

Sommaire

1. Introduction

2. Matériels et méthodes

- 2.1. Support anatomique
- 2.2. L'implant zygomatique
- 2.3. Protocole chirurgical
- 2.4. Imagerie

3. Résultats

- 3.1. Suites opératoires
- 3.2. Accidents
- 3.3. Complications
- 3.4. Taux de survie des implants

4. Discussion

- 4.1. Modification de l'angle de la tête de l'implant
- 4.2. Technique Sinus Slot
- 4.3. Technique de la fenêtre élargie
- 4.4. Zygoma Anatomy-Guided Approach (ZAGA)
- 4.5. Mise en charge immédiate
- 4.6. Cas particulier du Zygoma Quad

5. Conclusion

6. Bibliographie

1. Introduction

Les implants zygomatiques ont été initialement introduits par Brånemark, en 1989, pour permettre une réhabilitation prothétique chez des sujets avec de grands défauts du maxillaire dus à des résections tumorales, des traumatismes ou des défauts congénitaux.

Vu la solidité de l'ancrage obtenu dans l'os zygomatique, Brånemark développa ce concept pour des patients édentés totaux chez qui la forte résorption osseuse postérieure du maxillaire ne permettait pas l'utilisation d'implants conventionnels.

Actuellement, les implants zygomatiques trouvent leur principale indication dans les édentements maxillaires associés à des résorptions extrêmes dans les secteurs molaires, chez des patients qui refusent ou ont souffert de complications-échecs après des procédures de greffe osseuse.

Dans les détails, ils seront utilisés lorsque les conditions suivantes sont réunies:

- une atrophie osseuse légère à modérée dans la partie antérieure du maxillaire associée à une atrophie postérieure importante. Cette situation permet de placer 2 à 4 implants standards dans la région antérieure et 2 implants zygomatiques, un de chaque côté, dans la région postérieure.
- Une atrophie avancée du maxillaire dans son ensemble. A ce moment là, soit une greffe osseuse est réalisée dans le secteur antérieur et l'on se retrouve dans le premier cas cité au-dessus, soit 4 implants zygomatiques (zygoma quad), 2 de chaque côté, sont posés sans aucun implant standard dans la région antérieure.

L'implant zygomatique doit être réservé à ces indications et réalisé par des chirurgiens expérimentés en raison de la complexité de la procédure chirurgicale.

2. Matériels et méthodes

2.1. Support Anatomique

[3,19,20]

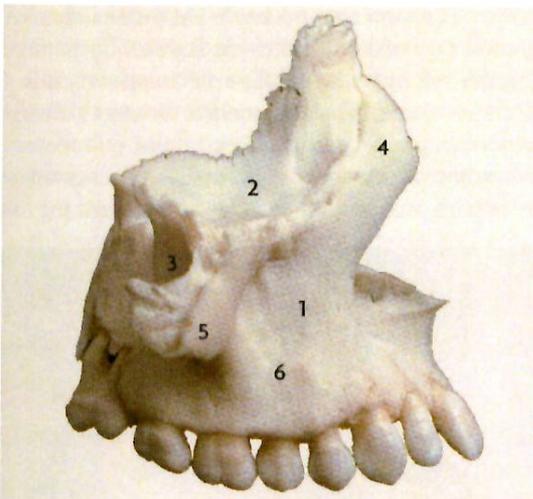
Il est constitué par l'os Maxillaire avec son sinus et l'os Zygomatique.

2.1.1. Os Maxillaire

Le Maxillaire, os pair, forme avec son homologue controlatéral l'essentiel du massif facial supérieur.

Bien qu'étant l'os le plus volumineux de la face, il est proportionnellement le plus léger, car il est creusé d'une importante cavité pneumatique: le sinus maxillaire.

Son corps à la forme générale d'une pyramide triangulaire assez irrégulière dont le sommet tronqué, orienté en haut et en dehors, s'articule avec l'os zygomatique et dont la base médiale répond à la paroi latérale de la cavité nasale correspondante.



[3] Os maxillaire sec: (1) Face jugale. (2) Face orbitaire. (3) Face infra-temporale. (4) Processus frontal. (5) Processus zygomatique. (6) Processus alvéolaire.

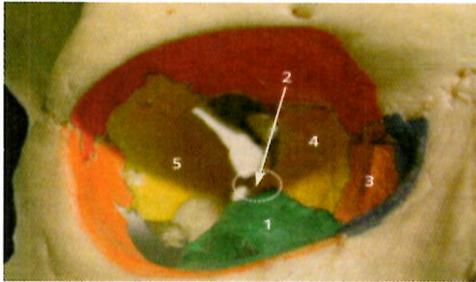
Du corps se détachent 4 processus (zygomatique, frontal, palatin et alvéolaire), et il présente 4 faces: la face supérieure (ou orbitaire), les faces antéro-latérale (ou jugale) et postéro-latérale (ou infra-temporale) qui sont séparées par le processus zygomatique, et la face médiale qui correspond à la base de la pyramide.

2.1.1.1. Faces:

- Face supérieure ou orbitaire:

Très fine et souvent translucide, de forme triangulaire à base antérieure, elle constitue la majeure partie du plancher de la cavité orbitaire.

Elle est poursuivie en arrière par le processus orbitaire de l'os palatin qui complète cette face.



[19] Paroi orbitaire du maxillaire (1) complétée en arrière par le processus orbitaire du palatin (2). Os lacrymal (3). Ethmoïde (4). Facette orbitaire de la grande aile du sphénoïde (5).

Le bord antérieur de cette face est mousse et se poursuit latéralement par l'os zygomatique.

Le bord médial s'articule avec l'ethmoïde et l'os lacrymal.

Le bord postérieur constitue la lèvre antérieure de la fissure orbitaire inférieure. De ce bord part en avant et médialement le sillon infra-orbitaire qui marque la moitié postérieure de cette face, et se poursuit dans l'os par le conduit infra-orbitaire se terminant au niveau du foramen infra-orbitaire sur la face jugale. Dans le conduit infra-orbitaire passent l'artère infra-orbitaire (branche collatérale de l'artère maxillaire) et le nerf infra-orbitaire (branche du nerf maxillaire).



[19] Le bord antérieur de la face orbitaire du maxillaire (1) se poursuit en dehors par l'os zygomatique (2). Le bord postérieur (3) forme la lèvre antérieure de la fissure orbitaire inférieure (4).



[19] Coupe frontale du maxillaire et de la cavité orbitaire. La paroi orbitaire du maxillaire est très fine.

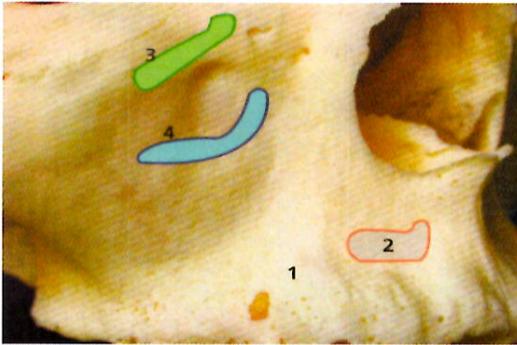
- Face antéro-latérale ou jugale:

Orientée en avant et en dehors, cette face est légèrement concave et facilement palpable sous la peau.
La paroi osseuse est fine et en son sein chemine le pédicule alvéolaire supéro-antérieur.

