



**HAL**  
open science

# Importance de l'épaisseur de la membrane sinusienne dans le risque de perforation lors du sinus lift : proposition d'un protocole d'étude clinique prospective

Avner Amsellem

## ► To cite this version:

Avner Amsellem. Importance de l'épaisseur de la membrane sinusienne dans le risque de perforation lors du sinus lift : proposition d'un protocole d'étude clinique prospective. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03436514

**HAL Id: dumas-03436514**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03436514v1>**

Submitted on 19 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE SANTÉ

UFR D'ODONTOLOGIE  
5, Rue Garancière 75006 PARIS

Année 2020

N°

**THÈSE pour le DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR  
en CHIRURGIE DENTAIRE**

présentée et soutenue publiquement le 9 MARS 2020

par **Avner AMSELLEM**

**IMPORTANCE DE L'ÉPAISSEUR DE LA MEMBRANE SINUSIENNE  
DANS LE RISQUE DE PERFORATION LORS DU SOULEVE DE SINUS  
PAR VOIE LATÉRALE : PROPOSITION D'UN PROTOCOLE  
D'ÉTUDE CLINIQUE PROSPECTIVE**

Dirigée par M. le Docteur Guillaume LINTANF  
Codirigée par M. le Docteur Rafaël TOLEDO

**JURY**

M. le Professeur Olivier FROMENTIN	Président
Mme la Docteure Marie-Joséphine CRENN	Assesseur
M. le Docteur Stéphane ESCURE	Assesseur
M. le Docteur Stéphane KERNER	Assesseur
Mme la Docteure Maria MONTEIRO	Assesseur
M. le Professeur Bruno TAVERNIER	Assesseur
M. le Docteur Guillaume LINTANF	Membre invité
M. le Docteur Rafaël TOLEDO	Membre invité
Mme la Docteure Lisa FRIEDLANDER	Membre invité



# UNIVERSITÉ DE PARIS

Présidente de l'Université : Mme la Professeure Christine CLERICI

Doyenne de l'U.F.R. d'Odontologie Garancière : Mme la Professeure Ariane BERDAL

Directrice Générale des Services : Madame Pascale SAINT-CYR

---

## JURY

M. le Professeur Olivier FROMENTIN	Président
Mme la Docteure Marie-Joséphine CRENN	Assesseur
M. le Docteur Stéphane ESCURE	Assesseur
M. le Docteur Stéphane KERNER	Assesseur
Mme la Docteure Maria MONTEIRO	Assesseur
M. le Professeur Bruno TAVERNIER	Assesseur
M. le Docteur Guillaume LINTANF	Membre invité
M. le Docteur Rafaël TOLEDO	Membre invité
Mme la Docteure Lisa FRIEDLANDER	Membre invité

**M. le Professeur Olivier FROMENTIN**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Diplôme de Doctorat  
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

*Je vous remercie pour l'honneur que vous me faites en acceptant la présidence du jury de cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de ma plus haute considération. Soyez assuré de ma plus sincère estime et de mon plus profond respect.*

**Mme la Docteure M-Joséphine CRENN**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Assistante Hospitalo-Universitaire

*Pour l'honneur que vous me faites en acceptant de participer au jury de cette thèse. Veuillez recevoir l'expression de mon plus profond respect et de toute ma reconnaissance.*

**M. le Docteur Stéphane ESCURE**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

*Pour la qualité de votre enseignement clinique, votre disponibilité et votre gentillesse, veuillez trouver ici l'expression de mon estime et de mon attachement.*

**M. le Docteur Stéphane KERNER**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Diplôme de Doctorat  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

*Pour l'honneur que vous me faites en acceptant de participer au jury de cette thèse. Veuillez trouver tous mes remerciements quant à vos précieux conseils.*

**Mme la Docteure Maria MONTERO**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Assistante Associée

*Pour votre disponibilité, votre pédagogie et votre soutien en clinique, soyez assurée de toute ma reconnaissance.*

**M. le Professeur Bruno TAVERNIER**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Diplôme de Doctorat  
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

*Pour l'honneur que vous me faites en acceptant de participer au jury de cette thèse. Veuillez recevoir l'expression de mon plus profond respect et de toute ma gratitude.*

**M. le Docteur Guillaume LINTANF**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Assistant Hospitalo-Universitaire

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail, m'avoir guidé dans un sujet très intéressant, votre implication, votre disponibilité, votre gentillesse, votre soutien et pour la qualité de nos échanges, veuillez accepter tous mes remerciements et l'expression de ma plus haute considération.*

**M. le Docteur Rafaël TOLEDO**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Praticien Hospitalier

*Pour m'avoir fait l'honneur de consacrer du temps à la supervision de ce travail, votre gentillesse et votre réactivité. Veuillez accepter mes remerciements les plus sincères*

**Mme la Docteure Lisa FRIEDLANDER**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Diplôme de Doctorat  
Maître de Conférences des Universités - Praticien  
Hospitalier

*Pour m'avoir fait l'honneur de consacrer du temps à la supervision de ce travail, votre aide précieuse et votre implication. Veuillez accepter l'assurance de mon profond respect.*

## Table des matières

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Caractéristiques de la membrane de Schneider.....</b>	<b>4</b>
1.1. Rappels anatomiques .....	4
1.2. Le complexe membrane sinusienne - paroi inférieure du sinus :.....	6
1.3 Potentiel inné ostéogénique de la membrane sinusienne .....	9
1.4 Facteurs modulant l'épaisseur de la membrane.....	14
1.4.1 Facteurs anatomiques .....	14
1.4.2 Facteurs pathologiques.....	18
1.4.3 Facteurs environnementaux.....	22
1.4.4 Facteurs interindividuels.....	23
<b>2. Importance de l'épaisseur de la membrane de Schneider dans le risque de perforation .....</b>	<b>28</b>
2.2. Facteurs de risque .....	29
2.3 Classification des perforations .....	30
2.4 Prise en charge .....	30
2.4.1. Techniques de réparation.....	31
2.4.2. Exemple de cas .....	37
2.5 Prévention .....	41
2.5.1 Interrogatoire médical .....	41
2.5.2 Examens radiologiques.....	42
2.5.3 La piézochirurgie.....	43
2.6 Analyse de la littérature.....	44
2.6.1. Objectif de la revue de littérature.....	44
2.6.2. Matériels et méthodes .....	44
2.7 Analyse des résultats.....	50
2.7.1 Présentation descriptives des résultats essentiels par article retenu.....	50
2.8 Discussions .....	58
<b>3. Protocole d'une étude prospective sur les paramètres cliniques, anatomiques, médicaux et opérateur-dépendant potentiellement liés à la perforation de la membrane sinusienne lors d'un Sinus Lift .....</b>	<b>62</b>
3.1 Contexte de l'étude.....	62
3.1.1 Problématique .....	62
3.1.2 Objectif .....	63
3.2 Objectifs de l'étude.....	63
3.2.1 Analyse de données .....	63
3.2.2 Analyses statistiques.....	68
3.3. Résultats attendus et perspectives.....	69
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>70</b>
<b>5. Bibliographie.....</b>	<b>71</b>
<b>6. Table des illustrations .....</b>	<b>76</b>
<b>7. Index des tableaux .....</b>	<b>77</b>
<b>8. Index des graphiques .....</b>	<b>78</b>

## INTRODUCTION

La greffe du plancher du sinus maxillaire est une méthode permettant d'atteindre une hauteur osseuse suffisante pour la pose d'implants maxillaires postérieurs. Elle s'est révélée être une technique très efficace et prévisible pour résoudre ce problème.

La réhabilitation par implants prothétiques, même dans les zones édentées des maxillaires touchées par de graves atrophies osseuses, constitue un besoin incontournable conduisant à la mise au point de techniques de régénération normalisées, prévisibles et sûres (Johnson *et al.* 2001).

Malgré le succès rapporté de l'augmentation du plancher sinusien, l'élévation de la membrane de Schneider reste une procédure délicate qui présente des risques chirurgicaux importants.

Les complications chirurgicales peuvent perturber la guérison du matériau de greffe et affecter la survie de l'implant (Pommer *et al.* 2009, Borgonovo *et al.* 2015).

La perforation de la membrane sinusienne reste la complication la plus fréquente avec une prévalence allant de 10 à 55% (Hernandez-Alfaro *et al.* 2008) et peut permettre l'entrée de matière étrangère dans le sinus, exposant ainsi le patient à un risque de sinusite postopératoire et d'infection se propageant dans les sinus para nasaux.

L'expertise et les connaissances du chirurgien sont essentielles pour toute procédure chirurgicale. Certains facteurs de risque peuvent influencer sur la perforation de la membrane sinusienne : l'épaisseur de la membrane ; la hauteur de crête résiduelle ; les forces excessives sur le matériau de greffe ; l'os septal ; le tabac; et le phénotype gingival.

Certains auteurs s'intéressent aux caractéristiques et aux influences de cette membrane et pensent qu'elle aurait un rôle primordial dans le succès de l'augmentation du plancher sinusien.

Pour Gurler *et al.* (2015), ce n'est pas l'épaisseur de la membrane mais plutôt la présence de septum dans le sinus qui favoriserait une perforation alors que pour Lin *et al.* (2015, 2016), la perforation est liée à l'épaisseur de la membrane sinusienne lors de l'augmentation du plancher sinusien.

Existe-t-il une corrélation entre épaisseur et perforation de la membrane de Schneider ?



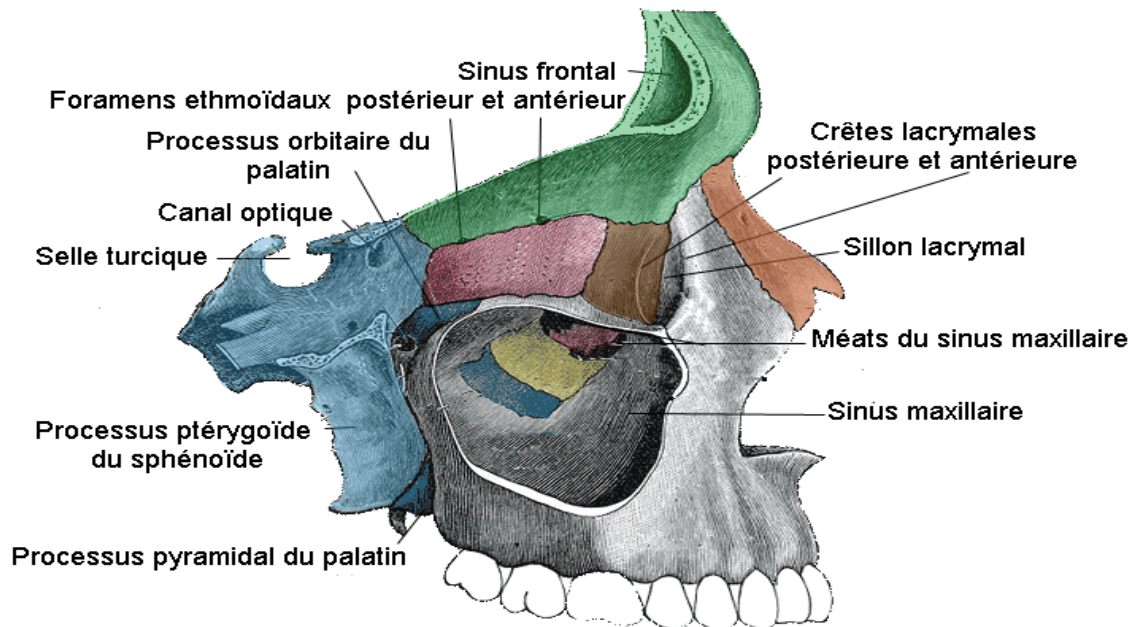
Si oui, le fait de déterminer en amont l'épaisseur de la membrane sinusienne peut-il réduire le risque de perforation ?

Afin de répondre à ces questions, nous détaillerons les caractéristiques de la membrane sinusienne puis nous nous attarderons sur une analyse de la littérature suivie d'un protocole d'étude prospective.

# 1. Caractéristiques de la membrane de Schneider

## 1.1. Rappels anatomiques

Le sinus maxillaire, ou antre de Highmore, est une cavité pneumatique creusée dans le corps de l'os maxillaire. Situé latéralement à la cavité nasale, il communique avec ce dernier par l'ostium maxillaire.



Coupe sagittale paramédiane de l'orbite et du sinus maxillaire  
partie droite vue de droite

Bleu clair: sphénoïde  
Rose: ethmoïde

Bleu foncé: palatin  
Marron: os lacrymal  
Jaune: cornet inférieur

Gris: maxillaire  
Orange: os propre du nez

Figure 1 : Schéma de Berichard ; travail personnel d'après Gray's Anatomy public

Le sinus maxillaire est le plus grand des espaces remplis d'air para nasal et se développe d'abord in utero (Lorkiewicz et al. 2015). Sa croissance est lente et le sinus maxillaire atteint son volume moyen de 12 ml et présente des extrêmes de 5 à 20 ml (Sharan et al. 2008).

Le volume du sinus maxillaire présente la particularité d'évoluer avec le temps et son évolution est surtout fonction de la situation dentée locale. La perte d'une dent entraîne une résorption centripète de l'os alvéolaire et par conséquent, le volume sinusien diminue (Davarpnahan et al. 2011).

Cette pyramide est composée de 5 parois :

- une paroi antérolatérale ou jugale ;

- une paroi postérieure ou ptérygo-maxillaire,
- une paroi supérieure ou orbitaire,
- une paroi médiale ou nasale,
- une paroi inférieure ou bas fond sinusien.

La taille, la forme et l'épaisseur de la paroi de chaque sinus maxillaire varient non seulement en fonction de la population, mais aussi suivant le côté d'un crâne d'un individu (Monje et al. 2016).

La paroi inférieure du sinus maxillaire constitue une gouttière de largeur variable, située à un niveau inférieur au plancher des fosses nasales, et à environ 1,5cm du collet des dents maxillaires.

La membrane de Schneider est la membrane muqueuse qui recouvre la partie interne de la cavité du sinus maxillaire. Histologiquement, il s'agit d'un périoste recouvert d'une fine couche d'épithélium pseudo-stratifié cilié et de tissu conjonctif hautement vascularisé (Srouji et al. 2009).

Il a été démontré que les cellules souches mésenchymateuses de la membrane des sinus ont une capacité de formation osseuse qui joue un rôle essentiel dans les procédures d'élévation du plancher sinusien (Kim et al. 2009).

Des études ont également mesuré l'épaisseur de la membrane de Schneider en utilisant différentes méthodes telles que les examens de cadavre et les tomodesitomètres. A l'issue de ces études, il a été observé que normalement, l'épaisseur de la membrane de Schneider est d'environ 1 mm (Monje et al. 2009, Borgonovo et al. 2015). Toutefois, d'un point de vue clinique, l'épaississement de la muqueuse du sinus maxillaire est souvent rencontré radiographiquement chez les patients asymptomatiques ; de ce fait, une muqueuse de plus de 4 mm est considérée comme pathologique (Borgonovo et al. 2009, Lum et al. 2017).

Lors de la planification d'un traitement chirurgical du maxillaire incluant la région postérieure, il faut prendre en considération non seulement les dimensions et les capacités de la membrane de Schneider, mais également les variations anatomiques du sinus maxillaire qui sont très importantes pour chaque clinicien. D'où la nécessité d'aborder les différentes caractéristiques de la membrane de Schneider dans cette première partie.

## 1.2. Le complexe membrane sinusienne - paroi inférieure du sinus :

Il y a un manque de recherche fondamentale sur les caractéristiques de l'union entre la membrane des sinus et l'os. C'est pourquoi Insua et al. (2017) se sont penchés sur une description histologique et morphologique complète de la membrane sinusienne – paroi osseuse latérale.

Le complexe membrane sinusienne - paroi inférieure du sinus est le lieu où toutes les manœuvres sont effectuées pour réussir à élever la membrane sinusienne sans la déchirer ou perforer, car cela pourrait compromettre la régénération osseuse et les traitements implantaires (Insua et al. 2017). La membrane sinusienne et la paroi osseuse maxillaire se rencontrent à une interface formée par une couche mince de tissu conjonctif dense appelé périoste. Deux couches composent le périoste : une couche externe dense et une couche interne avec plus de contenu cellulaire. Quelques fibres à l'intérieur couche (fibres de Sharpey) peut se fixer à la structure osseuse dans une orientation perpendiculaire (Insua et al. 2017).

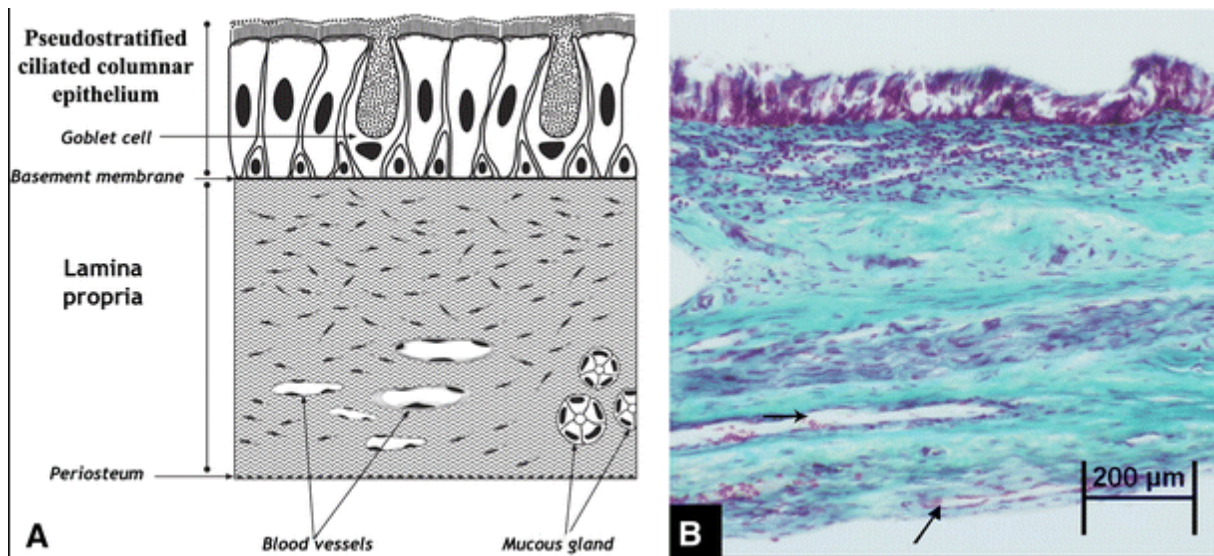
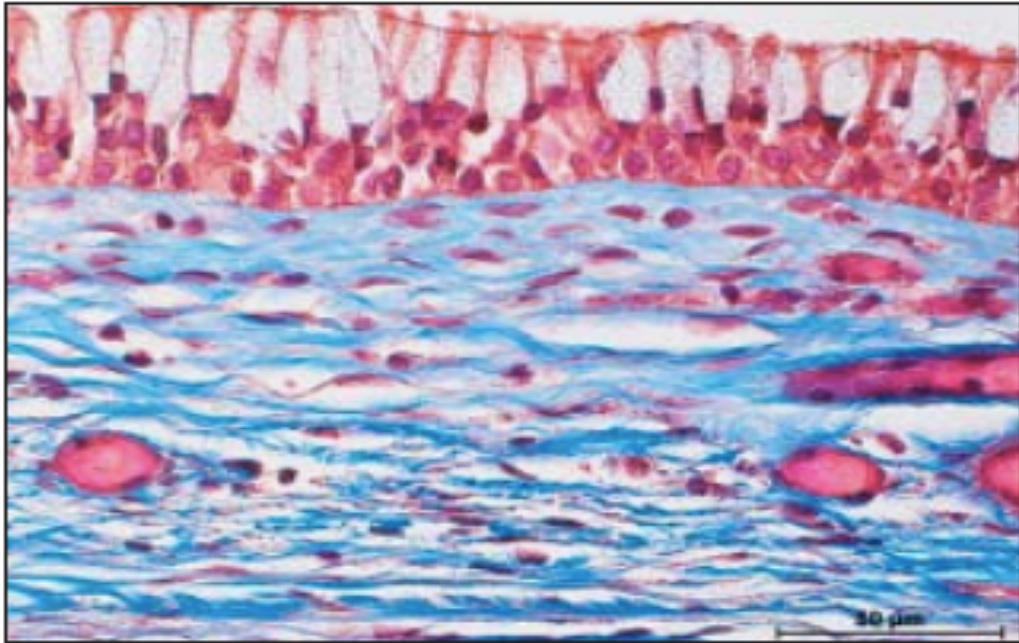


Figure 2

**A** : Présentation schématique et coupe histologique de la membrane sinusienne du sinus maxillaire (MSSM.) une représentation schématique montrant l'épithélium pseudostratifié, les composants de la lamina propria et du périoste du MSSM.

**B** : Micrographie au microscope optique d'une coupe histologique de paraffine colorée avec la technique de Trichrome de Masson. Notez les vaisseaux sanguins dans la lamina propria (flèches). Barre d'échelle= 200 micromètres (Srouji et al. 2009)



*Figure 3 : Coloration trichrome de Masson ( $\times 40$ ) d'une membrane sinusale saine (Insua et al. 2017)*

La coloration trichrome de Masson est utilisée pour différencier les fibres de collagène et le tissu musculaire dans des coupes histologiques. Comme son nom l'indique, cette coloration associe trois colorants :

- un colorant nucléaire violet (hématoxyline)
- un colorant cytoplasmique rouge (fuchsine ponceau)
- un colorant des fibres de collagène vert (vert lumière)



*Figure 4 : Immunofluorescence pour intégrine ( $\times 40$ ) montrant des fibres avec une orientation perpendiculaire par rapport à l'os. (Insua et al. 2017)*

Une force d'adhésion moyenne entre la membrane sinusienne et l'os de 0,05 N/mm a été signalé, il s'agit d'une union faible et elle peut être discutée. Pour avoir une idée de cette

union, il faut considérer le sondage parodontal comme avoisinant les 0,147 N/mm. On pourrait donc détacher la membrane sinusienne de son mur latéral à l'aide d'une force trois fois moins importante que celle du sondage parodontal recommandé (Wang et al 1995).

Une explication possible de la faible adhérence de la membrane sinusienne est que la plupart des fibres sont parallèles à l'os sous-jacent (Figure 2). A haut grossissement, seulement quelques isolés fibres insérées perpendiculairement à l'os ou avec une orientation inclinée (Figure 3).

Analyse descriptive des dimensions et caractéristiques de la membrane sinusienne :

Selon l'étude de Janner et al.(2011), l'épaisseur de la membrane sinusienne, telle qu'évaluée sur les images CBCT, variait considérablement, avec une valeur minimale de 0,16 mm et une valeur maximale de 34,61 mm. Les valeurs moyennes les plus élevées, allant de 2,16 à 3,11 mm, ont été trouvées pour la muqueuse située dans les régions mi - sagittales du sinus maxillaire, tandis que les valeurs moyennes des dimensions de la muqueuse sur les aspects latéral et médial du sinus maxillaire variaient entre 0,9 et 1,84 mm. Les valeurs médianes étaient plus basses pour toutes les régions analysées et plus prononcées pour les trois mesures sagittales moyennes. Pour les trois régions analysées (antérieure, moyenne et postérieure), les valeurs médio-sagittales étaient statistiquement significativement différentes des mesures respectives dans les parois latérale et médiale du sinus maxillaire (Janner et al. 2011).

Plus de 90% des cellules épithéliales de la membrane de Schneider sont ciliées et réparties dans une seule couche colonnaire pseudo stratifiée. La fréquence de battement des cils est d'environ 60 kHz, ce qui déplace activement le mucus et les débris vers l'ostium naturel (Van Der Bergh et al. 2000). Les facteurs compromettant la production de mucus et l'élimination de la muqueuse peuvent augmenter le risque de développement d'une sinusite et doivent être évités. Un exemple typique d'un tel facteur de risque en dentisterie est la pénétration de particules de greffe lors de la chirurgie du plancher sinusien.

