

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N° 77

THÈSE

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 6 décembre 2019

par

Alexandre SAAD

Né le 5 septembre 1993 à STRASBOURG

ANATOMIE INTERNE DU SINUS MAXILLAIRE : ÉTUDE DES CLOISONS SINUSIENNES

Président : Professeur Olivier HUCK
Assesseurs : Docteur Catherine-Isabelle GROS
Docteur Damien OFFNER
Docteur Badr JABOU

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG

Doyen : Professeur C. TADDEI-GROSS

**Doyens honoraires : Professeur R. FRANK
Professeur M. LEIZE
Professeur Y. HAIKEL**

Professeurs émérites : Professeur H. TENENBAUM

Responsable des Services Administratifs : Mme F. DITZ-MOUGEL

Professeurs des Universités

V. BALL	Ingénierie Chimique, Energétique - Génie des Procédés
A. BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
F. CLAUSS	Odontologie Pédiatrique
J-L. DAVIDEAU	Parodontologie
Y. HAÏKEL	Odontologie Conservatrice - Endodontie
O. HUCK	Parodontologie
M-C. MANIERE	Odontologie Pédiatrique
F. MEYER	Sciences Biologiques
M. MINOUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie
A-M. MUSSET	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
C. TADDEI-GROSS	Prothèses
B. WALTER	Prothèses

Maîtres de Conférences

Y. ARNTZ	Biophysique moléculaire
S. BAHİ-GROSS	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
L. BIGEARD	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Y. BOLENDER	Orthopédie Dento-Faciale
F. BORNERT	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
A. BOUKARI	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
O. ETIENNE	Prothèses
F. FIORETTI	Odontologie Conservatrice - Endodontie
C-I. GROS	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie
S. JUNG	Sciences Biologiques
N. LADHARI	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie
D. OFFNER	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
M. SOELL	Parodontologie
M. STRUB	Odontologie Pédiatrique
X. VAN BELLINGHEN	Prothèses
D. WAGNER	Orthopédie Dento-Faciale
E. WALTMANN	Prothèses

Equipes de Recherche

N. JESSEL	INSERM / Directeur de Recherche
Ph. LAVALLE	INSERM / Directeur de Recherche
H. LESOT	CNRS / Directeur de Recherche
M-H. METZ-BOUTIGUE	INSERM / Directeur de Recherche
P. SCHAAF	UdS / Professeur des Universités / Directeur d'Unité
B. SENGER	INSERM / Directeur de Recherche

Remerciements

À Monsieur le Professeur Olivier HUCK, président du Jury

Vous me faites l'honneur de présider ce Jury de thèse. Je vous remercie pour l'intérêt que vous avez porté à ce sujet, ainsi que pour votre implication à la fois dans les différents projets de la faculté, mais surtout dans l'enseignement de la Parodontologie. Veuillez trouver en ce travail l'expression de ma profonde reconnaissance.

À Madame le Docteur Catherine-Isabelle GROS, co-directrice de thèse

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger ce travail de thèse. Je vous adresse tous mes plus profonds remerciements pour votre implication dans ce travail, pour les relectures approfondies, pour votre sympathie et votre pédagogie. Soyez assurée, à travers ce travail, de l'expression de ma profonde gratitude.

À Monsieur le Docteur Badr JABOU, co-directeur de thèse

Vous m'avez fait l'honneur de me confier ce sujet de thèse qui vous tient particulièrement à cœur. Je vous en remercie grandement, ainsi que pour votre gentillesse, votre disponibilité, et votre sens de la pédagogie que ce soit en vacances de chirurgie ou durant toute la rédaction de ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de ma plus profonde considération.

À Monsieur le Docteur Damien OFFNER

Je tiens à vous remercier d'avoir accepté de siéger dans de jury. Merci également pour tous vos enseignements, à la fois pratiques et théoriques, et pour votre sympathie notamment lors de nos vacances cliniques communes. Soyez assurés de mon plus profond respect, et de ma sincère gratitude.

À mes parents, à qui je dois tout. Merci pour le soutien sans faille. Merci pour ce que tout ce que vous m'avez inculqué. Merci pour ce que vous m'apportez encore chaque jour.

A Maxime et Thomas, à Mallory, pour le soutien direct et indirect, les bons moments partagés depuis toujours. Je suis celui que je suis aujourd'hui grâce à vous.

À Sam, si tu tombes là-dessus dans dix ou vingt ans...

À mes grands-parents, oncles, tantes, cousins et cousines, merci pour votre soutien.

À Sophie, pour l'immense soutien plus que constant, mais surtout pour tout le reste. J'ai énormément de chance de partager ma vie avec toi, merci de me l'embellir jour après jour.

À Denise, Patrick, et Guillaume, merci pour votre gentillesse et votre soutien.

Aux Babtous, qui ont rendu ces six dernières années bien plus agréables :

à Marwane, à nos échanges, partages, projets, parfois intellectuels, souvent non,

à Cyrille, à ta bienveillance sans faille,

à Igor, où que tu sois, j'aurais toujours une bouteille de lait au frais pour toi,

à Corentin, à toutes tes histoires mémorables,

à Amine, mon rouya favori.

À Amira, pour ton aide tout au long de la rédaction de cette thèse, mais aussi pour ta gentillesse et les bons moments passés en radiologie ces années de clinique.

À Florence Blaise, pour votre sympathie et votre bienveillance, dont vous faites preuve tant avec vos confrères qu'avec vos patients.

À toutes les belles rencontres, de lycée, de faculté ou d'ailleurs, qui ont embelli ces dernières années et m'ont aidé d'une façon ou d'une autre : Laura, Léo, Lise, Manal, Laure, Jordan, Johanna, Rémi, Cécile, Valentin, Noémie, Marc, Mélina, Aurélie.

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N° 77

THÈSE

Présentée pour le Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 6 décembre 2019

par

Alexandre SAAD

Né le 5 septembre 1993 à STRASBOURG

ANATOMIE INTERNE DU SINUS MAXILLAIRE : ÉTUDE DES CLOISONS SINUSIENNES

Président : Professeur Olivier HUCK
Assesseeurs : Docteur Catherine-Isabelle GROS
Docteur Damien OFFNER
Docteur Badr JABOU

Table des matières

Introduction	6
1. Anatomie et physiologie du sinus maxillaire	8
1.1. Croissance.....	9
1.2. Morphologie générale	10
1.3. Vascularisation	12
1.4. Innervation.....	13
1.5. Muqueuse de recouvrement.....	13
1.6. Fonction.....	14
1.7. Pneumatisation du sinus maxillaire.....	16
1.7.1. Généralités	16
1.7.2. Procidence post-extractionnelle	17
2. Les cloisons accessoires des sinus maxillaires.....	20
2.1. Historique, systématisation et classifications	22
2.2. Implications cliniques	26
2.2.1. Soulevé de sinus et adaptation de la technique chirurgicale.....	26
2.2.2. Critères de décision thérapeutique	29
3. Revue de la littérature.....	32
3.1. Objectif	33
3.2. Méthodes d'observation.....	33
3.2.1. Anatomique	33
3.2.2. Radiographique.....	34
3.3. Résultats.....	37
3.3.1. Prévalences.....	37
3.3.2. Hauteur.....	43
3.3.3. Répartition et localisation des cloisons.....	46
3.3.4. Atrophie de la crête alvéolaire.....	50
3.4. Discussion	51

4. Étude des cloisons sinusiennes à partir d'images CBCT de patients du pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg	53
4.1. Matériel et méthode	54
4.2. Résultats.....	57
4.3. Discussion	61
Conclusion	64

Table des illustrations

Figure 1 : Crâne d'un enfant de 2 ans (Gaudy et al., 2011)	9
Figure 2 : Vue du sinus maxillaire gauche ouvert par sa face antéro-latérale (W. B. Jonas, 2005)	10
Figure 3 : Coupe coronale du massif facial passant par le sinus maxillaire (Illustration Dr Catherine-Isabelle Gros d'après J. Delmas, 2019)	11
Figure 4 : Coupe anatomique montrant un prolongement du sinus maxillaire au niveau inter-radicaire d'une molaire maxillaire (Gaudy et al., 2011)	12
Figure 5 : Coupe histologique de muqueuse respiratoire (X400 ;Trichrome de Mallory) (Mescher, 2015)	14
Figure 6 : Clairance sinusienne à travers le complexe ostéo-méatique (Jones et al., 2011)	15
Figure 7 : Radiographies panoramiques du même patient réalisées à 5 mois d'intervalle montrant une réduction de la hauteur osseuse en regard des 26 et 27 extraites (Documents personnels, Cabinet Dentaire Dr Richard SAAD).....	18
Figure 8 : Images CBCT de cloisons accessoires des sinus maxillaires (UF 8609, Radiologie, Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires, HUS).....	21
Figure 9 : Dessin d'une section transversale d'un crâne d'enfant de 5 ans et demi (Underwood, 1910).....	23
Figure 10 : Représentation schématique de différentes conformations de cloisons coronales, sagittales, transversales, dans les plans sagittal, coronal, axial (Schriber et al., 2017)	25
Figure 11 : Variation de la technique opératoire décrite par Boyne et Miloro (Van den Bergh et al., 2000)	28
Figure 12 : Variante de la technique opératoire pour les cloisons plus hautes (Van den Bergh et al., 2000)	29
Figure 13 : Coupe sagittale CBCT montrant 3 cloisons coronales (UF 8609, Radiologie, Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires, HUS).....	35
Figure 14 : Mesure de la taille d'une cloison coronale (UF 8609, Radiologie, Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires, HUS).....	55
Figure 15 : Répartition des 94 cloisons parmi les 84 sinus cloisonnés	57
Figure 16 : Répartition des 94 cloisons parmi les 64 patients cloisonnés	58
Figure 17 : Répartition antéropostérieure des cloisons.....	60
Figure 18 : Répartition des cloisons selon l'orientation.....	60
Figure 19 : Image CBCT d'une cloison située entre les racines mésio-vestibulaire et palatine de la 27 (UF 8609, Radiologie, Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires, HUS)	62

Table des tableaux

Tableau 1 : Classification des cloisons selon Irinakis et al. (2017)	24
Tableau 2 : Proposition de classification et de suggestions thérapeutiques des cloisons sinusiennes (Wen et al., 2013)	30
Tableau 3 : Méthodes d'analyses rencontrées dans la littérature	36
Tableau 4 : Prévalence des cloisons sinusienne sur une base de patient	38
Tableau 5 : Prévalences des cloisons sinusiennes par sinus	40
Tableau 6 : Prévalence des cloisons sinusiennes en fonction du sexe	42
Tableau 7 : Hauteur moyenne des cloisons sinusiennes.....	45
Tableau 8 : Proportions en fonction du nombre de cloison par sinus.....	46
Tableau 9 : Répartition antéro-postérieure des cloisons.....	48
Tableau 10 : Répartition des cloisons selon leur orientation.....	49
Tableau 11 : Prévalence des cloisons sinusiennes en fonction de l'édentement	50
Tableau 14 : Prévalences selon le sexe.....	58
Tableau 15 : Prévalences selon la résorption	59

INTRODUCTION

Le domaine de l'implantologie orale a progressé considérablement ces dernières décennies pour, de nos jours, se voir pratiqué dans de plus en plus de cabinets d'omnipraticque. En effet, la simplification des procédures, ainsi que la reproductibilité des résultats attirent les praticiens qui peuvent, de cette manière, proposer plus aisément cette thérapeutique à leurs patients afin de simplifier leur prise en charge.

La présence de nombreuses variations anatomiques et les pièges techniques en découlant reste inhérente à cette chirurgie, comme pour tout autre intervention. Pour pallier cela, l'utilisation d'examen complémentaires, tels que l'imagerie tridimensionnelle de type tomographie volumique à faisceau conique (ou *Cone Beam Computed Tomography*, CBCT) est devenue un impératif de la planification chirurgicale. Ces images permettent d'apprécier la localisation des structures anatomiques nobles ainsi que la morphologie osseuse conditionnant la réussite du traitement. Dans les cas d'édentements maxillaires postérieurs, la proximité du sinus maxillaire peut complexifier la prise en charge et il devient donc intéressant de se pencher plus en détail sur l'anatomie de cette structure.

Ce travail va tout particulièrement s'intéresser à une de ses variable anatomique que sont les cloisons accessoires des sinus maxillaires. Ces septa intra-sinusiens, appelés aussi cloisons d'Underwood et décrits depuis le début du XX^{ème} siècle, sont de fines lamelles osseuses pouvant présenter un obstacle à la réalisation d'un soulevé de sinus.

Après de brefs rappels anatomiques et physiologiques sur le sinus maxillaire et ses cloisons, nous approfondirons dans un premier temps la corrélation entre ces dernières et la physiologie osseuse et la chirurgie du secteur postérieur maxillaire.

Dans un second temps, nous nous intéresserons dans une revue de la littérature aux méthodes d'analyse utilisées, ainsi qu'aux résultats obtenus dans les publications sur le sujets.

Pour finir, nous présenterons notre étude, menée à partir d'images CBCT obtenues au sein de l'Unité Fonctionnelle de Radiologie (UF 8609) du Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

Les données obtenues seront comparées à celles trouvées dans la littérature, dans le but de déterminer la prévalence, orientation, localisation de ces septa, mais aussi d'approfondir un éventuel lien avec la résorption de la crête alvéolaire en regard.

PARTIE 1 : ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DU SINUS MAXILLAIRE

1.1. Croissance

Le sinus maxillaire apparaît dès la 12^{ème} semaine de la vie fœtale. Présent chez le nouveau-né sous la forme d'une évagination du méat inférieur, son évolution chez le nourrisson et l'enfant est liée à la présence et à la croissance des germes dentaires ainsi que du maxillaire (Gaudy *et al.*, 2011). Le massif facial, tout comme le sinus maxillaire, reste peu développé par rapport au crâne durant les premières années de la vie (Figure 1). Le volume sinusien augmente ensuite rapidement jusqu'à l'âge de 12 ans, puis sa croissance se poursuit plus lentement jusqu'à l'âge adulte (Davaranah, 2011 ; Eloy *et al.*, 2006 ; Stricker *et al.*, 1993).

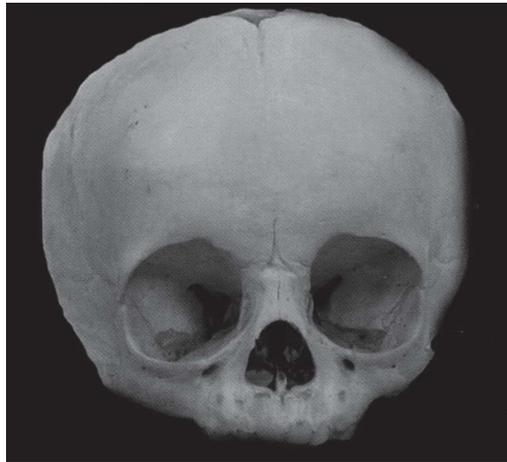


Figure 1 : Crâne d'un enfant de 2 ans (Gaudy et al., 2011)
Le massif facial est encore peu développé par rapport au crâne.

La croissance du sinus maxillaire se termine vers l'âge des 16 ans, sauf pour la partie postéro-inférieure qui prend sa forme définitive au moment de l'éruption des troisièmes molaires (Briche *et al.*, 2008). À l'âge adulte, l'évolution de la cavité sinusienne dépend en grande partie de la situation dentée locale (Davaranah, 2011).

1.2. Morphologie générale

Plus grands sinus du massif crânien, les sinus maxillaires sont des cavités aériques paires plus ou moins symétriques, de volume variable, de forme pyramidale, issues d'évaginations de la muqueuse nasale dans l'os maxillaire. Le sinus maxillaire **comporte 5 parois, 5 récessus et 1 ostium**, et il occupe la partie antérolatérale de la face (Paturet, 1951 ; Poirier *et al.*, 1911 ; Testut, 1893).



Figure 2 : Vue du sinus maxillaire gauche ouvert par sa face antérolatérale (W. B. Jonas, 2005)

Le sinus maxillaire, creusé dans l'os maxillaire (Figure 2), comporte **5 parois** (Antoun, 2011 ; Davarpanah, 2011 ; Gaudy *et al.*, 2011) :

- une **paroi antérolatérale**, de la bosse canine jusqu'à la saillie du processus zygomatique, comprenant le foramen infra-orbitaire dans sa partie supérieure, avec notamment l'artère alvéolaire postérieure dans sa partie interne ;
- une **paroi postérieure ou postérolatérale**, séparant le sinus de la fosse ptérygo-palatine en arrière, et de la fosse infra-temporale en arrière et en dehors ;
- une **paroi supérieure**, ou toit, répondant au plancher de l'orbite et creusée par le canal infra-orbitaire ;
- une **paroi médiale** répondant aux fosses nasales dans sa partie basse et à l'ethmoïde dans sa partie haute ;

- une **paroi inférieure ou plancher**, en regard notamment des apex dentaires, formant une gouttière allongée suivant la crête alvéolaire dans le sens antéro-postérieur. Selon la morphologie sinusienne, des saillies, correspondant aux apex prémolo-molaires, peuvent être observées.

