : Principales propriétés des matériaux utilisés dans le cadre des greffes osseuses (17)

### III: Intérêt pour les biomatériaux synthétiques

Suite à l'analyse des avantages et des inconvénients des biomatériaux vus précédemment, nous allons nous pencher sur l'intérêt des biomatériaux synthétiques.

En effet, leur utilisation permet de ne pas avoir de prélèvement, contrairement à l'utilisation d'os autogène. Leur stock est illimité, pas besoin d'avoir recours à une banque d'os. De plus, il n'y a aucun risque à les utiliser, en ce qui concerne la contamination du patient, contrairement à

l'utilisation des biomatériaux d'origine animale, même si le risque est clairement faible.

Nous avons donc analysé plusieurs études, pour comparer leur efficacité face aux autres biomatériaux, en prenant l'exemple du phosphate tricalcique bêta, et de l'hydroxyapatite pour l'instant. Nous nous pencherons ensuite sur un biomatériau particulier, le Matri™Bone.

### III.1: Etudes à propos du $\beta$ -TCP et de l'hydroxyapatite

**KLIJN et coll. (18)** ont testé l'utilisation du phosphate tricalcique micro structuré (MSTCP) lors d'une chirurgie de comblement du sinus maxillaire chez huit moutons Swifter.

Après une période de cicatrisation de 3 mois, des analyses histologiques et tomographiques ont été effectuées.

En conclusion: cette étude pré-clinique semble montrer que MSTCP est un substitut osseux efficace pour les comblements sinusiens. Le MSTCP agit à la manière d'une matrice permettant la migration, la prolifération cellulaire et la formation d'un tissu osseux nouveau. Des études comparatives menées lors de comblements sinusiens bilatéraux avec un plus grand nombre d'échantillons sont nécessaires avant de conclure définitivement à l'efficacité du MSTCP par rapport à l'os autogène.

**ZIJDERVELD et coll. (19)** ont entrepris une étude comparative auprès de 6 patients devant subir un comblement sinusien bilatéral (entre 4 et 8 mm d'os résiduel). Le groupe contrôle regroupe l'ensemble des sinus pour lesquels seul l'os autogène a été utilisé. Les comblements sinusiens contralatéraux réalisés avec du phosphate tricalcique bêta constituent le groupe test. Six mois après la cicatrisation des deux sites opératoires et

avant la mise en place de 41 implants (26 du côté test et 15 du côté contrôle), une biopsie des sites greffés a été réalisée.

D'après les résultats, cette étude nous montre que l'utilisation de  $\beta$ -TCP pour des comblements sinusien pré implantaires se traduit par un pourcentage d'os néoformé nettement inférieur relative à l'utilisation d'os autogène seul. Il n'y avait pas de perte des implants au suivi d'un an qui peut- être attribué à la hauteur résiduelle minimale de 4mm dans cette étude. Mais, le nombre limité des patients traités dans cette étude et le manque d'homogénéité d'échantillon doivent être pris en compte avant d'arriver à une conclusion.

**SUBA et coll. (20)** ont traité 17 patients par comblement bilatéral des sinus maxillaires. Les sinus maxillaires constituant le groupe contrôle ont fait l'objet d'un comblement osseux autogène d'origine iliaque. Les sinus controlatéraux constituant le groupe test ont été greffés à partir de  $\beta$ -TCP seul. Six mois après cette première intervention et préalablement à la mise en place des implants, les sites greffés ont tous fait l'objet d'un prélèvement osseux pour analyse histologique.

Après analyse des résultats, cette étude semble indiquer que lors des chirurgies de comblement sinusien la régénération osseuse et le densité d'os néoformée obtenue avec du  $\beta$ -TCP sont équivalentes à celle obtenue avec de l'os autogène.

Cependant, par égard au nombre limité de sujet inclus, de la plus ou moins grande homogénéité des patients traités et de l'absence de suivi à long terme, des réserves à émettre quant à l'acceptation des précédant résultats.



**ZERBO et coll. (21)** ont traité, par comblement bilatéral des sinus maxillaires, 5 patients ayant une hauteur d'os alvéolaire résiduel de 4mm au minimum. Les sinus maxillaires appartenant au groupe contrôle ont subi un comblement osseux autogène d'origine mentonnière. Les sinus controlatéraux constituent l'effectif du groupe test et ont été greffés à partir de  $\beta$ -TCP poreux. A l'instar de l'étude précédente, l'ensemble des sites greffés ont fait l'objet d'un prélèvement osseux pour analyse histologique.