La mesure	Antérieur			Milieu			Postérieur		
	alat	parmi	amed	mlat	mmid	mmed	plat	pmid	pmed
Signifier	0,96	2,47	1,6	1,11	3,11	1,84	0,9	2,16	0,99
Médian	0,63	1,13	0,66	0,56	1,41	0,66	0,52	0,88	0,56
Maximum	21,08	30	16,5	26,67	34,61	22,33	21,41	30,51	15,27
Le minimum	0,16	0,28	0,18	0,18	0,25	0,25	0,25	0,25	0,16
IC à 95%	0,69– 1,22	1,89– 3,04	1,2– 2,01	0,75– 1,47	2,4– 3,82	1,3– 2,39	0,58– 1,22	1,57– 2,76	0,7– 1,28

*Tableau 1: Analyse de l'épaisseur (en mm) de la membrane sinusienne en utilisant des coupes coronales à partir d'images CBCT limitées (JANNER et al. 2011)*

L'étude de Janner et al. (2011) montre des épaisseurs de membrane différentes sur des examens par radiographie à faisceau conique (CBCT), en fonction de la localisation soit antérieure, moyenne ou postérieure et médiale, moyenne ou latérale. On note ainsi :

- En secteur antérieur, médialement une épaisseur moyenne de 1,6 mm, en secteur moyen (au niveau de la crête alvéolaire) de 2,47 mm et en secteur latéral de 0,96 mm ;
- En secteur moyen, médialement une épaisseur moyenne de 1,84 mm, en secteur moyen de 3,11 mm et en secteur latéral de 1,11 mm ;
- En secteur postérieur, médialement une épaisseur moyenne de 0,99 mm, en secteur moyen de 2,16 mm et en secteur latéral de 0,9 mm.

Ce tableau 1 montre une variabilité interindividuelle importante de l'épaisseur de la membrane sinusienne ; une partie a été développée à ce sujet plus loin.

### 1.3 Potentiel inné ostéogénique de la membrane sinusienne

Un potentiel inné ostéogénique de la membrane de Schneider est progressivement évalué dans des études allant d'espèces non humaines à de sujets humains.

Les termes ostéo-induction, ostéo-conduction et ostéo-intégration sont fréquemment utilisés, mais pas toujours correctement.

Il faut dans un premier temps différencier ces trois phénomènes : l'ostéo-induction, l'ostéo-conduction et l'ostéo-intégration.

L'ostéo-induction est le processus par lequel l'ostéogenèse est induite.

L'ostéo-induction est le processus par lequel les cellules primitives, indifférenciées et pluripotentes sont stimulées pour se développer dans la lignée de cellules ostéogéniques (Albrektsson et al. 2001).

Ce phénomène se retrouve régulièrement dans tout type de cicatrisation osseuse. Dans une situation de cicatrisation osseuse telle qu'une fracture, la majeure partie de la cicatrisation osseuse dépend de l'ostéo-induction.

L'ostéo-conduction signifie que l'os se développe sur une surface. Ce phénomène est régulièrement observé dans le cas des implants osseux.

L'ostéo-intégration est l'ancrage stable d'un implant obtenu par contact direct os-implant. Ceci a été décrit pour la première fois dans une étude réalisée par Branemark et al. (1977).

En implantologie cranio-faciale, ce mode d'ancrage est le seul pour lequel des taux de réussite élevés ont été rapportés. L'ostéo-intégration est possible dans d'autres parties du corps, mais son importance pour l'ancrage des arthroplasties majeures est en cours de discussion. La croissance osseuse dans une prothèse à revêtement poreux peut ou non représenter une ostéo-intégration (Albrektsson et al. 2001).

De nos jours, les procédures d'élévation de la membrane sinusienne sont associées à des matériaux de greffe permettant une néoformation osseuse. Cependant des études indiquent que le simple soulèvement de la membrane sinusienne associé à la mise en place d'un implant entraîne une nouvelle formation osseuse (Thor et al. 2007, Srouji et al. 2009).

Cependant, la nature biologique de la régénération osseuse dans les procédures soulèvement des sinus n'est toujours pas évidente (Little et al. 2018). Les expériences ont révélé un potentiel ostéogénique inné de la membrane de Schneider, qui chez l'homme était lié à l'ostéogenèse du plancher sinusien (Srouji et al. 2009).

En vue de mieux appréhender ce potentiel inné ostéogénique de la membrane sinusienne, des essais in vivo et in vitro ont été menés en vue d'évaluer la formation osseuse qui se produit



sous la membrane du plancher sinusien maxillaire (Srouji et al. 2009). Il s'agissait surtout d'évaluer le potentiel ostéogénique de la membrane de Schneider du sinus maxillaire humain (hMSSM).

hMSSM : human maxillary Schneiderian sinus membrane

Dans ce contexte, l'histologie d'échantillons de hMSSM cultivées a fait l'objet d'une étude. Dans le cadre de l'étude de Srouji et al. (2009), une analyse du potentiel de différenciation ostéogénique par les cellules hMSSM a été réalisée. Il a ainsi été observé que des marqueurs ostéogéniques sont présents, notamment l'ostéo-pontine, l'alcaline, l'ostéo-nectine, et la phosphatase. On retrouve aussi dans les muqueuses sinusiennes des marqueurs tels que STRO-1 (il s'agit d'un gène de marqueur protéique de cellules souches mésenchymateuses).

Ce marqueur protéique STRO-1 répond à certaines protéines morphogénétiques osseuses : BMP-6 et BMP-7 (Bone Morphogenetic Protein).

Auparavant, l'étude de Gruber et al. (2004) a permis de mettre en évidence l'expression d'une protéine : STRO-1.

Après analyse histologique de la membrane sinusienne, cette étude a permis de mettre en évidence des marqueurs tels que la phosphatase alcaline et l'ostéocalcine (Gruber et al. 2004). Pour démontrer le potentiel ostéogénique de ces marqueurs : STRO-1, phosphatase alcaline et ostéocalcine, les auteurs ont décidé de cultiver ces marqueurs avec des facteurs de croissance ostéo-inducteurs BMP-6 et BMP-7.

Les résultats étaient attendus, l'expression des marqueurs de différenciation ostéogéniques était augmentée dans les cellules stimulées avec BMP-6 ou BMP-7. Bien que la phosphatase alcaline soit un marqueur non spécifique des stades précoces de la différenciation ostéogénique, son augmentation indique clairement la présence de cellules cibles pour les BMP. Conjuguées à une expression accrue de l'ostéocalcine et à une accumulation de sels minéraux, ces données confirment l'hypothèse selon laquelle la muqueuse sinusienne contient des cellules cibles des BMP capables de répondre à ces facteurs de croissance en augmentant leur différenciation ostéogénique.

Du point de vue clinique, nos données corroborent les découvertes antérieures selon lesquelles une formation osseuse avait été observée à proximité de la membrane sinusienne

lorsque des greffes minérales d'os de bovin étaient combinées à BMP-7/OP-1 (Ostéopontine). En revanche, aucune formation osseuse proche de la membrane des sinus n'a été observée avec le minéral osseux de bovin uniquement. On peut supposer que les cellules à potentiel ostéogénique peuvent provenir de la muqueuse du sinus lorsque des greffes sont complétées par des molécules de signalisation ostéoinductives telles que des membres de la famille des BMP.

Les résultats de cette étude *in vitro* confirment l'hypothèse selon laquelle le sinus muqueux est une source potentielle de cellules pouvant se différencier vers la lignée ostéogénique en réponse aux BMP-6 et BMP-7 (Gruber et al. 2004).

Ces marqueurs ont été enduits d'une part par les cellules hMSSM, et d'autre part par la minéralisation de la matrice extracellulaire, très riche en vaisseaux sanguins.

A l'issue d'une étude *in vivo*, la confirmation du potentiel inné ostéogénique de la membrane sinusienne résulte de la présence de tissus osseux dans des zones ectopiques ayant fait l'objet de transplantation de cellules dérivées de hMSSM.

Les cellules de la membrane de Schneider sont donc capables de proliférer et de se différencier en cellules ostéogéniques (Srouji et al. 2010).

L'étude ne semble pas déterminer correctement l'emplacement précis des cellules ostéoprogénitrices car la membrane de Schneider comprend une lamina propria richement vascularisée, une doublure épithéliale et l'interface paroi inférieure du sinus-os maxillaire.

On pourrait supposer que ces cellules souches nichent principalement dans cette lamina propria à l'intérieur des parois vascularisées mais cette hypothèse est à tester expérimentalement.

En revanche, la partie profonde du hMSSM est à l'interface avec l'os sous-jacent et pourrait être assimilé à un périoste, on peut penser que cette structure est analogue à un périoste et à plus forte raison que celle-ci contient des cellules ostéoprogénitrices.

Il est donc raisonnable de supposer que cette partie profonde de la membrane sinusienne soit le lieu propice aux regroupements des cellules ostéoprogénitrices et que le soulèvement de la membrane sinusale entraîne le soulèvement de cette membrane semblable au périoste. Cela expliquerait la réponse ostéogénique associée à la levée des sinus en milieu clinique (Srouji et al. 2010).

Quelle que soit l'origine précise des cellules ostéogènes, notre étude démontre le pouvoir ostéogénique inhérent aux cellules dérivées de hMSSM (Srouji et al. 2010).

Le schéma ci-dessous récapitule une ligne d'événements séquentiels conduisant à la régénération osseuse dans le cadre d'une procédure de soulèvement des sinus non greffé. Il comprend un traumatisme initial du tissu par la procédure chirurgicale associée à une stimulation mécanique du hMSSM, entraînant l'activation des cellules ostéoprogénitrices. Une lésion de la membrane hautement vascularisée provoque un saignement des nombreux vaisseaux sanguins dans les tissus conduisant à la formation d'un réseau de fibrine ou d'un échafaudage. La combinaison des progéniteurs activés dans le caillot de fibrine crée une construction naturelle cellule-échafaudage, qui devient un centre d'initiation pour la formation d'un nouvel os sous le hMSSM.

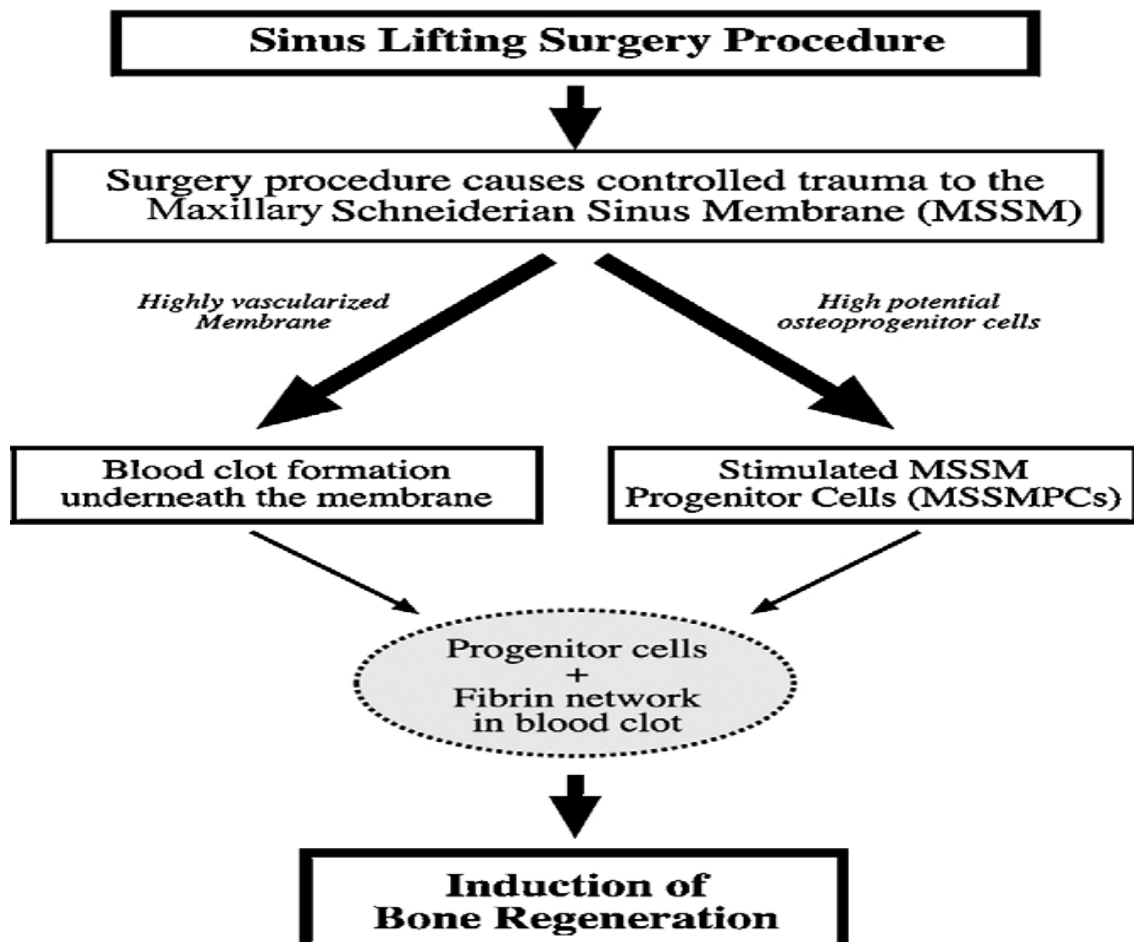


Figure 5: Un résumé de l'enchaînement séquentiel proposé d'événements menant à la régénération osseuse dans le cadre d'interventions de prélèvement sinusal non greffé. (SROUJI et al. 2010)

En outre, il a été relevé que la membrane sinusienne contient des cellules ostéo-progénitrices qui sont susceptibles d'accélérer la formation osseuse, et par conséquent un épaissement de la membrane (Srouji et al. 2009).

## 1.4 Facteurs modulant l'épaisseur de la membrane

L'épaisseur de la membrane de Schneider peut être modulée par différents facteurs : anatomiques, pathologiques, environnementaux, et interindividuels.

### 1.4.1 Facteurs anatomiques

#### 1.4.1.1 Les septa maxillaires

D'un point de vue anatomique, il convient en premier lieu de s'intéresser aux caractéristiques du sinus maxillaire, sachant que l'épaisseur de sa paroi présente une variation en fonction de la population, mais aussi de chaque côté du crâne d'un sujet. Cette situation implique alors le fait que l'anatomie même du sinus maxillaire constitue un facteur modulant l'épaisseur de la membrane de Schneider chez un individu (Borgonovo et al. 2015).

La cavité du sinus maxillaire est généralement subdivisée en septa. Les septa des sinus maxillaires sont des structures mince d'os cortical. Ces septa peuvent diviser le sinus en deux ou plusieurs compartiments (Hungerbuhler et al. 2019). En 1910, l'anatomiste Arthur S. Underwood a décrit les septa des sinus comme des parois minces, fragiles et en forme de faucille. Pour Underwood, les septums seraient des expansions intra sinusiennes des septums interdentaires. Ainsi, les septa des sinus maxillaires sont souvent appelés septa de Underwood.

Le développement des septa diffère selon le type de septa : Pour Krenmair et al. (1997), les septa primaires proviennent de la diversité congénitale et les septa secondaires peuvent se développer après une perte de dents et une pneumatization irrégulière du plancher du sinus maxillaire.

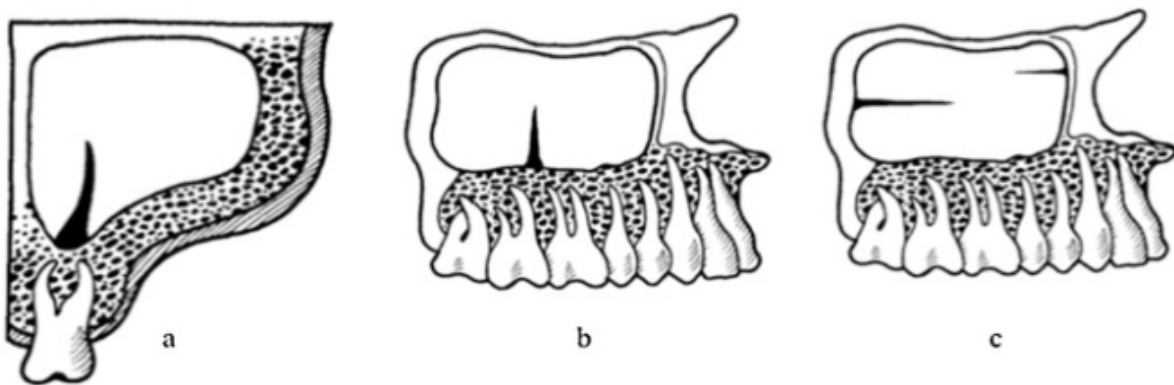
Le rôle du septum est de séparer le sinus en 2 antra ou plus et pour renforcer la structure osseuse du sinus. Le septum est à lame de couteau, et il s'étend sur toute sa longueur (Hungerbuhler et al. 2019).

Borgonovo et al. (2015) ont réalisé une étude en vue d'apprécier la prévalence, la localisation et la hauteur des septa du sinus maxillaire. Les septa ont été identifiés à l'aide de reconstructions "panorex" et de balayages axiaux d'une tomographie à faisceau conique à l'aide du logiciel "eXamVision". L'épaisseur de la muqueuse a été évaluée dans les scanners paraxiaux et liée aux septa où ils étaient présents. Dans la présente étude, la prévalence des septa sinusaux est de 38,1%. Une différence significative peut être trouvée dans la hauteur des septa primaires et secondaires. La hauteur moyenne des septa primaires était de 5,5 mm et des septa secondaires de 3,4 mm.

Ainsi, les septa primaires sont considérablement plus longs que les septa secondaires et peuvent aboutir au cloisonnement complet du sinus. Ils peuvent être de plusieurs types, selon leur taille et leur orientation (sagittale ou frontale), et peuvent contrarier la préservation de la membrane de Schneider.

L'épaisseur moyenne de la muqueuse était de 0,85 mm, alors que près des septa, elle s'est avérée être de 1,8 mm. La différence est statistiquement pertinente ( $P=0.003$ ).

Il n'existe pas de relation proportionnelle statistiquement significative entre les dimensions des septa et l'épaisseur des muqueuses ( $P = 0,53$ ).



*Figure 6 : Orientation des septa: (a) septum sagittal montré dans une coupe coronale du sinus maxillaire ; (b) septum coronal montré dans une coupe sagittale du sinus maxillaire, (c) septa transverses montrés dans une coupe sagittale du sinus maxillaire.*

*Hunr et al. 2019*

La présence de septa n'a pas été associée à l'âge ni au sexe. Cependant, une association significative a été observée entre l'absence / la présence de septa et le type de dentition: les

patients avec une dentition complète présentait plus souvent l'absence de septa et les patients édentés étaient plus souvent présents (Hungerbuhler et al. 2019).

La présence de septa de sinus maxillaire influe sur toute procédure d'élévation du plancher sinusien, comme la force adhésive de la membrane sinusienne est plus élevée dans la région du septum maxillaire. Plusieurs études ont montré une association entre la présence de septa maxillaires et la perforation de la membrane lors de l'élévation du plancher sinusial. Le logiciel de planification d'implant numérique basé sur la tomographie à faisceau conique (CBCT) permet de détecter les risques éventuels d'interférence des septa du sinus maxillaire. Ces risques peuvent être pris en compte lors de la planification de l'implant et de la pose ultérieure de l'implant.

En conclusion, les résultats de ces études montrent que la fréquence des septa dans le sinus maxillaire implique la réalisation d'une imagerie tridimensionnelle préopératoire pour minimiser le risque. Ceci est d'une grande importance pour les chirurgiens-dentistes, les chirurgiens oraux et les chirurgiens maxillo-faciaux. De plus, cette information tridimensionnelle pourrait influencer la prise de décision lors de la planification de l'implantation et réduire le nombre de perforations membranaires lors de l'élévation du plancher sinusial, car la position des septa peut déjà être prise en compte lors de la planification de l'implantation. Toutefois, cette question devrait faire l'objet d'une autre étude, idéalement prospective.

#### 1.4.1.2 Les phénotypes gingivaux

L'épaisseur de la membrane sinusienne peut être aussi modulée par le biotype gingival (Aimetti et al. 2008).

Les phénotypes gingivaux peuvent aider le clinicien à traiter les caractéristiques de la muqueuse sinusienne.

Selon l'étude de Aimetti et al. (2008), les phénotypes gingivaux ont été évalués sur la base de l'épaisseur gingivale telle que rapportée précédemment par Müller et al. (2000) ; ils ont décrit :

- un phénotype gingival mince caractérisé par une épaisseur gingivale  $< 1$  mm
- un phénotype gingival plat épais avec des tissus gingivaux  $> 1$  mm.

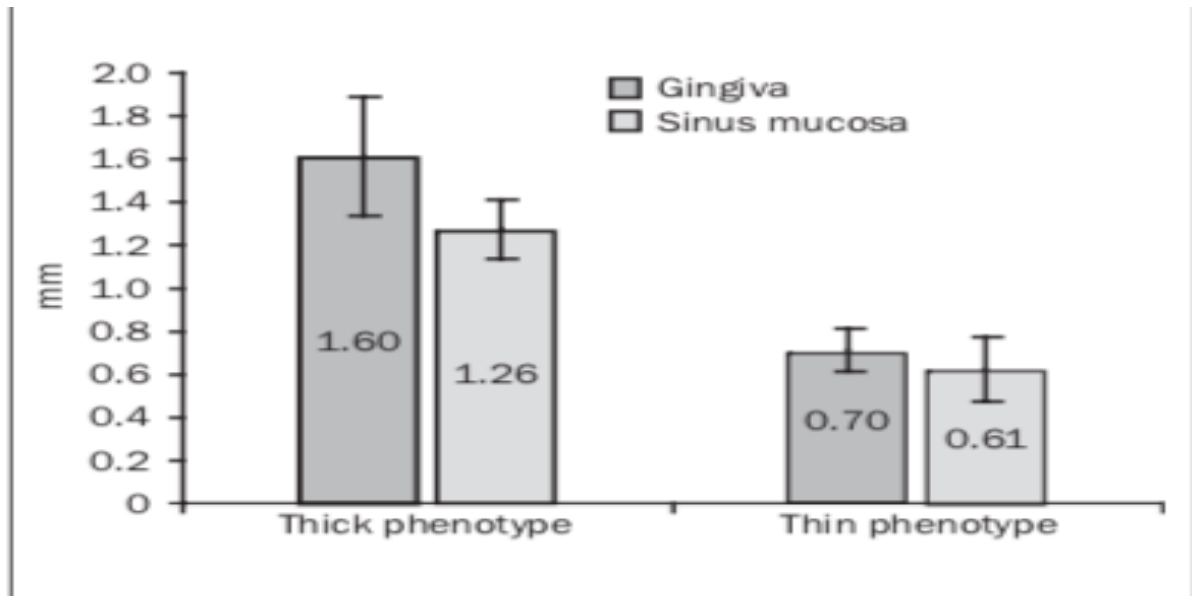


Figure 7: Diagramme représentant la corrélation entre l'épaisseur du phénotype gingival et celle de la membrane sinusienne d'après Aimetti et al. 2008

Ce graphique démontre que l'épaisseur de la membrane sinusienne est influencée par l'épaisseur du biotype gingival, que celui-ci soit épais ou fin.

L'épaisseur de la muqueuse sinusale était positivement associée au phénotype gingival. La corrélation était très significative et fournissait 99,5 % de puissance avec  $p = 0,05$ . L'épaisseur de la membrane sinusienne était de  $1,26 \pm 0,14$  mm (intervalle de 0,95 à 1,40 mm) chez les individus présentant une architecture gingival épaisse et de  $0,61 \pm 0,15$  mm (intervalle de 0,45 à 0,85 mm) chez les sujets présentant un tissu gingival mince (Aimetti et al. 2008) .

Les résultats de l'étude de Aimetti et al. (2008) suggèrent qu'il existe une corrélation positive entre l'épaisseur de la muqueuse sinusale et les phénotypes gingivaux. Un grand soin a été apporté à la sélection de la population étudiée afin d'éviter de confondre les facteurs. Tous les participants à l'étude n'ont pas présenté de pathologies sinusales ou d'infections péri apicales sur les dents postérieures maxillaires, car cela pourrait influencer l'épaisseur de la membrane sinusienne.