La cavité sinusienne est composée de **cinq récessus** faisant saillie dans l'os maxillaire vers les régions avoisinantes (Figure 3) (Delmas *et al.*, 2018) :

- le récessus **zygomatique**, au niveau du corps du zygoma ;
- le récessus **alvéolaire**, au niveau du processus alvéolaire du maxillaire ;
- le récessus **orbitaire**, au niveau du rebord interne de l'orbite ;
- le récessus **palatin**, inférieur et médial, au niveau de palais dur ;
- le récessus **tubérositaire**, inférieur et postérieur.

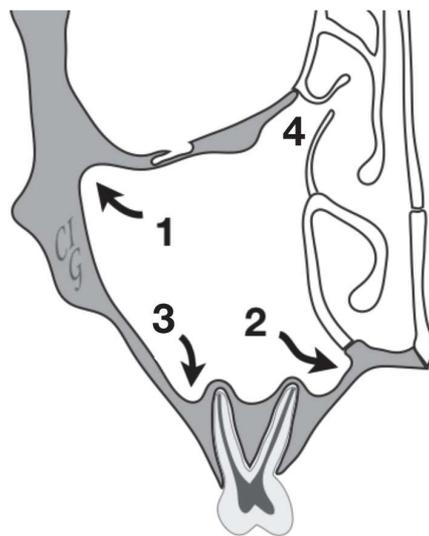


Figure 3 : Coupe coronale du massif facial passant par le sinus maxillaire
(Illustration Dr Catherine-Isabelle Gros d'après J. Delmas, 2019)

1. récessus zygomatique
2. récessus palatin
3. récessus alvéolaire
4. ostium

L'ostium du sinus maxillaire, pour finir, est un orifice de communication et de drainage vers les fosses nasales, en regard du méat moyen, sous le cornet moyen (Figure 3) (Paturet, 1951).

Le sinus maxillaire présente fréquemment **un ou plusieurs prolongements** vers les structures avoisinantes (Figure 4). Cela entraîne une pneumatisation de l'os maxillaire ou zygomatique, qui sera à considérer lors des soins et chirurgies dentaires. En effet, une extension au niveau alvéolaire peut compliquer les futurs traitements chirurgicaux, mais aussi augmenter le risque de complications lors des soins endodontiques (Gaudy *et al.*, 2011).



Figure 4 : Coupe anatomique montrant un prolongement (1) du sinus maxillaire (2) au niveau inter-radiculaire d'une molaire maxillaire (Gaudy *et al.*, 2011)

La dimension et le volume des sinus maxillaires sont variables en fonction des patients et du degré de pneumatisation. Les dimensions moyennes sont de 40 mm de hauteur, 26 mm de profondeur et 39 mm de largeur, pour un volume variant de 5 à 20 cm³ et de 12 cm³ en moyenne (Delmas *et al.*, 2018).

1.3. Vascularisation

La vascularisation du sinus maxillaire est assurée par les branches collatérales de **l'artère maxillaire interne**, branche terminale de l'artère carotide externe.

Après passage dans le foramen ptérygo-palatin l'artère maxillaire devient artère sphéno-palatine, qui va donner ensuite les artères alvéolaires, l'artère grande palatine, ainsi que l'artère infra-orbitaire. Cela forme une boucle anastomotique assurant la

vascularisation de tout le sinus, avec en outre d'autres branches latérales de l'artère faciale (Delmas *et al.*, 2018 ; Vacher, 2013).

Le retour veineux est assuré par la **veine faciale** pour la partie antérieure, et la veine maxillaire pour la partie postérieure (Delmas *et al.*, 2018).

1.4. Innervation

L'innervation du sinus maxillaire est assurée par le **nerf trijumeaux**, 5^{ème} nerf crânien, par l'intermédiaire de ses deuxième et troisième branches.

Le **nerf maxillaire (V2)**, ainsi que ses collatérales, en assure la majorité. Ce nerf maxillaire deviendra successivement nerf sphéno-palatin, et nerf infra-orbitaire, qui innervent (Dargaud *et al.*, 2001 ; Vacher, 2013) :

- la paroi médiale pour les rameaux du nerf ptérygo-palatin ;
- la partie antéro-latérale pour le nerf infra-orbitaire ;
- le face postérieure pour le nerf grand palatin, issu du ganglion ptérygo-palatin.

Le **nerf mandibulaire (V3)**, assure quant à lui l'innervation de la partie postéro-latérale du sinus (Vacher, 2013).

1.5. Muqueuse de recouvrement

Les parois du sinus sont recouvertes d'une muqueuse, anciennement nommée membrane de Schneider, du nom de **Conrad Victor Schneider**, professeur d'anatomie et de botanique du XVII^e siècle. C'est un épithélium d'épaisseur très variable en fonction des individus mais aussi selon la localisation sur le sinus, variant de 0.3 à 1.3 mm. Cette membrane est dans la continuité de la muqueuse nasale, bien que moins vascularisée et innervée que cette dernière (Davarpanah, 2011 ; Eloy *et al.*, 2006 ; Mescher *et al.*, 2015).

Histologiquement, le sinus maxillaire est recouvert d'une muqueuse de type respiratoire qui consiste en (Figure 5) (Eloy *et al.*, 2006 ; Mescher *et al.*, 2015 ; Young, O'Dowd *et al.*, 2014) :

- un épithélium pseudo-stratifié cylindrique cilié, composé de cellules ciliées, caliciformes, à microvillosité et basales ;
- une membrane basale, relativement épaisse dans l'ensemble des épithéliums respiratoires ;
- un chorion, moins épais que dans la muqueuse nasale, comportant entre autres des glandes, vaisseaux, et cellules inflammatoires.

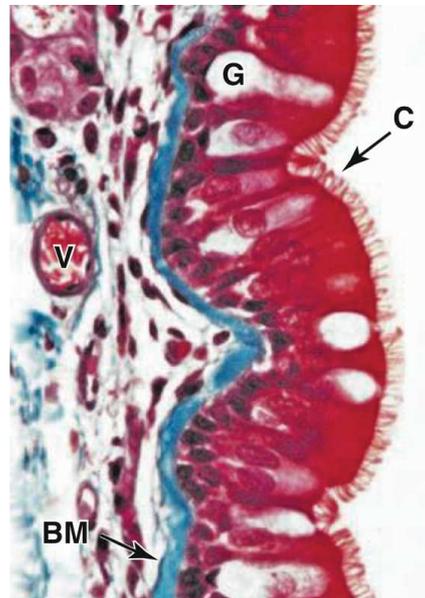


Figure 5 : Coupe histologique de muqueuse respiratoire (X400 ; Trichrome de Mallory)
(Mescher, 2015)

C : Cellule ciliée ; G : Cellule caliciforme « gobelet » ; V : vascularisation ; BM : Membrane basale

1.6. Fonction

Le sinus maxillaire présente plusieurs rôles. D'un point de vue **mécanique**, la présence d'une telle cavité aérique au sein du massif facial permet de faciliter la croissance des os avoisinants, d'alléger le crâne, de servir de résonateur dans la phonation, de réchauffer et d'humidifier l'air inhalé, mais aussi mieux diffuser les chocs lors de traumatismes (Dargaud *et al.*, 2001 ; Eloy *et al.*, 2006 ; Ross *et al.*, 2015).

L'épithélium sinusien est recouvert d'un mucus riche en immunoglobulines, mucines, lysozymes et autres composants permettant une **réaction immunologique** de défense contre les infections. Les particules étrangères sont évacuées vers les fosses nasales par l'épithélium cilié, à travers l'ostium et l'unfundibulum, (Figure 6) (Eloy *et al.*, 2006).

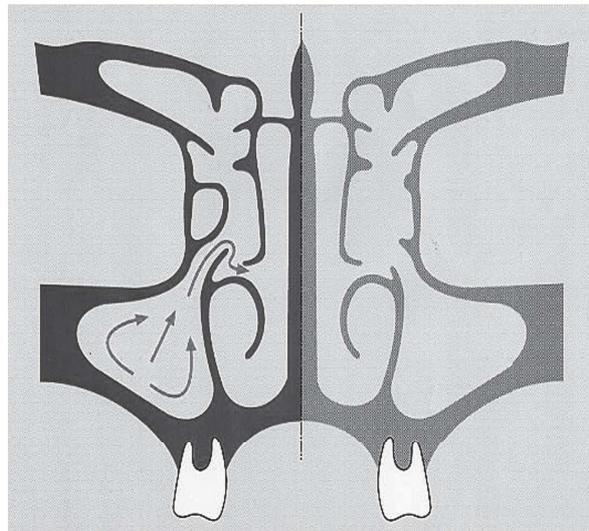


Figure 6 : Clairance sinusienne à travers le complexe ostéo-méatique (Jones *et al.*, 2001)

Le sinus maxillaire est également le lieu **d'échanges gazeux**. La constante absorption d'oxygène permet d'en augmenter la concentration dans le sang, ainsi que de servir au métabolisme cellulaire (surtout en cas d'infection) (Eloy *et al.*, 2006).

Les cellules épithéliales sinusiennes, pour finir, sont dotées d'enzymes synthétisant **l'oxyde nitrique** (les NO synthases). Les fonctions de ce monoxyde d'azote sont multiples (Jankowski *et al.*, 2016) :

- protection contre les infections, par l'effet toxique sur les virus et bactéries ;
- amplification du réchauffement et de l'humidification de l'air inhalé, par l'effet vasodilatateur intéressant les parois nasales ;
- régulation des échanges respiratoires, par une action aérocrine sur la physiologie pulmonaire.

1.7. Pneumatisation du sinus maxillaire

1.7.1. Généralités

La pneumatisation est un processus physiologique durant lequel le volume sinusien augmente. Histologiquement, il correspond à une résorption ostéoclastique de l'os cortical. Deux périodes sont à distinguer lorsque l'on s'intéresse aux variations du volume sinusien maxillaire.

Tout d'abord, la pneumatisation aboutissant à la formation du sinus maxillaire commence dès les premières années du nourrisson et se poursuit avec l'éruption des dents maxillaires, jusqu'à 20 ans environ (Ariji *et al.*, 1994 ; Delmas *et al.*, 2018 ; Sharan *et al.*, 2008 ; Stricker *et al.*, 1993).

À l'âge adulte, ce phénomène se poursuivra de façon plus hétérogène en fonction des individus. Les études s'intéressant à la pneumatisation du sinus maxillaire adulte ont **révélé des résultats variables**. Wehrbein et Diedrich (1992), Harorh *et al.* (1995) ou encore Ohba *et al.* (2001) remarquent une pneumatisation du sinus en regard des zones édentées, et donc une augmentation en volume. En 1994 puis 1996, Ariji *et al.* observent quant à eux une diminution du volume sinusien passé les 20 ans, sans corrélation avec la présence ou non de dents antrales. Les auteurs avancent comme hypothèse différence de morphologie des individus japonais âgés qui seraient en moyenne plus minces que les individus jeunes.

D'un point de vue odontologique les auteurs tendent ainsi à dire que le **volume sinusien continue de croître**, en particulier chez les patients édentés au niveau de son plancher en regard du secteur prémolo-molaire maxillaire, jusqu'à n'être parfois séparé de la cavité buccale que par un fin bandeau osseux résiduel (Dargaud *et al.*, 2003 ; Nefussi, 2011).

Plusieurs facteurs ont été avancés comme influençant ce phénomène (Drettner, 1965 ; Ikeda *et al.*, 1998 ; Shapiro *et al.*, 1980 ; Thomas *et al.*, 1989) :

- contraintes et pressions s'exerçant sur le tissu osseux ;
- densité et morphologie osseuse ;
- hérédité ;
- hormones de croissance ;
- antécédent de chirurgie sinusienne ;
- pression sinusienne ;
- avulsions dentaires.

1.7.2. Procidence post-extractionnelle

L'os maxillaire est formé de deux structures osseuses semblables : **un os alvéolaire**, qui se forme et entoure les alvéoles dentaires, porté par un **os basal**, situé apicalement et non relié à l'organe dentaire (Newman *et al.*, 2006).

L'os alvéolaire et la dent sont des organes interdépendants qui entretiennent des relations étroites par l'intermédiaire du ligament alvéolaire. L'organe dentaire est à l'origine de la croissance de l'os l'avoisinant et inversement l'avulsion de la dent va induire une résorption de celui-ci. Un processus unique de cicatrisation va prendre place, aboutissant, à travers des altérations qualitatives et quantitatives des tissus, à un remodelage complet du site (Araujo *et al.*, 2005 ; Cardaropoli *et al.*, 2003 ; Nefussi, 2011) :

- une première réaction au traumatisme consistera en la formation d'un caillot sanguin, permettant un arrêt rapide du saignement, et aboutissant en quelques jours à la formation d'un tissu de granulation inflammatoire. Cette première étape sera associée à une migration cellulaire vers cette zone lésée ;
- la différenciation des cellules souches en ostéoblastes apportera au tissu la compétence ostéogénique permettant de former un premier tissu osseux immature, non fonctionnel ;
- la dernière phase, conditionnée en partie par les contraintes mécaniques locales, consistera en le remaniement de ce néotissu cicatriciel en os lamellaire et spongieux. Ce dernier processus de remodelage osseux nous intéressera

particulièrement, de par la relation avec le sinus et **la pneumatisation associée.**

Les avulsions de dents postérieures maxillaires vont avoir un impact considérable sur le sinus maxillaire (Figure 7), induisant une procidence de la cavité en direction alvéolaire. Cette modification anatomique serait la conjugaison de la résorption alvéolaire et de l'expansion sinusienne, et a été décrite dans la littérature comme **un type d'atrophie, « disuse atrophy »**, que l'on peut traduire par atrophie de désuétude. Ce phénomène serait la conséquence du manque de stimuli mécaniques transmis vers l'os alvéolaire cicatriciel favorisant ainsi le processus de résorption, d'après la loi de Wolff (Levi *et al.*, 2017 ; Ohba *et al.*, 2001 ; Sharan *et al.*, 2008 ; Wehrbein *et al.*, 1992).

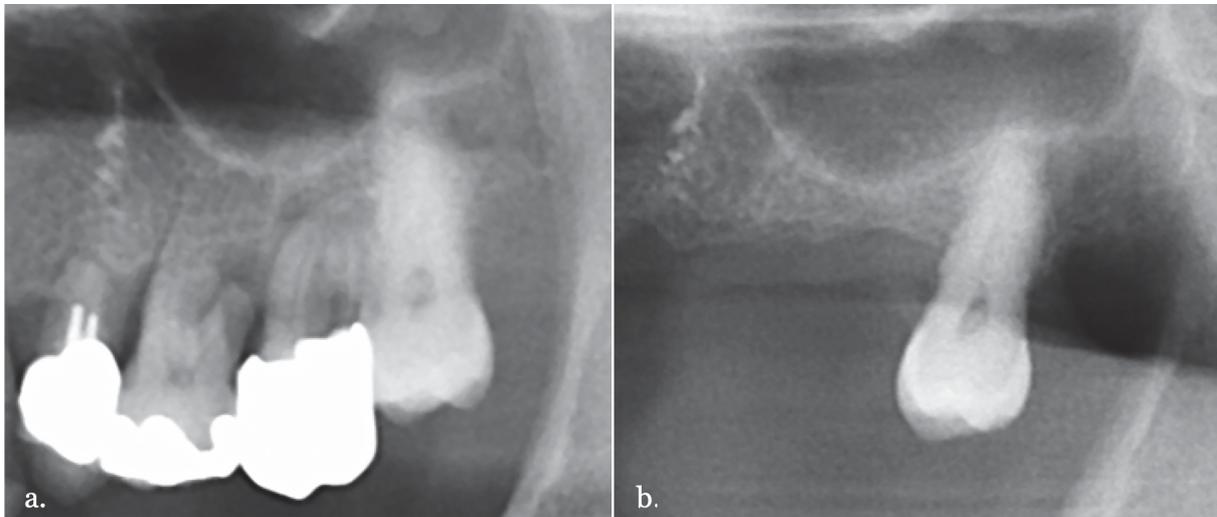


Figure 7 : Radiographies panoramiques du même patient réalisées à 5 mois d'intervalle montrant une réduction de la hauteur osseuse en regard des 26 et 27 extraites (Documents personnels, Cabinet Dentaire Dr Richard SAAD)

D'autres facteurs plus spécifiques peuvent favoriser ce phénomène :

- âge du patient et vascularisation osseuse (Misch, 1999) ;
- présence d'une cloison (Sharan *et al.*, 2008) ;
- atteinte parodontale de la dent avulsée et des dents adjacentes, infection dans la zone (Becker *et al.*, 1979) ;
- infection associée à la dent avulsée ;
- nombre, morphologie et position des dents avulsées, en particulier extractions (Sharan *et al.*, 2008) :
 - de dents entourées d'un plancher sinusien incurvé vers le haut ;
 - de dents dont les racines font saillie dans le sinus sur l'imagerie scanner ;
 - de secondes molaires ;
 - plurales ;
 - d'une dent adjacente à une dent absente.