Cette étude semble également légitimer le recours au  $\beta$ -TCP lors des comblements sinusiens. Toutefois, en mettant l'accent sur la vitesse du remodelage osseux, cette étude rappelle que le  $\beta$ -TCP est un matériau ostéoconducteur dépourvu de toute propriété ostéoinductrice. La formation osseuse est retardée par rapport à l'utilisation d'os autogène.

**Frenken et coll. 2010 (22):** chez six patients qui ont un os maxillaire résiduel entre 4 et 8 mm, les auteurs pratiquent une greffe de sinus avec du bone ceramic (60% hydroxyapatite et 40%  $\beta$ -TCP, porosités à 90%, pores 100–150microns). Le protocole est en deux temps chirurgicaux et des carottes osseuses sont prélevées à la pose des implants, en vue d'analyses histologique et histomorphométrique.

Les auteurs remarquent qu'au pH physiologique, l'hydroxy apatite est le moins soluble des phosphates de calcium apparaissant naturellement. L'analyse histologique rapporte qu'à 6 mois l'os trabéculaire a rampé sur l'échelle offerte par le biomatériau et que le biomatériau n'est pas complètement remplacé. Le tissu osseux minéralisé est cependant en contact intime avec les particules de BCP, ce qui indique que le matériau est ostéo- conducteur. Bien que l'on retrouve la présence d'ostéoclastes dans

le matériau à 6 mois, sa résorption est limitée. Le nouvel équilibre osseux ne sera atteint qu'à la fin du remaniement, en revanche la hauteur et la densité osseuse sont suffisantes à 6 mois pour permettre la mise en place des implants.

La littérature rend donc compte que le  $\beta$ TCP permet une formation osseuse équivalente en quantité à celle de l'os autogène (Wang et coll.2009) mais cela à 9 mois de cicatrisation après la greffe car à 6 mois, l'os autogène permet une formation osseuse nettement supérieure (19,21)

L'hydroxyapatite est un matériau qui présente également des résultats satisfaisants quant à la néoformation osseuse (Frenken et coll.2010), mais dont la résorption est nettement plus longue (entre 6 mois et 2 ans, Garlini et coll.2010). Cependant ce matériau semble apporter une certaine dureté et une résistance au matériau qui permettent d'encourager la néoformation osseuse de manière prolongée.

Cependant, il est à noter que les résultats paraissent plutôt inégaux et ceci semble être expliqué par le manque de niveau de preuve scientifique. Les études actuelles ne bénéficient pas de l'inclusion d'un nombre de patients suffisants avec une randomisation pour permettre de reconnaître des statistiques probantes.

### III.2: Intérêt pour un matériau innovant: le Matri<sup>TM</sup>Bone

Le Matri<sup>TM</sup>Bone est un produit composé de collagène extrait à partir de peaux de porc et d'un substitut osseux (HA -  $\beta$ TCP) synthétique. Dans le cas de l'étude actuelle, le substitut osseux présente un ratio HA : TCP de 60 / 40 et une granulométrie de 0,5 à 1mm. La proportion massique du substitut osseux et du collagène est 90/10.

Grâce à la structure de ce collagène, sa remise en forme conduit à l'obtention d'une éponge à la fois maniable mais permettant d'éviter l'effritement du substitut osseux sous forme sèche et humide. La matrice est résorbable et biocompatible.

Le substitut biphasique (BCP) est un mélange d'HA - $\beta$ -TCP synthétique (Hydroxyapatite / Tri Calcium Phosphate). Ce BCP permet d'associer la résorption du TCP (libération d'ions) et la stabilité de l'HA (support d'adhésion pour les ostéoblastes). Le produit est constitué de macropores qui servent à guider les cellules en profondeur du matériau (ostéoconduction), la présence de collagène favorise l'hémostase au moment de la pose du matériau et exerce également un chimiotactisme sur les cellules en assurant leur support. Les ostéoblastes ayant colonisé le matériau vont métaboliser le collagène et le substitut osseux et former à la place un tissu osseux différencié. L'os néoformé subit rapidement un remodelage osseux.

Le volume osseux augmente progressivement aux dépens du BCP. La rapide réhabilitation du BCP grâce à l'importance de sa porosité permet d'augmenter ses propriétés mécaniques au cours de la transformation osseuse ; le matériau va acquérir celles de l'os spongieux ou cortical selon son site d'implantation. Il est important de contrôler le processus de résorption substitution osseuse, nécessaire à un véritable substitut osseux. Le BCP par son mélange HA et  $\beta$ -TCP équilibré, et sa structure micro-macroporeuse, permet cette cinétique.