Les caractéristiques des phénotypes gingivaux ont été définies par les conditions observées dans la région antérieure maxillaire telles que décrites par Müller et al (2002). Ils ont rapporté un phénotype mince caractérisé par une gencive faciale festonnée et mince (0,6 à 0,8 mm) aux incisives et canines maxillaires, et un phénotype épais à tissus gingivaux plats de plus de 1 mm d'épaisseur associés à une forme carrée des dents. Il a été démontré que les phénotypes

parodontaux influencent l'épaisseur de la muqueuse masticatoire dans d'autres parties de la dentition.

#### 1.4.2 Facteurs pathologiques

Comme il a été évoqué dans les parties précédentes, les patients asymptomatiques présentent généralement une muqueuse de plus de 4 mm, ce qui constitue un facteur pathologique (Hernandez et al. 2008), en retenant 1 mm comme épaisseur moyen de la membrane de Schneider (Borgonovo et al ; 2015).

Il existe divers facteurs pathologiques qui ont une influence sur l'épaisseur de la membrane de Schneider.

En effet, plusieurs pathologies inflammatoires tels que les rhinites, les polypes, les maladies parodontales ainsi que les facteurs tabagiques sont susceptibles d'altérer d'une part l'activité et la physiologie du sinus maxillaire mais modifient aussi l'épaisseur de la muqueuse sinusienne.

##### 1.4.2.1 Pathologies associées aux infections d'origine dentaire

La présence d'un épaissement muqueux dans le sinus maxillaire présuppose toujours une irritation (Vallo et al. 2010). Une telle irritation pourrait être d'origine odontogène en raison de la proximité étroite des prémolaires et des molaires avec le plancher du sinus maxillaire. Les irritations odontogènes peuvent inclure les dents maxillaires postérieures non vitales, les abcès parodontaux, les racines conservées, les dents incluses ou incluses, les dents très carieuses et les fistules oro-antrales.

Vallo et al. (2010) ont démontré que les lésions péri-apicales, la perte osseuse horizontale alvéolaire, les poches verticales en infra-lymphatique et les lésions de furcation étaient toutes significativement associées à un épaissement muqueux dans le secteur 1 et 2 et ce sans aucune différence entre les deux sinus.

Cette étude a montré une association significative entre les résultats dentaires pathologiques et l'épaissement de la muqueuse sinusienne.

Dans une étude menée par Khorramdel et al. (2017), la technique CBCT a été utilisée pour évaluer les caractéristiques démographiques et radiographiques de la membrane sinusienne et la relation entre les changements de l'épaisseur de la membrane et les lésions pathologiques



dentaires telles que les infections péri-apicales et parodontales, les infections endodontiques et parodontales.

Dans la présente étude (Khorramdel et al. 2017), la présence d'une infection péri-apicale a entraîné une augmentation de l'épaisseur des membranes sinusiennes, conformément aux résultats d'une étude de Lu et al (2012), dans laquelle la présence d'une infection péri apicale a entraîné une augmentation de l'épaisseur de la muqueuse dans 48,4 % des cas. En comparaison, ce pourcentage était de 38,1 % dans une étude de Ritter et al (2011), 83,2 % dans une étude de Belger et al. (1991) et 60 % dans une étude de Hahnel et al. (1992).

Selon Brüllmann et al (2012), des lésions carieuses seraient susceptibles de modifier l'épaisseur de la muqueuse sinusienne.

Comme les pathologies dentaires semblent bien associées à une augmentation de l'épaisseur de la membrane sinusienne et que 10 à 12% des sinusites maxillaires sont causées par des infections dentaires, on peut supposer qu'en traitant une infection dentaire, le chirurgien-dentiste peut prévenir l'épaississement des muqueuses et de cette façon peut-être empêcher le développement de la sinusite maxillaire (Vallo et al. 2010).

#### 1.4.2.2 Pathologies associées à la maladie parodontale

L'épaisseur de la membrane de sinusienne est-elle affectée par la maladie parodontale ? C'est la question du Dr Dagassan-Berndt et al. (2013). L'objectif était d'évaluer l'épaisseur des membranes du sinus maxillaire chez les patients atteints de maladie parodontale avancée. Pour cela, l'épaisseur de membrane a été mesurée sur plusieurs patients à l'aide de la tomographie par faisceau conique.

Les maladies parodontales sont des maladies chroniques prévalentes, des maladies infectieuses affectant principalement la dent et ces structures de soutien (Page et al. 1997) ; et provoque une détérioration possible de la santé systémique (Tonetti et al. 2007, Sun et al. 2011). La maladie se produit souvent de façon symétrique et est le plus souvent prononcée dans la région postérieure du maxillaire supérieur (Mombelli et al. 2011). Dès la parodontite, la perte d'attache est déclenchée, les molaires maxillaires ont la fonction de risque le plus élevé de progression de la maladie en raison de leur morphologie complexe avec des racines multiples, une fusion radiculaire et des entrées de furcation difficiles à franchir avec l'accès à l'hygiène bucco-dentaire (Mombelli et al. 2011). L'accumulation accrue de biofilms au niveau

de furcation mène à une inflammation avancée, causant possiblement une parodontite horizontale et verticale avec destruction parodontale et atteinte de furcation.

L'épaisseur de la membrane sinusienne était plus importante dans les groupes dentés que édentés au niveau des zones molaires (Dagassan et al. 2013). Dans les groupes dentés, les signes cliniques de destructions parodontales à savoir augmentation de la profondeur de la poche de sondage ou lésion de la furcation n'étaient pas associés à l'épaisseur de la membrane du sinus.

Dans les régions molaires avec destruction parodontale, il se produit un épaissement de la membrane sinusienne, en particulier en association avec de petites couches d'os au-dessus des extrémités des racines ou des lésions péri-apicales (Dagassan et al. 2013).

Dagassan et al. (2015) conclue que la maladie parodontale influe sur l'épaisseur de la membrane sinusienne dans les zones molaires. Brumman et al. (2011) avait confirmé cette forte association entre l'épaississement de la membrane sinusienne et la parodontite lorsque la profondeur de poche était supérieure à 3 mm.

En revanche, il y a peu d'études pour corroborer ce résultat.

Etant donné qu'un sinus en bonne santé et reposant sur l'activité physiologique de la couche unique d'épithélium ciliée pseudostratifiée dans la cavité du sinus, tout facteur qui compromet l'activité mucociliaire et la clairance de la muqueuse pourrait augmenter le risque de modifications pathologiques de la membrane de schneider (Hungerbühler et al. 2019).

Une inflammation des sinus pourrait altérer l'activité mucociliaire de la membrane sinusienne et modifier la morphologie de la membrane. Une épaisseur de la membrane de Schneider supérieure ou égale à 2 mm est considérée comme un changement pathologique de la muqueuse (Srouji et al. 2009).

Il a également été rapporté qu'une sinusite maxillaire chronique ou des états allergiques seraient susceptibles de conduire à un épaissement des membranes sinusiennes (Little et al. 2018). De plus, chez un patient présentant une pathologie apicale, une étude a permis de constater que l'épaisseur coronaire moyenne est de 2,74 mm contre 1,21 mm chez une personne sans une telle pathologie (Khorramdel et al. 2017).

Nous pouvons observer que le statut endodontique, le statut péri-apical et l'état parodontal entraînent une augmentation de l'épaisseur de la membrane sinusienne (Janner et al. 2011).

Facteur	Épaisseur moyenne globale			Épaisseur moyenne sagittale moyenne		
	Coefficient	Valeur T	Valeur P	Coefficient	Valeur T	Valeur P
Âge	0,06	1,37	0,174	0,07	1,3	0,194
Sexe (féminin vs masculin)	<b>-0,33</b>	<b>-2,92</b>	<b>0,004</b>	<b>-0,37</b>	<b>-2,76</b>	<b>0,007</b>
Maladie rhinologique	0,08	0,35	0,727	0,14	0,51	0,631
Usage du tabac	- 0,13	- 0,83	0,411	- 0,15	- 0,84	0,402
Temps depuis l'extraction	0,02	1,35	0,179	0,02	0,85	0,395
Statut endodontique	0,12	1,02	0,312	0,148	1,03	0,305
Statut périapical	<b>0,26</b>	<b>2,15</b>	<b>0,033</b>	<b>0,305</b>	<b>2,1</b>	<b>0,037</b>
Statut parodontal	0,24	1,62	0,106	0,308	1,72	0,087
Saison d'imagerie *						
2 contre 1	0,17	0,97	0,335	0,11	0,54	0,588
3 contre 1	- 0,12	- 0,67	0,506	- 0,18	- 0,88	0,382
4 contre 1	- 0,07	- 0,44	0,663	- 0,09	- 0,51	0,61

Tableau 2: Analyse univariée du potentiel d'influence sur les paramètres cliniques et anamnestiques de l'épaisseur moyenne globale et moyenne sagittale (en mm) de la membrane sinusienne d'après Janner et al. 2011

### 1.4.3 Facteurs environnementaux

Les principales fonctions des cellules sinusiennes sont la filtration, le réchauffement et l'humidification de l'air inhalé.

Les cellules épithéliales de la membrane sinusienne servent de barrière mécanique et immunologique et agissent comme une défense de première ligne contre les polluants inhalés, les irritants et les toxines. Les facteurs environnementaux comme les allergènes et les polluants inhalés comme la fumée de cigarette peuvent jouer un rôle important dans les maladies des voies respiratoires supérieures, notamment l'asthme, l'otite moyenne et la rhino-sinusite. Plusieurs études ont porté sur les effets du tabagisme actif et de l'exposition à la fumée secondaire (FTS) sur les voies respiratoires supérieures et leur association avec les maladies des voies respiratoires supérieures. L'objectif de cet examen est de présenter les données existantes sur la corrélation entre le tabagisme actif et la FTS sur l'étiologie de la rhino-sinusite chronique. L'impact spécifique de la fumée de tabac directe et indirecte sur la fonction immunologique et mécanique des cellules épithéliales nasales afin de mieux décrire leurs effets pathophysiologiques sur les voies respiratoires supérieures (Reh et al. 2012).

Les voies respiratoires supérieures constituent la première ligne de défense contre les toxines et les agents pathogènes inhalés, y compris les polluants environnementaux comme la fumée de tabac et les microbes qui peuvent causer des dommages potentiels à l'hôte. Les effets nocifs de la fumée du tabac sur les voies respiratoires supérieures sont bien décrits dans la littérature.

Dr Reh et al. (2012) ont examiné les effets physiopathologiques de la fumée du tabac sur la muqueuse nasale dans le but d'expliquer la justification biologique de l'association clinique de la fumée et la rhinosinusite chronique.

Les cellules épithéliales nasales utilisent la clairance mucociliaire (MCC) qui repose sur une barrière de liquide de surface des voies respiratoires (ASL) et un battement ciliaire approprié pour transporter efficacement le mucus et éliminer les irritants potentiellement toxiques. Des expériences antérieures ont montré que la fumée de tabac peut avoir des effets néfastes sur la clairance mucociliaire. Dr Zhou et al. (2009) ont analysé la fréquence des battements ciliaires (CBF) dans des échantillons de biopsie de 61 patients ; 21 non-fumeurs, 27 fumeurs et 13 non-fumeurs qui étaient régulièrement exposés à la fumée secondaire. Les auteurs ont également analysé la FBC dans des cultures cellulaires d'interface air-liquide de 5 non-fumeurs et ont constaté que lorsqu'ils étaient exposés à de fortes concentrations d'un condensat de fumée de cigarette (CSC) (100µg/ml), il y avait une augmentation de la FBC

chez les fumeurs et les non-fumeurs exposés à des niveaux élevés de SHS comparativement aux non-fumeurs. Le tabagisme semblerait affecter la muqueuse sinusienne et est corrélé à une augmentation de l'épaisseur de la muqueuse sinusienne (Zhou et al. 2009).

Selon Ylmaz et al. (2012), l'épaisseur moyenne pour les non-fumeurs ne dépassait pas 1,05 mm alors que les fumeurs présentaient une valeur moyenne de 2,64 mm.

Selon Dagassan et al (2015), les fumeurs peuvent posséder des membranes sinusiennes plus épaisses que les non-fumeurs.

La médication jouerait un rôle sur la physiologie du sinus maxillaire, l'inhalation et la prise de substances illicites peuvent modifier l'histologie et la fonction de la muqueuse aussi bien nasale que sinusienne (Trousseau, 2010).

Le mois au cours duquel les images radiographiques sont prises aurait une influence sur les découvertes pathologiques dans les sinus maxillaires, septembre, octobre et novembre présentant une prévalence plus élevée de lésions kystiques (Vallo et al. 2010).

Une prévalence accrue d'épaississement de la muqueuse en hiver a été observée (Vallo et al. 2010). Une incidence significativement plus élevée a été trouvée en hiver et chez les patients présentant des symptômes associés à la sinusite. Le "nez bloqué" était le seul symptôme se produisant significativement plus souvent chez les patients présentant une pathologie.

#### 1.4.4 Facteurs interindividuels

En prenant en compte l'aspect interindividuel, il semble que même les membranes de Schneider saines présentent une grande variation au niveau de leur épaisseur. L'étude de Aimetti et al. (2008) a permis d'identifier une épaisseur moyenne de 0,97 mm avec mise en évidence d'une corrélation positive entre le phénotype gingival et l'épaisseur de la membrane de Schneider. Ainsi, les sujets présentant un phénotype gingival plus épais présentaient une membrane de Schneider plus épaisse avec une épaisseur moyenne de 1,26 mm, que les individus biotypes minces qui ont épaisseur moyenne de 0,61 mm de la membrane de Schneider. D'après Cakur et al. (2013) les hommes présentent une membrane de Schneider plus épaisse (moyenne de 0,74 mm) par rapport aux femmes (0,34 mm).

En comparant l'épaisseur de la membrane entre les deux sexes, les mâles semblent avoir des membranes plus épaisses que les femelles. Les études menées par Vallo et al. (2010), Janner et al. (2011), Cakur et al. (2013) arrivent également à cette conclusion. Au contraire, Pazera et al. (2011) ont conclu qu'il n'y a pas de différence significative entre l'épaisseur de la muqueuse sinusienne maxillaire et le sexe ( $p = 0,294$ ).

Auteurs	Année d'étude	Méthode d'étude	Résultats
Tos et Mogesen et al.	1979	Cadavres	0,3–0,8 mm
Aimetti et al.	2008	Endoscopiquement	0,97 ± 0,36 mm
Pommer et al.	2009	Cadavres	0,09 ± 0,045 mm
Janner et al.	2010	CBCT	2,16–3,11 mm (régions mi-sagittales) et 0,9–1,84 mm (régions médianes latérales)
Pazera et al.	2010	CBCT	1,58 mm (IC à 95%: 1,17 à 1,98)
Cakur et al.	2011	CBCT	0,5 ± 0,49 mm
Pommer et al.	2012	CTs	0,8–1,99 mm
Anduze-Acher et al	2012	CTs	1,99 ± 2,10 mm
Zheng-Ze Guo et al.	2015	CBCT	1,93 ± 2,00 mm
Shih-Cheng Wen et al.	2015	CBCT	1,78 ± 1,99 mm
Yen-Hua Lin et al.	2015	CBCT	1,32 ± 0,87 mm
Insua et al.	2017	Cadavres	1,36 ± 0,42 mm
Lozano-Carrascal et al.	2017	CBCT	1,82 ± 1,59 mm
Talo Jildirim et al.	2017	CBCT	4,19 ± 5,84 mm
Étude actuelle	2017	CBCT	1,60 ± 1,20 mm

Tableau 3 : Toutes les études mesurant l'épaisseur de la membrane sinusienne (Kalyvas et al 2018)

De nombreuses études ont estimé l'épaisseur moyenne de la muqueuse du sinus maxillaire, certaines utilisant des CBCT. Ces études sont présentées ci-dessus. De ces études, nous pouvons conclure qu'il existe clairement une variabilité en ce qui concerne l'épaisseur de la membrane de Schneider. Cela signifie qu'un clinicien ne peut pas collecter d'informations sur l'épaisseur d'une membrane sinusienne en fonction du sexe, du côté ou de l'âge du patient.

Les différences susmentionnées peuvent être attribuées au fait que chaque étude a évalué différentes populations et a également défini différents critères pour la sélection de leur échantillon.

#### **Calcul de l'épaisseur de la membrane sinusienne sur des cadavres :**

Les maxillaires de 20 cadavres humains non fixés (nombre égal d'hommes et de femmes, âgés de 56 à 87 ans) ont été obtenus de l'Institute of Anatomy de l'Université de médecine de Vienne, en Autriche. Le matériau de l'échantillon provenait du plancher et de la paroi faciale du sinus maxillaire par une dissection minutieuse immédiatement avant l'expérimentation. Le temps écoulé entre la récupération des échantillons et les tests a été réduit au minimum afin de préserver les propriétés élastiques des échantillons membranaires. Pour prévenir la déshydratation, les tissus ont été conservés humidifiés dans une solution saline physiologique à la température ambiante. Pour les trois différentes méthodes d'essai prévues, trois types d'échantillons ont été obtenus : des bandelettes membranaires de  $10 \times 20$  mm ( $n = 39$ ), des carrés de membrane de  $20 \times 20$  mm ( $n = 39$ ) et des bandelettes osseuses avec le sinus. membrane toujours attachée ( $n = 22$ ). L'épaisseur des bandes et des carrés de membrane a été évaluée au centre des échantillons de membrane par deux enquêteurs indépendants (BP et EU) en utilisant un pied à coulisse micrométrique électronique d'une précision de  $1 \mu\text{m}$ .

Ce calcul est tiré de l'étude sur des cadavres des Dr Pommer et al. (2009).

#### **Calcul de l'épaisseur de la membrane sinusienne au CBCT :**

***La méthode utilisée pour calculer l'épaisseur de la membrane sinusienne au CBCT est la suivante.***

***Sur une image panoramique, le sinus est divisé en 4 parties égales et 3 points fixes sont alors créés.***

Toutes les mesures ont été effectuées en millimètres à l'aide de la règle contenue dans le NNT Viewer®.

La distance entre les parois médiale et latérale du sinus maxillaire dans les images panoramiques reformatées a été divisée en quatre segments égaux. Ainsi, trois points ont été créés; AR, BR, CR et du sinus droit et AL, BL, CL et du sinus gauche (Figure 7). Pour chacun des points susmentionnés, une coupe transversale de 1 mm d'épaisseur a été réalisée au milieu

de l'os alvéolaire. Dans les images en coupe, l'épaisseur de la membrane sinusienne a été mesurée au point le plus profond du plancher sinusien (point D). Ainsi, trois mesures différentes ont été effectuées pour chaque sinus (Figure 8).

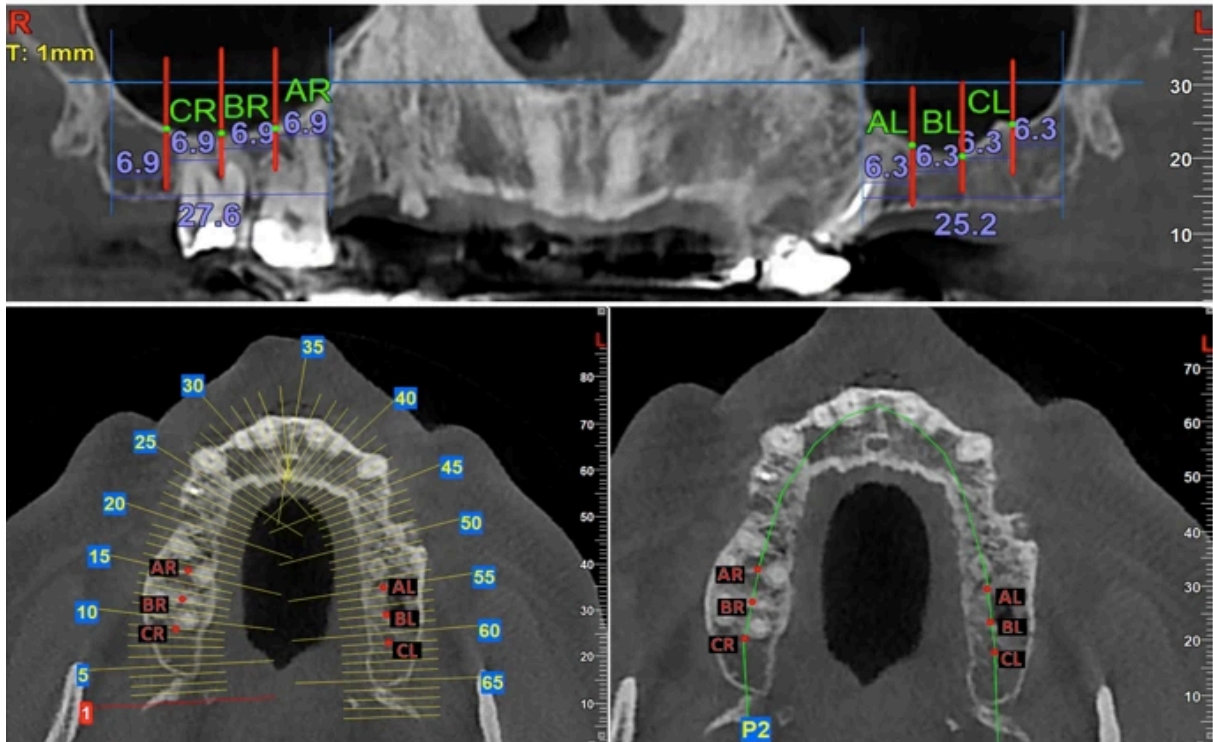


Figure 8 : démonstration de la méthode utilisée dans l'image panoramique pour diviser le sinus en quatre parties égales et trouver trois points fixes pour les mesures. De plus, ces points fixes dans le plan horizontal avec et sans section d'après Kalyvas et al. 2018

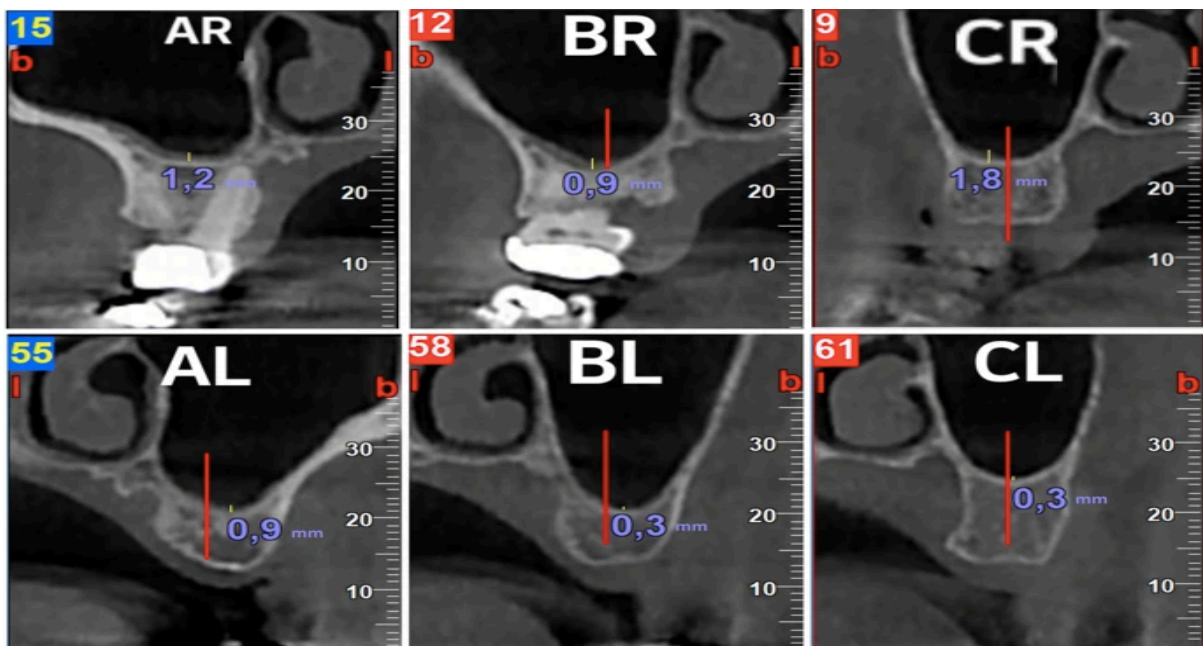


Figure 9 : Démonstration de la méthode utilisée pour déterminer l'épaisseur de la membrane sinusienne dans les images en coupe pour chacun des points fixes d'après KALYVAS et al. 2018



Selon l'étude de Kalyvas et al. (2018), il n'y a pas d'influence statistiquement significative lorsque l'on compare l'épaisseur de la muqueuse et l'âge ( $p = 0,878$ ). Janner et al. (2010), Vallo et al. (2010) et Jildirim et al. (2017) sont également conformes à ces résultats. Le facteur « âge » ne semble pas affecter les caractéristiques anatomiques du sinus.