Le jugum de la canine sépare la face en deux champs:

Un champ antérieur (ou incisif) donnant insertion au muscle abaisseur du septum nasal.

Un champ postérieur marqué par le foramen infra-orbitaire situé de manière constante à 8-10 mm en dessous du rebord orbitaire, encadré au-dessus par l'insertion du muscle releveur de la lèvre supérieure et de l'aile du nez, et au-dessous par l'insertion du muscle releveur de l'angle oral.



[19] Face jugale du maxillaire: (1) Jugum de la canine. (2) Insertion du muscle abaisseur du septum nasal. Insertion du muscle releveur de la lèvre supérieure et de l'aile du nez (3) et du muscle releveur de l'angle oral (4).



[19] Le pédicule infra-orbitaire (1) émerge sur la face jugale à 8-10 mm du rebord orbitaire inférieur. Ici, un foramen accessoire (2) se distribue spécifiquement au nez.

- Face postéro-latérale ou infra-temporale:

Cette face est subdivisée en deux portions:

L'une antérieure, légèrement concave, forme avec l'os zygomatique la fosse maxillo-zygomatique et répond à la partie antérieure du corps adipeux de la bouche.

L'une postérieure, légèrement convexe, correspond à la tubérosité du maxillaire qui sépare le sinus maxillaire de la fosse infra-temporale en arrière et en dehors, et de la fosse ptérygo-palatine en arrière.

Elle s'articule en haut avec le processus orbitaire du palatin, en bas avec le processus pyramidal du palatin, et en arrière avec le processus ptérygoïdien du sphénoïde.

Les muscles ptérygoïdiens, latéral et médial, viennent s'insérer sur la partie postéro-inférieure de la tubérosité.

Le muscle buccinateur, lui s'insère sur la face externe des processus alvéolaires.

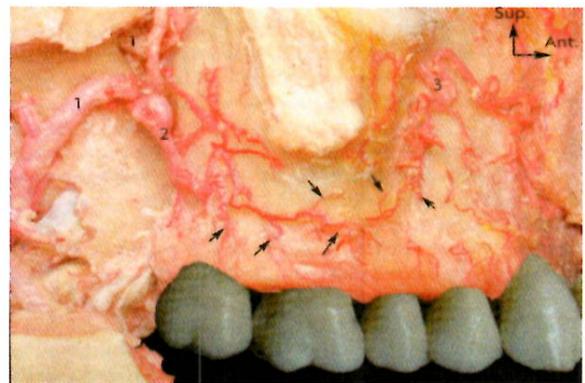
La paroi de la tubérosité contient les vaisseaux et nerfs alvéolaires supéro-postérieurs dont les branches osseuses pénètrent par les foramens alvéolaires postérieur et supérieur.

Les filets muqueux et musculaires du pédicule alvéolaire postéro-supérieur cheminent plaqués entre le périoste et l'aponévrose buccinatrice.

Dans sa partie postéro-supérieure, la tubérosité reçoit le coude que fait l'artère maxillaire avant de pénétrer dans la fissure ptérygo-maxillaire.



[19] Face infra-temporale du maxillaire, légèrement concave en avant et convexe en arrière.



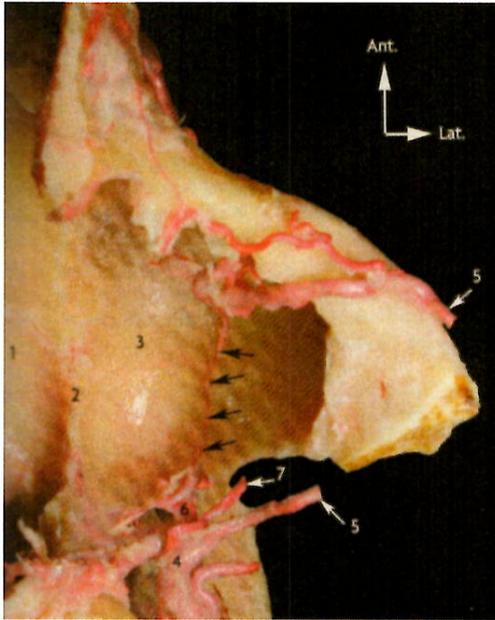
[3] Artère maxillaire (1). Branche extra-osseuse (2) de l'artère alvéolaire postéro-supérieure qui s'anastomose (flèches) avec l'artère infra-orbitaire (3).

Au niveau de ces faces latérales du maxillaire, un élément important à considérer concernant la vascularisation, est qu'il existe une anastomose intra-osseuse entre la branche intra-osseuse de l'artère alvéolaire postéro-supérieure et la branche intra-osseuse de l'artère infra-orbitaire.

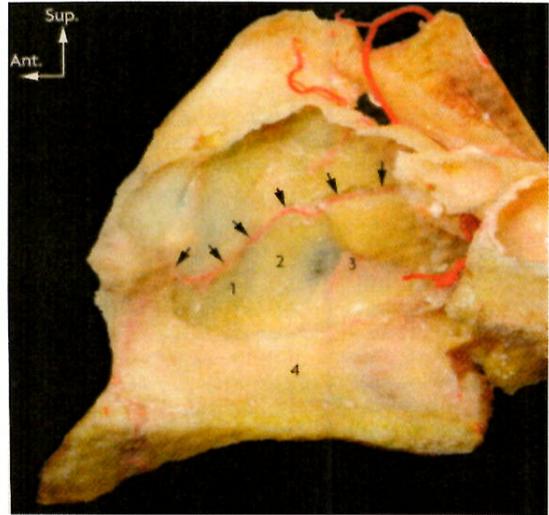
Cette boucle vasculaire, connue sous le nom d'artère alvéolo-antrale, est la plus volumineuse (son diamètre peut varier entre 0,5 mm et 2,5 mm) et la plus constante des artères vascularisant le sinus.

Elle est logée dans l'épaisseur de la paroi latérale du sinus, soit en pleine épaisseur dans un canal osseux, soit dans un sillon creusé à la face interne de la paroi en contact avec la muqueuse sinusienne, ou à l'inverse dans un sillon creusé à la face externe de la paroi sous le périoste.

Cette artère est présente dans toutes les pièces anatomiques étudiées mais n'est identifiable au scanner que dans 53% des cas avec une position moyenne à 16 mm de la crête osseuse.



[3] Vue supérieure du sinus maxillaire montrant l'artère alvéolo-antrale (**flèches**). (1) Plancher nasal. (2) Pied de la paroi latérale nasale. (3) Paroi inférieure du sinus. (4) Artère maxillaire. (5) Artère infra-orbitaire sectionnée. (6) Branche intra-osseuse de l'artère alvéolaire postéro-supérieure. (7) Branche extra-osseuse de l'artère alvéolaire postéro-supérieure.