Le Matri<sup>TM</sup>Bone est donc un matériau ostéoconducteur, et facile d'utilisation. De par sa composition, sa forme de présentation nouvelle, ce matériau promet d'être innovant

## Conclusion:

Nous avons pu constater que le secteur postérieur maxillaire rencontre des difficultés anatomiques à la pose d'implant, par le manque de volume osseux situé sous le sinus

Les techniques de greffe osseuse en chirurgie orale, dont le soulevé de sinus, permettent donc d'élargir le champ d'application de l'implantologie orale grâce à un regain de volume osseux nécessaire à la mise en place implantaire.

Nous avons pu avoir, à travers ce travail, qu'il existe différents biomatériaux utilisés pour la technique du soulevé de sinus. Le débat se porte aujourd'hui sur le matériau idéal pour cette intervention. En effet, l'os autogène se présente comme le matériau le plus apte à la greffe osseuse. Cependant, de par les inconvénients qui l'accompagnent ( site de prélèvement, coût du traitement, temps chirurgical plus long, etc), les études poussent à développer et utiliser de nouveaux matériaux.

Nous avons constaté également que les matériaux synthétiques, notamment le  $\beta$ -TCP ainsi que l'hydroxyapatite ont fait leur preuve, grâce à leur pouvoir ostéoconducteur. Ils évitent également le risque de transmission des ATNC. Ce sont des matériaux validés par la littérature scientifique actuelle et ils permettent d'obtenir la même quantité d'os néoformé qu'avec de l'os autogène. Cependant, il ressort que le temps de cicatrisation pour obtenir ce résultat est plus long, en moyenne 9 mois. Le Matri<sup>TM</sup>Bone possède tout de même un caractère innovant, par sa composition et sa structure. Les essais cliniques devraient se multiplier à son égard afin d'encadrer son utilisation.

Nous sommes donc en possession d'un panel de biomatériaux assez large et efficace, nous pouvons également combiner ces matériaux pour profiter des bénéfices de chacun.

Il faudra maintenant tendre vers des biomatériaux dont l'efficacité augmentera probablement, avec un temps de cicatrisation plus rapide, un rendement supérieur, et une utilisation peut être simplifiée.

## Bibliographie:

- 1) Vandenberg JP, Bruggenkate CM, Discg FJ et coll. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clinical Oral Implant Research*, 2000; 11. pp 256–265. Bruggenkate CM, Discg FJ
- 2) Bhaskar SN. *Orban's oral histology and embryology*. 11<sup>o</sup> Edition. St Louis: Mosby Year Book ; 1991; pp 420.
- 3) Drettner B. Pathophysiologie of paranasal sinuses with clinical implications. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1980; 5(4): 277–84
- 4) Misch CE. Maxillary sinus augmentation for endosteal implants. Organized alternative treatment plans. *Int J Oral Implantol* 1987;4(2): 49–58.
- 5) Balleri P, Veltri M, Nuti N, Ferrari M. Implant Placement in Combination with Sinus Membrane Elevation without Biomaterials: A 1–Year Study on 15 Patients: Implant Placement in Combination with Sinus Membrane Elevation without Biomaterials. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 Oct;14(5):682–9.
- 7) Tulasne JF. Greffe osseuse du sinus, vois d'abord latérale ou crestale. *Implant* 2004 ; 10, 264–266.
- 8) Tulasne JF. Réussir les greffes osseuses en implantologie. Quintessence International
- 9) Davarpanah M., Martinez H. *Manuel d'Implantologie Clinique*. Collection JPIO, Editions CdP, 2001.
- 10) Bowers GM. Clinical evaluation of freeze–dried bone allografts in periodontal osseous defects. Part III. Composite freeze–dried bone

allografts with and without autogenous bone grafts. J Periodontol 1983;54(1):1–8.

11) Danan M, Sauvan JL, Cohen P et Brion M. Organic mineralized allografts. Inf Dent 1987;69(24):2029–2105.

12) Libin BM, Ward HL et Fishman L. Decalcified, lyophilized bone allografts for use in human periodontal defects. J Periodontol 1975;46(1):51–56.

13) Colombier, M, Lesclous, P, Tulasne, JF. La cicatrisation des greffes osseuses. Rev. Stomatol. Chir. Maxillo-fac., 2005, 106, 3, p. 157–164.

14) Yousfi, M. La résorption des greffons et matériaux de comblement/régénération. Titane, 2005, 2, 4, p. 22.