En conclusion, l'épaisseur gingivale et le sexe étaient les seuls paramètres génétiquement déterminés à prédire de manière fiable l'épaisseur de la membrane sinusienne : ils étaient plus élevés chez les patients présentant un biotype gingival épais et plus faibles chez la femme (Aimetti et al. 2008, Vallo et al. 2010, Janner et al. 2011 et Cakur et al. 2013).

Des études futures comprenant de plus grands groupes de participants devraient être nécessairement conduites afin d'établir d'autres corrélations possibles entre les structures anatomiques du sinus maxillaire et leurs variations.

## 2. Importance de l'épaisseur de la membrane de Schneider dans le risque de perforation

Dans cette deuxième partie, l'importance de l'épaisseur de la membrane de Schneider sera abordée, face à un risque de perforation.

### 2.1. Prévalence

La procédure d'élévation du plancher sinusien est considérée comme relativement invasive, mais une incidence relativement faible de complications chirurgicales et post chirurgicales a été rapportée. La complication chirurgicale la plus courante est la perforation de la membrane de Schneider. Cette complication survient dans 10% à 35% des procédures d'élévation du plancher sinusien (Schwartz-Arad et al. 2004, Gurler et al. 2015).

Selon Schwartz-Arad et al. (2004), les perforations membranaires sont fortement associées à l'apparition de complications postopératoires et consistent principalement en une infection sinusale aiguë ou chronique, une invasion bactérienne, un gonflement, un saignement, une déhiscence de la plaie, la perte du matériau de la greffe et une perturbation de la fonction physiologique du sinus normal.

Les conséquences cliniques des perforations de la membrane de Schneider n'ont pas encore été clairement établies. Il est bien connu que les implants perforant le plancher des sinus et faisant saillie jusqu'à 3 mm dans la cavité des sinus ne montrent pas de taux de réussite plus faible (Hameed et al. 2014). Cependant, lorsque la membrane de Schneider est perforée, le matériau de greffe n'est pas confiné et peut être délogé et la néo-vascularisation perturbée, entravant ainsi la régénération osseuse. De plus, il a été démontré que la membrane sinusienne possède des capacités ostéogéniques, contient des cellules souches, et participe à la formation osseuse après la levée du plancher sinusien (Srouji et al. 2011).

La perforation de la membrane de Schneider est susceptible d'entraîner des complications postopératoires lors d'un soulèvement du sinus. Cependant, les données de la littérature soulignent que ces complications ne sont pas significatives. Selon Ardekian et al. (2006), la présence de perforation de la membrane n'a pas d'impact significatif sur le taux de réussite de l'intervention.

Shiffler et al. (2015) ajoutent que la taille de la perforation de la membrane de Schneider n'impacte pas sur la probabilité de complications postopératoires.

D'après une revue systématique de la littérature de Al-Dajani et al. (2016), le taux de perforation était de 23,5% (IC à 95%), variant de 3,6% à 41,8%. Ce taux de perforation est basé sur 12 études se portant sur 1 652 procédures d'élévation de la membrane sinusienne. Cette disparité peut être due à plusieurs facteurs contributifs, voire à des perforations non détectées. En termes de conclusion pratique, le clinicien peut s'attendre à faire face à une perforation de la membrane de Schneider sur quatre procédures d'élévation des sinus.

## 2.2. Facteurs de risque

La littérature met en évidence les facteurs de risques de perforation de la membrane de Schneider dans le cadre d'un sinus lift. En 2014, Von Arx et al. ont relevé cinq facteurs de risques, à savoir :

- le fait de fumer ;
- l'utilisation d'une approche simultanée dans le cadre de l'intervention ;
- la présence de septa ; et
- une crête résiduelle ayant une hauteur minimale inférieure ou égale à 4 mm.

Ceci étant, ces auteurs soulignent le fait que ces facteurs ne contribuent pas de manière significative à l'augmentation du risque de perforation de la membrane de Schneider (Von Arx et al. 2015).

Ensuite, Al-Dajani et al. (2006) a constaté qu'une épaisseur réduite de la membrane de Schneider et la présence de septa sont des facteurs de risque de perforation de la membrane dans le cadre d'un sinus lift.

Une étude récente réalisée par Marin et al. (2019) renforce le fait que l'épaisseur de la membrane de Schneider constitue un facteur de risque de perforation.

## 2.3 Classification des perforations

L'étude de Fugazzotto et al. (2003) a permis de classer les lésions du sinus en fonction de la taille et la position :

- classe 1 : perforations de taille inférieure à 5 mm qui s'étendent jusqu'au bord supérieur de l'antrostomie.
- classe 2A : lacérations situées aux limites de l'ostéotomie (entre 5 et 10 mm)
- classe 2B : lacérations latérales de l'antrostomie (plus de 10 mm), souvent préexistantes et déterminées par une ancienne avulsion dentaire ou fistule oro-antrale.
- classe 3 : lacérations centrales de l'antrostomie, souvent préexistantes et déterminées par une ancienne avulsion dentaire ou fistule oro-antrale.



Figure 10 : représentation schématique de la classification des perforations selon FUGUZZATO et al. 2003

## 2.4 Prise en charge

La prise en charge des perforations de la membrane de Schneider peut être réalisée à travers différentes techniques qui seront présentées dans le présent chapitre.

#### 2.4.1. Techniques de réparation

En règle générale, plus la perforation est grande, plus elle est difficile à gérer. Différentes méthodes de réparation des perforations ont été proposées : celles de Schwartz-Arad et al. (2004) et de Jordi et al. (2018).

Les petites perforations (moins de 5 mm) peuvent souvent se résoudre elles-mêmes en raison du pli qui se produit lorsque la membrane de Schneider est réfléchie.

Les perforations moyennes (5-10 mm) doivent être obstruées avec un ruban de collagène ou une membrane collagène. Il est également recommandé de suturer la perforation, bien que cette approche soit difficile à réaliser. Parfois, en prolongeant l'ostéotomie, la membrane de Schneider peut être réfléchie au-delà des marges de la perforation. Une membrane résorbable peut être insérée dans la cavité des sinus avec ses extrémités extrudées de la fenêtre pour être fixées aux bordures osseuses avec des punaises de fixation. Ainsi, une poche contenant le matériau de greffe est créée.

Les grandes perforations (plus de 10 mm) doivent être recouvertes au moyen d'une feuille d'os lamellaire ou d'un bloc d'os. Un lambeau de coussinet adipeux buccal pédiculé a également été suggéré.

Selon Pikos et al. (2008), la réparation de la perforation peut se faire à l'aide d'une membrane de collagène à résorption lente.

D'après Hernandez et al. (2008), les perforations de la membrane de Schneider peuvent être traitées à l'aide d'une membrane de collagène résorbable, d'une suture avec un matériel résorbable, et d'un os lamellaire associé à une membrane résorbable.

Shiffler et al. (2015) estiment qu'en peropératoire, les perforations de la membrane de Schneider peuvent être réparées avec un ruban de collagène.

Pour Marin et al. (2019), l'utilisation d'une membrane de collagène permet de traiter les perforations de la membrane sinusienne.

Étendue de la perforation (mm)	Traitement chirurgical des perforations des membranes sinusiennes
<5	Suturer membrane de collagène résorbable
5-10	Os lamellaire + membrane de collagène résorbable
> 10	Os lamellaire Os lamellaire + Coussin adipeux buccal Bloc osseux greffé

*Tableau 4 : synthèse des options de traitement en cas de perforation de la membrane sinusienne, en fonction de l'étendue d'après Schwartz-Arad et al. (2004)*

#### 2.4.1.1 Technique de suture directe de la membrane

D'après Hernandez et al. (2008), cette technique est indiquée en cas de perforation de la membrane sinusienne inférieure à 5 mm.

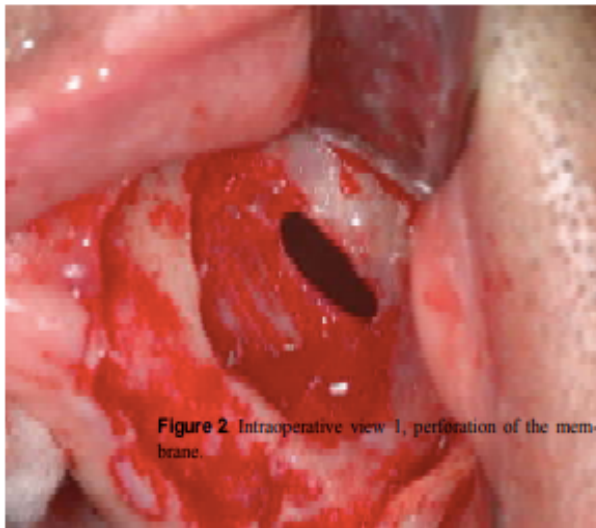
Si la perforation se situe au niveau du bord supérieur de la fenêtre d'accès latéral, il est possible de suturer cette membrane à la paroi osseuse, à l'aide d'un fil résorbable 6/0 en Vycril. Un décollement de la membrane sera réalisé pour limiter les tensions sur cette dernière.

La corticale osseuse est ensuite perforée au niveau du bord supérieur de la fenêtre d'accès latéral à l'aide d'une fraise carbure.

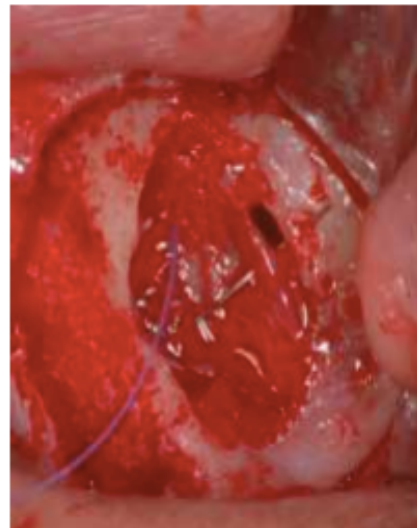
Des points de suture en O seront réalisés avec un fil résorbable 6/0 en Vycril, une aiguille ronde atraumatique et un porte aiguille chirurgicale de type Castroviejo.

Le praticien réalise un premier point placé à environ 4-5 mm du bord inférieur de la perforation membranaire et permet un premier rapprochement cranio-caudal sans tension des berges de la perforation. Ensuite le praticien réalise des points mésio-distaux sont réalisés tous les 4-5 mm, en direction crâniale.

Le praticien passera un dernier point à travers la perforation préalablement réalisée à proximité de la fenêtre d'accès, permettant un maintien de la membrane sinusienne à l'os maxillaire (Perros N. 2016)



**Figure 2** Intraoperative view 1, perforation of the membrane.



*Figure 11 : Suture de la membrane sinusienne perforée a la paroi osseuse (source : MASSEI et al. 2015)*

#### 2.4.1.2 Technique de suture avec membrane de collagène

Cette technique est indiquée en cas de perforations de la membrane sinusienne comprise entre 5 et 10 mm ou de plusieurs perforations de la membrane sinusienne inférieures à 5 mm. On peut recouvrir la perforation l'aide d'une membrane de collagène, associée à l'application de la lamelle osseuse de la fenêtre d'accès latéral contre cette membrane.

Technique opératoire d'après Hassani et al. 2008 : Le chirurgien-dentiste décolle la membrane autour de la perforation afin de limiter les contraintes sur celle-ci. Le praticien découpe ensuite une membrane de collagène afin de lui donner des dimensions largement supérieures à celles de la perforation, puis l'insère dans l'espace sous-sinusien. Le praticien applique la membrane de collagène contre la membrane sinusienne, au niveau de la perforation. Le praticien réalise ensuite des sutures de manière classique.

On peut réaliser la technique de la membrane de collagène stabilisée en cas de perforation supérieure à 10 mm. L'utilisation de cette membrane permet d'éviter le décalage de celle-ci lors de la mise en place du substitut osseux.

### 2.4.1.3 Technique chirurgicale utilisant l'os lamellaire

Cette technique est indiquée en cas de perforation de la membrane sinusienne supérieure à 5 mm en complément ou non avec l'utilisation d'une membrane de collagène résorbable.

Si la perforation est supérieure à 10 mm, cette technique sera associée avec la traction de la boule graisseuse de Bichat. Ces deux actions complémentaires pourront parfaire la fermeture de la perforation.

Technique opératoire d'après Hernandez et al. 2008 :

Afin de diminuer les risques de tension, le décollement de la membrane perforée est poursuivi permettant à celle-ci de se replier sur elle-même.

Si la perforation est comprise entre 5 et 10 mm :

Soit le praticien place la lamelle osseuse en rotation à l'intérieur du sinus afin de recouvrir la perforation.

Soit le praticien utilise une membrane de collagène résorbable de taille supérieure à la perforation et l'applique contre celle-ci. La lamelle osseuse sera placée en rotation à l'intérieur du sinus et couvrira la membrane de collagène.

Si la perforation est supérieure à 10 mm, le praticien place la lamelle osseuse en rotation à l'intérieur du sinus pour recouvrir la perforation et ensuite il tracte la boule graisseuse de Bichat pour fermer de façon optimale la perforation (Perros 2016).

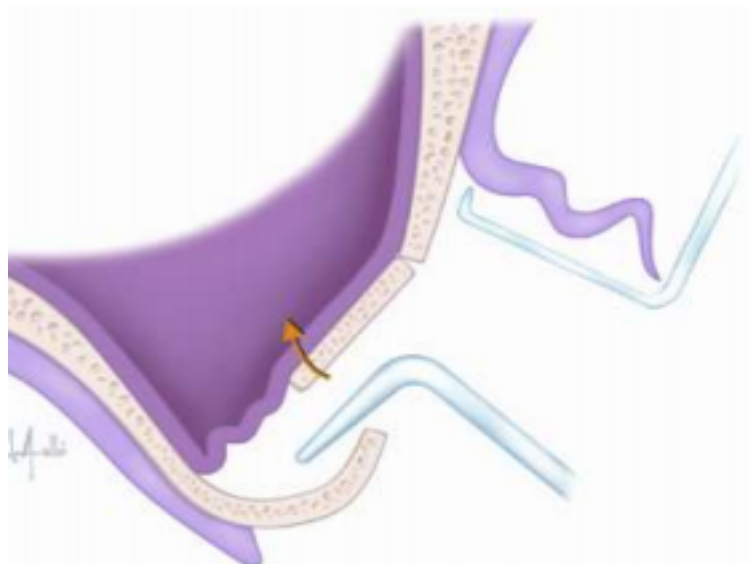


Figure 12 : Schéma de la mise en rotation de la lamelle osseuse à l'intérieur du sinus  
(Source : HERNANDEZ et al. 2008)



#### 2.4.1.4 Technique de suture utilisant la boule graisseuse de Bichat

La boule graisseuse de Bichat est une lame graisseuse d'un poids moyen compris entre 8 et 11,5 grammes, et a pour dimension 10 cm de long, 5 cm de large et 2 cm d'épaisseur.

Cette masse graisseuse a pour caractéristique d'être riche en cellules multipotentes, lui conférant un potentiel de cicatrisation important.

Cette technique est indiquée en cas de perforation supérieure à 10 mm de diamètre.

Elle permet une cicatrisation plus importante que celle obtenue avec une membrane de collagène. C'est une technique qui est relativement simple à mettre en place et accorde au patient un certain confort.

Technique opératoire d'après Hassani et al. (2008) :

Afin de diminuer les risques de tension, le décollement de la membrane perforée est poursuivi permettant à celle-ci de se replier sur elle-même.

Incision au niveau du fond du vestibule en regard de la deuxième molaire. L'opérateur réalise une dissection à travers le muscle buccinateur pour permettre à la boule de Bichat d'être apparente.

Le praticien mobilise la boule graisseuse afin de lui permettre de venir au niveau de la perforation. Puis maintient la boule de Bichat en place à l'aide d'une suture à point de départ palatin. Il insère le matériau de substitution osseuse une fois que la boule de Bichat recouvre complètement la perforation. Il peut ensuite suturer le lambeau (Perros 2016).

#### 2.4.1.5 Technique de recouvrement par greffon osseux

Cette technique est utilisée en cas de perforation de la membrane sinusienne supérieure à 10 mm. Elle permet d'éviter une dissémination du matériau de greffe à l'intérieur du sinus.

Le praticien pourra utiliser cette technique seule ou en complément.

Technique opératoire :

Afin de diminuer les risques de tension, le décollement de la membrane perforée est poursuivi permettant à celle-ci de se replier sur elle-même.

Le praticien réalise le prélèvement osseux, s'il s'agit d'une greffe autologue.

La taille et la forme du greffon (bloc autogène ou allogène) sont ensuite adaptées à l'espace sous-sinusien. Les sites implantaires sont ensuite préparés l'aide de forets pilotes. Le praticien

place le greffon dans l'espace sous-sinusien (le greffon est marqué pour permettre la mise en place des futurs implants).

En extra-oral, les sites implantaires sont préparés au niveau du greffon à l'aide des séquences de forets classiques.

La pose des implants pourra se faire dans le même temps chirurgical (se sont alors les implants qui, une fois posés, permettront la rétention du greffon sous-sinusien), ou dans un second temps, avec l'utilisation de vis en inter-séances (Perros 2016)

#### 2.4.1.6 Membrane de collagène stabilisée

L'utilisation d'une membrane de collagène stabilisée est indiquée dans les perforations supérieures à 10 mm de diamètre.

Cette technique présente comme avantage d'éviter un décalage de la membrane collagénique lors de la mise en place du substitut osseux.

La technique opératoire est la même que celle décrite par Hassani et al. (2008), vu plus haut.

Il est intéressant de mentionner la technique de la poche dite « Loma Linda » :

Cette technique permet de réaliser la greffe osseuse en cas de perforation de la membrane sinusienne tout en isolant le matériau de greffe.

Le praticien place une membrane de collagène résorbable à l'intérieur du sinus, celle-ci est fixée de part et d'autre de la fenêtre d'accès latérale par des ancrages vissés.

Le praticien fermera ensuite cette poche par une seconde membrane.

L'inconvénient de cette technique est qu'elle limite la vascularisation du greffon car celui-ci est isolé par deux membranes. Le remodelage osseux est moins important que celui d'une greffe classique (Perros 2016).

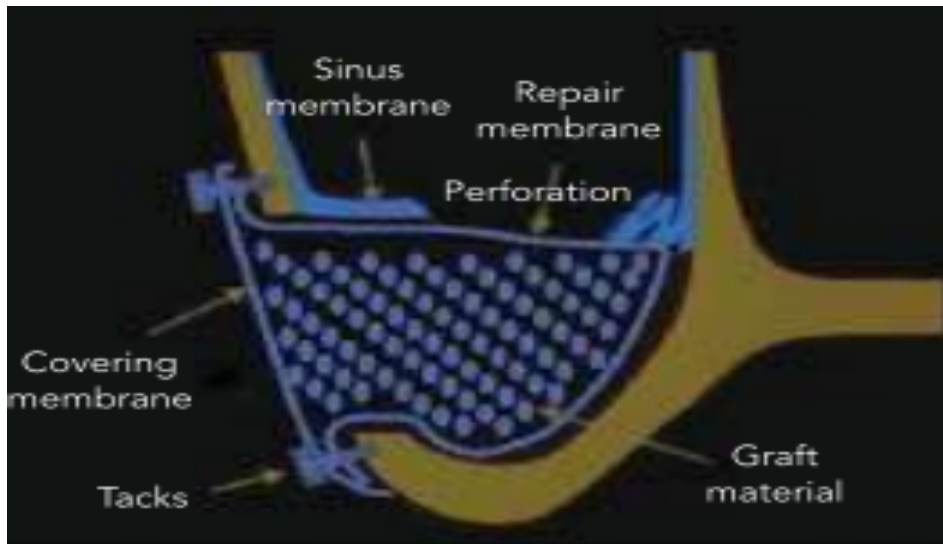


Figure 13 : Représentation schématique de la technique de Loma Linda (PROUSSAEFS et al. 2003)



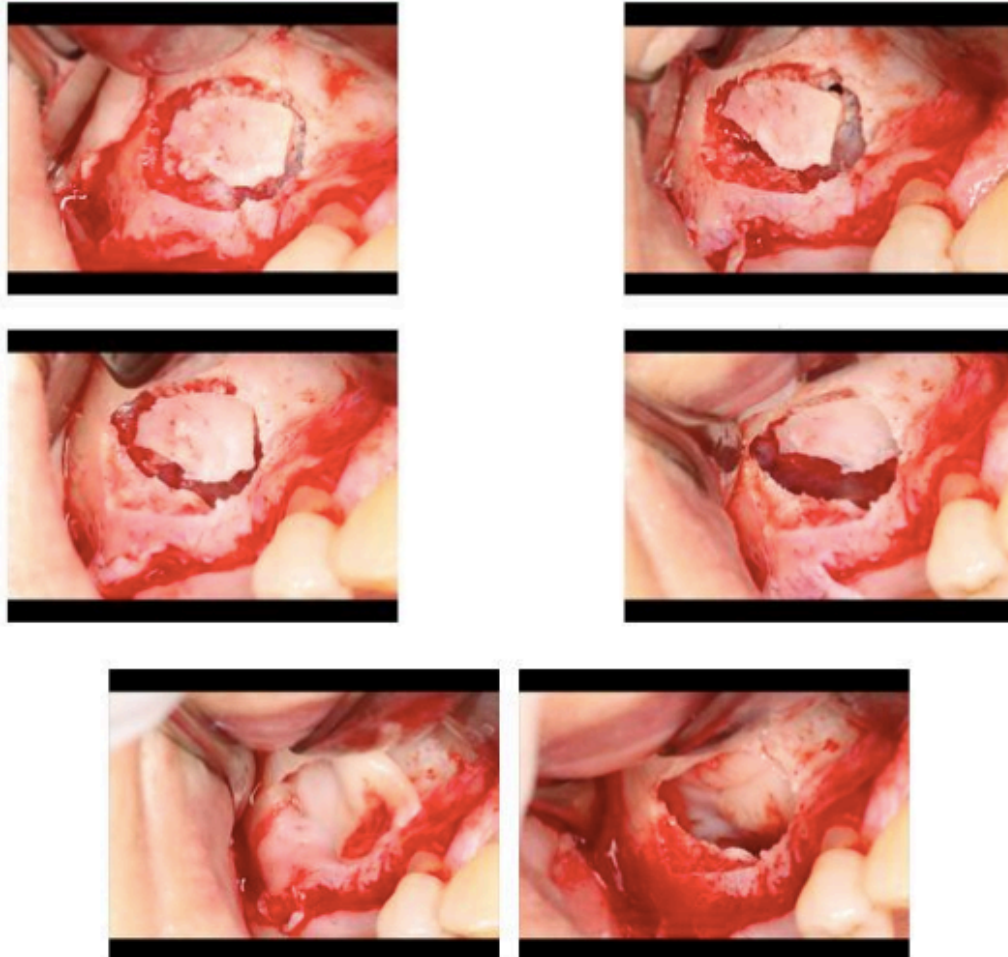
Figure 14 : Utilisation clinique de la technique de la poche, suivi de la mise en place du substitut osseux

#### 2.4.2. Exemple de cas

L'utilisation de fibrine est recommandée pour réparer tout type de perforation de la membrane sinusienne. Les indications proposées se porteront sur trois cas impliquant différentes perforations.

##### *Cas 1 : Petite perforation*

Au cours de l'élévation de la membrane des sinus, une petite perforation de classe 1 peut se produire. Le clinicien peut procéder à l'élévation sans agrandir le trou et soulever le mur osseux dans la cavité des sinus comme une trappe (Fugazzotto et al. 2003). Comme la perforation est petite, aucune membrane de collagène n'est nécessaire.