[3] Vue médiale de la paroi latérale du sinus. L'artère alvéolo-antrale (**flèches**) est visible par transparence. (1) Fosse canine. (2) Processus zygomatique. (3) Tubérosité. (4) Plancher nasal.

- Face médiale (ou base du maxillaire):

Elle présente la forme générale d'un quadrilatère irrégulier divisé en 2 champs par le processus palatin: un champ supérieur nasal et un champ inférieur oral.

Le champ oral, régulièrement concave, constitue la palais osseux. Il est de hauteur variable selon le degré de résorption de l'os alvéolaire.

Le champ nasal contribue à former la paroi latérale de la cavité nasale.

Cette paroi est centrée par un orifice triangulaire, le hiatus maxillaire, à sommet inférieur.

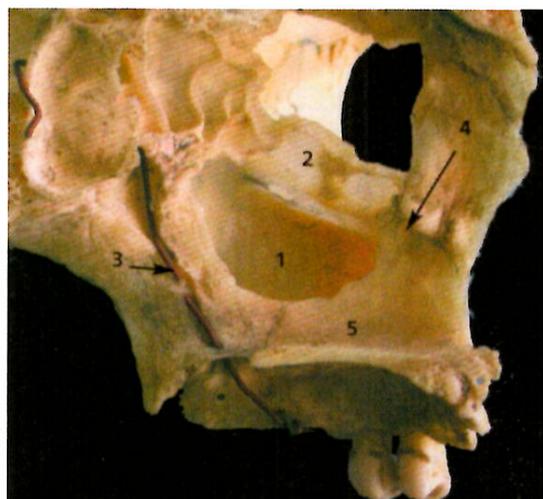
Au-dessus du hiatus, l'os est creusé de logettes, les cellules maxillaires, qui s'articulent en dedans avec les cellules ethmoïdales.

En avant du hiatus, l'os est creusé d'une gouttière verticale, le sillon lacrymal, qui forme avec l'os lacrymal le conduit lacrymo-nasal.

En arrière du hiatus, la surface de l'os rugueuse constitue le trigone palatin qui est creusé d'une gouttière oblique en bas et en avant, le sillon grand palatin qui forme avec la face latérale de la lame verticale de l'os palatin le canal grand palatin où passent l'artère et les veines palatines descendantes et les nerfs palatins (grand palatin et palatins accessoires).



[19] Le champ oral (1) de la base du maxillaire est limité en bas par les alvéoles dentaires (2) et en haut par le processus palatin du maxillaire (3).



[19] Champ nasal de la base du maxillaire: (1) Hiatus maxillaire. (2) Cellules maxillaires. (3) Sillon grand palatin. (4) Sillon lacrymal. En dessous du hiatus, l'os constitue la paroi latérale du méat inférieur (5).

2.1.1.2. Processus:

En dehors du processus alvéolaire qui n'a aucune articulation et qui supporte les racines des dents, les trois autres sont articulés avec des os voisins du massif facial.

- Processus Zygomatique:

Pyramide d'orientation supéro-latérale, il constitue le prolongement latéral des trois faces du corps du maxillaire et par son sommet tronqué et irrégulier il s'articule avec l'os zygomatique.

Sa face antérieure prolonge la face jugale.

Sa face supérieure prolonge la face orbitaire.

Sa face postérieure, concave, se continue avec la face infra-temporale.

Une arête, concave vers le bas, sépare les faces antéro-latérale et postéro-latérale du corps du maxillaire.

- Processus Frontal:

Cette lame osseuse, aplatie transversalement, regarde en avant et en dehors, et forme, en s'articulant avec l'os nasal la portion antéro-latérale de la cavité nasale.

Avec son homologue controlatéral et les processus palatins il forme l'orifice piriforme.

Sa face latérale est divisée en deux champs par la crête lacrymale antérieure qui prolonge le bord infra-orbitaire:

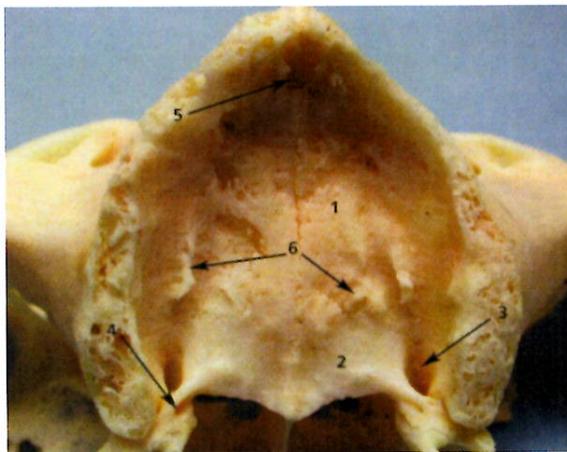
Le champ antérieur s'articule en haut avec l'os frontal et l'os nasal, et donne insertion aux muscles orbiculaires de l'œil et releveur de la lèvre supérieure et de l'aile du nez.

Le champ postérieur s'articule avec l'os lacrymal.

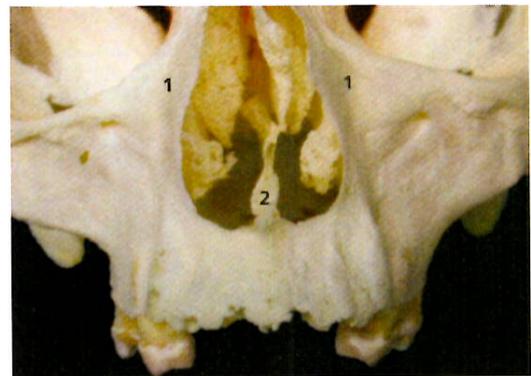
- Processus Palatin:

Horizontal et médial, il est épais et solide.

Il s'unit avec son homologue et en arrière avec la lame horizontale de l'os palatin pour former le palais osseux séparant les cavités nasale et buccale.



[19] (1) Processus palatin du maxillaire. (2) Lamé horizontale du palatin. (3) Foramen grand palatin. (4) Foramen accessoires (petits palatins). (5) Foramen incisif. (6) Spicules osseuses bordant la gouttière du pédicule grand palatin.



[19] Les 2 processus frontaux (1) délimitent avec les processus palatins l'orifice piriforme (2).

2.1.1.3. Sinus Maxillaire:

C'est la cavité pneumatique la plus volumineuse du massif facial.

D'importantes variations dimensionnelles inter-individuelles et inter-ethniques ont été rapportées, allant de 5 cm³ pour les petits sinus à 20-35 cm³ pour les grands ; la taille moyenne se situant autour de 12-15 cm³.

En présence d'un grand sinus, il peut il y avoir des prolongements qui colonisent les os voisins (os zygomatique, os palatin), ainsi que les processus du maxillaire, notamment le processus alvéolaire.