Ce processus de remodelage nous concernera plus particulièrement du fait qu'il pourra être à l'origine, selon plusieurs auteurs, de cloisons osseuses intra-sinusiennes cicatricielles, auxquelles nous nous intéresserons dans la partie suivante.

PARTIE 2 : LES CLOISONS ACCESSOIRES DES SINUS MAXILLAIRES

Les cloisons sinusiennes maxillaires, ou septa sinusiens, ou encore cloisons d'Underwood, ont été décrites pour la première fois par **Arthur S. Underwood**, anatomiste au *King's College* de Londres au début du XX^{ème} siècle (Underwood, 1910). **Ce sont de fins murs d'os cortical au sein du sinus maxillaire.** Leur forme est souvent comparée à celle d'une arche gothique inversée, pouvant s'étendre de la paroi interne, antérolatérale, ou inférieure, et se trouver en position antérieure, médiane ou postérieure (Figure 8). Dans certain cas, le sinus maxillaire peut être divisé en plusieurs cavités par ces cloisons (Davarpanah, 2011 ; Gaudy *et al.*, 2011 ; Maestre-Ferrin *et al.*, 2010).

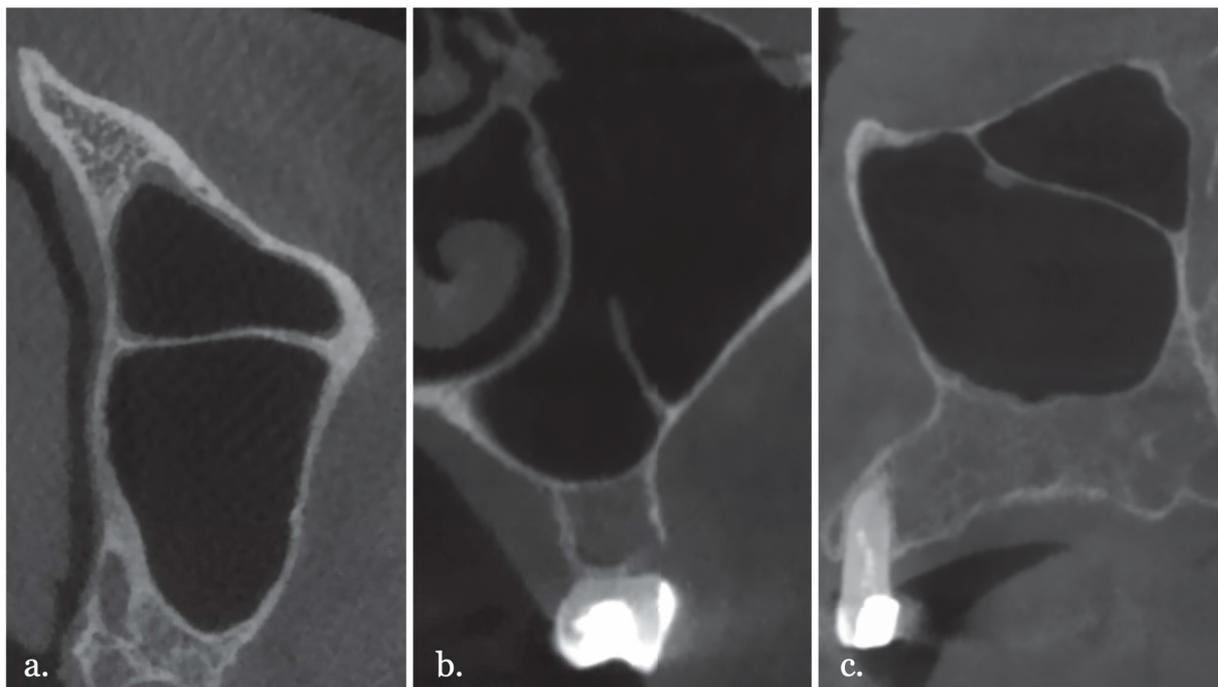


Figure 8 : Images CBCT de cloisons accessoires des sinus maxillaires
(UF 8609, Radiologie, Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires, HUS)

- a. Coupe transversale d'une cloison coronale
- b. Coupe coronale d'une cloison sagittale
- c. Coupe sagittale d'une cloison transversale

2.1. Historique, systématisation et classifications

Plusieurs phénomènes peuvent être à l'origine de la formation de ces structures. Les septa primaires ou congénitaux, dans un premier temps, apparaissent lors de la croissance et peuvent se former dans n'importe quelle partie du sinus maxillaire. Leur évolution est ainsi liée à la croissance de la partie médiane de la face et du sinus maxillaire.

En **1910**, au King's College de Londres, **Arthur S. Underwood**, a été le premier à s'intéresser à ces cloisons, et plus particulièrement à leur relation avec le développement du sinus. En effet, par l'analyse d'une quarantaine de crânes et de leurs sections, Underwood a décrit le plancher sinusien comme étant fréquemment interrompu par des septa osseux dont la hauteur et l'épaisseur varient grandement, positionnés toujours entre les racines de deux dents adjacentes.

Il note ainsi la présence de trois zones distinctes du sinus qui seront fréquemment délimitées par ces septa et qui seront reliées à un secteur dentaire ainsi qu'à la période chronologique correspondant de l'éruption :

- une petite zone antérieure, correspondant à la région d'éruption des molaires temporaires, et par la suite des prémolaires (entre 8 mois et 2 ans)
- une grande zone médiane, correspondant à la région d'éruption de la première et deuxième molaire permanentes (entre 5 et 10 ans)
- une petite zone postérieure, correspondant à la région d'éruption de la troisième molaire (entre 16 et 30 ans)

L'analyse qu'il réalise d'une coupe d'un crâne d'enfant (Figure 9) montre alors un sinus divisé en trois compartiments (antérieur, médial et postérieur) qui correspondent aux zones décrites plus haut. Underwood en déduit que ces septa observés entre les racines de dents adjacentes, séparant les trois zones, sont la conséquence de la persistance de ces cloisons lors de l'enfoncement du plancher sinusien entre les racines dentaires.

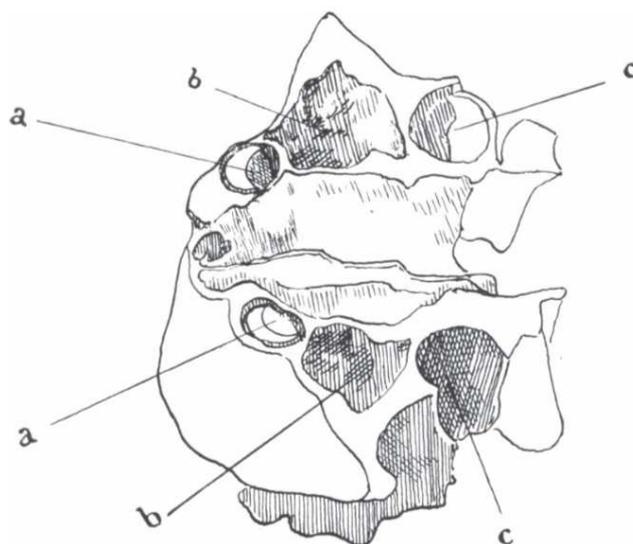


Figure 9 : Dessin d'une section transversale d'un crâne d'enfant de 5 ans et demi

(Underwood, 1910)

a : zone antérieure

b : zone médiane

c : zone postérieure

En plus de ces septa divisant les régions dentaires décrites auparavant, Underwood note qu'un certain nombre de cloisons ne sont pas situées où elles devraient théoriquement l'être, entre les différentes zones d'éruption. Il décrit ces septa d'un second type comme étant :

- de nature différente,
- de position et de conformation moins particulières,
- pourvus de canaux pour la transmission des vaisseaux et nerfs.

En **1993**, **Vinter et al.** mettent en relation l'irrégularité locale de la résorption alvéolaire (notamment post-extractionnelle), et la présence de crêtes osseuses partielles sur le plancher sinusien entre les zones atrophiées, et en concluent que certaines de ces cloisons (décrites par Underwood, puis classées comme secondaires par Krennmair) résultent de la résorption osseuse et de la perte d'organes dentaires (Krennmair *et al.*, 1997 ; Krennmair *et al.*, 1999 ; Vinter *et al.*, 1993). Ces résidus osseux subsistant entre deux zones de résorption auraient un rôle biomécanique de transmission des pressions masticatoires dans l'os avoisinant (Ulm *et al.*, 1995 ; Underwood, 1910).

Krennmair et al., en 1997 et 1999, ont ainsi classé les cloisons en deux groupes distincts en fonction de leur mécanisme de formation :

- les cloisons primaires, décrites initialement par Underwood, innées issues de la persistance de ces parois osseuses après éruption dentaire ;
- les cloisons secondaires, acquises, faisant suite à un phénomène de pneumatisation incomplète et irrégulière du sinus maxillaire, notamment après la perte d'une ou de plusieurs dents.

Plus récemment, **en 2017, Irinakis et al.** proposent une nouvelle classification de ces septa ne prenant plus en considération leur origine mais uniquement leur conformation, mettant celle-ci en relation avec le risque de perforation membranaire et ainsi la complexité de la chirurgie sinusienne correspondante (Tableau 1).

Tableau 1 : Classification des cloisons selon Irinakis et al. (2017)

Classification	Orientation	Incidence	Risque de perforation
Classe I	Coronale	Commune	Faible
Classe II	Sagittale	Moyenne	Modéré
Classe III	Transversale	Rare	Élevé
Classe IV	Complexe	Commune	Très élevé

Différents termes précisant le type de cloison viennent compléter la systématisation de ces entités. Il est à noter que ces définitions sont nuancées selon les auteurs. **Underwood** (1910), et **Krennmair et al.** (1997, 1999) définissent :

- les cloisons complètes, divisant le sinus en deux cavités distinctes ;
- les cloisons incomplètes.

Plus récemment, **Schriber et al.** (2017) classent les septa entre (Figure 10) :

- cloisons complètes : rejoignant deux parois opposées du sinus ;
 - o avec compartimentation, correspondant aux cloisons complètes d'Underwood et Krennmair ;
 - o sans compartimentation ;
- cloisons incomplètes.

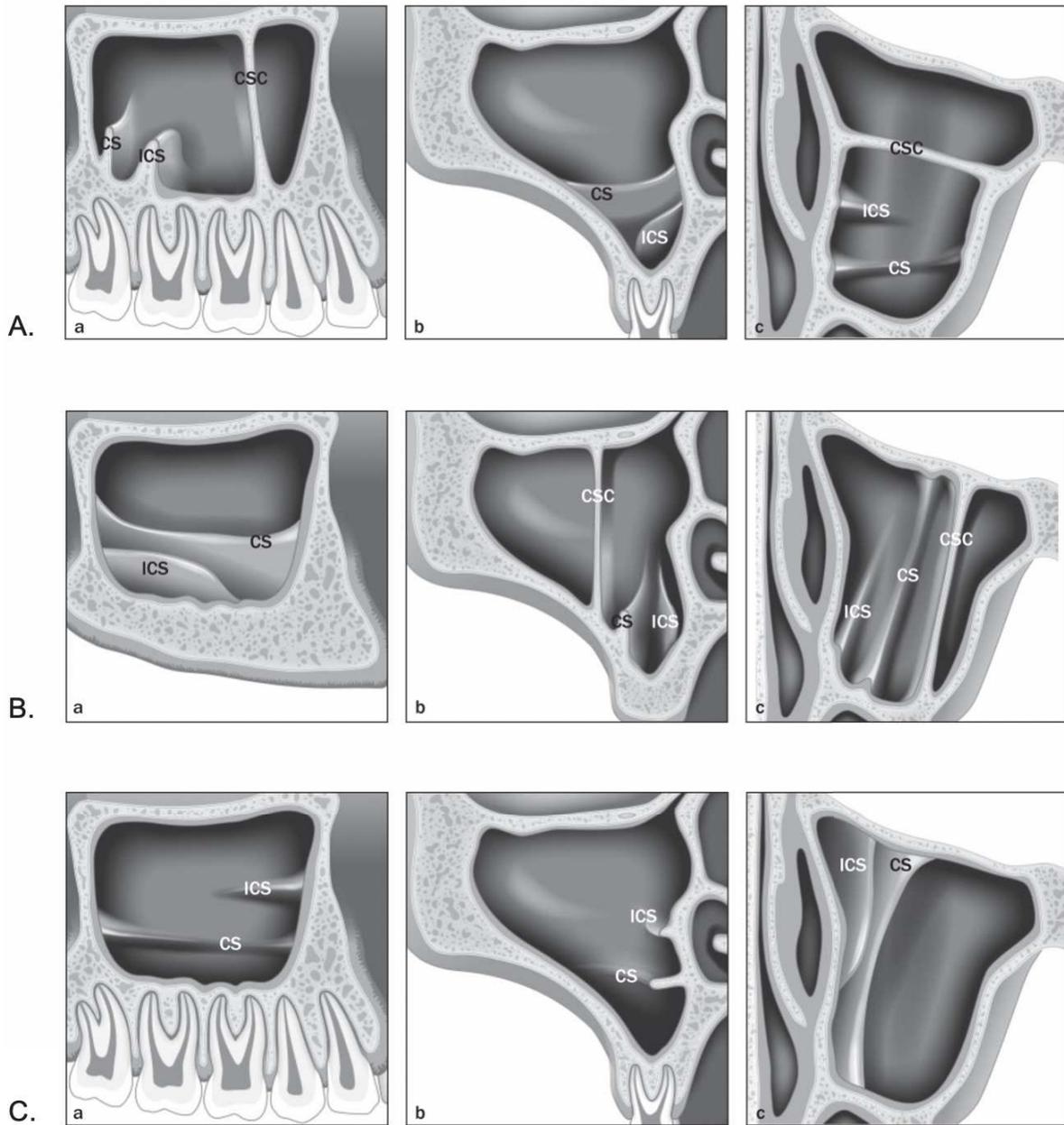


Figure 10 : Représentation schématique de différentes conformations de cloisons (A) coronales, (B) sagittales, (C) transversales, dans les plans (a) sagittal, (b) coronal, (c) axial

(Schriber *et al.*, 2017)

CS : cloison complète

CSC : cloison complète avec compartimentation

ICS : cloison incomplète

2.2. Implications cliniques

La présence des cloisons sinusiennes, qu'elles soient primaires ou secondaires, partielles ou complètes, a une influence sur la prise en charge médicale ou chirurgicale du patient concerné. Un sinus séparé en deux parties distinctes ou presque pourra voir ses deux compartiments affectés indépendamment par des pathologie sinusienne et ainsi nécessiter une prise en charge distincte (Krennmair *et al.*, 1997 ; Mafee *et al.*, 1993). Une cloison pourra également gêner la vision endoscopique d'un chirurgien réalisant une opération sinusienne par voie transnasale (Caylakli *et al.*, 2006 ; Krennmair *et al.*, 1997).

Le principal intérêt clinique porté aux cloisons concernera celles situées en regard d'un édentement. En effet, les chirurgies implantaires ou d'augmentation osseuses de type soulevé de sinus (*sinus lift*) seront impactées par leur présence qui va, de manière générale, rendre plus difficile la préservation de la membrane sinusienne (Shibli *et al.*, 2007). Le risque de perforation dans ces cas-ci peut atteindre jusqu'à 52.2% selon les études (Antoun, 2011 ; Davarpanah, 2011 ; Gaudy *et al.*, 2011 ; Tidwell *et al.*, 1992 ; Zijderveld *et al.*, 2008).

La mise en évidence pré- ou per-opératoire d'une cloison va de plus nécessiter une adaptation de la technique chirurgicale employée. La connaissance de la morphologie est donc primordiale, car elle va permettre de choisir la technique opératoire la plus adaptée (Fatterpekar *et al.*, 2008).

2.2.1. Soulevé de sinus et adaptation de la technique chirurgicale

L'élévation du plancher sinusien, ou greffe sinusienne, ou *sinus lift*, est une procédure d'augmentation du volume osseux du niveau prémolo-molaire maxillaire dont le but est d'accroître la dimension verticale afin de permettre la pose d'un ou plusieurs implants dentaires. Que ce soit une chirurgie par voie latérale ou crestale, la présence d'une ou de plusieurs cloisons sinusiennes peut compliquer la prise en charge chirurgicale du patient (Stern *et al.*, 2012).

À partir des années 1980, plusieurs auteurs se sont intéressés à la prise en charge de ces patients présentant des septa plus ou moins développées.

Boyne et James (1980) recommandent en cas de rencontre avec une cloison du plancher ou de la paroi antérieure sinusienne de couper cette dernière à l'aide d'un ciseau à frapper avant de la retirer avec une pince hémostatique permettant un placement ininterrompu du comblement osseux.

Tidwell et al. (1992) ont décrit une deuxième technique de gestion de ces patients visant à préparer deux volets osseux, un antérieur et l'autre postérieur au septum. La cloison pourra ensuite être retirée après préparation des cavités, avec les risques de complications corrélés.