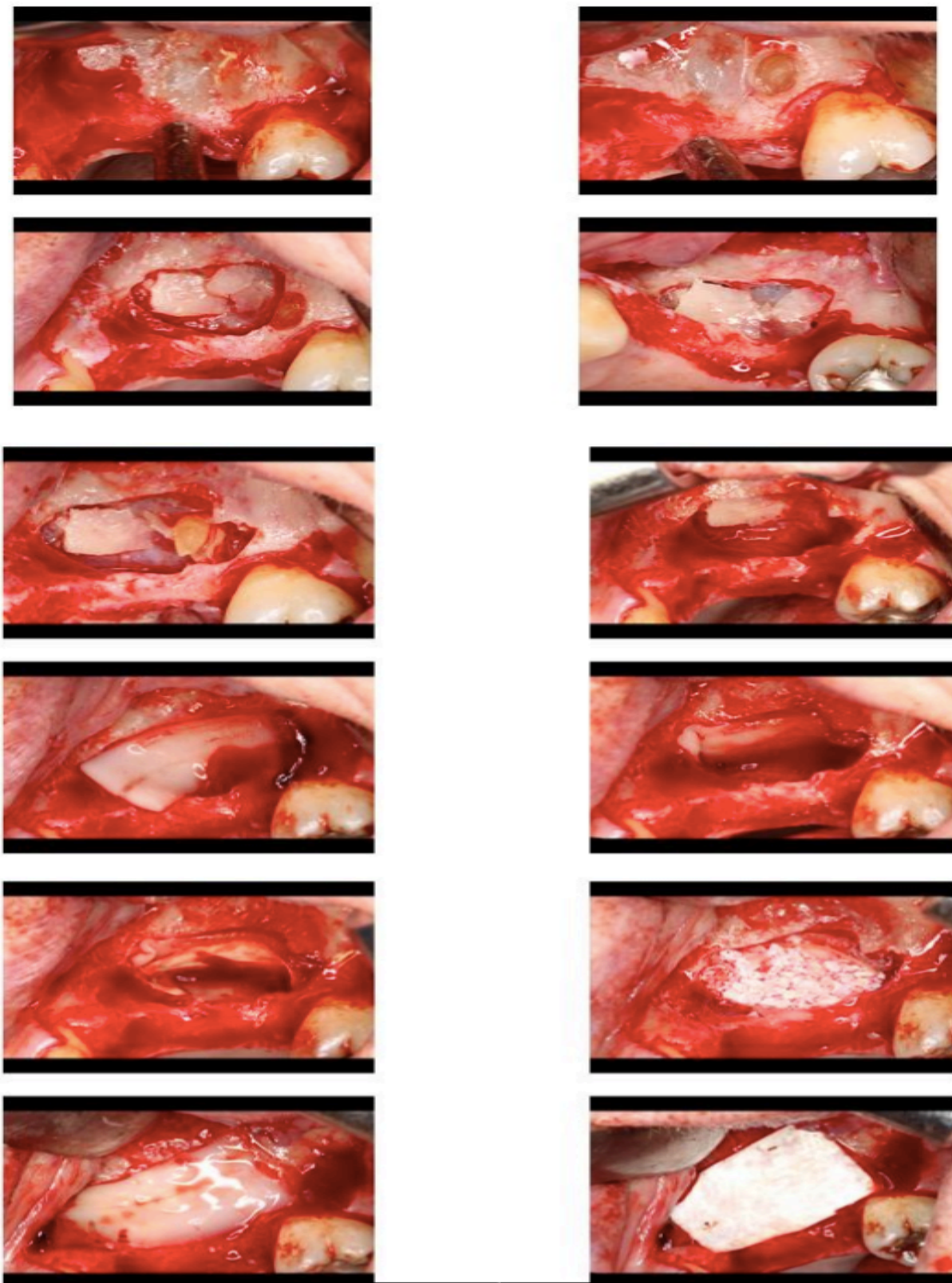
*Figure 15 : Traitement des petites perforations de la membrane sinusienne lors d'un sinus lift d'après MASSEI et al. 2015*

### *Cas 2 : Perforations multiples*

Dans le cadre d'une ostéotomie autour de la racine en utilisant une piézochirurgie pour créer la fenêtre osseuse, la membrane de Schneider peut être détachée, laissant apparaître deux petites perforations : l'une de classe 1, l'autre de classe 2.

La paroi osseuse a été réfléchiée et la membrane a été pliée pour fournir un toit adapté à l'espace sub-antral augmenté. Une membrane comportant de la fibrine a été appliquée et moulée vers le nouveau toit pour l'épaissir. Ceci a été facilement réalisé en raison des caractéristiques d'adhérence de cette membrane.

Comme il y avait deux perforations différentes, le toit devait encore être renforcé. Pour ce faire, une membrane de collagène résorbable doit être placée afin de créer un espace autonome et cette dernière peut aussi être remplie de granules d'os de bovin.



*Figure 16 : Traitement des perforations multiples de la membrane sinusienne dans le cadre d'un sinus lift d'après MASSEI et al. 2015.*

### *Cas 3 : Grande perforation*

Dans le troisième cas, la membrane de Schneider commence à se déchirer dans le bord inférieur formant une perforation de classe 3, puis une nouvelle grande perforation mesurant près de 20 mm peut apparaître dans le bord supérieur.

Pour gérer ce cas, l'approche suivante se présente comme bénéfique (Schwartz et al. 2004, Hernandez et al. 2008) :

- Conserver le mur osseux excisé et essayer de l'utiliser dans la nouvelle barrière qui sera créée.
- Effectuer la manœuvre de Valsalva. Un résultat positif indique qu'une nouvelle barrière est créée avec succès.
- Pour renforcer la barrière, ajouter une membrane de collagène résorbable.
- Assurer la création d'un espace autonome prêt à recevoir la greffe.
- Recouvrir le greffon latéralement avec une membrane de fibrine et une autre membrane de collagène au-dessus, puis suturer la plaie.

De manière générale, face à une perforation de la membrane de Schneider dans le cadre d'un soulèvement de sinus, le collagène est reconnu comme permettant la réparation. En effet, Pikos et al. (2008), Hernandez-Alfaro et al (2008), et Marin et al 2019) ont identifié qu'une membrane de collagène résorbable connaît un succès dans la réparation de la perforation de la membrane de Schneider.

En 2015, Shiffler et al. ont également relevé l'utilisation d'un ruban de collagène dans le cadre de la réparation des perforations de la membrane de Schneider en peropératoire.

## 2.5 Prévention

Le chirurgien-dentiste doit être capable d'analyser et de prévoir le risque de perforation de la membrane sinusienne notamment au cours de la réalisation du sinus lift qui est un acte fréquemment pratiqué de nos jours.

La prévention de la perforation de la membrane de Schneider peut être réalisée suivant diverses manières. D'abord, un examen clinique et radiologique approfondi doit être effectué pour évaluer l'anatomie du sinus, la présence d'une pathologie des sinus et la hauteur résiduelle de l'os alvéolaire (Jordi et al. 2018). Cette démarche permet notamment de déterminer les probabilités de survenue de la perforation, et par conséquent de mettre en place les mesures nécessaires pour l'éviter lors de l'intervention.

### 2.5.1 Interrogatoire médical

L'interrogatoire médical, ou anamnèse médicale, est un acte à la fois médicolégal, réalisé pour chaque nouveau patient. Il se présente sous la forme d'un questionnaire qui sera complété, daté et signé par le patient, d'un entretien oral avec le praticien. Cet entretien permettra une évaluation de la santé générale du patient ainsi que les risques potentiellement encourus (Gorin et al. 2011).

Cet examen nécessaire pour tout acte d'odontologie l'est plus particulièrement pour les actes de chirurgie buccale tels que les greffes osseuses pré-implantaires en raison des risques accrus et des nombreuses contre-indications existantes. Daté et signé par le patient, celui-ci s'engage tout déclarer, ainsi en cas d'accident le praticien peut prouver qu'il a respecté ses obligations de moyen.

Ainsi, il sera nécessaire de mettre en évidence les médications nécessitant des précautions particulières lors des soins (risque hémorragique concernant les antiagrégants plaquettaires et anti-vitamine K, etc.), les pathologies nécessitant des précautions particulière (diabète non équilibré, risques d'endocardite, etc.).

De plus, l'interrogatoire médical devra mettre en évidence la prise de tabac et les pathologies nécessitant des précautions particulières à la réalisation d'une greffe osseuse sinusienne (Gorin et al. 2011).

Ainsi, la présence d'une parodontite chronique devra être recherchée et nécessitera une prise en charge thérapeutique complète avant la réalisation de la greffe. En effet, celle-ci représente un facteur de risque élevé au succès du sinus lift.

La présence de sinusite aiguë devra également être recherchée, avec notamment une origine dentaire et en conséquence la présence de lésions péri-apicales ou de kystes au niveau des dents maxillaires. Cette sinusite et sa cause devront être traitées avant la réalisation du soulèvement de sinus (traitement à la fois sinusien et dentaire).

### 2.5.2 Examens radiologiques

Les examens radiologiques préopératoires sont indispensables en chirurgie pré-implantaire. Ils vont permettre entre autre le diagnostic, la planification chirurgicale, et ont également une valeur médico-légale.

L'examen radiologique en deux dimensions par orthopantomogramme est considéré comme incomplet en chirurgie pré-implantaire car il ne permet qu'une estimation de la hauteur sous sinusienne et non du volume disponible.

L'examen par tomographie volumique faisceau conique (CBCT) permet une acquisition volumique avec reconstruction de l'image en deux et trois dimensions. Sa résolution est excellente, permettant une bonne visualisation des structures qui nous intéressent ici telles que la membrane de Schneider, ce qui en fait l'examen radiologique de choix avant toute intervention de soulèvement de sinus. En effet, le CBCT permet une évaluation de l'épaisseur de la membrane sinusienne, point fondamental concernant le risque de perforation, mais également le diagnostic de pathologies sinusiennes telles que les mucocèles ou les épaissements de la membrane. Le CBCT permet de visualiser de manière précise la localisation des septa intra-sinusiens (Neugebauer et al. 2010).

Ensuite, l'utilisation peropératoire de la sinuscopie, un examen de l'intérieur du sinus maxillaire, permet l'élimination de toute pathologie sinusale, le contrôle de la position du greffon et la réduction du risque de perforation de la membrane de Schneider, mais aussi de complications postopératoires (Schwartz et al. 2004).



### 2.5.3 La piézochirurgie

L'avantage de la piézochirurgie est son principe de piézoélectricité. En effet, la sélectivité de coupe est primordiale, grâce à la fréquence d'oscillation, utilisée en piézochirurgie, qui est spécialement ajustée pour la découpe des tissus minéralisés. L'insert coupant devient inactif au contact des tissus mous. Par conséquent, une erreur de positionnement de l'insert ne crée pas ou très peu de dommages sur les tissus mous (Vercellotti et al. 2001 ; Barone et al. 2008 ; Pavlikova et al. 2011 ; Heinemann et al. 2012).

Depuis le début des années 2000, de nombreux auteurs concluent après différents travaux, que la piézochirurgie réduit radicalement la survenue de perforations de membranes par rapport à la technique classique, et qu'elle est plus sécurisante (Stübinger et al. 2005 ; Wallace et al. 2007 ; Siervo et al. 2013).

Selon Wallace et al. en 2007, le pourcentage de perforations pour une série de 100 cas traités par piézochirurgie est de 7%, taux nettement inférieur aux 30% observés avec les instruments rotatifs. De plus, ces perforations ont lieu au cours de l'utilisation des instruments manuels lors de l'élévation de la membrane sinusienne, et ne peuvent donc pas être attribuées à l'utilisation de la piézochirurgie.

Vercellotti et al. (2000), ont proposé l'étude de la réalisation de 21 fenêtres osseuses suivies de soulevés de sinus par piézochirurgie sur 15 personnes. A l'issue de cette étude, une seule perforation de membrane sinusienne a été signalée, en présence d'un septum très fin.

Selon Barone (2008), l'étude présente un taux de perforation de 30% en ce qui concerne la piézochirurgie et un taux de 23% pour la technique rotative conventionnelle. Il conclue donc qu'il n'y a pas de résultats statistiquement significatifs. Cependant, l'étude de Barone ne portait pas exclusivement sur l'abord de la membrane (ostéotomie), mais incluait aussi le décollement membranaire des parois sinusiennes à l'aide des inserts vibrants. Lorsque l'observation est recentrée sur l'abord osseux, les conclusions de ce travail clinique sont en phase avec les autres études (aucune perforation avec les inserts vibrants lors de l'abord de la membrane). De plus, cette étude présente des limites : il n'y a que 13 patients nécessitant une élévation sinusienne bilatérale pour la mise en place d'implants en postérieur. C'est pourquoi cette étude n'est pas significative malgré la volonté des auteurs de mener une étude contrôlée et randomisée. Vercellotti, en 2009, critique l'article de Barone à propos de son manque de connaissance du matériel et de son utilisation, qui doit être adaptée à chaque procédure.

D'après lui, les instruments piézoélectriques ne peuvent pas causer de dommages à la membrane, même en cas de contact direct.

Lors de la phase de découpe du volet osseux, la piézochirurgie permet de réduire les risques de perforation de la membrane sinusienne lors de la phase de découpe du volet osseux. Il en est de même pour le détachement de la membrane sur le périmètre du volet osseux (grâce aux inserts EL1 et SL3 par exemple). Cependant, le décollement manuel de la membrane sinusienne à la curette est plus fiable qu'avec les inserts vibrants, car les sensations tactiles sont plus fines.

## 2.6 Analyse de la littérature

Dans ce chapitre, une analyse de la littérature existante en matière de perforation de la membrane de Schneider dans le cadre du « sinus lift » sera réalisée.

### 2.6.1. Objectif de la revue de littérature

Récemment, l'équipe de Gurler et al. (2015) a permis de mettre en évidence la présence de septum sinusien comme facteurs de risque susceptible d'entraîner une perforation de la membrane sinusienne lors de l'élévation du plancher sinusien. Mais certains auteurs comme Lum et al. (2017), Lin et al. (2016), ont analysé à l'aide d'étude l'épaisseur de cette membrane sinusienne comme étant le facteur de risque principal de sa perforation lors du sinus lift.

### 2.6.2. Matériels et méthodes

#### 2.6.2.1. Bases de données bibliographiques consultées

Les bases de données bibliographiques qui ont été interrogées dans le cadre de la recherche sont essentiellement MEDLINE – Pubmed et BDSP.

#### 2.6.2.2. Mots-clés utilisés

Nous avons réalisé notre recherche entre juin et août 2019, soit une période de 3 mois. Les mots-clés (MeSH terms) se rapportant à notre sujet d'étude ont été définis, en français et en anglais, comme présenté ci-dessous :

- Muqueuse nasale: nasal mucosa
- Risque : risk
- Réhaussement du plancher du sinus : sinus floor augmentation (MeSH)

#### VOCABULAIRE LIBRE :

- Membrane de Schneider : schneiderian membrane
- Epaisseur : thickness
- Perforation : perforation

#### 2.6.2.3. Critères d'inclusion et d'exclusion des articles

En ce qui concerne les critères d'inclusion des articles, il s'agit des suivants :

- Date de publication : 10 ans maximum ;
- Langues : français et anglais ;
- Type de sujet : humain ;
- Schéma expérimental : étude rétrospective ;
- Objectifs : observer le lien entre l'épaisseur de la membrane sinusienne et le risque de perforation lors d'un sinus lift.

Les critères d'exclusion sont alors les suivants :

- Date de publication : plus de 10 ans ;
- Langues : autres que le français et l'anglais ;
- Type de sujet : non-humain ;
- Objectifs : n'abordent pas le lien entre l'épaisseur de la membrane sinusienne et le risque de perforation lors d'un sinus lift.

#### 2.6.2.4 Stratégie de recherche

Les résultats de la recherche ont permis d'identifier 93 articles. 38 articles ont par la suite été exclus du fait qu'ils ne portaient pas sur l'humain. Sur les 55 articles restants, 22 articles étaient exclus du fait qu'il s'agissait uniquement de « case report ». Enfin, parmi les 33 articles restants, 16 articles ont été retenus du fait qu'ils abordent la perforation de la membrane de Schneider suite à un sinus lift. Cependant, seuls 5 articles se portent plus spécifiquement sur l'incidence de l'épaisseur de la membrane sinusienne sur les perforations lors de sinus lift.

Deux types de méthodes sont identifiées dans le cadre de la prévention de la perforation de la membrane de Schneider : l'analyse tomographique et l'analyse histologique.

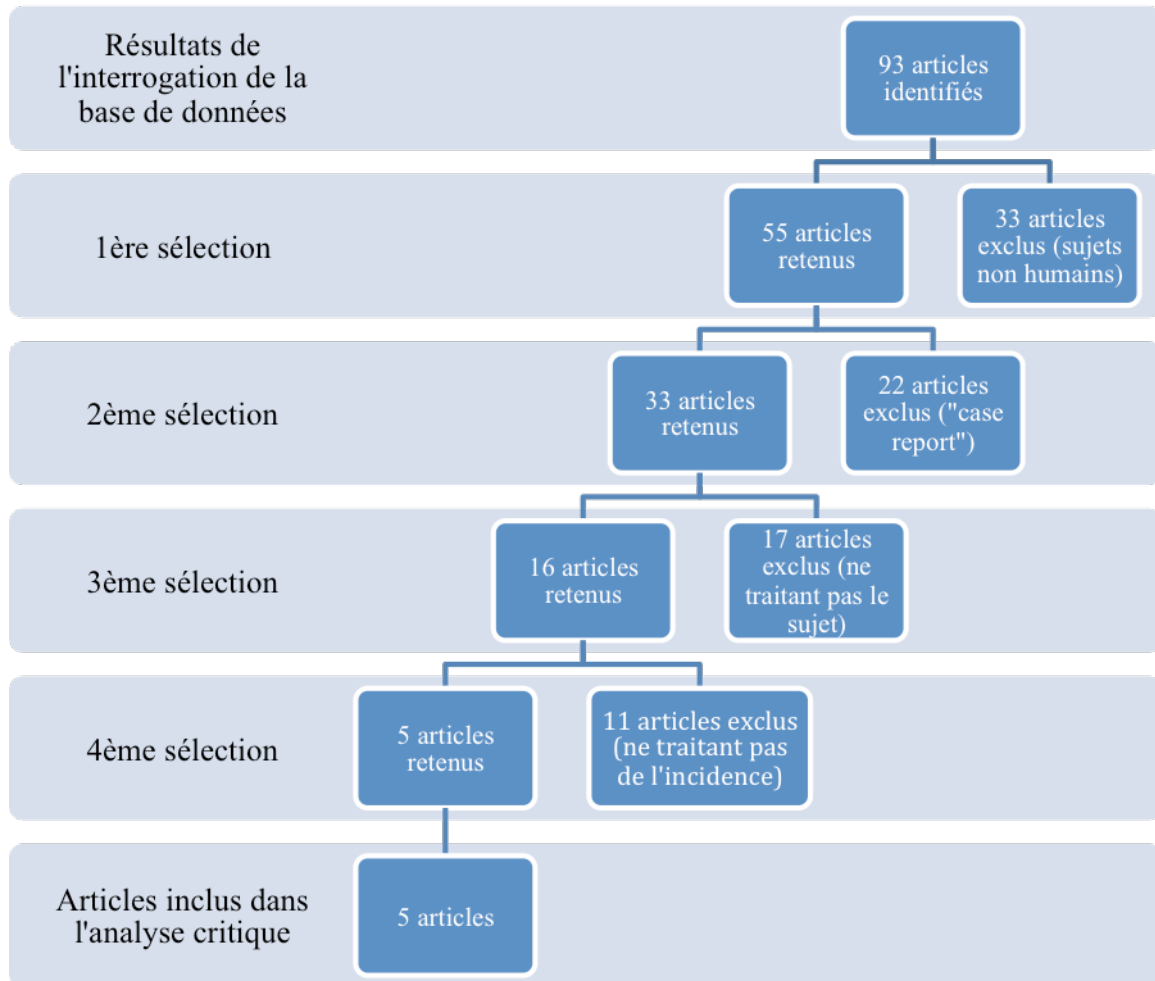


Figure 17 : schéma de la stratégie de recherche

#### 2.6.2.5 Analyse tomographique

La tomographie représente une technique d'imagerie médicale ayant pour finalité la reconstruction du volume de la membrane sinusienne, dans le cas actuel, en se référant à une série de mesures déportées à l'extérieur de la membrane en question. A l'issue de cette technique, il est possible de reproduire l'image de la membrane en 2D ou 3D.

Cette analyse est réalisée à partir du CBCT et accorde au clinicien la possibilité d'une acquisition volumique avec une reconstruction de l'image en 2D ou 3D. Dans le cadre d'un

« sinus lift », l'analyse tomographique constitue un examen radiologique indispensable avant l'intervention, et donc une prévention de perforation de la membrane de Schneider (Rapani et al. 2016).

Le CBCT est alors utilisé dans la mesure de l'épaisseur de la membrane de Schneider en vue d'évaluer le risque de perforation. Cet outil permet également de diagnostiquer différentes pathologies relatives au sinus, notamment un épaississement de la membrane ou encore un mucocèle (Irinakis et al. 2017).

#### 2.6.2.6. Analyse histologique

L'analyse histologique correspond à une démarche d'observation au microscope des échantillons de la membrane sinusienne. Tout comme l'analyse tomographique, cette analyse est entreprise dans le but d'évaluer le risque de perforation de la membrane de Schneider avant la réalisation du sinus lift.

Pour ce faire, les échantillons de membrane sont placés sur un mince carton où les côtés mésial et distal sont marqués pour déterminer leur orientation. Tous les échantillons sont fixés à partir d'un formol à tampon neutre à 10% pendant 24 heures et incorporés dans la paraffine (conformément aux procédures standard). Plusieurs coupes sont obtenues pour chaque échantillon et montées sur des microplaques pour la coloration à l'hématoxyline-éosine et au trichrome de Masson (Hernandez et al.2008).

Les échantillons sont ensuite codés et étudiés au microscope (microscope optique avec un micromètre). Seules les zones d'orientation perpendiculaire doivent être sélectionnées et chaque section mesurée en trois points (aspects centre, gauche et droit). Les images capturées sont importées et analysées. Les épaisseurs moyenne, minimale et maximale de chaque échantillon sont enregistrées (Hernandez et al.2008).

Cinq articles rapportant les résultats d'études entre l'épaisseur et la perforation de la membrane sinusienne réalisées chez l'homme entre 2016 et 2019 ont finalement été analysées (Tableau ci dessous)

Etude	Auteurs	Date	TITRE	Référence
1	Rapani & al	2016	Schneider membrane thickness classification evaluated by cone-beam computed tomography and its importance in the predictability of perforation. Retrospective analysis of 200 patients	Br J Oral Maxillofac Surg; 54 (10): 1106-1110
2	Monje & al	2016	Schneiderian Membrane Thickness and Clinical Implications for Sinus Augmentation: A Systematic Review and Meta-Regression Analyses	J Periodontol; 87 (8): 888-899
3	Lin & al	2017	The influence of sinus membrane thickness upon membrane perforation during lateral window sinus augmentation	Clin Oral Implants Res; 27 (5): 612-617.
4	Lum et al	2017	Association Between Sinus Membrane Thickness and Membrane Perforation in Lateral Window Sinus Augmentation: A Retrospective Study	J. Periodontol 88(6) : 583-589
5	Marin & al	2019	Potential risk factors for maxillary sinus membrane perforation and treatment outcome analysis	Clin Implant Dent Relat Res; 21 (1): 66-72.

*Tableau 5 : Etudes rétrospectives sélectionnées*

D'autres études existantes sur la perforation de la membrane de Schneider ont permis d'observer différents résultats.

Ces études n'ont pas été retenues car leurs auteurs n'ont pas mis en évidence de lien direct entre l'épaisseur de la membrane sinusienne et sa perforation. Dans ce contexte, différents thèmes sont abordés, comme le tableau suivant le montre.