Dans ce cas, le plancher sinusien s'insinue entre les racines des molaires et prémolaires en dessous de la ligne des apex ; le sinus est dit procident.

Le plancher sinusien peut être cloisonné par des septums qui le divisent en plusieurs compartiments lorsqu'ils sont incomplets, voire en plusieurs sinus accessoires lorsqu'ils sont complets (ce qui est plus rare).

Ces cloisons orientées principalement dans le plan frontal sont plus larges dans leurs parties médiales et latérales, où elles rejoignent les parois, qu'au centre du sinus.

Le sinus a une forme pyramidale épousant les formes de l'os maxillaire qu'il habite. Au niveau de sa base médiale, il communique avec la fosse nasale par l'intermédiaire d'un canal ostial, mesurant 6-8 mm de long sur 3-5 mm de diamètre, situé au niveau du méat moyen.



[19] Coupe coronale passant par une molaire et montrant un prolongement inter-radiculaire (1) du sinus maxillaire (2).



[19] Coupe anatomique dans le plan coronal montrant un sinus cloisonné.

2.1.2. Os Zygomatique

Os pair qui forme la pommette de la face.

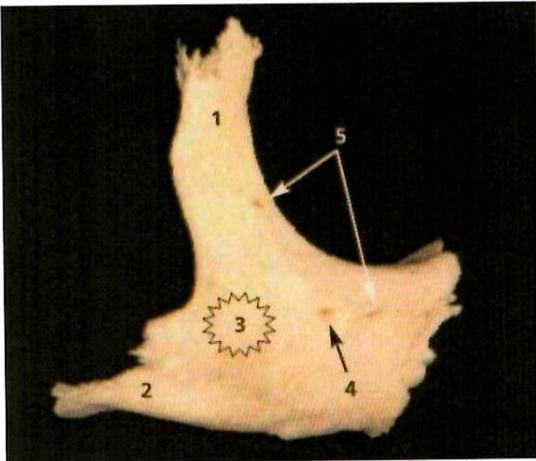
Il a la forme générale d'une pyramide triangulaire tronquée à sommet antéro-médial. L'os zygomatique présente 3 faces:

2.1.2.1. Face Jugale:

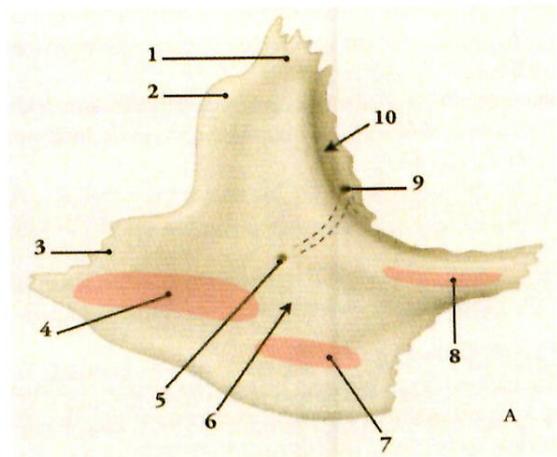
Latérale, convexe et lisse, elle correspond à la base triangulaire de la pyramide. Elle est percée par le foramen zygomatiko-facial où sort le nerf zygomatiko-facial, branche du nerf zygomatique lui-même branche du nerf maxillaire ; en dessous duquel s'insèrent les muscles petit et grand zygomatique.

A chacun des trois angles de cette face se détache un processus s'articulant avec les os voisins :

- Processus Frontal
- Processus Temporal
- Processus Maxillaire : correspond au sommet de la pyramide et à son niveau s'insère le muscle releveur de la lèvre supérieure



[19] Vue latérale os zygomatic sec: (1) Processus frontal. (2) Processus temporal. (3) Face jugale. (4) foramen zygomatico-facial. (5) Foramens vasculaires accessoires.



[20] Vue antéro-latérale: (1) Processus frontal. (2) Tubercule marginal. (3) Processus temporal. (4) m. grand zygomatic. (5) Foramen zygomatico-facial. (6) Face jugale. (7) m. petit zygomatic. (8) m. élévateur de la lèvre sup. (9) Foramen zygomatico-orbitaire. (10) Face orbitaire.

2.1.2.2. Face Orbitaire:

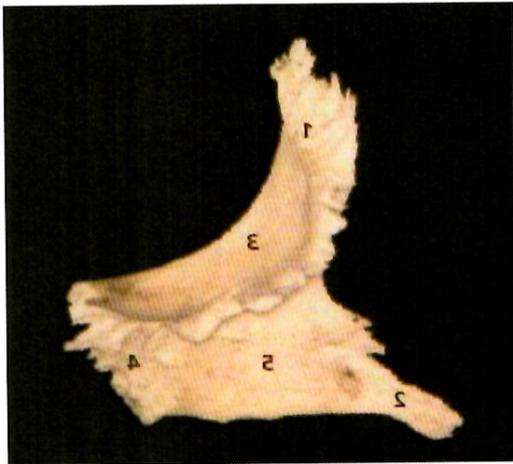
Elle est antéro-médiale et concave.

Elle forme la paroi antéro-latérale du plancher orbitaire et la paroi latérale de l'orbite. Elle présente dans sa portion verticale le foramen zygomatico-orbitaire où rentre le nerf zygomatic qui chemine dans l'os par le canal zygomatic (parfois double sur toute l'étendue de son trajet) qui a une forme de Y et s'ouvre au niveau des deux foramens zygomatico-facial et zygomatico-temporal.

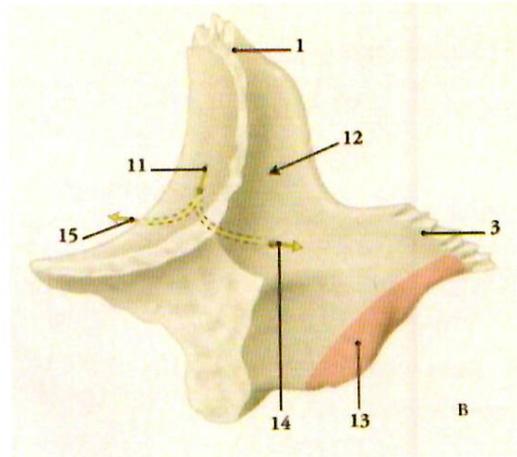
2.1.2.3. Face Temporale:

Postéro-médiale et concave, elle constitue la limite antérieure de la fosse temporale.

Elle est percée, en avant, par le foramen zygomatico-temporal, d'où sort le nerf zygomatico-temporal issu de la réunion du nerf zygomatic et du nerf lacrymal.



[19] Vue médiale os zygomatic sec: (1) Processus frontal. (2) Processus temporal. (3) Face orbitaire. (4) Sommet ou processus maxillaire. (5) Face temporale.



[20] Vue postéro-médiale: (1) Processus frontal. (3) Processus temporal. (11) Nerf zygomatique. (12) Face temporale. (13) m. masseter. (14) rameau et foramen zygomatiko-temporaux. (15) rameau zygomatiko-facial.