Betts et Miloro (1994) ont cherché à mettre au point une modification de la technique chirurgicale conventionnelle, qu'ils détaillent ainsi :

- Réalisation de l'incision biseauté 2-3 mm en palatin de la crête alvéolaire, et des incisions de décharge mésiale et distale.
- Levage du lambeau mucopériosté de pleine épaisseur, exposant la paroi antérolatérale du sinus. Dans certains cas où la paroi est fine, le septum peut être visible en tant qu'opacité verticale au sein du sinus translucide.
- Une fois la position du septum établie, le praticien réalise deux fenêtres osseuses trapezoidales, une devant et une derrière la cloison, laissant celle-ci intacte (Figure 11)
- Décollement et élévation de la membrane de Schneider. Le décollement au niveau du septum sera particulièrement minutieux, et la pointe de la cloison pourra être réduite. Des perforations minimales peuvent apparaître sans nécessiter de prise en charge particulière, les replis de la membrane suffisant à combler les ouvertures. Une perforation plus importante nécessitera bien évidemment un comblement membranaire.
- Mise en place du produit de comblement osseux.

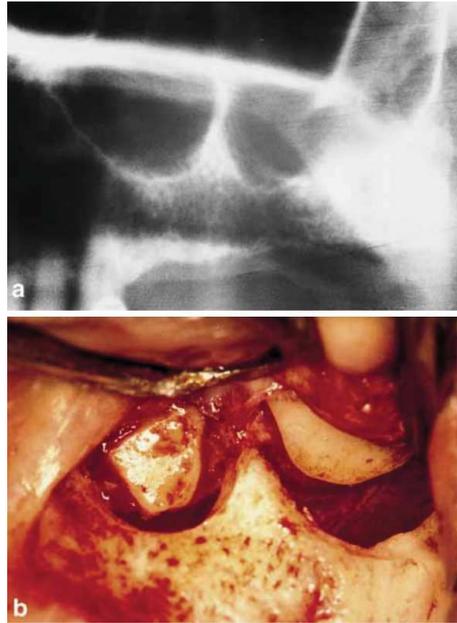


Figure 11 : Variante de la technique opératoire décrite par Tidwell *et al.* puis Boyne et Miloro (Van den Bergh *et al.*, 2000)

- a. Vue radiographique de la cloison
 b. Vue per-opératoire des deux fenêtres réalisées

Plusieurs variantes sont ensuite venues parfaire ce premier protocole détaillé, prenant notamment en compte la hauteur et position du septum (van den Bergh *et al.*, 2000) :

- Une cloison de faible hauteur située au niveau du plancher sinusien pourra être gérée par la réalisation d'une fenêtration standard qui sera luxée sans être bloquée par le septum.
- Une cloison plus haute pourra soit nécessiter une fenêtration en W contournant le septum sur sa hauteur (Figure 12), soit deux fenêtrations séparées comme décrit par Boyle et Miloro.
- Lorsque la position des futurs implants le permet, la fenêtration peut être réalisée uniquement du côté de la cloison le nécessitant, le plus souvent en mésial.

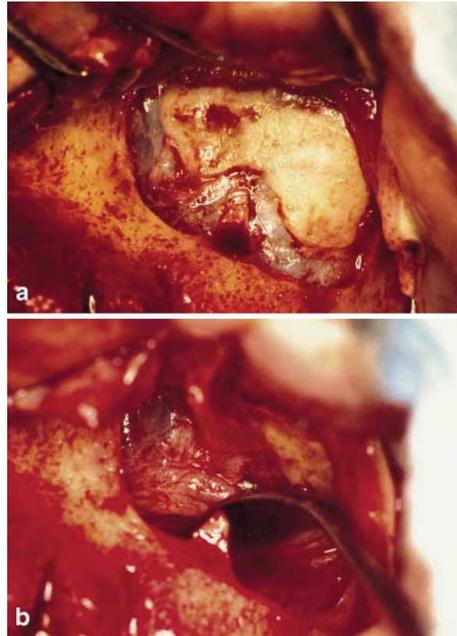


Figure 12 : Variante de la technique opératoire de la fenêtre en W
 (Van den Bergh *et al.*, 2000)
 a. Vue opératoire de la fenêtre osseuse en W
 b. Vue opératoire du décollement au niveau du sommet de la cloison

Une dernière approche plus invasive (ten Bruggenkate *et al.*, 1998) consiste en le retrait partiel du septum par antrostomie.

2.2.2. Critères de décision thérapeutique

Dans leur publication de 2013, Wen *et al.* proposent une classification des cloisons sinusiennes (Tableau 2) en fonction de leur difficulté de prise en charge, associée aux approches thérapeutiques à considérer pour le traitement chirurgical, à savoir :

- nombre de fenêtres osseuses ;
- technique d'accès :
 - latérale :
 - Technique *wall off*: la fenêtre osseuse est détachée de la membrane pour pouvoir être remplacée après le soulèvement sinusien ;
 - Technique *wall gone*: la paroi osseuse latérale est fraisée, permettant une séparation avec la cloison ;
 - crestale ;
- retrait partiel, complet, ou conservation de la cloison.

Tableau 2 : Proposition de classification et de suggestions thérapeutiques des cloisons sinusiennes (Wen et al., 2013)

Classe	Situation par rapport au processus zygomatique	Nombre	Orientation	Hauteur (mm)	Approche thérapeutique suggérée	
					Nombre de fenêtre	Accès / Technique
Facile						
a	Antérieur	1	Médio-latérale	≤ 6	1	Wall-off ou wall-gone
b	Antérieur	1	Médio-latérale	> 6	2	
Modéré						
a	Postérieur	1	Médio-latérale	≤ 6	1	Wall-off, wall-gone, ou voie crestale
b	Postérieur	1	Médio-latérale	> 6	1	Wall-off ou wall-gone avec retrait de la cloison
Difficile						
a	Antérieur ou postérieur	1	Antéro-postérieure	≤ 6	1	Approche latérale
b	Antérieur ou postérieur	1	Antéro-postérieure	> 6	1	Voie crestale et wall-gone
c	Antérieur ou postérieur	2+	Médio-latérale		Plusieurs	Wall-off ou wall-gone

D'après Wen *et al.*, la difficulté opératoire proviendra ainsi soit :

- de la position de la cloison : l'accès aux cloisons postérieures au processus zygomatique sera délicat ;
- de la configuration : les sinus comportant des cloisons antéro-postérieures, ou plusieurs cloisons seront plus difficiles à opérer.

On peut également remarquer que la hauteur de la cloison est le facteur principal qui orientera l'approche thérapeutique :

- pour les cloisons de moins de 6 mm, l'objectif du chirurgien sera dans la plupart des cas de décoller la membrane au-dessus du septum, après un accès latéral ou crestal ;
- ce « bypass » de la cloison sera rendu compliqué pour celles plus étendues, à partir de 6mm environ. Le décollement se fera donc par deux fenêtres lorsque l'accès le permettra (cas facile), ou bien après retrait de la cloison pour les accès plus délicats par accès crestal ou latéral selon l'orientation de la cloison.

Plus récemment, en 2017, **Irinakis** *et al.* précisent également dans leur classification basée sur l'orientation (Tableau 1) une relative difficulté de prise en charge chirurgicale, associée à une expérience recommandée du chirurgien :

- les cloisons d'orientation médiale / latérale (de classe I) peuvent être prises en charge par un chirurgien avec une expérience faible ou modérée ;
- pour les cloisons antéro-postérieures (de classe II), les auteurs recommandent un chirurgien avec une expérience modérée ;
- pour les cloisons horizontales ou transversales (de classe III), ainsi que pour les cloisons combinées (de classe IV), les auteurs préconisent l'intervention d'un chirurgien très expérimenté.

PARTIE 3 : REVUE DE LA LITTÉRATURE

3.1. Objectif

Depuis leur première description par Arthur S. Underwood en 1910, les septums intra-sinusiens ont été des entités de plus en plus étudiées au fil des années. L'intérêt purement anatomique qui leur était porté dans un premier temps s'est peu à peu changé en un autre, plutôt chirurgical, associé au développement des thérapeutiques implantaires. Nous avons en effet vu précédemment que leur présence risque d'altérer le résultat des chirurgies sinusiennes, et va ainsi nécessiter les précautions et adaptations décrites en partie II.

Notre revue a pour objectif de rassembler les données de la littérature afin d'obtenir une idée plus précise de la prévalence, localisation, et morphologies de ces cloisons, et ainsi de clarifier certains résultats contradictoires rencontrés. Notre travail a porté sur un ensemble de publications de la base de données « Medline », sélectionnées à l'aide du moteur de recherche « Pubmed ». Les mots clés utilisés ont été *maxillary sinus septa*, *maxillary sinus graft*.

Un total de 35 publications, datées entre 1910 et 2017, et intéressant approximativement 13 000 sinus ont été considérées. Les méthodes, résultats et discussions de celles-ci ont été analysés et synthétisés dans les parties suivantes. Les résultats exploitables ont ensuite été comparés, dans le but d'en dégager une tendance qui sera par la suite comparée avec les résultats de notre étude radiographique.

3.2. Méthodes d'observation

3.2.1. Anatomique

Plusieurs méthodes de recensement des cloisons sinusiennes se sont succédé. Les techniques anatomiques ont été chronologiquement les premières. Underwood en 1910, ainsi que Krennmair *et al.* en 1999 observent les cloisons sur des crânes secs, à travers les orifices ou après sections transversales au niveau du plancher orbitaire ou nasal.

En **1997**, **Krennmair et al.** observent les cloisons chirurgicalement de façon per-opératoire, dans le but de vérifier in vivo le nombre de cloisons observées radiographiquement en pré-opératoire, mais aussi d'obtenir une mesure précise de celles-ci.

La dernière technique employée dans les quelques études anatomiques plus récentes est la dissection. Elle permet notamment l'analyse d'un nombre plus élevés de cas, bien qu'elle engendre des contraintes plus importantes (Ella *et al.*, 2008 ; Gandhi *et al.*, 2015 ; Gosau *et al.*, 2009 ; Rosano *et al.*, 2010).

3.2.2. Radiographique

Examen standard en chirurgie dentaire, **l'orthopantomogramme (OPT)** ou **panoramique dentaire** permet d'obtenir, sur un unique cliché en deux dimensions une vue d'ensemble des arcades dentaires, des maxillaires, des articulations temporo-mandibulaire mais aussi des sinus maxillaires. Cet examen permet ainsi le dépistage de nombreuses affections bucco-dentaires et trouve en conséquence de multiples indications en omnipratique tout comme dans les différentes spécialités (Haute Autorité de Santé, 2006). L'étendue de celles-ci sera un atout dans les études de cloisons sinusiennes, un grand nombre de clichés pouvant ainsi être étudiés sans nécessiter d'irradiation superflue du patient. La dose efficace de ce cliché varie de 4 à 30 μSv d'après l'IRSN, soit moins d'une semaine en dose équivalente de radiation naturelle.

La Tomographie Volumique à Faisceau Conique (ou CBCT pour Cone Beam Computed Tomography), ou imagerie volumique par faisceau conique, s'impose de plus en plus fréquemment aujourd'hui comme cliché de choix en chirurgie dentaire, offrant plus d'informations que les imageries en deux dimensions (panoramique, rétroalvéolaire), en restant légèrement moins irradiant que la Tomodensitométrie (Scanner). Les indications de cet examen sont nombreuses, il sera en particulier réalisé quasi-systématiquement en pré-opératoire de chirurgies implantaires, sinusiennes ou osseuses, mais aussi par exemple en endodontie (Haute Autorité de Santé, 2006).

Cet examen a pour avantage de fournir au praticien une bonne précision, de l'ordre du millimètre, des tissus dentaires et osseux (Figure 13) (Sutton *et al.*, 2014).

Le CBCT est cependant entre 3 et 6 fois plus irradiant que la panoramique dentaire (en fonction de la surface étudiée notamment, et donc de l'indication), à savoir entre 77 et 131 μSv d'après Signorelli *et al.* (2016), et entre 20 et 600 μSv (selon les fabricants) pour Ludlow *et al.* (2008), c'est-à-dire jusqu'à un équivalent de 7 semaines d'irradiation naturelle.

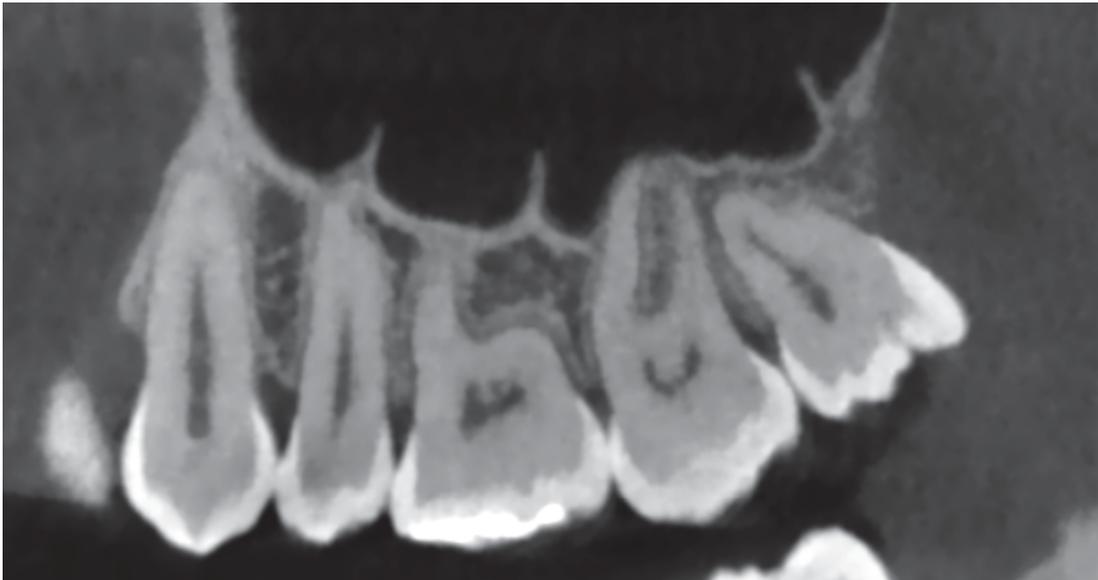


Figure 13 : Coupe sagittale CBCT montrant 3 cloisons coronales
(UF 8609, Radiologie, Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires, HUS)

La majorité des études récentes s'intéressant aux cloisons sinusiennes se sont tournées vers l'imagerie volumique par faisceau conique (Tableau 3), la reconstitution en trois dimensions facilite la détection et mesure des septa peu importe leur conformation. Le panel d'indications permet de surcroît de bénéficier de ces images sans faire subir au patient d'irradiation injustifiée.

Il est à noter que plusieurs auteurs se sont intéressés à la fiabilité de l'imagerie panoramique dans la détection des cloisons. **Il en découle que la radiographie panoramique ne peut être considérée comme fiable dans la détection des septa**, avec un pourcentage d'erreur allant de 11.8 à 46.5%.

Tableau 3 : Méthodes d'analyses rencontrées dans la littérature

Auteur(s)	Année de publication	Anat.	OTP	CBCT	% d'erreur de l'OTP
Underwood	1910	X	-	-	-
Betts et Miloro	1994	X	-	-	-
Ulm <i>et al.</i>	1995	X	-	-	-
Lugmayr <i>et al.</i>	1996	-	-	X	-
Krennmair <i>et al.</i>	1997	X	-	X	-
Krennmair <i>et al.</i>	1999	X	X	X	21.3 %
Kasabah <i>et al.</i>	2002	-	X	X	44.1 %
Velásquez-Plata <i>et al.</i>	2002	-	-	X	-
Kim <i>et al.</i>	2006	-	-	X	-
Shibli <i>et al.</i>	2007	-	X	-	-
González-Santana <i>et al.</i>	2007	-	X	X	11.8 %
Ella <i>et al.</i>	2008	X	-	X	-
Faramarzie <i>et al.</i>	2009	-	-	X	-
Gosau <i>et al.</i>	2009	X	-	-	-
Koymen <i>et al.</i>	2009	-	-	X	-
Lee <i>et al.</i>	2010	-	-	X	-
Rosano <i>et al.</i>	2010	X	-	-	-
Neugebauer <i>et al.</i>	2010	-	-	X	-
Park <i>et al.</i>	2011	-	-	X	-
Maestre-Ferin <i>et al.</i>	2011	-	X	X	46.5%
Orhan <i>et al.</i>	2012	-	-	X	-
Gandhi <i>et al.</i>	2015	X	-	-	-
Jabou	2015	-	-	X	-
Yildirim <i>et al.</i>	2017	-	-	X	-
Lozano-Carrascal <i>et al.</i>	2017	-	-	X	-
Schriber <i>et al.</i>	2017	-	-	X	-
Khalighi <i>et al.</i>	2017	-	-	X	-

3.3. Résultats

Pour chacune des variables étudiées, nous avons retenu les publications permettant une analyse fiable des données afin d'obtenir le résultat le plus fidèle.

Ont ainsi été exclues les publications présentant :

- méthode d'observation non fiable (panoramique, purement anatomique) ;
- panel de patient non représentatif ;
- résultats incohérents ;
- résultats incomplets.