Thèmes de l'étude	Année de publication	Auteurs	Résultats
<i>Facteurs et risques de perforation de la membrane de Schneider</i>	2014	Von Arx T, Fodich I, Bornstein MM. & Jensen SS.	Les facteurs de risques possibles de perforation sont le tabagisme, l'approche simultanée, les sites mixtes prémolaire-molaire, la présence de septa, et la hauteur minimale de la crête résiduelle $\leq 4$ mm
	2016	Al-Dajani M.	La réduction de l'épaisseur de la membrane de Schneider et des septa des sinus augmentait le risque de perforation
	2019	Marin S, Kirnbauer B, Rugani P, Payer M. & al.	La perforation de la membrane de Schneider est essentiellement due aux contours du sinus maxillaire et à l'épaisseur de la membrane
<i>Prévention de la perforation de la membrane de Schneider</i>	2016	Al-Dajani M.	Le recours à un système d'instrumentation piézoélectrique permet de prévenir les risques de perforation de la membrane de Schneider
<i>Techniques de réparation de la perforation de la membrane de Schneider</i>	2008	Pikos MA.	La réparation de la perforation peut être réalisée à travers une membrane de collagène à résorption lente
	2008	Hernandez-Alfaro F, Torradeflot MM. & Marti C.	Les perforations de la membrane de Schneider peuvent être traitées à l'aide d'une membrane de collagène résorbable, d'une suture avec un matériel résorbable, et d'un os lamellaire associé à une membrane résorbable
	2014	Hameed Fathima K, Harish VS, Perumal J. & Harinath P.	La piézochirurgie permet de réparer les perforations de la membrane de Schneider
	2015	Shiffler K, Lee D, Aghaloo T, Moy PK. & Pi-Anfruns J.	En peropératoire, les perforations de la membrane de Schneider peuvent être réparées avec un ruban de collagène
	2019	Marin S, Kirnbauer B, Rugani P, Payer M. & al.	L'utilisation d'une membrane de collagène permet de traiter les perforations de la membrane de Schneider
<i>Perforation de la membrane de Schneider et les complications engendrées</i>	2006	Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei EE. & Peled M.	Il n'existe aucun lien entre l'existence de perforation ou non de la membrane de Schneider et le taux de réussite des interventions
	2015	Shiffler K, Lee D, Aghaloo T, Moy PK. & Pi-Anfruns J.	Il n'existe aucun lien entre la taille de la perforation de la membrane et la probabilité de complications postopératoires

Tableau 6 : Etudes sur les perforations de la membrane de Schneider au cours d'une élévation du sinus

## 2.7 Analyse des résultats

### 2.7.1 Présentation descriptives des résultats essentiels par article retenu

L'analyse de ces cinq études met en évidence que la sélection des patients est semblable. Les patients inclus sont tous en bonne santé (grade 1 ou 2 de l'American Society of Anesthesiologists (ASA)), avec des dents maxillaires postérieures manquantes qui avaient donné leur consentement éclairé au traitement. Les critères d'exclusion différaient selon les études mentionnées.

**Article 1 :** Rapani M, Rapani C. & Ricci L. Schneider membrane thickness classification evaluated by cone-beam computed tomography and its importance in the predictability of perforation. Retrospective analysis of 200 patients. Br J Oral Maxillofac Surg. 2016;54(10)-1106-10

Au cours de la période de 5 ans évaluée, 200 patients au total (103 hommes et 97 femmes, âgés de 59 ans (20 à 79 ans) en moyenne, ont subi une élévation de sinus.

Cent opérations ont été effectuées par voie latérale, et 100 par l'approche de la crête, et un total de 531 implants dentaires ont été placés simultanément.

Deux cents images tomographiques à faisceau conique préopératoires ont été recueillies et l'épaisseur de la membrane sinusienne a été évaluée et classée.

Ces auteurs ont ainsi établi une classification en fonction de l'épaisseur de la membrane sinusienne

<b>Épaisseur de membrane (mm)</b>	<b>Classification et nombre</b>
0	Type I (n = 52)
2-3.5	Type II (n = 35)
4-6	Type III (n = 67)
> 6	Type IV (n = 46)

Tableau 7: classification de la membrane sinusienne en fonction de son épaisseur d'après RAPANI et al. 2016



Seize perforations ont été enregistrées, avec une incidence de 8%. Douze perforations étaient dans les membranes de type I et quatre dans les membranes de type II.

Type	Nombre de perforations
je	12/52
II	4/35
III	0/67
IV	0/46
Total	16/200

*Tableau 8 : Nombre de perforations de la membrane sinusienne en fonction de l'épaisseur d'après RAPANI et al. 2016*

En revanche, le nombre de perforation de la membrane sinusienne n'était pas significativement différent en fonction de l'approche réalisée (7 Perforations pour l'approche latérale et 9 par abord crestal)

**Article 2 :** Monje A, Diaz KT, Aranda L, Insua A, Garcia-Nogales A. & Wang HL. Schneiderian Membrane thickness and clinical implications for sinus augmentation: a systematic review and meta-regression analyses. *J Periodontol.* 2016; 87(8): 888-99.

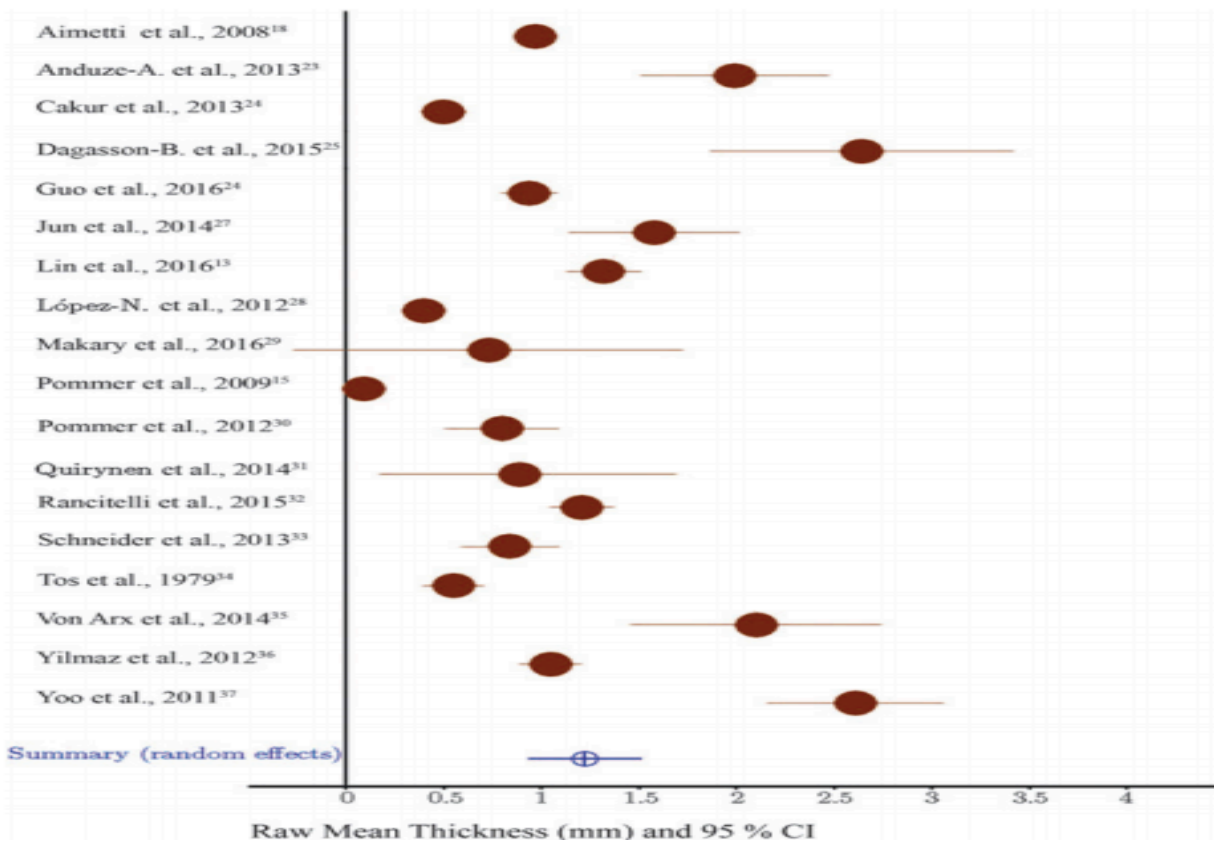
Cette deuxième étude a été réalisée par Monje et ses collègues et publiée dans la revue *Journal of Periodontology* en 2016 . Les chercheurs, dans le cadre de l'étude, ont cherché à vérifier l'existence d'un lien entre l'épaisseur de la membrane de Schneider et le risque de perforation.

La question ciblée était la suivante : quelle est l'influence de l'épaisseur de la membrane sinusienne sur la perforation de la membrane au cours des procédures d'augmentation du sinus?

Trois examinateurs indépendants ont recherché dans plusieurs bases de données, notamment MEDLINE, EMBASE, le Registre central des essais contrôlés de Cochrane et les bases de données du Registre des essais cliniques du groupe Cochrane sur la santé buccale, jusqu'en octobre 2015, sans restriction de langue.

Dans l'ensemble, 18 études remplissaient les critères d'inclusion pour l'évaluation quantitative. L'épaisseur moyenne de la membrane sinusienne SMT était de 1,17 - 0,1 mm (intervalle de confiance à 95 % [IC] = 0,89 à 1,44).

L'étude de Enstrom et al de 1988 présentait une très forte hétérogénéité (SMT moyen : 6,55 - 1,54 mm) ; par conséquent, après l'avoir exclue pour l'analyse quantitative, le SMT moyen est de 1,13 - 0,14 (IC à 95 % = 0,85 à 1,40).



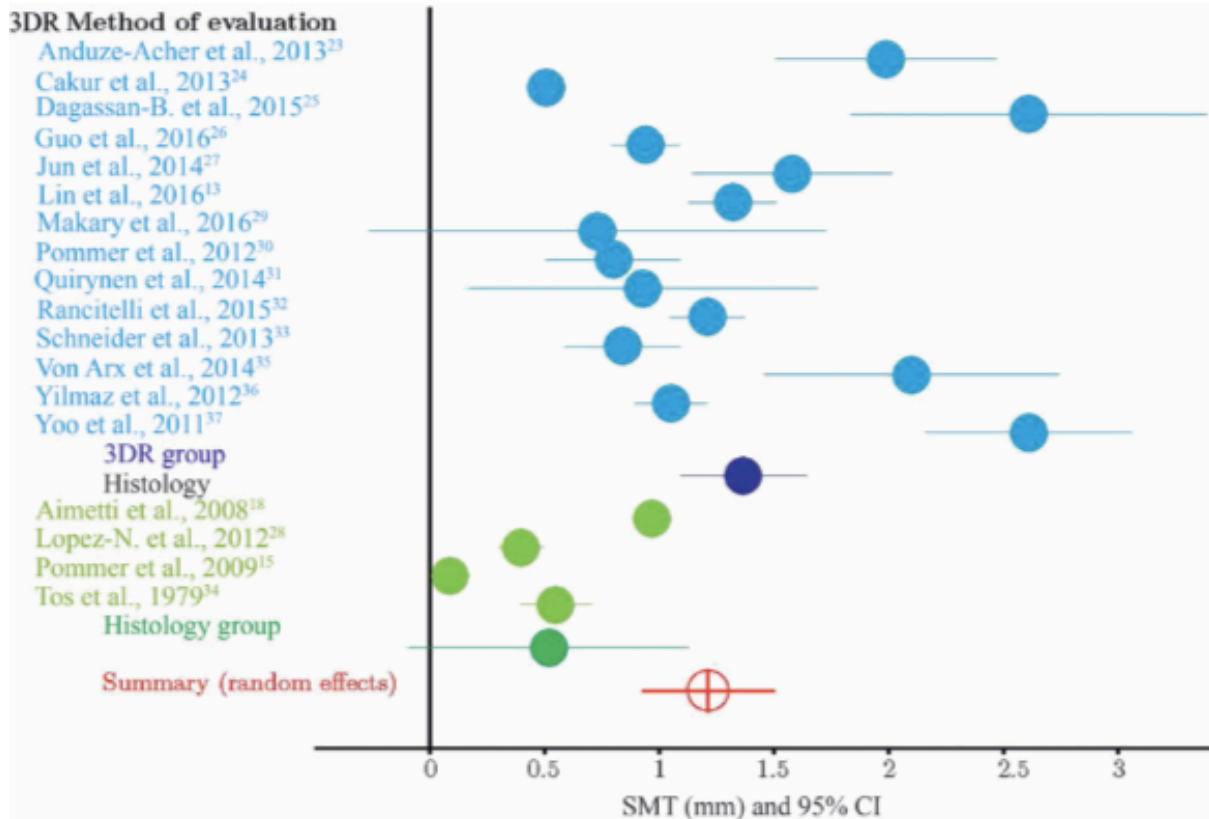
Graphique 1 : épaisseur de la membrane sinusienne selon les études d'après MONJE et al. 2016

Graphique : épaisseur de la membrane sinusienne selon les études

L'évaluation du SMT a été subdivisée en deux grands groupes (histologie et radiographie tri dimensionnelle [3DR]). Les résultats regroupés en 3DR des études faisant état de la

tomographie par faisceau conique (CBCT) et de la tomodensitométrie assistée par ordinateur (CT) parce qu'il existe une homogénéité dans ces deux groupes.

L'épaisseur moyenne pour le groupe 3DR était de 1,33 mm (IC 95 % = 1,06 à 1,60), elle était de 0,48 mm (IC 95 % = 0,12 à 1,1) pour le groupe histologie.



Graphique 2 : évaluation de l'épaisseur de la membrane sinusienne en fonction de la méthode utilisée d'après MONJE et al. 2016

Bleu : groupe 3DR

Vert : groupe histologique

Six études ont rapporté l'influence de l'épaisseur sur la perforation des membranes et ont donc pu être méta-analysées. Notamment l'étude de Lin et al. (2016) qui sera vu en détail.

Une tendance à la perforation de la membrane sinusienne pour les membranes les plus épaisses a pu être observée mais cette relation n'est pas significativement établie.

Il existe un lien entre épaisseur de la membrane et perforation si l'on considère qu'il s'agit de membrane épaisse.

**Article 3 :** Lin YH, Yang YC, Wen SC. & Wang HL. The influence of sinus membrane thickness upon membrane perforation during lateral window sinus augmentation. Clin Oral Implants Res. 2016;27(5):612-7.

Le protocole a été approuvé par les comités d'étude institutionnels de l'hôpital général de Cathay. Les données préexistantes de sujets ayant reçu des restaurations d'implants dentaires sur le maxillaire postérieur avec une procédure de soulèvement des sinus en cabinet privé entre 2010 et 2013 ont été analysées rétrospectivement. Seuls les patients atteints d'une crête alvéolaire édentée partielle qui avaient reçu un lifting des sinus par la technique de la fenêtre latérale ont été inclus dans cette étude. Les patients sélectionnés ont pris CBCT lors de l'examen initial et immédiatement après la chirurgie.

L'épaisseur de la membrane sinusienne a été mesurée à l'aide de la technique CBCT à l'aide d'un logiciel spécialisé pour des mesures linéaires à 0,1 mm près.

L'étude comprenait 73 sujets (40 hommes et 33 femmes) dont l'âge moyen était de  $53,79 \pm 9,92$  ans (extrêmes de 29 à 78 ans). Cinq d'entre eux étaient des fumeurs. Quarante-vingt-une chirurgies d'augmentation des sinus de la fenêtre latérale ont été réalisées avec une hauteur résiduelle osseuse moyenne de  $3,07 \pm 1,35$  mm. Par le soulèvement des sinus et l'insertion d'allogreffe osseuse, la hauteur moyenne élevée de l'os était de  $11,32 \pm 2,48$  mm avec une médiane de 11,90 mm.

L'épaisseur moyenne de la membrane de Schneider était de  $1,32 \pm 0,87$  mm avec une médiane de 1,00 mm et allait de 0,30 à 7,90 mm sur la base de données spécifiques au sinus. La majeure partie de l'épaisseur de la membrane était  $\leq 2$  mm (74,07%). En outre, près de la moitié des formes de membrane ont été classées en tant que morphologie plate (46,91%).

Le taux de perforation moyen était de 17,28%. Il y avait une corrélation statistiquement significative entre l'épaisseur de la membrane et la perforation. Alors que le taux de perforation était le plus faible (7,14%) lorsque l'épaisseur était comprise entre 1 et 1,5 mm et qu'il se situait dans la catégorie B, le taux de perforation avait augmenté brusquement lorsque la membrane était devenue plus mince que 1 mm ou plus épais que 2 mm (Graphique linéaire ci dessous). Bien qu'il n'y ait pas eu de corrélation significative entre la perforation et la morphologie de la membrane, le taux de perforation était le plus faible sous forme de polype (8,33%) et identique sous les formes plate et irrégulière (21,05%)

L'épaisseur de la membrane a été divisée en trois catégories :

-A : <1 mm,

-B : entre  $\geq 1$  et <2 mm et

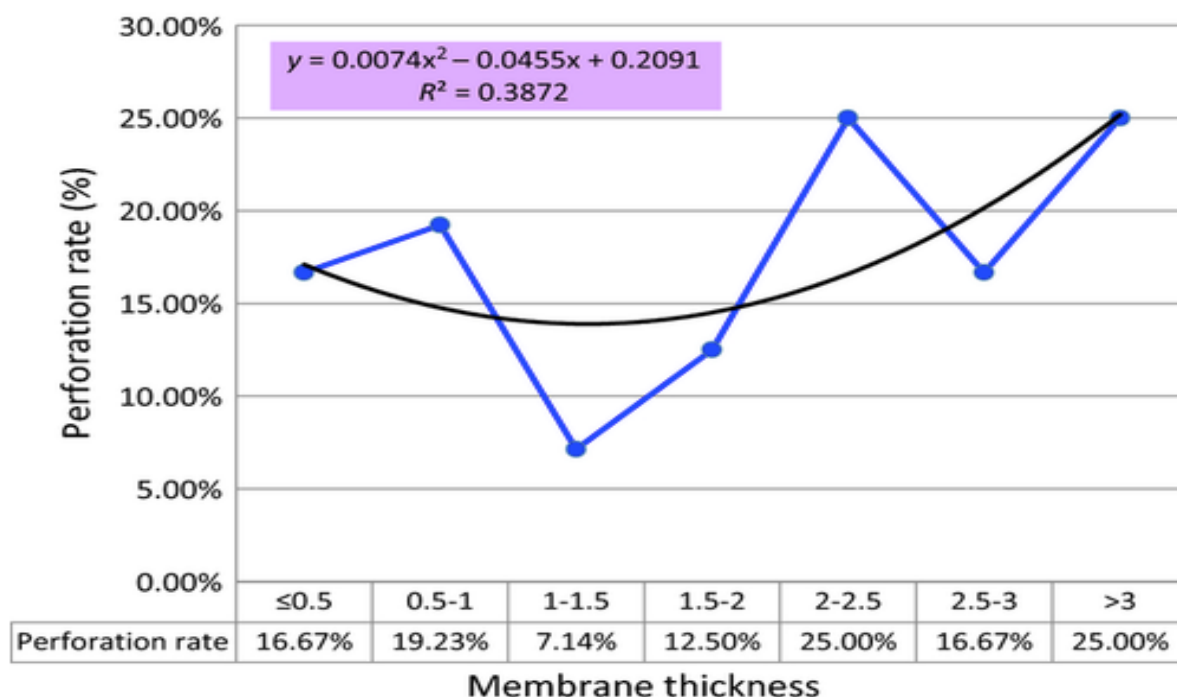
-C :  $\geq 2$  mm

Groupe	Epaisseur de la membrane	Moyenne $\pm$ écart type	Max	Min	Taux de perforation
UNE	<1 mm	0,64 $\pm$ 0,19	0,95	0,30	20,59% (7/34)
B	1- <2 mm	1,36 $\pm$ 0,33	1,95	1,00	4,00% (1/25)
C	$\geq 2$ mm	3,72 $\pm$ 1,88	7,90	2,00	27,27% (6/22)

Tableau 9 : Taux de perforation dans chaque groupe d'épaisseur de membrane d'après LIN et al. 2016

Il existe une différence statistiquement significative de perforation ou de non-perforation entre les différents groupes d'épaisseur de membrane. Valeur  $p$  (test exact de Fisher): 0,047.

Le graphique linéaire montre la relation entre l'épaisseur de la membrane et le taux de perforation. Le taux de perforation était le plus bas lorsque l'épaisseur de la membrane était comprise entre 1 et 1,5 mm. Il a augmenté brusquement lorsque la membrane est devenue plus mince ou plus épaisse. Valeur  $P = 0,376$ .



Graphique 3 : Relation entre épaisseur de la membrane et taux de perforation d'après LIN et al. 2016

**Article 4 :** Lum AG, Ogata Y, Pagni SE. & Hur Y. Association between sinus membrane thickness and membrane perforation in lateral window sinus augmentation: a retrospective study. *J Periodontol.* 2017;88(6):543-9.

L'objectif de cette étude par tomographie à faisceau conique (CBCT) est d'évaluer l'association entre l'épaisseur de la membrane de Schneider et la perforation lors de l'augmentation du sinus de la fenêtre latérale.

Cette étude rétrospective a été menée à l'école de médecine dentaire de l'Université Tufts, à Boston (Massachusetts). Un total de 551 patients traités avec une augmentation du sinus de la fenêtre latérale entre le 1er juin 2006 et le 31 mai 2015 ont été identifiés. La population de l'étude finale comprenait 167 patients (95 hommes et 72 femmes âgés de 25 à 81 ans; âge moyen:  $58,5 \pm 11,4$  ans). Tous les patients ont donné leur consentement éclairé à l'intervention chirurgicale.

Les analyses CBCT standard du maxillaire de chaque patient ont été prises avant l'augmentation du sinus. Les images ont été reconstruites à l'aide de tranches de 0,3 mm.

L'épaisseur moyenne de la membrane de Schneiderian était de  $2,14 \pm 3,51$  mm chez tous les patients. En moyenne, l'épaisseur moyenne de la membrane était de  $0,84 \pm 0,67$  mm dans le groupe de perforations. En revanche, l'épaisseur moyenne était de  $2,65 \pm 4,02$  mm dans le groupe non perforé. Il y avait une différence statistiquement significative dans la relation entre l'épaisseur de la membrane et l'apparition d'une perforation de la membrane pendant l'augmentation du sinus de la fenêtre latérale ( $P < 0,001$ ). Pour chaque augmentation millimétrique de l'épaisseur de la membrane, la probabilité de perforation de la membrane diminue (rapport de cotes = 0,57;  $P = 0,007$ ; intervalle de confiance à 95% = 0,38 à 0,86).

Paramètre	Perforation	Non-perforation	Population globale
Épaisseur moyenne de la membrane (mm)	$0,84 \pm 0,67$	$2,65 \pm 4,02$	$2,14 \pm 3,51$
Épaisseur médiane de la membrane (IQR) (mm)	0,60 (0,90)	0,95 (2,12)	0,90 (1,72)

Tableau 10 : Épaisseur de la membrane sinusienne en fonction de la perforation d'après LUM et al. 2017

**Article 5 :** Marin S, Kirnbauer B, Rugani P, Payer M. & al. Potential risk factors for maxillary sinus membrane perforation and treatment outcome analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(1):66-72.

Cent vingt et un patients (52 hommes et 69 femmes) ont subi 137 élévations du plancher sinusien au cours d'une période de 5 ans et répondaient aux critères d'inclusion. L'âge moyen de tous les patients était de 55,1 ans. Trente et un patients ont été exclus de l'étude en raison de dossiers médicaux incomplets ou d'un CBCT de faible qualité.

Des perforations de la membrane des sinus se sont produites dans 19 cas (13,9%). L'analyse statistique n'a pas montré de relation significative entre la perforation et le sexe ou à l'âge du patient.