2.1.2.4. Structure:

L'os zygomatique est constitué d'un os cortical épais et extrêmement dense, de 1 à 2 mm d'épaisseur, entourant complètement un os spongieux d'une qualité semblable à celle de la mandibule.

La densité du spongieux augmente de la suture zygomatiko-maxillaire jusqu'au bord postéro-supérieur constituant l'incisure temporale.



[19] Radiographie de face d'un os zygomatique montrant l'augmentation progressive de la densité osseuse entre la partie antérieure (1) et postéro-supérieure (2) de l'os. (3) Processus frontal. (4) face orbitaire. (5) Processus temporal, projeté sur la partie antérieure de l'os.

Selon une étude anatomique, la longueur moyenne d'os disponible à son niveau pour le placement d'implants est de 14 mm, et la distance antéro-postérieure est de 20,5 mm.

Donc l'os zygomatique est un terrain favorable pour la mise en place d'implant en offrant une structure anatomique solide pour obtenir un ancrage. En outre, il offre un volume suffisant pour l'insertion de deux implants.

2.2. L'implant Zygomatique

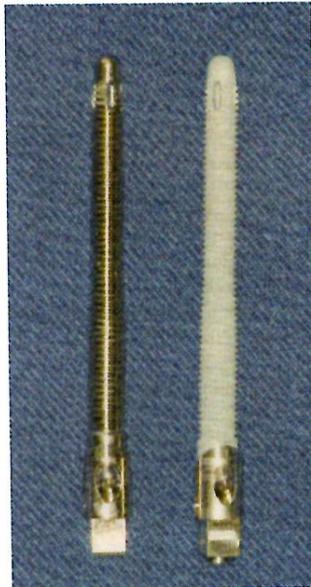
[3,5,17,24]

Initialement développé par Nobel Biocare, l'implant zygomatique est un implant en Titane grade 4 qui possède les particularités suivantes :

2.2.1. Etat de surface

Il est disponible avec 2 états de surface possibles:

Usiné : lisse.



[3]

Ti-Unite (Titanium Oxide surface): rugueux, qui permet un ancrage encore plus stable que la surface usinée au niveau de l'os zygomatique, autorisant une mise en charge immédiate.

2.2.2. Forme générale

L'implant zygomatique est légèrement conique.

Le diamètre de la partie apicale de l'implant, qui sera incluse dans l'os zygomatique, est de 4 mm alors que celui de la partie coronaire, au niveau de son point d'émergence théorique maxillaire, est de 4,5 mm.

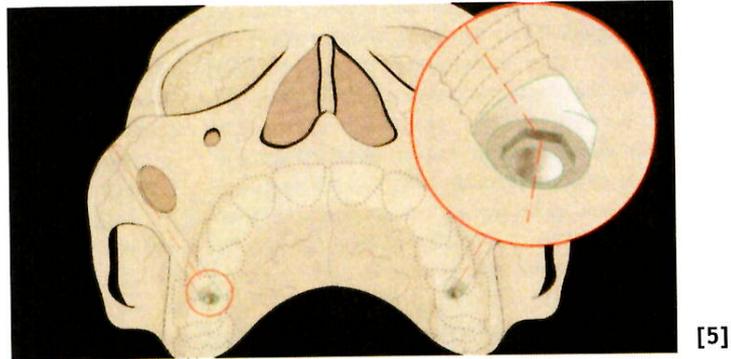
Cette variation de diamètre est due à la nécessité d'augmenter l'ancrage à l'os alvéolaire du maxillaire tout en réduisant le risque de complications (saignement orbital, affectation du nerf infra-orbitaire..) dans la région apicale.

2.2.3. Longueur

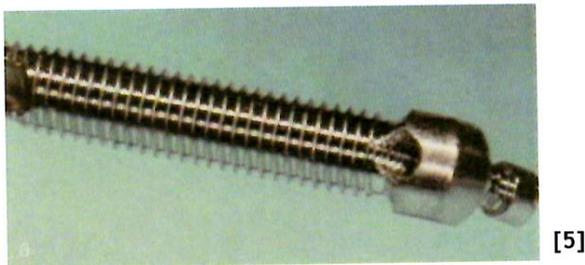
Il est disponible en différentes longueurs de 30 à 52,5 mm pour parer à toutes les situations anatomiques.

2.2.4. Angulation de la tête

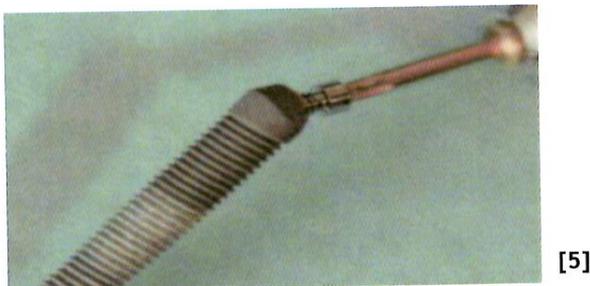
La tête de l'implant présente une connexion inclinée à 45° qui permet de compenser l'inclinaison entre le zygomatique et le maxillaire, et ainsi obtenir une émergence implantaire perpendiculaire au niveau du plan d'occlusion, facilitant la réhabilitation prothétique.



Une différence est à noter au niveau de la tête de l'implant entre les 2 états de surface:



Dans les implants usinés, le filetage interne de la chambre de la tête de l'implant recevant la vis du pilier prothétique présente un petit trou au sommet de la chambre, ce qui pourrait créer une communication bucco-sinusienne. Ce trou sera occupé par l'extrémité de la vis lorsque le pilier sera connecté.



Ceci a été résolu avec les nouveaux implants TiUnite qui ont des vis de piliers plus courts afin d'éviter la nécessité de ce trou. Cette différence de design pourrait réduire le risque de survenue d'une fistule intra-orale et/ou d'une sinusite.

Actuellement d'autres marques commercialisent les implants zygomatiques avec de légères différences dans le design et différentes angulations de la tête allant de 25 à 55°. Certains comme BOYES-VARLEY et al. [10] ont proposé un angle de 55° afin d'éviter l'émergence dans le palais de la connexion prothétique qui est l'un des inconvénients les plus discutés de ce genre de réhabilitation prothétique.

En cas d'atrophie sévère, l'angulation peut être corrigée par l'utilisation, en sus, de piliers angulés.

2.3. Protocole Chirurgical

[3,5,19,24]

Nous allons décrire dans un premier temps le protocole chirurgical originel décrit par Brånemark en 1997 [11]:

2.3.1. Anesthésie

Dans le protocole initial, l'anesthésie générale en conjonction avec l'administration d'un anesthésique local est la règle pour les patients qui reçoivent des implants zygomatiques.

Les anesthésies locales complémentaires sont réalisées avec de la lidocaïne adrénalinée à 1/50.000 pour bloquer les nerfs alvéolaires supérieurs (postérieur, moyen et antérieur) et les nerfs palatins (grand palatin et naso-palatin). L'adrénaline va aider à réaliser une hémostase régionale.