Les données issues des publications ont été regroupées et synthétisées à travers le logiciel Excel (Microsoft, Redmond, USA). Les données statistiques ont été calculées sur ce même logiciel, ainsi que par l'outil de calcul BiostaTGV (INSERN, France).

3.3.1. Prévalences

Les résultats de prévalence sont présentés sous différentes formes selon les auteurs :

- la prévalence sur une base de patient, correspondant aux patients ayant au moins un sinus cloisonné ;
- la prévalence sur une base de sinus sera présentée de deux façons :
 - en nombre de cloisons moyenne par sinus, dans la totalité des études (nombre de cloison / nombre de sinus) ;
 - en nombre de sinus cloisonné, précisé dans une partie des publications (nombre de sinus cloisonnés / nombre de sinus).

- Par patient

La prévalence sur une base de patient, dans un premier temps, a été calculé à partir des études ayant systématiquement analysé les deux sinus de chaque patient. **Sur un total de 4388 patients étudiés, 40.8% présentent au moins un sinus cloisonné** (Tableau 4).

Tableau 4 : Prévalence des cloisons sinusienne sur une base de patient

Auteur(s)	Année	Nombre de patients	Prévalence (%)
Underwood	1910	45	66.7
Velásquez-Plata et al.	2002	156	32.7
Kim et al.	2006	100	38.0
Shibli et al.	2007	1 024	21.6
González-Santana et al.	2007	30	36.7
Ella et al.	2008	75	39.0
Faramarzie et al.	2009	66	31.8
Gosau et al.	2009	65	36.9
Rosano et al.	2010	30	40.0
Neugebauer et al.	2010	1 029	47.0
Park et al.	2011	200	37.0
Lana et al.	2011	500	44.4
Orhan et al.	2012	272	83.8
Shen et al.	2012	423	29.3
Jang et al.	2014	151	46.3
Khalighi et al.	2017	222	68.4
Revue présente	2019 (1910-2017)	4 388	40.8

Concernant la prévalence d'une atteinte bilatérale de ces patients cloisonnés, les données de **la littérature tendent vers une proportion d'environ 60% de patients ayant un seul sinus cloisonné pour 40% ayant les deux sinus concernés** ; Pommer observe sur 3 731 patients une proportion de 41% de cloisons bilatérales, alors que Neugebauer en 2010, Shen en 2012, ainsi que Lana en 2012 retrouvent des proportions similaires, entre 39 et 46%.

- Par sinus

Sur une base de sinus, la prévalence des cloisons sinusiennes est de 31.4% sur 11 613 sinus (Tableau 5). La prévalence de sinus cloisonnés est estimée d'environ 27.5%, à partir des publications ayant fait la différence entre les deux données ainsi que du nombre moyen de cloison par sinus calculé en 3.2.3.

Autour de 0.3% des septa sont complets et cloisonnent le sinus en deux parties distinctes (Pommer *et al.*, 2012).

Tableau 5 : Prévalence des cloisons sinusiennes par sinus

Auteur(s)	Année	Nombre de sinus	Nombre de cloisons	% sinus cloisonnés	Prévalence (%)
Underwood	1910	90	30	-	33.3
Ulm <i>et al.</i>	1995	41	13		31.7
Lugmayr <i>et al.</i>	1996	200	26	-	13.0
Krennmair <i>et al.</i>	1997	265	50	-	18.9
Krennmair <i>et al.</i>	1999	194	51	-	26.3
Kasabah <i>et al.</i>	2002	68	26	35.9	38.2
Velásquez-Plata <i>et al.</i>	2002	312	75	-	24.0
Kim <i>et al.</i>	2006	200	59	26.5	29.5
Shibli <i>et al.</i>	2007	2 048	307	-	15.0
González-Santana <i>et al.</i>	2007	60	17	25.0	28.3
Faramarzie <i>et al.</i>	2009	132	44	29.5	33.3
Gosau <i>et al.</i>	2009	130	35	-	26.9
Koymen <i>et al.</i>	2009	410	165	35.4	40.2
Lee <i>et al.</i>	2010	236	58	-	24.6
Rosano <i>et al.</i>	2010	60	20	-	33.3
Neugebauer <i>et al.</i>	2010	2 058	814	33.2	39.6
Park <i>et al.</i>	2011	400	111	-	27.7
Maestre-Ferrin <i>et al.</i>	2011	60	40	-	66.7
Pommer <i>et al.</i>	2012 (1995-2011)	8 923	2 534	-	28.4
Orhan <i>et al.</i>	2012	544	369	58.5	67.8
Shen <i>et al.</i>	2012	846	194	20.5	22.9
Jang <i>et al.</i>	2014	262	85	27.5	32.4
Gandhi <i>et al.</i>	2015	210	59	26.7	28.0
Jabou	2015	54	27	40.7	50.0
Yildirim <i>et al.</i>	2017	1 000	297	27.2	29.7
Lozano-Carrascal <i>et al.</i>	2017	284	66	-	23.2
Schriber <i>et al.</i>	2017	100	60	-	60.0
Khalighi <i>et al.</i>	2017	444	265	54.0	59.7
Revue présente	2019 (1910-2017)	11 613	3 646	≈ 27.5 (estimé)	31.4

- Selon le sexe

La plupart des publications obtiennent un résultat statistiquement non significatif (Faramarzie *et al.*, 2009 ; Gosau *et al.*, 2009 ; Khalighi Sigaroudi *et al.*, 2017 ; Maestre-Ferrín *et al.*, 2011 ; Midilli *et al.*, 2005 ; Neugebauer *et al.*, 2010 ; Park *et al.* 2011 ; Schriber *et al.*, 2017 ; Shibli *et al.*, 2007 ; Yildirim *et al.*, 2017). Il en est de même pour la méta-analyse de Pommer *et al.*, dans laquelle les auteurs n'ont pu conclure à une différence significative ($p=0.207$).

Concernant notre revue, la mise en commun des résultats exploitables nous permet d'avancer une prévalence significativement supérieure ($p<0.01$) chez les hommes, sur un total de 7 655 sinus (Tableau 6).

Van den Bergh *et al.* soulignent dans leur publication de 2000 que la relation entre force masticatoire et cloison sinusienne pourrait expliquer la prévalence plus importante retrouvée chez les sujets masculins.

Tableau 6 : Prévalence des cloisons sinusiennes en fonction du sexe

Auteur	Année	Nombre de sinus		Prévalence (%)		p
		Féminin	Masculin	Féminin	Masculin	
Kim et al.	2006	82	118	18.3	32.2	n.s.
Shibli et al.	2007	1 260	788	15.3	14.5	n.s.
Faramarzie et al.	2009	54	78	20.0	19.0	n.s.
Gosau et al.	2009	66	64	25.8	28.1	n.s.
Koymen et al.	2009	70	125	48.7	55.2	n.s.
Neugebauer et al.	2010	986	1 072	38.7	40.3	n.s.
Lee et al.*	2010	87	117	23.0	30.0	0.05
Park et al.*	2011	100	100	39.0	35.0	n.s.
Orhan et al.*	2012	304	240	44.8	50.0	n.s.
Shen et al.	2012	432	414	24.1	34.8	0.016
Jabou	2015	25	29	41.4	40.0	n.s.
Yildirim et al.	2017	448	552	30.1	29.4	0.524
Schriber et al.	2017	64	34	45.5	58.2	0.205
Khalighi et al.	2017		444	29.0	35.2	0.589
Revue présente	2019	3 487	3 274	26.7	31.3	<0.01

n.s. : non significatif

* : résultat sur une base de patient, non considérés dans la revue

- Selon l'âge

Une dizaine d'étude a tenté d'établir une corrélation entre prévalence des cloisons sinusiennes et âge, à savoir : Shibli *et al.* 2007, Gosau *et al.* 2009, Rosano *et al.* 2010, Neugebauer *et al.* 2010, Park *et al.* 2011, Orhan *et al.* 2012, Shen *et al.* 2012, Shriber *et al.* 2017, Khalighi *et al.* 2017.

Aucune d'entre elles n'a obtenu de résultat statistiquement significatif.

- Selon la symétrie gauche / droite

Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les sinus gauches et droits dans l'ensemble des publications s'y intéressant (Gosau *et al.*, 2009 ; Khalighi Sigaroudi *et al.*, 2017 ; Lee *et al.*, 2010 ; Neugebauer *et al.*, 2010 ; Park *et al.*, 2011 ; Pommer *et al.*, 2012 ; Yildirim *et al.*, 2017).

3.3.2. Hauteur

- Seuil de considération

La majorité des publications considèrent, lors de l'évaluation du nombre de cloisons, une **hauteur minimale de 2.5 mm** différenciant une cloison d'une variation anatomique (Faramarzie *et al.*, 2009 ; Gandhi *et al.*, 2015 ; González-Santana *et al.*, 2007 ; Gosau *et al.*, 2009 ; Kim *et al.*, 2006 ; Lee *et al.*, 2010 ; Maestre-Ferrín *et al.*, 2011). Quelques études ont choisi le seuil de 3 mm (Park *et al.*, 2011 ; Rosano *et al.*, 2010). Enfin, selon Ulm, seules les cloisons de plus de 4mm devraient être considérées afin d'écarter toute irrégularité anatomique du sinus (Ulm *et al.*, 1995).

Pommer s'est penché en 2012 sur l'influence de ces seuils sur les résultats obtenus. L'auteur n'a pas pu mettre en évidence de différence statistiquement significative entre les études avec et sans seuil, ou encore celles avec un seuil supérieur ou inférieur à 2.5mm (p=0.786 et p=0.677, respectivement).

- Hauteur moyenne

La majorité des publications considèrent lors de la mesure de la cloison le point le plus élevé de cette dernière. D'autres auteurs préfèrent différencier la hauteur de la cloison en fonction de l'endroit par rapport auquel celle-ci sera mesurée.

L'ensemble des données nous donne une hauteur moyenne de 6.9 mm pour 2 574 cloisons (Tableau 7). Les quelques études distinguant les tailles des différentes orientations de cloisons ont pu montrer que les cloisons sagittales sont les plus grandes (Neugebauer *et al.*, 2010).

Tableau 7 : Hauteur moyenne des cloisons sinusiennes

Auteur(s)	Année	Nombre de cloisons	Hauteur moyenne (mm) (Écart type)
Underwood	1910	30	6.4 à 12.7
Ulm <i>et al.</i>	1995	13	7.9 (4.9)
Krennmair <i>et al.</i>	1997	50	7.3
Krennmair <i>et al.</i>	1999	51	8.6
Velásquez-Plata <i>et al.</i>	2002	75	4.8
Kim <i>et al.</i>	2006	59	2.8 (1.4)
Faramarzie <i>et al.</i>	2009	44	5.3
Gosau <i>et al.</i>	2009	35	5.4
Koymen <i>et al.</i>	2009	165	7.0
Rosano <i>et al.</i>	2010	20	8.7
Neugebauer <i>et al.</i>	2010	814	8.4
Park <i>et al.</i>	2011	111	7.8
Maestre-Ferrin <i>et al.</i>	2011	40	4.8
Pommer <i>et al.</i>	2012 (1995-2011)	1 686	7.5
Orhan <i>et al.</i>	2012	369	5.5 (2.6)
Jang <i>et al.</i>	2014	85	6.0 (2.2)
Gandhi <i>et al.</i>	2015	59	10 à 16
Jabou	2015	27	8.5
Yildirim <i>et al.</i>	2017	297	4.6 (2.5)
Lozano-Carrascal <i>et al.</i>	2017	66	13.0
Revue présente	2019 (1995-2017)	2 574	6.9

3.3.3. Répartition et localisation des cloisons

- Cloison unitaire / cloisons multiples

La grande majorité des sinus cloisonnés ne comportent qu'une cloison (86%). Environ 12% en comportent deux, alors qu'autour de 1.5% en comportent trois ou plus (Tableau 8).

Tableau 8 : Proportions en fonction du nombre de cloison par sinus

Auteur(s)	Année	Nombre de sinus	1 cloison (%)	2 cloisons (%)	3 cloisons ou plus (%)
Neugebauer et al.	2010	2 058	86.3	12.2	1.5
Pommer et al.	2012 (1995-2011)	5 323	85.2	13	1.8
Orhan et al.	2012	544	86.9	11.2	1.9
Jang et al.	2014	262	80.0	18.6	1.4
Gandhi et al.	2015	210	94.6	5.4	0
Yildirim et al.	2017	1 000	90.8	9.2	0
Revue présente	2019 (1995-2017)	7 339	86.2	12.3	1.5

- Position des cloisons

La localisation des cloisons est décrite de différentes façons selon les auteurs. La théorie classique des septa sinusiens introduite par Underwood, et ensuite suivie par la plupart des études s'y intéressant, divise le sinus en :

- une partie antérieure correspondant à la zone prémolaire ;
- une partie médiane correspondant aux deux premières molaires ;
- une partie postérieure correspondant à la troisième molaire.

Plus récemment en 2011, Maestre-Ferrin *et al.* divisent le sinus en une partie antérieure, correspondant aux prémolaires, une médiane, correspondant à la première molaire, et une postérieure correspondant à la seconde molaire. Les auteurs ont obtenu cette division en dessinant deux lignes droites perpendiculaires au plancher sinusien, équidistantes des parois antérieures et postérieures.

La location des cloisons diffère ainsi selon les auteurs, **la méthode la plus suivie restant celle établie par Underwood en 1910.**

Les premiers résultats concernant l'emplacement des septums ont été variables. Pour **Underwood** (1910), la majorité des cloisons se situaient en distal de la troisième molaire, sur la partie postérieure du sinus. L'auteur a expliqué ce phénomène par l'intervalle de temps plus important dédié à l'éruption de cette dent de sagesse.

Pour **Krennmair** (1999), 70.6% des cloisons se trouvaient au niveau de la zone antérieure, alors que pour Velásquez-Plata (2002), la zone majoritaire était la médiane.

Gandhi et al. (2015) ont émis l'hypothèse, pour expliquer ces différences, une possible variation géographique des habitudes alimentaires et donc des contraintes masticatoires.

Les études plus récentes, de 2006 à 2017, s'accordent pour dire que les cloisons sont majoritairement situées en région molaire, principalement entre les premières et deuxièmes (Tableau 9). Au total, 56.5% des 2 433 cloisons considérées se trouvent en position médiane, autour de 21% et 23% se situent respectivement en position antérieure et postérieure. Ces résultats concordent avec les hypothèses émises quant à l'origine des cloisons secondaires. La résorption post-extractionnelle étant importante dans ces zones, ce type de cloisons y serait observable en plus grand nombre.

Plusieurs études appuient d'autant plus ces hypothèses en comparant les répartitions antéro-postérieures des cloisons chez les patients dentés et édentés. **Pommer et al.** concluent à une augmentation significative de la proportion de cloisons en zone molaire chez les sujets dont le maxillaire est fortement résorbé (Pommer et al., 2012). De la même façon, **Jang et al.** mettent en évidence une augmentation de la proportion de cloisons en région médiane et postérieure chez les patients édentés (Jang et al., 2014).

Tableau 9 : Répartition antéro-postérieure des cloisons

Auteur(s)	Année	Nombre de cloisons	Antérieur (%)	Médian (%)	Postérieur (%)
Kim et al.	2006	59	25.4	50.8	23.7
González-Santana et al.	2007	17	11.8	64.7	23.5
Faramarzie et al.	2009	44	30.8	53.8	15.4
Gosau et al.	2009	35	42.9	51.4	5.7
Koymen et al.	2009	165	18.8	64.8	16.4
Lee et al.	2010	58	27.3	50.0	22.7
Rosano et al.	2010	20	30.0	40.0	30.0
Neugebauer et al.	2010	814	22.8	59.4	17.7
Park et al.	2011	111	22.5	45.9	31.5
Maestre-Ferrin et al.	2011	40	17.5	60	22.5
Orhan et al.	2012	369	12.2	69.1	18.6
Shen et al.	2012	194	16.0	54.1	27.3
Jang et al.	2014	85	43.5	36.5	20.0
Gandhi et al.	2015	59	32.2	55.9	11.9
Jabou	2015	27	33,3	29,6	37,0
Yildirim et al.	2017	297	14.8	41.3	44.0
Lozano-Carrascal et al.	2017	66	13.6	63.6	22.7
Revue présente	2019 (2006-2017)	2 460	20.7	56.3	22.9

- Orientation

La majorité des 3 154 cloisons considérées sont coronales avec une proportion d'environ 89.1%. Les cloisons sagittales sont les secondes plus fréquentes avec 9.2%. Les cloisons horizontales sont bien moins nombreuses, recensées en très faible nombre dans peu d'études (1.7%) (Tableau 10).