La corrélation entre l'épaisseur de la membrane sinusienne et l'apparition d'une perforation était statistiquement significative ( $p = 0,005$ ). Chez la plupart des patients, la membrane sinusienne avait une épaisseur de 0 à 1 mm (36,5%) ou de 1 à 2 mm (24,8%). La perforation de la membrane sinusienne était la plus fréquente lorsque l'épaisseur de la membrane était de 0 à 1 mm (47,4%), suivie de 1 à 2 mm (21,1%) et de 2 à 3 mm (15,8%).

Facteurs de risque	Cas ( n et%)	Perforations ( n et%)	P
<b>Épaisseur de la membrane sinusienne (mm)</b>			
0-1	50 (36,5)	9 (47,4)	<b>.005</b>
1-2	34 (24,8)	4 (21,1)	
2-3	16 (11,7)	3 (15,8)	
3-4	6 (4,4)	1 (5,2)	
4-5	7 (5,1)	0 (0)	
5-6	3 (2,2)	2 (10,5)	
> 6	21 (15,3)	0 (0)	
<b>Épaisseur de la paroi du sinus latéral (mm)</b>			
0-1	30 (21,9)	3 (10,0)	<b>.320</b>
1-2	83 (60,6)	16 (19,3)	
> 2	24 (17,5)	0 (0)	

Tableau 11: Corrélation entre la perforation et l'épaisseur de la membrane et de la paroi du sinus latéral d'après MARIN et al. 2019

Articles	1	2	3	4	5
<b>Auteurs</b>	Rapani M, Rapani C. & Ricci L.	Monje A, Diaz KT, Aranda L, Insua A. & al.	Lin YH, Yang YC, Wen SC. & Wang HL.	Lum AG, Ogata Y, Pagni SE. & Hur Y.	Marin S, Kirnbauer B, Rugani P, Payer M. & al.
<b>Date de publication</b>	2016	2016	2016	2017	2019
<b>Parution</b>	Br J Oral Maxillofac Surg	J Periodontol	Clin Oral Implants Res	J Periodontol	Clin Implant Dent Relat Res
<b>Schéma expérimental</b>	Etude rétrospective	Etude rétrospective	Etude rétrospective	Etude rétrospective	Etude rétrospective
<b>Investigateurs</b>	Mêmes investigateurs	Investigateurs différents	Mêmes investigateurs	Investigateurs différents	Mêmes investigateurs
<b>Matériels utilisés</b>	CBCT	CBCT et Microscope optique avec un micromètre	CBCT	CBCT	CBCT
<b>Nombre de sujets ou d'articles</b>	200 patients	18 articles	73 sujets 81 procédures de sinus lift	167 patients	121 patients
<b>Résultats</b>	L'épaisseur de la membrane de Schneider est déterminante dans la perforation	Il existe un lien entre l'épaisseur de la membrane de Schneider et les risques de perforation	L'épaisseur de la membrane de Schneider est liée à la perforation	Une membrane fine et une diminution de la hauteur résiduelle de l'os sont associées à une perforation	L'épaisseur de la membrane de Schneider joue un rôle dans la perforation

Tableau 12 : Tableau synthétique des études sélectionnées

## 2.8 Discussions

Les résultats des articles permettent de confirmer l'existence d'un lien entre l'épaisseur de la membrane de Schneider et la perforation.

Selon Rapani et al. (2016), la membrane sinusienne pourrait être classée en fonction de son épaisseur.

Les auteurs ont catégorisé les patients suivant l'épaisseur de leur membrane sinusienne :

- Type 1 : non enregistrable.
- Type 2 : 0-2 mm.
- Type 3 : 3-4 mm.
- Type 4 : plus de 4 mm.



Cette démarche leur a permis de constater que les patients appartenant à la catégorie type 1 et type 2 sont les plus exposés à une perforation dans le cadre d'un soulèvement du sinus.

En accord avec Rapani et al, Arkadian et al. (2016) ont montré que plus la membrane du sinus était mince, plus le risque de perforation était élevé. En particulier, il existait une corrélation significative entre la perforation et la membrane sinusienne <1 mm d'épaisseur, 12 perforations sur 16 ont été trouvées dans les membranes de type I. De plus, Rapani et al. (2016) ont examiné l'épaisseur de la membrane en fonction de l'opération effectuée (technique de paroi latérale ou approche de la crête) et en fonction du nombre de perforations au cours de chaque procédure, dans le but d'indiquer si l'une d'elles était associée à un risque moindre de perforation. Mais aucune différence n'a été évaluée en fonction du type d'approche.

Cependant, sur la base des résultats actuels et dans les limites de cette étude, Rapani et ses collègues considèrent qu'une membrane ayant une épaisseur entre 0 et 2 mm représente un risque élevé de perforation (Rapani et al. 2016), quelle que soit la procédure d'augmentation utilisée.

Selon Monje et al. (2016), le risque de perforation de la membrane s'est avéré fortement corrélé à l'épaisseur de celle-ci. Cette affirmation est appuyée par les études de Garcia et al. (2013), Wen et al. (2015). Néanmoins, une grande variabilité a été signalée, indiquant que certains facteurs peuvent rendre compte de sa perforation.

Monje et al. (2016) montre que les patients sans pathologie sinusale ont une épaisseur moyenne de 1,13 mm. Cette épaisseur moyenne peut être surestimée (presque trois fois) lorsqu'elle est évaluée à l'aide d'analyses 3DR. Pommer et al. ont rapporté que l'épaisseur était histologiquement de 0,09 mm. Ce résultat pourrait être dû au rétrécissement de la membrane après fixation de la formaline (Aimetti et al. 2008) ainsi qu'aux mauvaises interprétations des rétentions muqueuses (Brullman et al. 2015).

Monje et al. (2016) ont démontré l'influence de l'épaisseur de la membrane sinusienne sur le taux de perforation. Mais ces auteurs ne sont pas parvenus à une conclusion claire à cet égard. Malgré l'absence de signification statistique, il semble que les membranes plus épaisses pourraient être plus susceptibles de se déchirer, peu importe l'approche de l'augmentation des sinus. De ce fait, Wen et al. (2015) et Lin et al. (2016) ont montré que pour une épaisseur supérieure à 2mm, le risque de perforation était plus grand peu importe l'approche thérapeutique.

Contrairement à ces résultats, Von Arx et al. (2014) ont démontré que la perforation de la membrane se produisait dans des épaisseurs plus minces (1,3 mm) comparativement aux cas où la membrane sinusienne n'était pas perforée et avait une épaisseur moyenne de 2,4 mm.

Il est intéressant de noter qu'une étude *in vitro* sur les propriétés mécaniques de membranes sinusales saines a montré que les membranes plus épaisses présentaient une tolérance à la charge significativement plus élevée que les membranes plus minces et étaient donc plus résistantes à la perforation pendant les manœuvres de détachement (Pommer et al. 2009). Des recherches supplémentaires sur les implications cliniques du statut inflammatoire de la membrane sinusienne sont nécessaires pour mieux comprendre comment l'inflammation peut modifier les caractéristiques mécaniques et la tendance de la membrane des sinus. De plus, il semble que d'autres facteurs, comme l'expérience opératoire, d'autres facteurs anatomiques (par exemple les septa sinusaux) ou le type d'instrumentation, peuvent jouer un rôle plus important dans la perforation de la membrane que l'épaisseur elle-même.

Monje et al. (2019) insistent sur le fait que l'épaisseur de la membrane n'est pas toujours constante au sein même du sinus maxillaire, on retrouve plus de perforation au niveau des sites prémolaires que molaires.

Selon Lin et al. (2016), il existe une corrélation claire entre l'épaisseur de la membrane et le taux de perforation. À mesure que la membrane devenait plus mince ou plus épaisse, le taux de perforation augmentait. Il existe une différence statistiquement significative de perforation entre différents groupes d'épaisseur de membrane. Dans une étude sur cadavres, il a été démontré que les limites de charge des membranes sinusienne plus épaisses étaient nettement plus élevées (Pommer et al. 2009). Par conséquent, une membrane mince pourrait ne pas avoir des propriétés mécaniques suffisantes pour résister à la force lors d'une élévation ou d'une greffe osseuse. Une épaisseur de muqueuse > 2 mm était considérée comme pathologique (Janner et al. 2011 ; Shanbhag et al. 2014). L'étude de Lin et al. (2016) a également montré que le taux de perforation augmentait lorsque la membrane des sinus était plus épaisse que 2 mm.

Pour Marin et al (2019), encore une fois, une membrane de Schneider plus mince est susceptible d'entraîner une perforation dans la mise en œuvre d'un sinus lift.

Dans leur étude, la perforation était plus fréquente lorsque la membrane sinusienne était plus mince ( $P = 0,005$ ). Le taux de perforation de la membrane sinusienne était le plus élevé dans les cas d'épaisseurs de 0 à 1 mm (47,4%) et de 1 à 2 mm (21,1%). Cette conclusion est corroborée par d'autres études qui ont mis en évidence une corrélation une épaisseur de membrane plus faible.

Marin et al. (2019) ont signalé que la perforation peut engendrer des complications postopératoires et l'échec de la greffe osseuse.

L'étude de Marin et al. (2019) rejoint l'étude de Monje et al. (2016) sur le fait que l'épaisseur de la membrane sinusienne et de la paroi latérale du sinus n'est pas la même dans le sinus maxillaire et les contours du sinus maxillaire peuvent différer d'un site prémolaire à un site molaire.

Dans le cadre de cette étude, la mesure a été réalisée à partir de scanner CBCT et de manière préopératoire. Ceci étant, des scanners CBCT supplémentaires ont été réalisés en postopératoire dans le but d'écarter tout risque d'erreur dans les données obtenues initialement. Pour les 121 patients concernés, la personne chargée de la mesure et les matériels utilisés ont été inchangés.

Lum et al. (2017) soutiennent ces résultats en évoquant le fait que plus une membrane est fine, plus le risque de perforation est élevé. La mesure de l'épaisseur de la membrane de 167 patients a également été réalisée de manière préopératoire, à partir d'images tomодensitométrique à faisceau conique. L'étude concerne le cas de patients d'un seul centre, notamment la faculté de médecine dentaire de l'Université Tufts à Boston (Massachusetts). Ceci étant, elle s'étale sur une période de 10 ans. Par conséquent, les cliniciens qui ont procédé à la mesure sont différents, même si la méthode de mesure reste la même.

### 3. Protocole d'une étude prospective sur les paramètres cliniques, anatomiques, médicaux et opérateur-dépendant potentiellement liés à la perforation de la membrane sinusienne lors d'un Sinus Lift

#### 3.1 Contexte de l'étude

##### 3.1.1 Problématique

Les procédures d'augmentation du sinus maxillaire sont devenues de plus en plus fréquentes avant la pose d'implants dentaires dans les maxillaires postérieurs ayant subi une perte osseuse grave en raison soit d'une pneumatisation des sinus, d'une atrophie de l'os alvéolaire ou d'un traumatisme. Quelle que soit l'approche choisie, l'objectif est d'élever la membrane sinusienne et d'implanter le matériau de greffe dans l'espace créé. Au fil des années, les techniques ainsi que les instruments ont évolué et ont permis d'obtenir des résultats prévisibles grâce à des taux d'augmentation et de survie des implants (Pommer *et al.* 2009, Borgonovo *et al.* 2015).

Cependant, des complications subsistent, la perforation de la membrane de Schneider étant la plus fréquente. De plus, cette perforation de la membrane a été associée à des complications postopératoires plus élevées et à des défaillances des implants. Par conséquent, une gestion prudente de la membrane est impérative pour prévoir un résultat positif.

La littérature a montré que différents éléments pouvaient influencer sur la perforation de cette membrane lors de l'acte chirurgical. Ces éléments peuvent être cliniques, anatomique notamment l'épaisseur de la membrane sinusienne.

C'est dans ce contexte que différents auteurs ont cherché à appréhender l'association statistique entre l'épaisseur de la membrane et les risques de perforation dans le cadre d'un sinus lift. Ces associations statistiques ont été établies à partir d'études rétrospectives mais en aucun cas n'est présentée une étude prospective à ce niveau de preuve (Rapani *et al.* 2016, Marin *et al.* 2019).

En effet, la revue de littérature a permis d'observer que dans certains cas, une membrane sinusienne épaisse entraîne un risque de perforation, alors que dans d'autres cas, une

membrane fine est associée à une perforation dans le cadre d'un soulèvement de sinus (Rapani et al. 2016 ; Monje et al. 2016 ; Lin et al. 2016 ; Lum et al. 2017 ; Marin et al. 2019).

D'autres éléments tels que la présence de pathologies sinusiennes, systémiques, métaboliques peuvent être liés à cette perforation (Costes et al. 2011).

Par ailleurs, l'expérience et la compétence de l'opérateur sont aussi des facteurs à prendre en compte (Jerjes W et al. 2018).

La littérature a analysé l'influence de ces facteurs, individuellement, sur le risque de perforer la membrane lors de l'acte chirurgical. Cependant, aucune n'a confronté tous ces facteurs afin de prédire lesquels avait le plus d'influence sur la perforation et ainsi sur quels paramètres la prévention et la formation des praticiens pouvait le mieux s'appliquer.

### 3.1.2 Objectif

L'objectif principal de l'étude est d'évaluer les facteurs sociodémographiques, cliniques, anatomiques, radiographiques et opérateur-dépendant ayant une association statistique avec la perforation de la membrane sinusienne lors de l'acte de Sinus Lift.

L'objectif secondaire sera de prédire de manière précise et ainsi de mettre toutes les mesures possibles en place pour éviter cet aléa chirurgical.

## 3.2 Objectifs de l'étude

### 3.2.1 Analyse de données

#### 3.2.1.1 Aspects réglementaires

##### 3.2.1.1.1 Consentement des patients

Conformément aux bonnes pratiques cliniques et aux dispositions légales, tout sujet présélectionné a été préalablement informé par l'investigateur des objectifs de l'étude, de sa méthodologie, de sa durée, de ses contraintes et risques prévisibles, y compris en cas d'arrêt de l'étude avant son terme. Il a été notamment précisé aux patients qu'ils sont entièrement libres de refuser de participer ou de se retirer à tout moment sans encourir aucune responsabilité, ni aucun préjudice de ce fait. Un document résumant les renseignements donnés par l'investigateur sera remis à chaque sujet.

#### 3.2.1.1.2 Secret professionnel, confidentialité

L'investigateur est soumis au secret professionnel. Les données recueillies et les résultats des analyses sont inscrits dans le CRF (Case Report Form). Toutes les données des examens sont recueillies dans un cahier d'observation des données individuelles, anonyme et spécifique au protocole, consultable par le promoteur et qui constituera les données sources pour cette étude.

L'identification des patients sur ces cahiers sera faite exclusivement à l'aide de leur numéro d'inclusion.

Les représentants de l'investigateur sont soumis aux mêmes obligations de secret professionnel que le corps médical.

Les anomalies qui peuvent être découvertes au cours de l'étude sont expliquées au sujet. Dans le cas où une prise en charge médicale est souhaitable, il sera renvoyé vers son médecin traitant avec un courrier remis en main propre.

#### 3.2.1.1.3 Promoteur

Le promoteur de cette étude sera le promoteur des CHU de l'AP-HP, à savoir la DRCI

#### 3.2.1.1.4 Consultation du Comité de Protection des Personnes

Le dossier sera présenté au Comité de Protection des Personnes (CPP) des centres hospitalo-universitaires (CHU) de l'Assistance Publique des Hôpitaux de Paris (AP-HP).

#### 3.2.1.1.5 Contrat d'assurance

Le promoteur de cette étude souscrira un contrat d'assurance auprès de l'AP-HP

#### 3.2.1.1.6 Lieu de l'étude

Le service odontologique du Groupe Hospitalier de la Pitié-Salpêtrière (GHPS) offrira la possibilité de réaliser cette étude. Il s'agira d'un lieu monocentrique.

### 3.2.1.2 Population

#### 3.2.1.2.1 Recrutement des participants

Les patients seront recrutés sur une période de 6 mois dans le service odontologique du GHPS (date à définir).

#### 3.2.1.2.2 Critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion :

- Volontaires, en bonne santé,
- Ne présentant aucune contre-indication médicale à la pose d'implant dentaire et à la réalisation d'un sinus lift
- Patient nécessitant un sinus lift unilatéral

Critères d'exclusion :

- Femme enceinte,
- Les soulevés de sinus par voie crestale,
- Les patients souffrant de pathologies sinusiennes
- Les patients souffrant de pathologies générales affectant la nature de l'os : ostéoporose pathologies cancéreuses - ostéonécroses - radionécroses
- Les patients sous traitement pouvant affecter la nature et la cicatrisation de l'os : les bisphosphonates, la radiothérapie, la chimiothérapie
- Patients n'ayant pas réalisés de panoramique dentaire ou de CBCT dans l'année précédant la consultation
- Patients présentant des allergies médicamenteuses.
- Patients ne parlant pas français (pour le consentement éclairé)
- Patients non couverts par la sécurité sociale
- Patients sous protection juridique

### 3.2.1.3 Recueils

#### 3.2.1.3.1 Recueil de données

- Recueil des données administratives : adresse et numéro de téléphone
- Questionnaire médical : Anamnèse, âge, sexe, tabac, antériorité de l'édentement
- Recueil des traitements médicaux
- Examen exo-buccal et endo-buccal : biotype gingival, maladie parodontale, statut endodontique, taille de l'édentement
- Examens radiologiques : Panoramique et CBCT, saison de l'imagerie à définir

#### 3.2.1.3.2 Matériels utilisés

Tous les patients réaliseront l'exposition 3D par le même appareil radiologique.

Il s'agira du Kodac9000 localisé dans le service d'urgence du GHPS au niveau rez-de-chaussée.

Cet appareil est un logiciel complet pour l'acquisition, la visualisation et le traitement de radiographies 3D.

Il offre une nouvelle efficacité diagnostique ainsi qu'un diagnostic 3D optimal.

Ce logiciel génère des images au format DICOM, standard international d'images médicales.

Les examens réalisés peuvent être exporté vers d'autres logiciels compatibles DICOM.

### 3.2.1.4 Déroulement de l'étude

#### 3.2.1.4.1 Consultation dans le service Odontologique du GHPS

Recueil des données administratives : Adresse et numéro de téléphone

- Questionnaire médical : Interrogatoire médical et recueil des traitements médicamenteux
- Examen intrabuccal
- Information sur l'étude
- Questionnaire standardisé : Vérification des critères d'inclusion et de non inclusion
- Recueil du consentement éclairé et écrit



#### 3.2.1.4.2 Réalisation de l'examen radiologique

Une radiographie panoramique dentaire ainsi qu'un CBCT sont nécessaires à l'analyse de la situation clinique du sinus maxillaire et de la crête alvéolaire permettant d'aboutir à l'indication thérapeutique de soulèvement de sinus par voie latérale

##### 3.2.1.4.2.1 Protocole de réalisation de l'examen radiologique :

- Utilisation de l'appareil radiologique
- Paramétrage de la machine radiologique
- Utilisation du protocole standardisé de réalisation de l'examen radiologique 3D type CBCT
- Positionnement de la tête.

Calcul de la l'épaisseur de la membrane sinusienne :

La membrane sinusienne sera mesurée au niveau de 3 points fixes dans chaque sinus : droit et gauche selon la méthode décrite par Kalyvas et al. (2018).

La valeur de l'épaisseur de la membrane sinusienne sera donnée par la moyenne à ces 3 mesures.

##### 3.2.1.4.2 Enregistrement des données DICOM sur CD ROM :

L'examen original sur CD Rom est remis au patient en lui expliquant la nécessité de le garder précieusement. Une copie sera stockée et archivée pour l'opérateur.

##### 3.2.1.4.3 Phase opératoire

Sous anesthésie locale, antibioprofylaxie donnée au patient (Antibiotiques – AINS)

Réalisation de la fenêtre d'accès latéral à l'aide de la piézochirurgie : action uniquement sur les tissus minéralisés et préservation des tissus mous sans altération de la membrane de Schneider, des vaisseaux et nerfs.

### 3.2.2 Analyses statistiques

Pour cette étude prospective, monocentrique, les données seront exprimées en médianes (1<sup>er</sup> ; 3e quartile), minimum et maximum pour les variables continues non gaussiennes et en chiffres (pourcentages) pour les variables qualitatives. Les données qualitatives seront résumées par fréquence et pourcentage. Les données quantitatives seront résumées en médiane (1er ; 3e quartile). Les minimum et maximum seront également rapportés.

Le critère de jugement principal est la perforation de la membrane sinusienne lors d'un SINUS LIFT.

Les variables potentiellement associées à la perforation sinusienne ont été classées en trois parties :

-Caractéristiques sociodémographiques :

L'âge et le genre du patient ont été pris en compte.

Usage du tabac

Antériorité de l'édentement

Saison lors de la radiographie

-Caractéristiques cliniques, anatomiques et médicales:

Présence de pathologie systémique (diabète, hypo ou hyperthyroïdie, hypertension artérielle, angine de poitrine, maladies infectieuses)

Pathologies associées à maladie parodontale

Pathologies associées aux infections d'origine dentaire

Présence de septa sinusiens

Biotype parodontal : fin, épais

Côté à opérer : Secteur 1 ou 2

Prise de stupéfiants par voie orale ou nasale

L'épaisseur de la membrane sinusienne des patients concernés a été catégorisée telle que Rapani et al. (2016) l'ont décrite :

- Type 1 : non enregistrable.
- Type 2 : 0-2 mm.
- Type 3 : 3-4 mm.
- Type 4 : plus de 4 mm.

-Caractéristiques Liée à l'opérateur :

- Compétences théoriques : diplôme, master, formation

-Compétences cliniques : expérience pratiques, droitier ou gaucher

Les analyses statistiques seront effectuées sur des participants pour lesquels la variable « perforation de la membrane » et les facteurs potentiellement associés seront enregistrés de manière exhaustive.

Des analyses bivariées et multivariées seront réalisées pour identifier les facteurs associés à la perforation de la membrane. Le coefficient bêta et les intervalles de confiance à 95% seront calculés.

Toutes les données seront analysées à l'aide du logiciel SAS (version 9.4; SAS Institute, Cary, NC, États-Unis).

Tous les tests statistiques sont bilatéraux avec un niveau de signification de 5%, ce qui signifie qu'une valeur  $p < 5\%$  était considérée comme significative.

En guise d'étape préliminaire de l'analyse multivariée, seront effectuée des analyses bivariées pour examiner les différences de risque de perforation dans des sous-groupes de facteurs potentiellement associés.

Des facteurs significatifs au seuil bivarié de 20% seront sélectionnés pour le modèle multivarié. Une technique de sélection automatique par étapes appelée "pas à pas" sera utilisée. Elle permettra d'obtenir un modèle avec uniquement des facteurs significatifs à 5%, ajustés pour le biotype parodontal, le sexe, les septa sinusiens.

### 3.3. Résultats attendus et perspectives

Cette étude pourra permettre de fournir aux chirurgiens des guidelines reproductibles et fiables pour la réalisation de Sinus lift afin de rendre les résultats prévisibles et d'anticiper les prises en charge.

## 4. Conclusion

La membrane sinusienne est un élément anatomique à prendre en considération lors de la réalisation d'un sinus lift. En effet, la perforation de la membrane sinusienne est la complication la plus fréquente. Outre son potentiel ostéogénique important, l'épaisseur de la membrane sinusienne peut être influencée par des facteurs anatomiques, pathologiques, environnementaux et interindividuels. L'épaisseur de la membrane sinusienne peut être obtenue soit par analyse histologique, soit par analyse radiologique. L'analyse radiologique par CBCT surestime de 2 à 3 fois l'épaisseur de la membrane sinusienne.

A l'issu de cette revue de synthèse de cette analyse de la littérature qui repose sur la sélection de 5 articles cliniques publiés entre 2016 et 2019, il apparaît qu'il existe un lien entre l'épaisseur de la membrane sinusienne et le risque de perforation, les résultats sont variables. D'une part, certaines études démontrent qu'une membrane plus fine expose à un risque de perforation ; et d'autre part, des études mettent en évidence la présence de perforations en cas de membrane sinusienne épaisse. Malgré cette hétérogénéité constatée, les 5 articles retenus convergent vers la même conclusion : le risque de perforation est le plus faible lorsque l'épaisseur de la membrane sinusienne est compris entre 1 et 2 mm.