Plus récemment, dans le but de simplifier la technique, l'utilisation d'anesthésies locales associées à une sédation orale ou intra-veineuse, a été proposée [5,24]. Cette procédure est recommandée si le chirurgien est expérimenté et si l'intervention dure moins de 1h½.

Elle consiste en l'utilisation de 4 différents abords d'anesthésie locale en même temps (molécule: lidocaïne adrénalinée):

- Bloc des nerfs alvéolaires supérieurs par une injection dans le vestibule depuis l'incisive centrale jusqu'à la dent de sagesse (2 carpules).
- Bloc du nerf infra-orbitaire par une injection intra-buccale (1 carpule).
- Bloc du ganglion sphéno-palatin par l'intermédiaire du foramen grand palatin (1 carpule).
- Anesthésie autour de la zone du zygomatique par une infiltration cutanée (2 carpules).

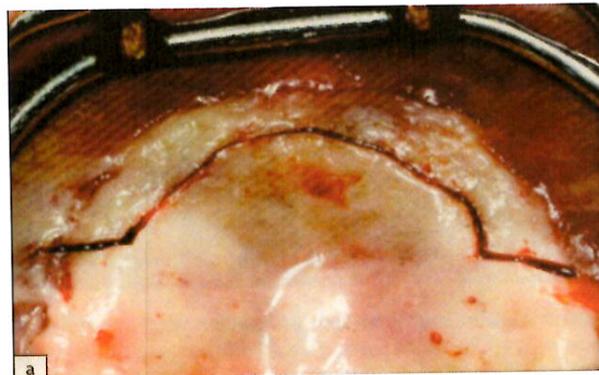
2.3.2. Incision

- La première décrite est une incision horizontale haute au fond du vestibule sur toute la longueur du maxillaire, qui correspond à l'incision réalisée pour une ostéotomie de type Le Fort 1 standard.



[19]

- Une autre incision a été proposée plus récemment: elle est crestale, voire légèrement palatine, de molaire à molaire avec des traits de décharge en arrière de la position théorique des premières molaires.



[19]

2.3.3. Décollement

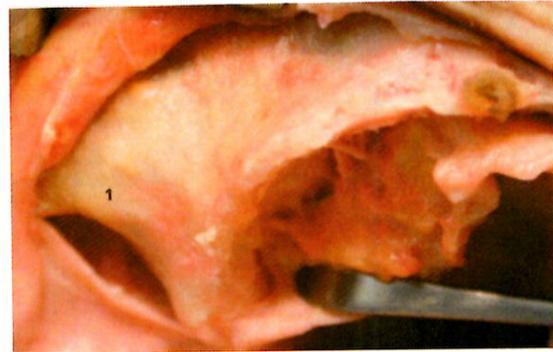
Le décollement muco-périosté est réalisé sur toute la hauteur du maxillaire avec mise en évidence du foramen infra-orbitaire.

Il se poursuit sur la face jugale de l'os zygomatique, avec mise en évidence du foramen zygomatiko-facial, jusqu'à l'incisure temporale qui sera secondairement protégée par un écarteur spécifique et déterminera l'orientation générale de l'implant.

Le décollement palatin se fait sur 1 cm environ pour bien dégager la crête osseuse surtout dans la zone correspondante à la 2ème prémolaire-1ère molaire.



[19] Le décollement se poursuit en haut vers l'os zygomatique et le foramen infra-orbitaire.



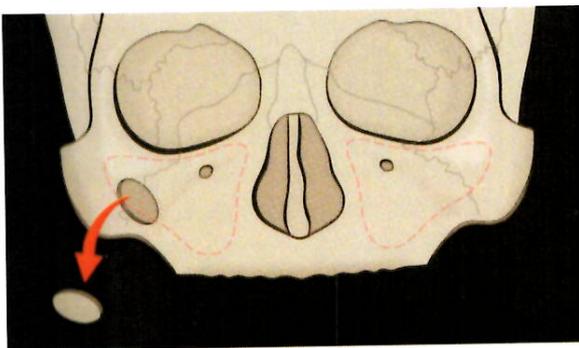
[19] Une fois le processus zygomatique du maxillaire (1) visualisé, le décollement palatin est réalisé.

2.3.4. Réalisation d'une Fenêtre Sinusienne

Une fenêtre osseuse de 10mm x 5mm est réalisée sur le versant antéro-latéral du processus zygomatique du maxillaire (dans la paroi latérale du sinus maxillaire) pour récliner et maintenir la membrane de Schneider intacte ainsi que pour contrôler la progression de la séquence de forage et le placement de l'implant.



[19] La fenêtre est réalisée sur le versant antérieur du processus zygomatique (1). On voit, en transparence, le sinus maxillaire (2).



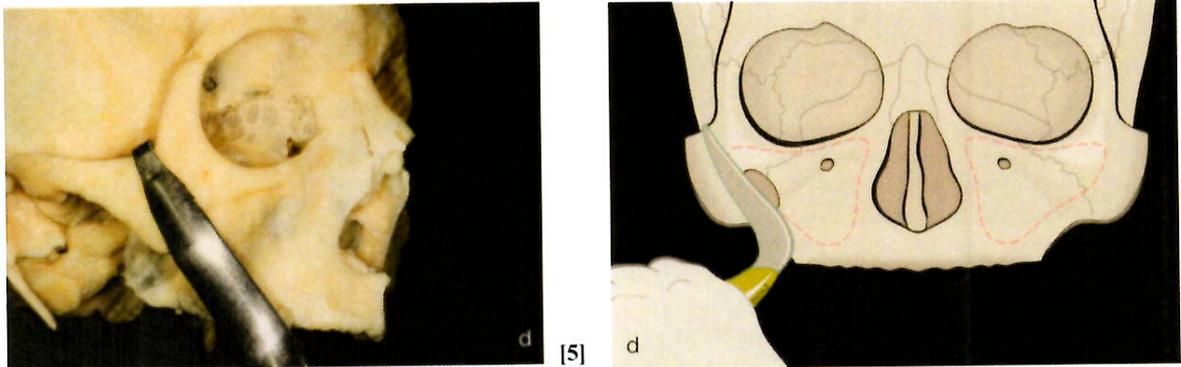
[5]



Brånemark et al. Recommandent de placer une gaze imbibée d'adrénaline à l'intérieur du sinus pendant quelques minutes, afin de prévenir les saignements et d'empêcher le tissu muqueux de bloquer la vue.

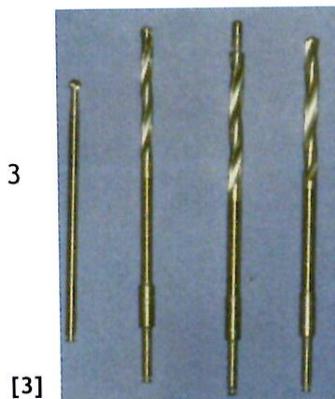
2.3.5. Mise en place de l'implant

Un écarteur spécifique est mis en place au niveau de l'incisure du zygomatique.
Il est utilisé pour indiquer la direction de forage mais aussi pour protéger les tissus mous lors de la procédure de forage.
Un écarteur supplémentaire est positionné au niveau du côté opposé de la lèvre supérieure pour augmenter la visibilité.