Tableau 10 : Répartition des cloisons selon leur orientation

Auteur(s)	Année	Nombre de cloisons	Coronal (%)	Sagittal (%)	Transversal (%)
Krennmair <i>et al.</i>	1997	50	100	-	-
Kim <i>et al.</i>	2006	59	100	-	-
Koymen <i>et al.</i>	2009	165	100	-	-
Neugebauer <i>et al.</i>	2010	814	74.7	25.3	-
Park <i>et al.</i>	2011	111	96.4	3.6	-
Pommer <i>et al.</i>	2012 (1995-2011)	2 038	87.6	11.1	1.3
Orhan <i>et al.</i>	2012	369	100	-	-
Shen <i>et al.</i>	2012	194	100	-	-
Jang <i>et al.</i>	2014	85	82.4	1.1	16.5
Gandhi <i>et al.</i>	2015	59	68.9	31.1	-
Yildirim <i>et al.</i>	2017	297	86.5	10.4	3.0
Lozano-Carrascal <i>et al.</i>	2017	66	84.6	15.4	-
Schriber <i>et al.</i>	2017	46	82.6	8.7	8.7
Revue présente	2019 (1995-2017)	3 154	89.1	9.2	1.7

3.3.4. Atrophie de la crête alvéolaire

Sur l'ensemble des études considérées, la prévalence des cloisons sinusienne est de 31% au niveau des crêtes atrophiées, contre 25.9 % au niveau des crêtes non atrophiées. Cette différence est statistiquement significative avec $p < 0.001$ (Tableau 11).

Tableau 11 : Prévalence des cloisons sinusiennes en fonction de l'édentement

Auteur(s)	Année	Nombre de sinus		Prévalence (%)		p
		Édentés / Atrophiés	Dentés / Non atrophiés	Édentés / Atrophiés	Dentés / Non atrophiés	
Kim et al.	2006	85	115	31.8	22.6	n.c.
Faramarzie et al.	2009	46	86	33.0	23.0	n.c.
Lee et al.	2010	148	88	27.7	19.3	<0.01
Shen et al.	2012	271	575	20.3	24.2	n.s.
Jang et al.	2014	62	200	35.5	31.5	>0.05
Gandhi et al.	2015	89	121	52.8	9.9	n.c.
Yildirim et al.	2017	560	440	30.9	28.2	0.524
Schriber et al.	2017	50	50	54.0	66.0	0.689
Revue présente	2019					
	2006-2017	1 311	1 675	31.0	25.9	<0.01

n.s. : non significatif

n.c. : non communiqué

3.4. Discussion

La méthode d'analyse de choix des cloisons sinusiennes est l'imagerie CBCT de par son accessibilité, ses indications larges. Les images permettent une analyse précise et exacte de la situation, contrairement à la panoramique pour laquelle les études ont montré un taux d'erreur allant jusqu'à 50%.

Notre revue de la littérature nous donne les résultats suivants :

- la prévalence des cloisons sinusiennes est de 31.4%, pour environ 27.5% de sinus cloisonnés. La prévalence par patient est de 40.8% ;
- parmi les patients cloisonnés, 40% environ ont les deux sinus concernés ;
- les sujets masculins ont une prévalence supérieure de cloisons avec 31.3% contre 26.7% ($p < 0.001$) ;
- parmi les sinus cloisonnés, 86.2% n'ont qu'une cloison, 12.3% en ont deux et 1.5% en ont trois ou plus ;
- il n'y a pas de différence significative dans la prévalence entre les sujets jeunes et âgés, ou les sinus gauches et droits ;
- le seuil de considération le plus choisi permettant de distinguer une cloison est de 2.5 mm, la taille moyenne des cloisons est de 6.9 mm ;
- la localisation antéro-postérieure majoritaire est la région médiane avec 56.3% des cloisons, les régions antérieures et postérieures correspondent à une proportion de respectivement 20.7% et 22.9% ;
- sur l'ensemble des cloisons, 89.1% ont une orientation médio-latérale, 9.2% sont antéro-postérieures, et 1.7% sont horizontales ;
- les sinus dont la crête maxillaire est atrophiée sont cloisonnés dans 31.0% des cas, contre 25.9% dans le cas échéant ($p < 0.001$).

Plusieurs résultats contradictoires provenant des publications ont pu ainsi dégager certaines tendances, notamment au niveau de l'édentement et du sexe.

On peut remarquer cependant que peu d'études nous ont fourni des données permettant leur exploitation dans cette revue, ce qui peut faire intervenir plusieurs biais :

- Certaines publications ne publient pas leur résultats non significatifs ;
- Certaines publications ne précisent pas les données qui auraient permis leur prise en compte dans nos calculs ;
- La taille des échantillons est très inconstante, tout comme leur provenance géographique.

Enfin, il est à noter que l'examen minutieux de ces publications a montré un nombre non négligeable d'incohérences dans la détermination de certaines données. Ces éléments ont bien évidemment été écartés de notre analyse, mais ils peuvent tout de même nous faire douter de l'exactitude du restant des résultats (semblant cohérents) ayant été interprétés.

**PARTIE 4 : ÉTUDE DES CLOISONS
SINUSIENNES À PARTIR D'IMAGES CBCT DE
PATIENTS DU PÔLE DE MÉDECINE ET
CHIRURGIE BUCCO-DENTAIRES DES
HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG**

Le but de cette étude a été d'analyser la prévalence, location, hauteur, et répartition des cloisons dans un panel de patients ayant réalisé un examen CBCT au sein de l'UF Radiologie (UF 8609) du Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

Les résultats seront ensuite comparés aux données issues de la revue réalisée précédemment dans la discussion de ce travail.

Notre protocole d'étude a obtenu un avis consultatif favorable du Comité d'Éthique des Facultés de Médecine, d'Odontologie, de Pharmacie, des Écoles d'Infirmières, de Kinésithérapie, de Sages-Femmes et des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

4.1. Matériel et méthode

Les examens CBCT de 150 patients majeurs, 80 femmes et 70 hommes, pour lesquels un examen comportant des deux sinus maxillaires avait été réalisé entre janvier et mai 2019, ont été analysés. Les examens ont tous été réalisés avec le même appareil selon le même protocole. Les indications en étaient variables :

- pré-implantaire afin de déterminer le volume osseux de secteurs édentés ;
- présence de pathologies (communication bucco-sinusienne, foyers infectieux, kystes...)
- présence de dent incluse ;
- diagnostic de fracture dentaire, de morphologie canalaire atypique ;
- évaluation de rapports anatomiques (notamment de dents de sagesse).

Le plancher sinusien a été divisé en trois parties, comme décrit initialement par Underwood :

- une partie antérieure, de la paroi antérieure du sinus jusqu'en distal de la seconde prémolaire ;
- une partie médiane, en mésial de la première molaire jusqu'en distal de la seconde ;
- une partie postérieure, en distal de la deuxième molaire.

Les cloisons ont été mesurées en leur centre, à partir de leur base jusqu'à leur sommet. Les cloisons de dimension inférieure à 2,5mm ont été exclues, ne pouvant pas être distinguées des variations anatomiques sinusiennes.

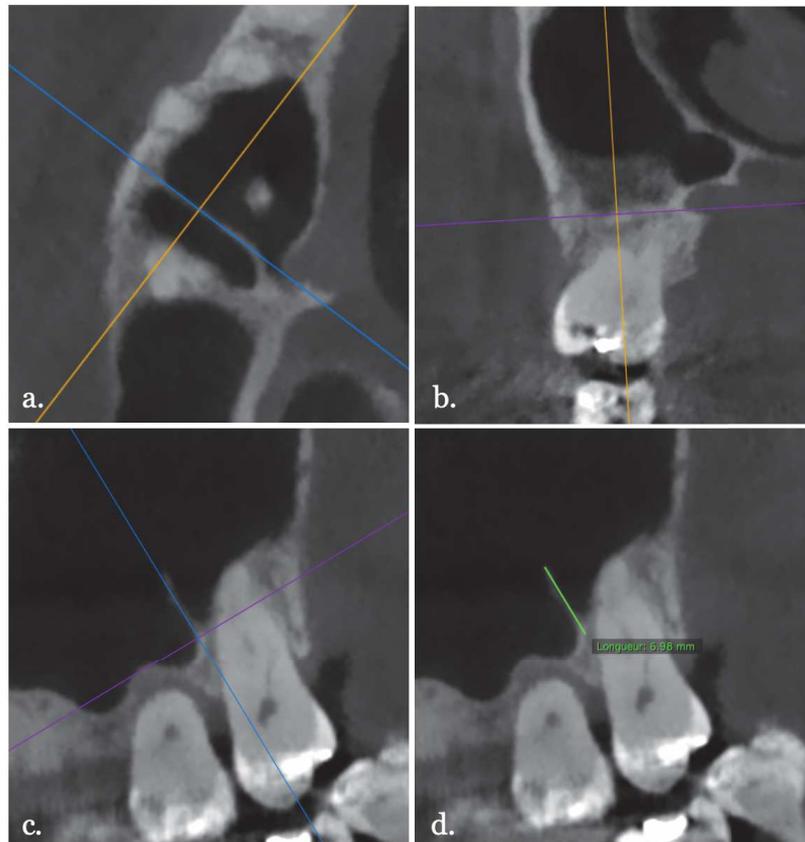


Figure 14 : Mesure de la taille d'une cloison coronale
(UF 8609, Radiologie, Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires, HUS)
a, b, c : Positionnement des coupes
d : Mesure

Les sinus ont été divisés en deux groupes :

- un groupe « non atrophié » comprenant les patients dentés, et les patients partiellement édentés sans signe de résorption post-extractionnelle avancée ;
- un groupe « atrophié » comprenant les patients partiellement ou complètement édentés, présentant un signe de résorption osseuse alvéolaire avancée, épaisseur osseuse réduite, irrégularité du plancher sinusien, etc.

Les données inexploitable, pouvant mener à une fausse interprétation, ont été écartées. Les raisons pouvant être :

- lésion sinusienne ;
- lésion osseuse : destruction d'une paroi sinusienne, fracture ;
- antécédent de chirurgie osseuse, implantaire ou sinusienne ;
- présence d'artefact métallique ;
- lésion kystique, inflammatoire, tumorale.

Le traitement statistique des données a été réalisé à partir du logiciel Excel (Microsoft, Redmond, USA).

4.2. Résultats

- Prévalence par sinus

Sur un total de 300 sinus, nous avons mis en évidence 94 cloisons dans 84 d'entre eux. **La prévalence est de 31.3%, pour 28.0% de sinus cloisonnés.**

La quasi-totalité des sinus cloisonnés n'ont qu'une cloison, 89.3%, alors que 9.5% en ont deux, et qu'un seul (1,2%) en présente trois (Figure 15).

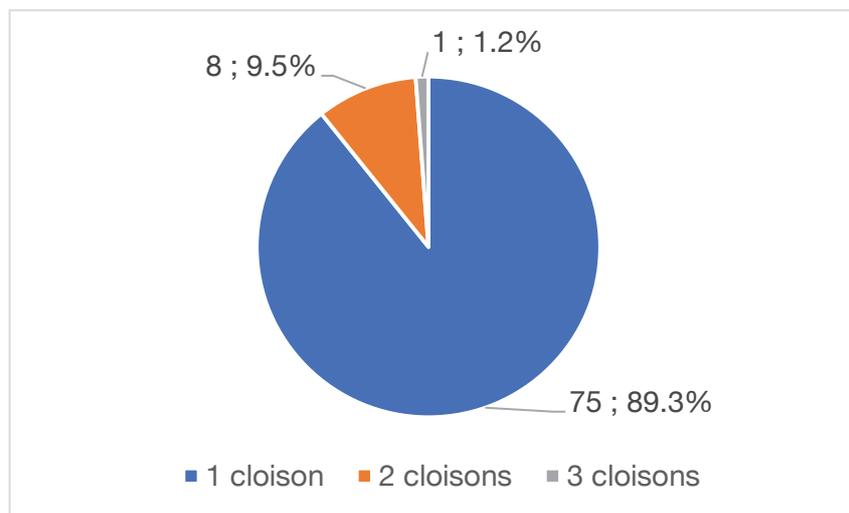


Figure 15 : Répartition des 94 cloisons parmi les 84 sinus cloisonnés (n ; %)

- Prévalence par patient

Au total, 64 patients sur 150 présentent au moins une cloison, **soit une prévalence de 42.6%. Parmi ces derniers, 31.3% des patients ont les deux sinus concernés.** La répartition du nombre de cloison par patient est montrée dans la figure 16.

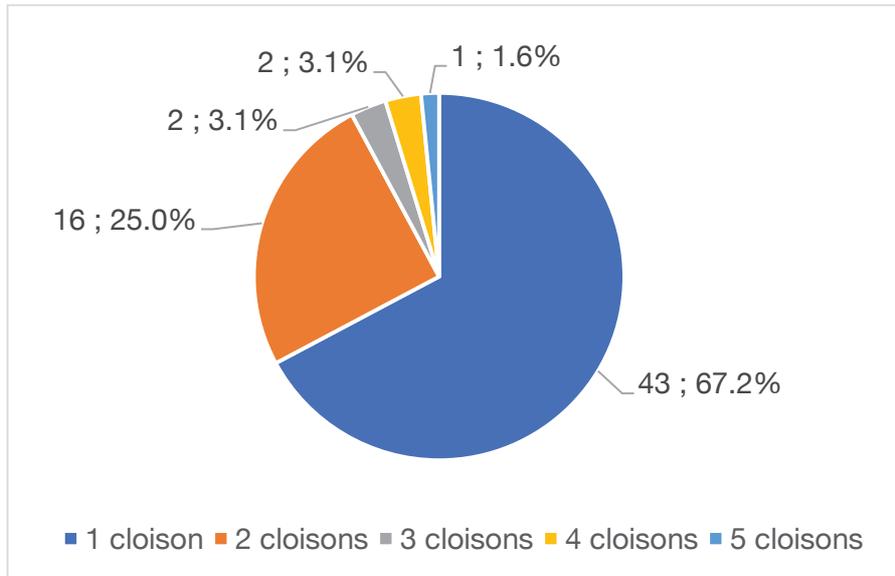


Figure 16 : Répartition des 94 cloisons parmi les 64 patients cloisonnés (n ; %)

- Symétrie droite / gauche

39 cloisons ont été mises en évidence dans 35 sinus gauches, 55 cloisons l'ont été dans 50 sinus droits (**p>0.05**).

- Prévalence homme / femme

Les patients féminins ont présenté 36.2% de sinus cloisonnés, contre 18.6% pour les hommes (**p<0.005**) (Tableau 14).

Tableau 12 : Prévalences selon le sexe

	Nombre de patients	Nombre de sinus	Cloisons	Prévalence par patient (%)	Prévalence par sinus (%)
Masculin	70	140	26	27.1	18.6
Féminin	80	160	68	56.2	36.2

- Prévalence crête atrophiée / non atrophiée

Nous n'avons observé aucune différence significative entre les maxillaires atrophiée ou non ($p > 0.05$). En effet, 20% des 85 sinus atrophiés présentent au moins une cloison, contre 31.1% des 215 sinus non atrophiés (Tableau 15).

Tableau 13 : Prévalences selon la résorption

	Nombre de sinus	Nombre de cloisons	Sinus cloisonnés	Prévalence (%)
Atrophié	85	20	17	20.0
Non atrophié	215	74	67	31.1

- Taille

La hauteur des 94 cloisons observées est variable, allant de 2.5 à 18 mm. **La moyenne est de 6.2 mm et l'écart type de 3.2 mm.** Nous n'avons observé qu'une cloison complète.

- Position

La répartition antéro-postérieure des cloisons observées est relativement équilibrée, avec respectivement **27.7%**, **38.3%** et **34.0%** en antérieur, médian et postérieur (Figure 17).

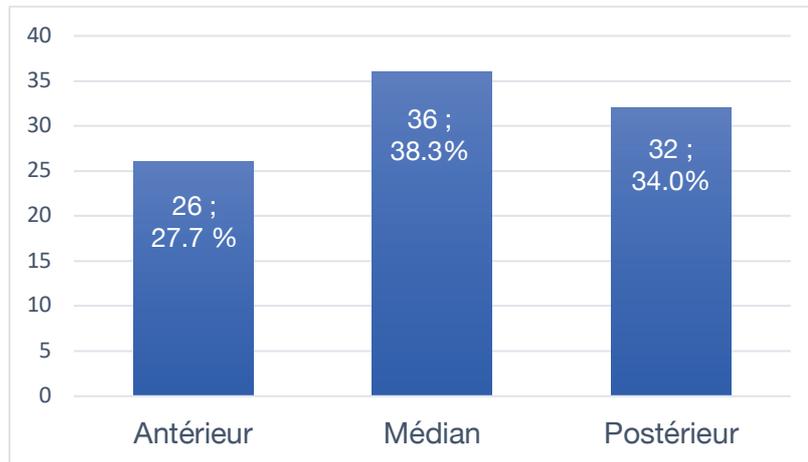


Figure 17 : Répartition antéropostérieure des cloisons (n ; %)

- Orientation

Sur les 94 cloisons observées, 87 ont une orientation mésio-distale, 6 sont sagittales et une seule cloison est horizontale (Figure 18).