Dans la mesure où les perforations sont déjà constatées, il est important de procéder à des techniques de réparation, principalement à travers l'application d'une membrane de collagène résorbable. Cette réparation est toujours indispensable.

Enfin, en complément des études rétrospectives retenues dans cette analyse de la littérature, il sera intéressant de mettre en application le protocole clinique proposé dans ce travail, afin d'établir prospectivement, des liens plus précis entre l'épaisseur de la membrane sinusienne maxillaire et le risque de perforation(s) per-opératoire(s).

Cette future étude clinique permettra d'apporter des réponses plus fiables non seulement concernant le rapport entre l'épaisseur de la membrane sinusienne maxillaire et le risque traumatique de celle-lors du geste chirurgical, mais également de prendre en compte les différentes variables étroitement liées à ce problème.

Outre les bénéfices obtenus par les avancées technologiques comme l'apport de la piézochirurgie, les résultats obtenus pourraient permettre la réalisation de guidelines reproductibles afin d'anticiper la prise en charge des patients et de rendre les résultats de ces interventions plus prédictibles.

## 5. Bibliographie

- Aimetti M, Massei G, Morra M, Cardesi E, Romano F. Correlation between gingival phenotype and Schneiderian membrane thickness. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(6):1128-32.
- Albrektsson T.; Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *Eur Spine J*. 2001;10S2:S96-S101.
- Al-Dajani M. Incidence, Risk Factors, and Complications of Schneiderian Membrane Perforation in Sinus Lift Surgery: A Meta-Analysis. *Implant Dent*. 2016;25(3):409-15.
- Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei EE. & Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(2):277-82.
- Barone A, Santini S, Marconcini S, et al. Osteotomy and membrane elevation during the maxillary sinus augmentation procedure. A comparative study: Piezoelectric device vs. conventional rotative instruments. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19:511–515.
- Bolger WE, Butzin CA, Parsons DS. Paranasal sinus bony anatomic variations and mucosal abnormalities: CT analysis for endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 1991;101(1):56-64.
- Bolger WE, Butzin CA, Parsons DS. Paranasal sinus bony anatomic variations and mucosal abnormalities: CT analysis for endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 1991;101(1):5
- Borgonovo AE, Cicciu M, Re D, Rizza F, Frigo AC. & Maiorana C. Maxillary sinus septa and anatomic correlation with the Schneiderian membrane. *J Craniofac Surg*, 2015; 26 (4):1394-98.
- Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Öhman A Osseointegrated titanium implants in the treatment of the edentulous jaw. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl*.1977;16:1-132
- Brullman D. D, Schmidtman I, Hornstein S, Schulze R. F. Correlation of cone beam computed tomography (CBCT) findings in the maxillary sinus with dental diagnoses: a re-trospective cross-sectional study. *Clin Oral Invest*. 2012;16(4):1023-9
- Cakur B, Sumbullu MA. Durna D. Relationship among Schneiderian membrane, Underwood's septa, and the maxillary sinus inferior border. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013;15(1):83-7.
- Comer DM, Elborn JS, Ennis M1. Inflammatory and cytotoxic effects of acrolein, nicotine, acetylaldehyde and cigarette smoke extract on human nasal epithelial cells. *BMC Pulm Med*. 2014;1:14-32.
- Costes V, Sudaka A, Wassef M. Polypes des fosses nasales et des sinus : vraies et fausses tumeurs. *Ann Pathol*. 2011 Nov; 31(5):S87–91.
- Davarpanah M, Szmukler-Moncler S, Davarpanah K, De Corbière S. Simplification des greffes sinusiennes. *Quintessence international* ; 2011
- Dagassan-Berndt DC, Zitzmann NU, Lambrech JT, Weiger R, Walter C. Is the Schneiderian membrane thickness affected by periodontal disease? A cone beam computed tomography-based extended case series . *J Int Acad Periodontol* 2013;15(3):75-82
- Fugazzotto PA. & Vlassis J. A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations. *J Periodontol*. 2003;74(10):1534-1541.
- Gorin C, Dridi SM, Wierzba CB, Ejeil AL. Le questionnaire médical en odontostomatologie : nécessité, applications, obligations. *Actual Odontostomatol*. 2011 Mar; 253:19-37.

- Gurler G, Delilbasi C. Relationship between preoperative cone beam computed tomography and intraoperative findings in sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30(6):1244-8.
- Gruber R, Kandler B, Fuerst G, Fischer M, Watzek G. Porcine sinus mucosa holds cells that respond to bone morphogenetic protein (BMP)-6 and BMP-7 with increased osteogenic differentiation in vitro. *Clin Oral Implants Res*. 2004;15(5):575-80
- Hahnel S, Etrl-Wagner B, Tasman AJ, Forsting M, Jan- sen O. Relative value of MR imaging as compared with CT in the diagnosis of inflammatory paranasal sinus disease. *Radiology*. 1992;210(1):171-6
- Hameed Fathima K, Harish VS, Jayavelly P. & Harinath P. Perforated schneiderian membrane repair during sinus augmentation in conjunction with immediate implant placement. *J Pharm Bioallied Sci*. 2014; 6(suppl1):S174-S177.
- Hassani A, Khojasteh A, Alikhasi M. Repair of the Perforated Sinus Membrane with Buccal Fat Pad During Sinus Augmentation. *J Oral Implantol*. 2008 Nov;34(6):330-3.
- Heinemann F, Hasan I, Kunert-Keil C, et al. Experimental and histological investigations of the bone using two different oscillating osteotomy techniques compared with conventional rotary osteotomy. *Ann Anat*. 2012; 94:165-170.
- Hernandez-Alfaro F, Torradeflot MM, Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2008; 19(1):91-8.
- Hernandez-Alfaro F, Torradeflot MM. & Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19(1):91-8.
- Hungerbühler A, Rostetter C, Lübbers HT, Rücker M, Stadlinger B. Anatomical characteristics of maxillary sinus septa visualized by cone beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019; 48(3):382-7
- Insua A, Monje A, Urban I, Kruger L, Garaicoa-Pazm C, Sugai J, Wang H .The Sinus Membrane-Maxillary Lateral Wall Complex: Histologic Description and Clinical Implications for Maxillary Sinus Floor Elevation. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2017;37(6):328-36
- Irinakis T, Dabuleanu V. & Aldahlawi S. Complications during maxillary sinus augmentation associated with interfering septa: A new classification of septa. *Open Dent J*. 2017; 11:140-50.
- Janner SFM, MD Caversaccio, Dubach P, Sendi P, Buser D, Bornstein MM. Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane: a radiographic analysis using cone beam computed tomography in patients referred for dental implant surgery in the posterior maxilla. *Clinical Oral Implants Research*. 2011;22(12):1446-53
- Jerjes W, Hopper C. Surgical experience, workload and learning curve vs postoperative outcome. *Eur J Oral Implantol*. 2018;11 Suppl 1:S167-78
- Johansson B, Grepe A, Wannfors K. & Hirsch JM. A clinical study of changes in the volume of bone grafts in the atrophic maxilla. *Dentomaxillofac Radiol*, 2001;30(3):157-61.
- Jordi C, Mukaddam K, Lambrecht JT. & Kuhl S. Membrane perforation rate in lateral maxillary sinus floor augmentation using conventional rotating instruments and piezoelectric device - a meta-analysis. *Int J Implant Dent*. 2018; 4(1):3.
- Kalyvas S, Kapsalas A, Paikou S, Tsiklakis K. Thickness of the Schneiderian membrane and its correlation with anatomical structures and demographic parameters using CBCT tomography: a retrospective study. *Int J Implant Dent*. 2018;4(1):32
- Khorrandel A, Shirmohammadi A, Sadighi A, Faramarzi M, Babaloo AR, Shamami MS. & al. Association between demographic and radiographic characteristics of the schneiderian membrane and periapical and periodontal diseases using cone-beam computed tomography scanning: A retrospective study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 2017; 11(3):170-6.

- Kim SH, Kim KH, Seo MB, Koo KT, Kim TI, Seol YJ. & al. Alveolarbone regeneration by transplantation of periodontal ligament stem and bone marrow stem cells in a canine peri implant defect model : a pilot study. *J Periodontol.* 2009;80(11):1815-23
- Krennmair G, Ulm C, Lugmayr H. Maxillary sinus septa: Incidence, morphology and clinical implications *J. Craniomaxillofacial Surg* 1997;25(5):261-5
- Laan M, Bozinovski S, Anderson GP: Cigarette smoke inhibits lipopolysaccharide- induced production of inflammatory cytokines by suppressing the activation of activator protein-1 in bronchial epithelial cells. *J Immunol.* 2004, 173(6):4164-70.
- Lan MY, Ho CY, Lee TC, Yang AH: Cigarette smoke extract induces cytotoxicity on human nasal epithelial cells. *Am J Rhinol* 2007, 21(2):218–23.
- Lin YH, Yang YC, Wen SC. & Wang HL. The influence of sinus membrane thickness upon membrane perforation during lateral window sinus augmentation. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(5):612-7.
- Little RE, Long CM, Loehrl TA. & Poetker DM. Odontogenic sinusitis: A review of the current literature. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, 2018; 3(2):110-4.
- Lu et al. Associations between maxillary sinus mucosal thickening and apical periodontitis using cone-beam computed tomography scanning: a retrospective study. *J Endod.* 2012 ;38(8):1069- 74.
- Lum AG, Ogata Y, Pagni SE. & Hur Y. Association between sinus membrane thickness and membrane perforation in lateral window sinus augmentation: a retrospective study. *J Periodontol.* 2017;88(6):543-9.
- Marin S, Kirnbauer B, Rugani P, Payer M. & al. Potential risk factors for maxillary sinus membrane perforation and treatment outcome analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(1):66-72.
- Massei G, Romano F. & Aimetti M. An innovative technique to manage sinus membrane perforations: report of two cases. *Int J Periodontics Dent.* 2015;35(3):373-9.
- Mombelli A and Meier C. On the symmetry of periodontal disease. *J Clin Periodontol.* 2001;28(8):741-55.
- Monje A, Diaz KT, Aranda L, Insua A, Garcia-Nogales A. & Wang HL. Schneiderian Membrane thickness and clinical implications for sinus augmentation: a systematic review and meta-regression analyses. *J Periodontol.* 2016; 87(8): 888-99.
- Müller HP, Heinecke A, Schaller N, Eger T. Masticatory mucosa in subjects with different periodontal phenotypes. *J Clin Periodontol.* 2000;27(9):621–6
- Müller HP, Eger T. Masticatory mucosa and periodontal phenotype: A review. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22(2):172–83
- Neugebauer J, Ritter L, Mischkowski RA, Dreiseidler T, Scherer P, Ketterle M, et al. Evaluation of Maxillary Sinus Anatomy by Cone-Beam CT Prior to Sinus Floor Elevation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010 Apr;25(2):258–65.
- Page, R.C. and Kornman, K.S. The pathogenesis of human periodontitis: an introduction. *Periodontol.* 2000;1997;14:9-11.
- Pazera P, Bornstein M.M, Pazera A, Sendi P, Katsaros C. Incidental maxillary sinus findings in orthodontic patients: a radiographic analysis using cone-beam computed tomography (CBCT) *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(1):17-24
- Perros N. Perforations de la membrane de Schneider lors des complements sinusiens : prevention et gestions des complications. 2016
- Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: update on technique for large and complete perforations. *Implant Dent.* 2008;17(1):24-31.

- Pommer B, Unger E, Sütö D, Hack N, Watzek G. Mechanical properties of the Schneiderian membrane in vitro. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(6):633–7
- Rapani M, Rapani C. & Ricci L. Schneider membrane thickness classification evaluated by cone-beam computed tomography and its importance in the predictability of perforation. Retrospective analysis of 200 patients. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2016;54(10):1106-10
- Reh D, Higgins T, Smith T. Impact of tobacco smoke on chronic rhinosinusitis: a review of the literature. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2012;2(5):362-9
- Rickert D, Vissink A, Slater JJRH, Meijer HJA, Raghoobar GM. Comparison between Conventional and Piezoelectric Surgical Tools for Maxillary Sinus Floor Elevation. A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013 Apr;15(2):297–302.
- Ritter L, Lutuz J, Neugebauer J. Prevalence of pathologic findings in the maxillary sinus in cone-beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;111(5):634-40
- Schwartz-Arad D, Herzberg R. & Dolev E. The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *J Periodontol.* 2004;75(4): 511-6.
- Siervo S, Ruggli-Milic S, Radici M, Siervo P, Jäger K. Piezoelectric surgery. An alternative method of minimally invasive surgery. 2013.
- Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: A radiographic study. *Int J O Maxillofac Implants.* 2008;23:48–56
- Shiffler K, Lee D, Aghaloo T, Moy PK. & Pi-Anfruns J. Sinus membrane perforations and the incidence of complications: a retrospective study from a residency program. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120(1):10-4.
- Stübinger S, Kuttenger J, Filippi A, Sader R, Zeilhofer HF. Intraoral piezosurgery : preliminary results of a new technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005 Sep ;63(9) :1283-7.
- Sun, W.L., Chen, L.L., Zhang, S.Z., Wu, Y.M., Ren, Y.Z. and Qin, G.M. Inflammatory cytokines, adiponectin, insulin resistance and metabolic control after periodontal intervention in patients with type 2 diabetes and chronic periodontitis. *Intern Med.* 2011; 50(15):1569-74.
- Srouji S, Ben - David D, Lotan R, Riminucci M, Livne E, Bianco P. The innate osteogenic potential of the maxillary sinus (schneiderian) membrane: an ectopic tissue transplant model simulating sinus lifting. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39 (8):793-801.
- Srouji S, Kizhner T, Ben David D, Riminucci M, Bianco P. & Livne E. The schneiderian membrane contains osteoprogenitor cells: in vivo and in vitro study. *Calcif. Tissue Int.* 2009;84(2):138-45.
- Thor A, Sennerby L, Hirsch JM. & Rasmusson L. Bone formation at the maxillary sinus floor following simultaneous elevation of the mucosal lining and implant installation without graft material: an evaluation of 20 patients treated with 44 Astra Tech implants. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(7):64-72.
- Tonetti, M.S., D'Amico, F., Nibali, et al. Treatment of periodontitis and endothelial function. *N. Engl. J. Med.* 2007;35(6):911-20.
- Touzeau D. Drogues et sensations: le nez dans tous ses états : Drugs and sensations: all nose's states. *La Lettre d'ORL et de chirurgie cervico-faciale.* 2010;(321):11-4
- Underwood AS. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. *Journal Anat. Physiol* 1910;44(4):354-69
- Vallo J, Suominen-Taip L, Huuonen S, Norblad A. Prevalence of mucosal abnormalities of the maxillary sinus and their relationship to dental disease in panoramic radiography: results from the Health 2000 Health Examination Survey. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109(3):80-7



- Van Der Bergh JP, Ten Bruggenkate CM, Disch FJ, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clinical Oral Implants Research*. 2000;11(3):256-65
- Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: Introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int. J. Periodontics. Restorative. Dent*. 2001; 21: 561-567.
- Von Arx T, Fodich I, Bornstein MM. & Jensen SS. Perforation of the sinus membrane during sinus floor elevation: a retrospective study of frequency and possible risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014;29 (3):718-26.
- Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Sang-Choon Cho, Tarnow DP. Schneiderian Membrane Perforation Rate During Sinus Elevation Using Piezosurgery: Clinical Results of 100 Consecutive Cases. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2007 Oct;27(5):413–9
- Wallace SS, Tarnow DP, Froum SJ, Cho S-C, Zadeh HH, Stoupel J, et al. Maxillary Sinus Elevation by Lateral Window Approach: Evolution of Technology and Technique. *J Evid Based Dent Pract*. 2012 Sep;12(3, Supplement):161–71.
- Wang SF, Leknes KN, Zimmerman GJ, Sigurdsson TJ, Wikesjö UM, Selvig KA. Intra and inter-examiner reproducibility in constant force probing. *J Clin Periodontol* 1995;22(12) :918–22.
- Walter, C., Weiger, T. and Zitzmann, N.U. Periodontal surgery in furcation-involved maxillary molars revisited – an introduction for guidelines for comprehensive treatment. *Clin Oral Invest*. 2011;15(1):9-20.
- Zhou H, Wang X, Brighton L, Hazucha M, Jaspers I, Carson JL. Increased nasal epithelial ciliary beat frequency associated with lifestyle tobacco smoke exposure. *Inhal Toxicol*. Aug 2009;21(10):875–81.

## 6. Table des illustrations

*Figure 1 : Schéma de Berichard; travail personnel d'après Gray's Anatomy public*

*Figure 2 : Présentation schématique et coupe histologique de la membrane sinusienne du sinus maxillaire*

*Figure 3 : Coloration trichrome de Masson ( $\times 40$ ) d'une membrane sinusale saine*

*Figure 4 : Immunofluorescence pour intégrine ( $\times 40$ ) montrant des fibres avec une orientation perpendiculaire par rapport à l'os.*

*Figure 5 : Un résumé de l'enchaînement séquentiel proposé d'événements menant à la régénération osseuse dans le cadre d'interventions de prélèvement sinusal non greffé.*

*Figure 6: Orientation des septa: (a) septum sagittal montré dans une coupe coronale du sinus maxillaire ; (b) septum coronal montré dans une coupe sagittale du sinus maxillaire, (c) septa transverses montrés dans une coupe sagittale du sinus maxillaire*

*Figure 7: Diagramme représentant la corrélation entre l'épaisseur du phénotype gingival et celle de la membrane sinusienne*

*Figure 8 : Démonstration de la méthode utilisée dans l'image panoramique pour diviser le sinus en quatre parties égales et trouver trois points fixes pour les mesures. De plus, ces points fixes dans le plan horizontal avec et sans section*

*Figure 9 : Démonstration de la méthode utilisée pour déterminer l'épaisseur de la membrane sinusienne dans les images en coupe pour chacun des points fixes*

*Figure 10 : Représentation schématique de la classification des perforations*

*Figure 11 : Suture de la membrane sinusienne perforée à la paroi osseuse*

*Figure 12 : Schéma de la mise en rotation de la lamelle osseuse à l'intérieur du sinus*

*Figure 13 : Traitement des petites perforations de la membrane sinusienne lors d'un sinus lift*

*Figure 14 : Traitement des perforations multiples de la membrane sinusienne dans le cadre d'un sinus lift*

*Figure 15 : Schéma de la stratégie de recherche*

## 7. Index des tableaux

*Tableau 1 : Analyse de l'épaisseur (en mm) de la membrane sinusienne en utilisant des coupes coronales a partir d'images CBCT limitées*

*Tableau 2 : Analyse univariée du potentiel d'influence sur les paramètres cliniques et anamnestiques de l'épaisseur moyenne globale et moyenne sagittale (en mm) de la membrane sinusienne*

*Tableau 3 : Etudes mesurant l'épaisseur de la membrane sinusienne*

*Tableau 4 : Synthèse des options de traitement en cas de perforation de la membrane sinusienne, en fonction de l'étendue*

*Tableau 5 : Etudes rétrospectives sélectionnées*

*Tableau 6 : Etudes sur les perforations de la membrane de Schneider lors d'une élévation du sinus*

*Tableau 7 : Classification de la membrane sinusienne en fonction de son épaisseur*

*Tableau 8 : Nombre de perforations en fonction de l'épaisseur*

*Tableau 9 : Taux de perforation dans chaque groupe d'épaisseur de membrane*

*Tableau 10 : Epaisseur de la membrane sinusienne en fonction de la perforation*

*Tableau 11 : Corrélation entre la perforation et l'épaisseur de la membrane et de la paroi du sinus latéral*

*Tableau 12 : Tableau synthétique des etudes sélectionnées*

## 8. Index des graphiques

*Graphique 1 : Epaisseur de la membrane sinusienne*

*Graphique 2 : Evaluation de l'épaisseur de la membrane sinusienne en fonction de la méthode utilisée*

*Graphique 3 : Relation entre épaisseur de la membrane et taux de perforation*

## ANNEXE 1

### **Protocole standardisé de réalisation des examens radiologiques 3D Type CBCT pour l'étude.**

Nom et prénom du Patient :

Date de naissance :

Sexe :  Masculin  Féminin

Choisir l'examen CBCT :

Epaisseur de la membrane sinusienne :

Nom de l'opérateur :

Date de l'examen radiologique :

Paramètres de la machine radiologique

Choix du champ d'acquisition :  8cm x 8cm  8cm x 5cm

Noter les valeurs suivantes :

Paramètres du générateur

Intensité (mA) mA

Tension kV

Temps d'exposition s

Dose effective  $\mu$ SV

Utilisation de gouttière de positionnement :  Oui  Non

## ANNEXE 2

### **Fiche de renseignements lors de la chirurgie de soulevé de sinus par voie latérale :**

Nom et prénom du patient :

Date de naissance :

Sexe :  Masculin  Féminin

Nom de l'opérateur :

Date de la chirurgie :

Soulevé de sinus :  Secteur 1  Secteur 2

Durée de l'intervention :

Epaisseur de la membrane sinusienne :  Type 1  Type 2  Type 3  Type 4

Matériaux de comblement utilisé :

Membrane collagénique (régénération osseuse guidée ou ROG) utilisée :

Perforation de la membrane de Schneider lors de l'intervention :  Oui  Non

Nombre de perforations :  1  2  3

Taille de la perforation :

Localisation de la perforation :  ant  post  sup

Technique de réparation de la membrane perforée :  Technique directe de suture  Membrane de collagène

Os lamellaire

**AMSELLEM, Avner. Importance de l'épaisseur de la membrane sinusienne dans le risque de perforation lors du sinus lift : proposition d'un protocole d'étude clinique prospective. 2020. 81 p. : ill., graph., tabl. Réf. Biblio. : p 71-80**

**Sous la direction du Dr Guillaume LINTANF et la co-direction du Dr Rafaël TOLEDO**

**Th : Chir Dent. : Université de Paris : année 2020**

---

**Résumé :**

La perforation de la membrane sinusienne est la complication chirurgicale la plus fréquente lors du soulèvement de sinus (sinus lift) par voie latérale. Récemment, il a été démontré que la perforation était liée à certains facteurs de risques tels que : l'épaisseur de la membrane sinusienne ; les forces excessives sur le matériau de greffe ; l'os septal ; le tabac et le phénotype gingival.

Ce travail a pour objectif de présenter les caractéristiques de la membrane sinusienne, la prévalence des perforations et la gestion de celle-ci. Par ailleurs, une revue de littérature est proposée afin de déterminer l'incidence de l'épaisseur de la membrane sinusienne sur le risque de perforation lors de la thérapie du sinus lift par voie latérale.

La stratégie de recherche utilisée a permis de retenir 5 études cliniques sur 93 articles sélectionnés. Les 5 études sélectionnées sont toutes rétrospectives allant de 2016 à 2019. L'analyse de ces articles sélectionnés a permis de mettre en relation l'épaisseur de la membrane sinusienne et le risque de perforation lors du soulèvement de sinus par voie latérale. En effet, le risque de perforation est plus faible lorsque l'épaisseur de la membrane sinusienne est comprise entre 1 et 2 millimètres. Lorsque l'épaisseur n'est pas comprise dans cet intervalle, le risque de perforation de la membrane de Schneider augmente.

Enfin, en complément des études rétrospectives retenues dans cette analyse de la littérature, un protocole d'étude prospective est proposé.

---

**Discipline : CHIRURGIE BUCCALE**

---

**Mots clés français (fMeSH et Rameau) :** Rehaussement du plancher du sinus (FMeSH) ; Risque (FMeSH) ; Muqueuse nasale (FMeSH)

---

**TITRE en anglais : IMPORTANCE OF SINUS MEMBRANE THICKNESS IN THE RISK OF PERFORATION DURING MAXILLARY SINUS FLOOR AUGMENTATION: PROTOCOL FOR A PROSPECTIVE STUDY**

---

**RESUME en anglais : (facultatif)**

---

**English keywords (MeSH) :** Sinus floor augmentation (MeSH) ; Risk (MeSH) ; Nasal mucosa (MeSH)

Université de Paris  
UFR d'odontologie  
5, rue Garancière  
75006 Paris