Du fait de la longueur importante des implants zygomatiques, les différents forets seront placés dans un tube guide (« drill guard ») dont le rôle est de protéger les tissus mous voisins, comme la lèvre, au cours des différentes séquences de forage.

La séquence des instruments pour réaliser le puits de l'implant est constituée d'une fraise boule et de 3 forets.



Le forage débute en palatin au niveau de la zone de la 2ème prémolaire-1ère molaire avec 1 fraise boule qui pénètre l'os maxillaire puis l'os zygomatique, jusqu'à sa corticale supérieure, après un trajet intra-sinusien.
La trajectoire de la fraise boule dans son passage intra-sinusien à l'os zygomatique est observé par la fenêtre osseuse préalablement réalisée.



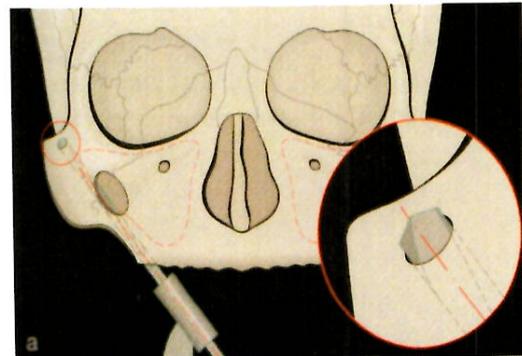
[5] L'os maxillaire est pénétré par le plancher du sinus au niveau palatin. Le chemin de la fraise est observé, à travers la fenêtre osseuse, dans son passage intra-sinusien à l'os zygomatique.

Puis, 3 forets consécutifs sont passés pour créer le puits de l'implant:

- un foret de 2,9mm jusqu'à la perforation de la corticale supérieure du zygomatique. Puis une jauge est utilisée pour déterminer la longueur du foret de 3,5mm à utiliser
- un foret pilote de 3,5mm est utilisé pour trouver l'entrée de la pénétration osseuse du zygomatique réalisée précédemment par le foret de 2,9mm.
- un foret terminal de 3,5mm (disponible en 2 longueurs) est utilisé en dernier.

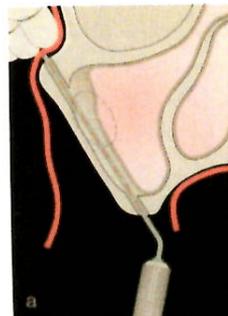


[19] La perforation (1) de l'os zygomatique est au voisinage immédiat de l'émergence du pédicule zygomatico-facial (2).



[5] Cheminement du foret de 2,9 mm.

La longueur de l'implant est calculée depuis l'incisure temporale jusqu'à la crête alvéolaire par une jauge:

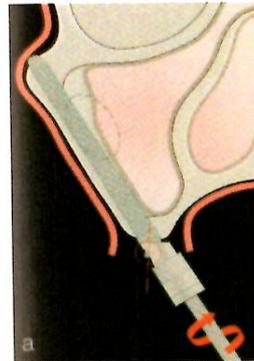
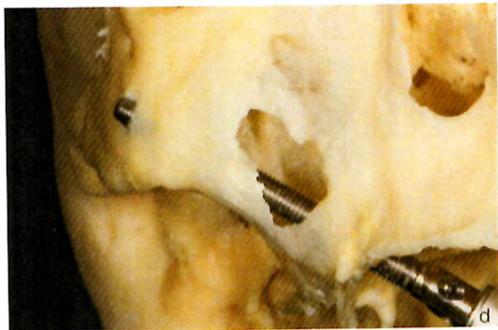


[5] Lors de l'utilisation de la jauge, les doigts du chirurgien sont placés apicalement pour sentir l'extrémité de celle-ci à travers la peau.

Jusqu'à son ancrage dans l'os zygomatique, l'implant est mis en place avec un moteur à vitesse lente (torque de 45N/cm à 15-20 tours/mn), puis à l'aide d'un tournevis manuel en faisant en sorte que l'extrémité maxillaire de l'implant soit orientée de façon perpendiculaire au plan d'occlusion.



[2] Implant zygomatique monté sur un contre-angle d'implantologie.



[5] Il est à noter que le sommet de l'implant dépasse légèrement de l'os zygomatique.

Une vis de couverture est mise en place.

La muqueuse est suturée enfouissant les implants pour une durée de 6 mois dans la procédure de Brånemark, qui est une chirurgie en 2 temps.

2.4. Imagerie

[3,5,19]

Le panoramique dentaire n'englobe pas la totalité de l'os zygomatique et de la cavité orbitaire. Ce type de cliché donne seulement une information sur les extensions et les cloisonnements éventuels du sinus maxillaire.

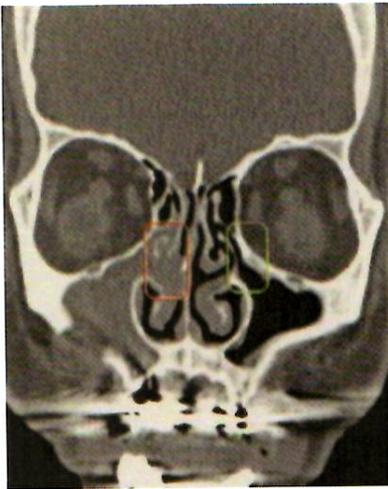
Le scanner, et plus récemment le cone beam, est l'examen de choix pour l'exploration du site implantaire car il va permettre de réaliser une analyse approfondie en 3 dimensions du maxillaire et de son sinus ainsi que de l'os zygomatique dans son ensemble.

2.4.1. Imagerie pré-opératoire

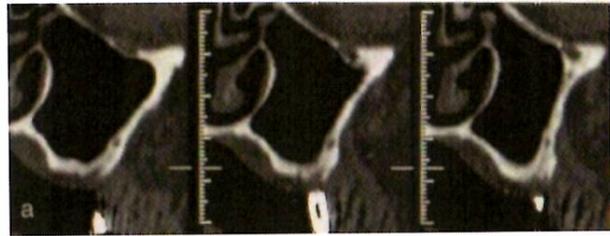
Dans le cas d'une évaluation radiologique pré-opératoire en vue de la pose d'implants zygomatiques l'imagerie en 3D permet d'obtenir plusieurs informations :

Concernant le sinus maxillaire:

- La perméabilité du méat moyen pour apprécier la ventilation sinusienne car en cas d'absence d'une ventilation correcte, tout syndrome inflammatoire entraînera des risques de sinusites.
- La présence d'une pathologie au niveau du sinus: la présence de papillome, d'hypertrophie de la membrane de Schneider ou d'une éventuelle aspergillose asymptomatique et de conclure à un traitement pré-implantaire afin d'assurer le drainage du sinus maxillaire.
- La localisation de l'artère alvéolo-antrale.