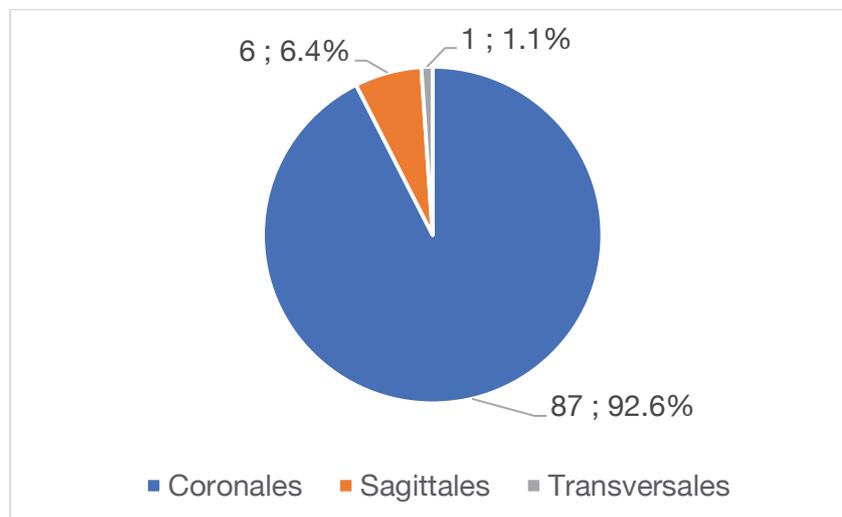


Figure 18 : Répartition des cloisons selon l'orientation (n ; %)

4.3. Discussion

Les prévalences obtenues par nombre de patients et de sinus cloisonnés, 42.6% et 28.0%, sont très proches de celles que nous a permis d'estimer la revue de la littérature, à savoir 40.8% et 25.7% respectivement. Cela confirme notre choix concernant la taille de l'échantillon, qui s'est révélé suffisant pour obtenir des données cohérentes.

Il en est de même pour le nombre de cloison par sinus cloisonnés qui se rapproche des résultats de la partie précédente (Tableau 8 et Figure 15). Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative entre les sinus gauches et droits, tout comme la quasi-totalité des publications.

Concernant les 94 cloisons observées, nous avons déterminé une taille moyenne de 6.2 mm, contre 6.9 mm dans la littérature. L'orientation observée est semblable à celle attendue (Tableau 10 et Figure 18). La position préférentielle de ces cloisons s'est révélée plus équilibrée dans notre étude que dans la revue (Tableau 9 et Figure 17). Une tendance similaire se dégage tout de même, avec une localisation préférentielle médiane et des situations antérieures et postérieures moins communes, en proportions similaires.

Nous avons relevé une prévalence significativement supérieure pour les femmes, alors que notre revue a montré une majorité de cloisons chez les hommes. Ces résultats contradictoires viennent se rajouter à ceux de la littérature. Tout comme expliqué en discussion de notre revue, plusieurs éléments peuvent en partie expliquer ces résultats contradictoires, cette fois-ci à la fois dans notre étude ou dans notre revue. Le nombre de patient que nous avons pris en compte peut être insuffisant pour être représentatif, bien qu'il l'ait été pour le reste des variables étudiées. L'origine géographique de l'étude, et donc des patients, pourrait avoir une influence sur la répartition de ces cloisons entre les patients. Aucune méta-analyse ou revue de la littérature ne prend en compte la région de provenance des patients, probablement faute de données suffisantes. Enfin, les données prises en compte dans notre revue peuvent de la même façon comporter plusieurs biais, liés à la sélection des patients, à la taille des échantillons ou à cette origine géographique par exemple.

Pour finir, la prévalence de cloison en regard de maxillaires « atrophés » n'a pas été statistiquement différente de celle chez les patients dont n'ayant pas de signe de résorption avancée de l'os alvéolaire. Notre revue de la littérature a cependant mis en évidence une prévalence significativement supérieure chez les patients édentés et atrophés. Cette divergence peut, tout comme pour la différence homme / femme, s'expliquer de différentes façon, notamment le nombre insuffisant de sujets dans notre étude pour mettre en évidence une différence minime.

Il est à noter également que nous avons mis en évidence à plusieurs reprises au cours de l'étude des « pseudo-cloisons » liées aux apex dentaire prémolo-molaires, parcourant le plancher sinusien soit d'un apex à la paroi médiale ou latérale, soit d'un apex à un autre d'une dent pluriradiculée (Figure 19). L'avulsion de la dent sous-jacente, et la résorption de l'os adjacent ne feraient qu'augmenter « artificiellement » la hauteur de cette entité, et par la même occasion faciliter son observation mais surtout selon son épaisseur la confondre à une cloison. Ces cloisons, qui seraient décrites comme secondaires par Underwood, seraient donc être également innées.

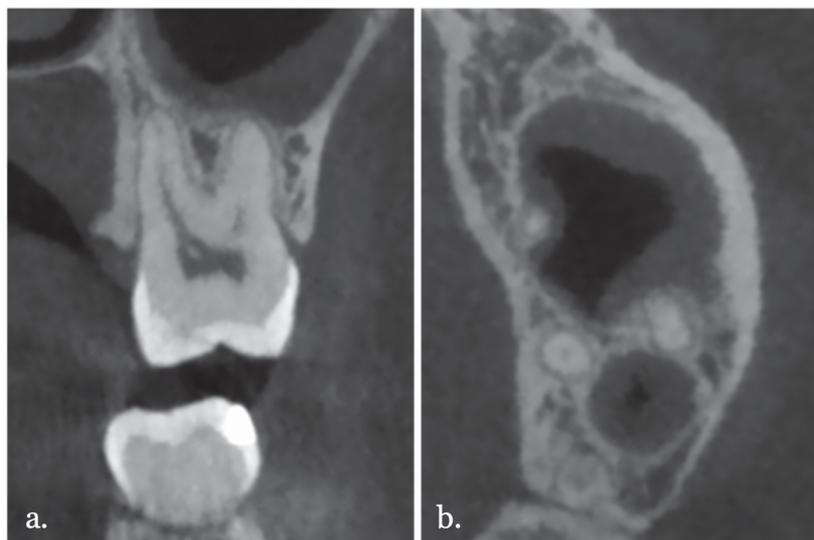


Figure 19 : Image CBCT d'une cloison située entre les racines mésio-vestibulaire et palatine de la 27
(UF 8609, Radiologie, Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires, HUS)
a. Coupe coronale
b. Coupe transversale

Nous pouvons nous interroger sur la façon selon laquelle ces données ont été intégrées à l'ensemble des publications étudiés. Cette lamelle osseuse étant plus épaisse qu'une cloison primaire mais pouvant tout de même dépasser les 2.5 mm pris comme seuil, les observateurs peuvent ou non la considérer comme un septa. Cela pourrait ainsi expliquer une partie des résultats contradictoires observés dans notre travail. Les cloisons supplémentaires recensées chez les patients édentés seraient rendues visibles par l'extraction puis la cicatrisation osseuse sous-jacentes, bien qu'elles aient été également présentes avant l'avulsion.

CONCLUSION

L'imagerie volumétrique par faisceau conique (CBCT) s'est imposée comme examen de choix avant tout acte de chirurgie sinusienne ou implantaire. Cette pratique est, vis-à-vis des cloisons accessoires maxillaires, d'autant plus fondée par les données de la littérature sur le sujet. Le chirurgien aura ainsi accès à une représentation précise de l'anatomie de la cloison d'après laquelle il sera primordial d'estimer la difficulté chirurgicale, puis, selon l'expérience du praticien, de planifier l'intervention.

Un sinus cloisonné présentera un risque de complication plus élevé, correspondant surtout à des perforations de la membrane sinusienne. Bien qu'elles soient dans la majorité des cas prises en charge simultanément par le chirurgien, le taux de réussite de la chirurgie sera diminué, tout en augmentant le stress du praticien qui s'écartera de la procédure initialement planifiée.

Les différentes « astuces chirurgicales », une fois connues, seront à considérer en pré-opératoire pour réduire ce risque et ainsi garantir un taux de réussite se rapprochant d'un patient non cloisonné.

Le nombre de publications approfondissant l'étiologie, la conformation et la répartition de ces entités de façon précise a augmenté ces dernières années. L'analyse de la littérature ainsi que notre étude à partir d'examen réalisés en 2019 à l'UF Radiologie (UF 8609) du Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, nous permet d'avancer les données suivantes :

- La prévalence des cloisons sinusiennes est environ de 40% sur une base de patients, et 30% sur une base de sinus.
- Les données de la littérature tendent vers une prévalence légèrement augmentée chez les patients édentés ou ayant une crête atrophiée, ainsi que chez les sujets masculins. Notre étude a cependant montré des résultats contradictoires, à savoir une prévalence similaire entre les patients édentés ou non, et augmentée chez les patients féminins.

- 9 cloisons sur 10 ont une orientation vestibulo-palatine. Environ 3 cloisons sur 5 sont situées au niveau de la première ou seconde molaire, 1 sur 5 est située en position antérieure, et 1 sur 5 en position postérieure.
- Près de 9 sinus cloisonnés sur 10 ne présentent qu'une cloison, 1 sur 10 en comportent deux, alors que 1 sur 100 environ en ont trois ou plus.

La mise en relation de notre revue de littérature et de notre étude nous a permis de prendre du recul vis-à-vis de certaines données contradictoires et de leur interprétation. La grande diversité de publications, associée à leurs pays d'origine, leurs méthodes de recueil des données, mais aussi leurs analyses des images rend l'interprétation de certains éléments délicate.

Bien que notre travail ainsi que celui de nos confrères ayant publié sur le sujet permettent au fil des années de mieux identifier ces entités, l'examen radiographique pré-opératoire et son analyse rigoureuse resteront primordiaux pour le bon déroulement de toute chirurgie.

SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Nom - prénom de l'impétrant : SAAD Alexandre

Titre de la thèse : Anatomie interne du sinus maxillaire : étude des cloisons sinusiennes

Directeurs de thèse : Docteurs Catherine-Isabelle GROS et Badr JABOU

VU

Strasbourg, le : 5/11/19

Le Président du Jury



Professeur O. HUCK

VU

Strasbourg, le : 14 NOV. 2019

Le Doyen de la Faculté
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg,



Professeur C. TADDEI-GROSS

Références bibliographiques

- Antoun, H. (2011). *Les greffes de sinus en implantologie*. Rueil-Malmaison: Éd. CdP.
- Araujo, M. G., Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(2), 212-218. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x>
- Ariji, Y., Ariji, E., Yoshiura, K., Kanda, S. (1996). Computed tomographic indices for maxillary sinus size in comparison with the sinus volume. *Dentomaxillofacial Radiology*, 25(1), 19-24. <https://doi.org/10.1259/dmfr.25.1.9084281>
- Ariji, Y., Kuroki, T., Moriguchi, S., Ariji, E., Kanda, S. (1994). Age changes in the volume of the human maxillary sinus: A study using computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 23(3), 163-168. <https://doi.org/10.1259/dmfr.23.3.7835518>
- Becker, W., Berg, L., Becker, B. E. (1979). Untreated Periodontal Disease: A Longitudinal Study. *Journal of Periodontology*, 50(5), 234-244. <https://doi.org/10.1902/jop.1979.50.5.234>
- Betts, N. J., Miloro, M. (1994). Modification of the sinus lift procedure for septa in the maxillary antrum. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 52(3), 332-333.
- Boyne, P. J. (1993). Analysis of performance of root-form endosseous implants placed in the maxillary sinus. *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, 3(2), 143-159.
- Boyne, P. J., James, R. A. (1980). Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *Journal of Oral Surgery (American Dental Association: 1965)*, 38(8), 613-616.
- Briche, T., Seigneuric, J.-B., Raynal, M., Lepage, P., Kossowski, M., Denhez, F. (2008). Relations pathologiques entre dents et sinus maxillaires. *EMC - Médecine buccale 2008*, 3(1)(Article 28-270-V-10), 1-12.
- Cardaropoli, G., Araújo, M., Lindhe, J. (2003). Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *Journal of Clinical Periodontology*, 30(9), 809-818.
- Cavalcanti, M. C., Guirado, T. E., Sapata, V. M., Costa, C., Pannuti, C. M., Jung, R. E., César Neto, J. B. (2018). Maxillary sinus floor pneumatization and alveolar ridge resorption after tooth loss: A cross-sectional study. *Brazilian Oral Research*, 32(0). <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0064>
- Caylakli, F., Yavuz, H., Cagici, A. C., Ozluoglu, L. N. (2006). Endoscopic sinus surgery for maxillary sinus mucoceles. *Head Face Medicine*, 2, 29. <https://doi.org/10.1186/1746-160X-2-29>
- Dargaud, J., Cotton, F., Buttin, R., Morin, A. (2003). [The maxillary sinus: Evolution and function in aging]. *Morphologie: Bulletin De l'Association Des Anatomistes*, 87(276), 17-22.

- Dargaud, J., Lamotte, C., Dainotti, J. P., Morin, A. (2001). Drainage veineux et innervation du sinus maxillaire. *Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes*, 85(270), 11-13.
- Davarpanah, M. (2011). *Simplification des greffes sinusiennes*. Paris: Quintessence international.
- Delmas, J., Radulesco, T., Varoquaux, A., Thomassin, J.-M., Dessi, P., Michel, J. (2018). Anatomie des cavités nasosinusiennes. *EMC - Oto-rhino-laryngologie*, 20-265-A-10.
- Drettner, B. (1965). Measurements of the Resistance of the Maxillary Ostium. *Acta Oto-Laryngologica*, 60(1-6), 499-505. <https://doi.org/10.3109/00016486509127033>
- Ella, B., Noble, R. D. C., Lauerjat, Y., Sédarat, C., Zwetyenga, N., Siberchicot, F., Caix, P. (2008). Septa within the sinus: Effect on elevation of the sinus floor. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(6), 464-467. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2008.01.016>
- Eloy, P., Nollevaux, M.-C., Bertrand, B. (2006). Physiologie des sinus paranasaux. *EMC - Oto-rhino-laryngologie*, 1(1), 1-10. [https://doi.org/10.1016/S0246-0351\(05\)23958-2](https://doi.org/10.1016/S0246-0351(05)23958-2)
- Faramarzie, M., Babaloo, A. R., Ghertasi Oskouei, S. (2009). Prevalence, height, and location of antral septa in Iranian patients undergoing maxillary sinus lift. *Journal of Periodontology Implant Dentistry*, 1(1), 43-47.
- Fatterpekar, G. M., Delman, B. N., Som, P. M. (2008). Imaging the Paranasal Sinuses: Where We Are and Where We Are Going. *The Anatomical Record*, 291(11), 1564-1572. <https://doi.org/10.1002/ar.20773>
- Gandhi, K. R., Wabale, R. N., Siddiqui, A. U., Farooqui, M. S. (2015). The incidence and morphology of maxillary sinus septa in dentate and edentulous maxillae: A cadaveric study with a brief review of the literature. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 41(1), 30-36. <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2015.41.1.30>
- Gaudy, J.-F., Charrier, J.-L., Gillot, L., Cannas, B. (2011). *Atlas d'Anatomie Implantaire (2e Édition)*. Elsevier Masson.
- González-Santana, H., Peñarrocha-Diago, M., Guarinos-Carbó, J., Sorní-Bröker, M. (2007). A Study of the Septa in the Maxillary Sinuses and the Subantral Alveolar Processes in 30 Patients. *Journal of Oral Implantology*, 33(6), 340-343. [https://doi.org/10.1563/1548-1336\(2007\)33\[340:ASOTSI\]2.0.CO ;2](https://doi.org/10.1563/1548-1336(2007)33[340:ASOTSI]2.0.CO ;2)
- Gosau, M., Rink, D., Driemel, O., Draenert, F. G. (2009). Maxillary Sinus Anatomy: A Cadaveric Study With Clinical Implications. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 292(3), 352-354. <https://doi.org/10.1002/ar.20859>
- Harorh, A., Bocutoğlu, O. (1995). The comparison of vertical height and width of maxillary sinus by means of Waters' view radiograms taken from dentate and edentulous cases. *Annals of Dentistry*, 54(1-2), 47-49.
- Haute Autorité de Santé. (2006). Guide des indications et procédures des examens radiologiques en odonto-stomatologie. Consulté 18 mars 2019, à l'adresse

https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_610464/fr/guide-des-indications-et-procedures-des-examens-radiologiques-en-odonto-stomatologie