15) Kim H–R, Choi B–H, Xuan F, Jeong S–M. The use of autologous venous blood for maxillary sinus floor augmentation in conjunction with sinus membrane elevation: an experimental study. Clin. Oral Implants Res. 21,2010;346–349.

16) Cricchio G, Sennerby L, Lundgren S. Sinus bone formation and implant survival after sinus membrane elevation and implant placement: a 1- to 6-year follow-up study. Clin. Oral Implants Res. 22, 2011; 1200–1212.

17) Tulasne J.F, Andreani J.F.

Les greffes osseuses en implantologie.

Paris, Quintessence International, 2005, 117p2005.

18) Klijn RJ, Hoekstra JWM, Van Den Beucken JJJ, Meijer GJ, Jansen JA. Maxillary sinus augmentation with microstructured tricalcium

phosphate ceramic in sheep. Clin. Oral Implants Res. 23, 2012; 274–280.

19) Zijderveld SA, Zerbo IR, Van Den Berg JF, Schulten EA, Ten Bruggenkate CM. Maxillary sinus floor augmentation using a beta-tricalcium phosphate alone compared to autogenous bone grafts. Int J. Oral Maxillofac Implants 2005; 20(3): 432–40.

20) Suba Z, Takacs D, Matusovits D, Barabas J, Fazekas A, Szabo G. Maxillary sinus floor grafting with beta-tricalciumphosphate in humans: density and microarchitecture of the newly formed bone. Clin Oral Implants Res 2006; 17: 102–8.

21) Zerbo IR, Zijderveld SA, de Boer A, et al. Histomorphometry of human sinus floor augmentation using a porous  $\beta$ -tricalcium phosphate: A prospective study. Clin Oral Implants Res 2004; 15:724–732.

## Table des matières



Introduction.....	p.1
I: Soulevé de sinus:	
I.1: Le sinus maxillaire .....	p.2
I.1.1: la paroi antérolatérale .....	p.2
I.1.2: la paroi supérieure ou toit du sinus .....	p.2
I.1.3: la paroi médiane .....	p.3
I.1.4: la paroi postéro-latérale .....	p.3
I.1.5: la paroi inférieure ou plancher du sinus .....	p.3
I.1.6: la membrane de Schneider .....	p.5
I.2: Objectif du sinus lift .....	p.6
I.3: Principe du sinus lift .....	p.7
II: les biomatériaux de comblement	
II.1: Cahier des charges.....	p.8
II.2: Les substituts osseux .....	p.9
II.2.1: substitut autogène .....	p.10
II.2.2: substitut allogène .....	p.11
II.2.3: substitut xénogène .....	p.13
II.2.4: substitut alloplastique .....	p.13
II.2.5: absence de substitut .....	p.14
II.3: Avantages et inconvénients .....	p.15
III: Intérêt pour les biomatériaux synthétiques .....	p.18
III.1: Etudes à propos du $\beta$ -TCP et de l'hydroxyapatite .....	p.19
III.2: Intérêt pour un matériau innovant: le Matri <sup>TM</sup> Bone .....	p.22
Conclusion.....	p.24
Bibliographie.....	p.26
Table des matières.....	p.29

## APPROBATION / IMPROBATION

« Les opinions émises dans les dissertations présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ni improbation de l'Université de Saint Etienne, de la Faculté de Médecine Jacques LISFRANC, de l'équipe du Laboratoire d'Anatomie »

Lu et Approuvé

Le Président du Jury

**Titre du mémoire :**

**LES BIOMATERIAUX DE COMPLEMENT SINUSIEN**

**Résumé :**

L'implantologie est une discipline qui est apparue depuis de nombreuses années. Elle est basée sur le concept de l'ostéo-intégration, de par la biocompatibilité du titane. Il est donc nécessaire d'avoir un volume osseux adéquat afin de pouvoir poser l'implant. Pour le secteur maxillaire postérieur, la technique du soulevé de sinus se trouve être un moyen de rehausser le niveau osseux quand celui ci est défailant. Pour réaliser cette technique, un panel de biomatériaux de comblement se trouve à la disposition des chirurgiens dentistes, notamment les biomatériaux d'origine synthétique.

---

**Rubrique de classement :**

Anatomie et chirurgie implantaire

---

**Mots clés :** implant, biomatériaux, sinus-lift

---

**Enseignants :** Mr le Professeur Jean Michel PRADES

Mr le Professeur André MORIN

Mr le Docteur Robert GAUTHIER

Mr le Docteur Thomas JUERY

Mr le Docteur Stéphane RIVIERE

---

**Adresse de l'auteur :** Tifenn MANCHE,

10 Place du Saint Eynard, 38000 GRENOBLE