- Ikeda, A., Ikeda, M., Komatsuzaki, A. (1998). A CT study of the course of growth of the maxillary sinus: Normal subjects and subjects with chronic sinusitis. *ORL ; Journal for Oto-Rhino-Laryngology and Its Related Specialties*, 60(3), 147-152. <https://doi.org/10.1159/000027584>
- Jabou, B. (2015). *Etude des variations de la configuration interne du sinus maxillaire* (Mémoire de Diplôme Universitaire d'Anatomie Cranio-Faciale et Cervicale). Université de Bordeaux.
- Jang, S.-Y., Chung, K., Jung, S., Park, H.-J., Oh, H.-K., Kook, M.-S. (2014). Comparative Study of the Sinus Septa Between Dentulous and Edentulous Patients by Cone Beam Computed Tomography: *Implant Dentistry*, 1. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000107>
- Jankowski, R., Nguyen, D. T., Poussel, M., Chenuel, B., Gallet, P., Rumeau, C. (2016). Sinusologie. *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*, 133(4), 237-243. <https://doi.org/10.1016/j.aforl.2016.02.006>
- Jones, N. (2001). The nose and paranasal sinuses physiology and anatomy. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 51(1-3), 5-19. [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(01\)00172-7](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(01)00172-7)
- Kasabah, S., Slezák, R., Simůnek, A., Krug, J., Lecaro, M. C. (2002). Evaluation of the accuracy of panoramic radiograph in the definition of maxillary sinus septa. *Acta Medica (Hradec Kralove)*, 45(4), 173-175.
- Khalighi Sigaroudi, A., Dalili Kajan, Z., Rastgar, S., Neshandar Asli, H. (2017). Frequency of different maxillary sinus septal patterns found on cone-beam computed tomography and predicting the associated risk of sinus membrane perforation during sinus lifting. *Imaging Science in Dentistry*, 47(4), 261-267. <https://doi.org/10.5624/isd.2017.47.4.261>
- Kim, M.-J., Jung, U.-W., Kim, C.-S., Kim, K.-D., Choi, S.-H., Kim, C.-K., Cho, K.-S. (2006). Maxillary Sinus Septa: Prevalence, Height, Location, and Morphology. A Reformatted Computed Tomography Scan Analysis. *Journal of Periodontology*, 77(5), 903-908. <https://doi.org/10.1902/jop.2006.050247>
- Koymen, R., Gocmen-Mas, N., Karacayli, U., Ortakoglu, K., Ozen, T., Yazici, A. C. (2009). Anatomic evaluation of maxillary sinus septa: Surgery and radiology. *Clinical Anatomy*, 22(5), 563-570. <https://doi.org/10.1002/ca.20813>
- Krennmair, G., Ulm, C., Lugmayr, H. (1997). Maxillary sinus septa: Incidence, morphology and clinical implications. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 25(5), 261–265.
- Krennmair, G., Ulm, C. W., Lugmayr, H., Solar, P. (1999). The incidence, location, and height of maxillary sinus septa in the edentulous and dentate maxilla. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 57(6), 667–671.
- Lana, J. P., Carneiro, P. M. R., Machado, V. de C., de Souza, P. E. A., Manzi, F. R., Horta, M. C. R. (2012). Anatomic variations and lesions of the maxillary sinus detected in cone beam computed tomography for dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, 23(12), 1398-1403. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02321.x>

- Lee, W.-J., Lee, S.-J., Kim, H.-S. (2010). Analysis of location and prevalence of maxillary sinus septa. *Journal of Periodontal Implant Science*, 40(2), 56. <https://doi.org/10.5051/jpis.2010.40.2.56>
- Levi, I., Halperin-Sternfeld, M., Horwitz, J., Zigdon-Giladi, H., Machtei, E. E. (2017). Dimensional changes of the maxillary sinus following tooth extraction in the posterior maxilla with and without socket preservation. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 19(5), 952-958. <https://doi.org/10.1111/cid.12521>
- Lozano-Carrascal, N., Salomó-Coll, O., Gehrke, S. A., Calvo-Guirado, J. L., Hernández-Alfaro, F., Gargallo-Albiol, J. (2017). Radiological evaluation of maxillary sinus anatomy: A cross-sectional study of 300 patients. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 214, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2017.06.002>
- Ludlow, J. B., Davies-Ludlow, L. E., White, S. C. (2008). Patient Risk Related to Common Dental Radiographic Examinations: The Impact of 2007 International Commission on Radiological Protection Recommendations Regarding Dose Calculation. *The Journal of the American Dental Association*, 139(9), 1237-1243. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0339>
- Lugmayr, H., Krennmair, G., Holzer, H. (1996). Morphologie und Inzidenz von Kieferhöhlensepten. *RoFo: Fortschritte Auf Dem Gebiete Der Rontgenstrahlen Und Der Nuklearmedizin*, 165(5), 452-454. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1015788>
- Maestre-Ferrín, L., Carrillo-García, C., Galán-Gil, S., Peñarrocha-Diago, M., Peñarrocha-Diago, M. (2011). Prevalence, Location, and Size of Maxillary Sinus Septa: Panoramic Radiograph Versus Computed Tomography Scan. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(2), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2010.10.033>
- Maestre-Ferrin, L., Galan-Gil, S., Rubio-Serrano, M., Penarrocha-Diago, M., Penarrocha-Oltra, D. (2010). Maxillary sinus septa: A systematic review. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, e383-e386. <https://doi.org/10.4317/medoral.15.e383>
- Mafee, M. F., Chow, J. M., Meyers, R. (1993). Functional endoscopic sinus surgery: Anatomy, CT screening, indications, and complications. *American Journal of Roentgenology*, 160(4), 735-744. <https://doi.org/10.2214/ajr.160.4.8456654>
- Mescher, A. L., Junqueira, L. C. U. (2015). *Junqueira's basic histology: Text and atlas* (Fourteenth Edition). Consulté à l'adresse <https://login.elibrary.amc.edu/login?url=https://accessmedicine.mhmedical.com/boook.aspx?bookid=1687>
- Midilli, R., Aladağ, G., Erginöz, E., Karci, B., Savaş, R. (2005). [Anatomic variations of the paranasal sinuses detected by computed tomography and the relationship between variations and sex]. *Kulak burun bogaz ihtisas dergisi: KBB = Journal of ear, nose, and throat*, 14(3-4), 49-56.
- Misch, C. E. (1999). Contemporary implant dentistry (ed 2). *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 57(6), 753. [https://doi.org/10.1016/S0278-2391\(99\)90468-8](https://doi.org/10.1016/S0278-2391(99)90468-8)
- Nefussi, J.-R. (2011). Biologie de la réparation osseuse: Technique d'augmentation du volume osseux implantable. *EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Médecine buccale*,

Odontologie(23-330-A-02).

- Neugebauer, J., Ritter, L., Mischkowski, R. A., Dreiseidler, T., Scherer, P., Ketterle, M., ... Zöller, J. E. (2010). Evaluation of maxillary sinus anatomy by cone-beam CT prior to sinus floor elevation. *The International Journal of Oral Maxillofacial Implants*, 25(2), 258-265.
- Newman, M. G., Takei, H. H., Carranza, F. A. (Éd.). (2006). *Carranza's clinical periodontology* (10th ed). St. Louis, Mo: Saunders/Elsevier.
- Ohba, T., Langlais, R. P., Morimoto, Y., Tanaka, T., Hashimoto, K. (2001). Maxillary sinus floor in edentulous and dentate patients. *Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research*, 12(3), 121-125.
- Orhan, K., Kusakci Seker, B., Aksoy, S., Bayindir, H., Berberoglu, A., Seker, E. (2013). Cone Beam CT Evaluation of Maxillary Sinus Septa Prevalence, Height, Location and Morphology in Children and an Adult Population. *Medical Principles and Practice*, 22(1), 47-53. <https://doi.org/10.1159/000339849>
- Park, Y.-B., Jeon, H.-S., Shim, J.-S., Lee, K.-W., Moon, H.-S. (2011). Analysis of the Anatomy of the Maxillary Sinus Septum Using 3-Dimensional Computed Tomography. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(4), 1070-1078. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2010.07.020>
- Paturet, G. (1951). *Traité d'anatomie humaine. Tome I, Ostéologie, arthrologie-myologie*. Masson et Cie.
- Poirier, P., Charpy, A., Nicolas, A. (1911). *Traité d'Anatomie Humaine*. Masson et Cie.
- Pommer, B., Ulm, C., Lorenzoni, M., Palmer, R., Watzek, G., Zechner, W. (2012). Prevalence, location and morphology of maxillary sinus septa: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 39(8), 769-773. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2012.01897.x>
- Rosano, G., Taschieri, S., Gaudy, J.-F., Lesmes, D., Del Fabbro, M. (2010). Maxillary Sinus Septa: A Cadaveric Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68(6), 1360-1364. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.07.069>
- Ross, J. S., Wilson, K. J. W., Waugh, A., Grant, A., Chambers, G., Cosserat, J. (2015). *Anatomie et physiologie normales et pathologiques*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- Schriber, M., von Arx, T., Sendi, P., Jacobs, R., Suter, V., Bornstein, M. (2017). Evaluating Maxillary Sinus Septa Using Cone Beam Computed Tomography: Is There a Difference in Frequency and Type Between the Dentate and Edentulous Posterior Maxilla? *The International Journal of Oral Maxillofacial Implants*, 32(6), 1324-1332. <https://doi.org/10.11607/jomi.5854>
- Shapiro, R., Schorr, S. (1980). A Consideration of the Systemic Factors That Influence Frontal Sinus Pneumatization: *Investigative Radiology*, 15(3), 191-202. <https://doi.org/10.1097/00004424-198005000-00004>
- Sharan, A., Madjar, D. (2008). Maxillary sinus pneumatization following extractions: A

- radiographic study. *The International Journal of Oral Maxillofacial Implants*, 23(1), 48-56.
- Shen, E.-C., Fu, E., Chiu, T.-J., Chang, V., Chiang, C.-Y., Tu, H.-P. (2012). Prevalence and location of maxillary sinus septa in the Taiwanese population and relationship to the absence of molars: Maxillary sinus septa in Taiwanese and relation with molars. *Clinical Oral Implants Research*, 23(6), 741-745. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02195.x>
- Shibli, J. A., Faveri, M., Ferrari, D. S., Melo, L., Garcia, R. V., d'Avila, S., ... Feres, M. (2007). Prevalence of maxillary sinus septa in 1024 subjects with edentulous upper jaws: A retrospective study. *Journal of Oral Implantology*, 33(5), 293–296.
- Signorelli, L., Patcas, R., Peltomäki, T., Schätzle, M. (2016). Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte Der Kieferorthopädie*, 77(1), 9-15. <https://doi.org/10.1007/s00056-015-0002-4>
- Stern, A., Green, J. (2012). Sinus lift procedures: An overview of current techniques. *Dental Clinics of North America*, 56(1), 219-233, x. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.09.003>
- Stricker, M., Raphael, B., Gérard, H., Dambrain R. (1993). *Croissance cranio faciale: Normale et pathologique, l'interception thérapeutique et son devenir*. Reims, France: Ed. Morfos.
- Sutton, M. W., Fontenot, J. D., Matthews, K. L., Parker, B. C., King, M. L., Gibbons, J. P., Hogstrom, K. R. (2014). Accuracy and precision of cone-beam computed tomography guided intensity modulated radiation therapy. *Practical Radiation Oncology*, 4(1), e67-e73. <https://doi.org/10.1016/j.ppro.2013.02.006>
- ten Bruggenkate, C. M., Bergh, J. P. A. (1998). Maxillary sinus floor elevation: A valuable pre-prosthetic procedure. *Periodontology* 2000, 17(1), 176-182. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1998.tb00133.x>
- Testut, L. (1893). *Traité d'Anatomie Humaine* (Deuxième édition). Octave Doin.
- Thomas, A., Raman, R. (1989). A comparative study of the pneumatization of the mastoid air cells and the frontal and maxillary sinuses. *AJNR. American Journal of Neuroradiology*, 10(5 Suppl), S88.
- Tidwell, J. K., Blijdorp, P. A., Stoelinga, P. J. W., Brouns, J. B., Hinderks, F. (1992). Composite grafting of the maxillary sinus for placement of endosteal implants. A preliminary report of 48 patients. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 21(4), 204-209. [https://doi.org/10.1016/S0901-5027\(05\)80219-X](https://doi.org/10.1016/S0901-5027(05)80219-X)
- Ulm, C. W., Solar, P., Krennmair, G., Matejka, M., Watzek, G. (1995). Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-lift procedures. *The International Journal of Oral Maxillofacial Implants*, 10(4), 462-465.
- Underwood, A. S. (1910). An Inquiry into the Anatomy and Pathology of the Maxillary Sinus. *Journal of Anatomy and Physiology*, 44(Pt 4), 354-369.

- Vacher, C. (2013). Bases anatomiques de l'abord du sinus maxillaire pour l'implantologie. *Actualités Odonto-Stomatologiques*, (265), 19-23. <https://doi.org/10.1051/aos/2013503>
- van den Bergh, J. P. A., ten Bruggenkate, C. M., Disch, F. J. M., Tuinzing, D. B. (2000). Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clinical Oral Implants Research*, 11(3), 256-265. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011003256.x>
- Velásquez-Plata, D., Hovey, L. R., Peach, C. C., Alder, M. E. (2002). Maxillary sinus septa: A 3-dimensional computerized tomographic scan analysis. *The International Journal of Oral Maxillofacial Implants*, 17(6), 854-860.
- Vinter, I., Krmpotić-Nemanić, J., Hat, J., Jalšovec, D. (1993). Verschwindet der Processus alveolaris des Oberkiefers immer nach dem Zähneausfall? *Laryngo-Rhino-Otologie*, 72(12), 605-607. <https://doi.org/10.1055/s-2007-997963>
- Wehrbein, H., Diedrich, P. (1992). [Progressive pneumatization of the basal maxillary sinus after extraction and space closure]. *Fortschritte Der Kieferorthopädie*, 53(2), 77-83.
- Wen, S.-C., Chan, H.-L., Wang, H.-L. (2013). Classification and Management of Antral Septa for Maxillary Sinus Augmentation. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 33(4), 509-517. <https://doi.org/10.11607/prd.1609>
- Yildirim, T. T., Güncü, G. N., Colak, M., Nares, S., Tözüm, T. F. (2017). Evaluation of maxillary sinus septa: A retrospective clinical study with cone beam computerized tomography (CBCT). *European review for medical and pharmacological sciences*, 21, 5306-5314.
- Young, B., O'Dowd, G., Woodford, P. (2014). *Wheater's functional histology: A text and colour atlas* (Sixth edition). Philadelphia, PA: Churchill Livingstone/Elsevier.
- Zijderveld, S. A., van den Bergh, J. P. A., Schulten, E. A. J. M., ten Bruggenkate, C. M. (2008). Anatomical and Surgical Findings and Complications in 100 Consecutive Maxillary Sinus Floor Elevation Procedures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 66(7), 1426-1438. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.01.027>

SAAD (Alexandre) – Anatomie interne du sinus maxillaire : étude des cloisons sinusiennes.
(Thèse : 3^{ème} cycle Sci. odontol. : Strasbourg : 2019 ; N°77)

N°43.22.19.77

Résumé :

Les sinus maxillaires sont des cavités pneumatiques paires, de taille et d'anatomie variables, occupant la pyramide maxillaire. Ces formations anatomiques sont en relation étroites avec de nombreux éléments de la face, en particulier avec la cavité buccale. Leur configuration anatomique est donc un facteur à considérer dans le cadre des restaurations des zone édentées antrales par prothèse implantoportée, où le volume osseux est déterminant pour l'établissement du plan de traitement.

Les crêtes osseuses postérieures présentant des défauts osseux verticaux posent chez de nombreux patients un problème lors de leur prise en charge, nécessitant dans certains cas la réalisation d'une chirurgie pré ou per implantaire supplémentaire permettant de corriger le défaut vertical (sinus lift).

La tomographie volumique à faisceau conique (CBCT) permet d'obtenir une imagerie en trois dimensions et d'apprécier cette anatomie dans tous les plans de l'espace. Cet outil complémentaire offre un moyen d'étude précis, accessible et reproductible de ces structures.

La connaissance de l'anatomie interne sinusienne, de l'éventuelle présence de septa ou de cloisons osseuses partielles ou totales séparant le sinus en deux cavités est indispensable pour le bon déroulement de l'acte opératoire. L'objectif est d'adapter la technique chirurgicale pour diminuer ainsi les risques de complications peropératoire, permettant le respect de l'intégrité de la membrane de Schneider.

Le but de ce travail est d'approfondir la connaissance de ces cloisons à travers une revue de la littérature existante sur le sujet, ainsi qu'une étude radiographique menée à partir d'images CBCT obtenues au sein de l'UF de Radiologie (UF8609) du Pôle de Médecine et Chirurgie Bucco-Dentaires des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

Les données obtenues sont confrontées dans nos conclusions, dans le but de déterminer les prévalences, localisations, orientations, tailles, mais aussi les potentielles corrélations avec l'atrophie osseuse, le sexe ou l'âge du patient.

Rubrique de classement :

Chirurgie, Radio-anatomie

Mots clés :

anatomie sinusienne, sinus maxillaire, cloison sinusienne, tomographie volumique à faisceau conique

Me SH :

sinus anatomy, maxillary sinus, sinus septa, cone beam computed tomography

Jury :

Président : Professeur Olivier HUCK
Assesseurs : Docteur Catherine-Isabelle GROS
Docteur Damien OFFNER
Docteur Badr JABOU

Coordonnées de l'auteur :

Adresse postale :
Alexandre SAAD
14 rue des acacias
67120 Ernolsheim Bruche
Adresse de messagerie :
alexandresaad@hotmail.fr