[5] Image scanner montrant le complexe ostio-méatal avec une perméabilité du côté gauche mais une obstruction du côté droit.



[5] Scanner mettant en évidence, dans le secteur inférieur du mur antérieur du maxillaire, une image radio-claire de 2-3 mm de diamètre correspondante à l'artère alvéolo-antrale.

Concernant l'os maxillaire:

- La présence de toute pathologie située à son niveau (kyste, persistance de dents incluses ou de racines, ou tout type de corps étrangers) susceptible d'entraver l'ostéo-intégration des implants.
- La topographie du mur antérieur du sinus et de la portion d'os maxillaire sous le sinus qui peut être convexe, plat ou concave. Une concavité trop importante de ces structures peut compromettre le placement optimal de l'implant par rapport à son émergence au niveau du processus alvéolaire.
- La localisation de l'émergence du nerf infra-orbitaire.
- Les dimensions du processus alvéolaire postérieur restant et de la partie adjacente du palais dur où l'implant zygomatique fera son émergence.
- La hauteur et l'épaisseur du processus alvéolaire dans la région antérieure où les implants conventionnels additionnels seront placés.

Concernant l'os zygomatique:

- L'analyse de la totalité de l'os zygomatique et du rebord orbitaire.
- Les dimensions de l'os (sa longueur et son épaisseur) dans la direction où l'implant sera placé. Cette information est importante pour un placement optimum de l'implant afin de maximiser les possibilités de l'ancrage et minimiser les risques de perforation des bords du zygomatique car les dimensions de cet os varient énormément d'un patient à l'autre [11].

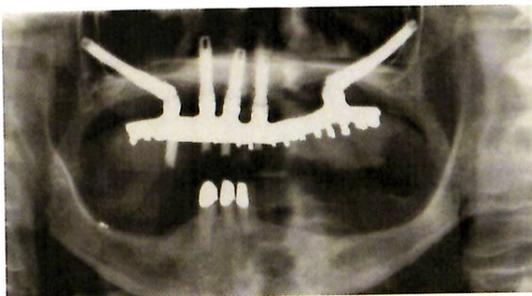
Les reconstitutions 3D associées à des logiciels spécifiques permettent de préfigurer la situation de l'implant, voir d'obtenir un guide chirurgical issu de la simulation informatique afin de réaliser le fraisage du puits de l'implant et sa mise en place sans l'ouverture d'un lambeau.

2.4.2. Imagerie post-opératoire

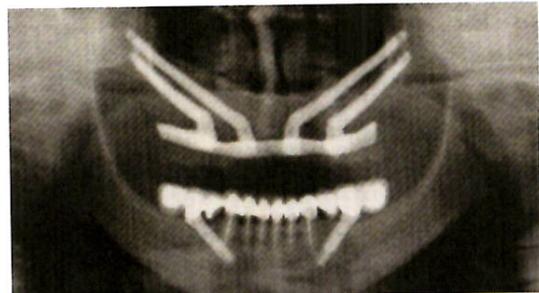
Les examens post-opératoires sont réalisés pour évaluer l'état des structures autour de l'implant dans l'os maxillaire et zygomatique.

De plus, ils servent à diagnostiquer l'état inflammatoire pouvant avoir été initié dans le sinus maxillaire.

Un panoramique dentaire classique peut être utilisé pour établir la présence d'un état inflammatoire du sinus mais ne permet pas d'évaluer si la cause peut être la perte d'os au niveau de la zone où l'implant pénètre dans le sinus.

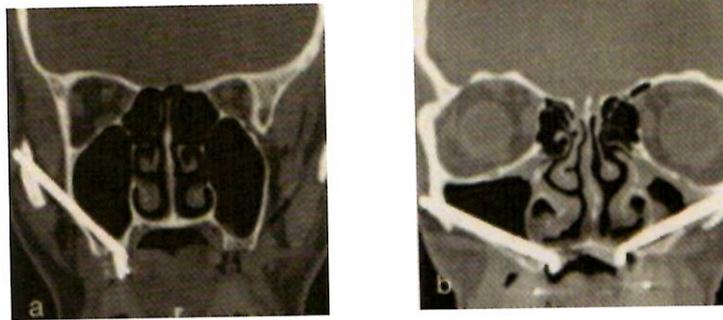


[5] Panoramique de contrôle d'une réhabilitation avec 2 implants zygomatiques associés à 3 implants antérieurs standards. Aucune image pathologique du sinus maxillaire n'est présente.

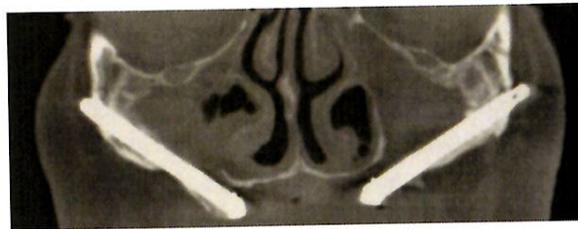


[5] Panoramique montrant 4 implants zygomatiques (Zygoma Quad) supportant la prothèse maxillaire.

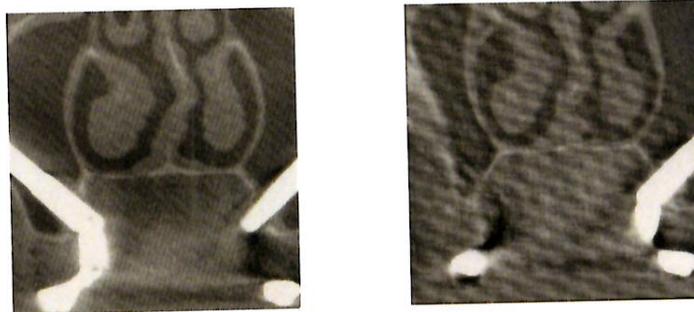
Le cone beam est alors plus indiqué que le scanner car la qualité de l'image est moins affectée par la présence des implants métalliques.



[5] Images scanner montrant des implants zygomatiques passant à travers le sinus pour s'ancrer dans l'os zygomatique.
(a) Sinus clair.
(b) Opacité partielle du sinus gauche.



[5] Examen cone beam: mise en évidence de l'absence de bordure osseuse palatine à l'extrémité inférieure de l'implant zygomatique et des sinus maxillaires entièrement remplis.



[5] Image cone beam de la partie inférieure des implants zygomatiques montrant l'excellente relation entre l'implant et l'os environnant. Il n'y a pas de réaction inflammation dans aucun des sinus maxillaires.

3. Résultats

3.1. Suites opératoires

[3,5,24]

3.1.1. Douleur

Une douleur légère à modérée, efficacement traitée par les antalgiques conventionnels, est fréquemment rapportée.

La plupart des auteurs décrivent une période post-opératoire similaire à celle de patients ayant eu une chirurgie pour des implants conventionnels.

3.1.2. Hématome

Un hématome facial (sous-orbitaire, jugal ou plus étendu) se produit et va mettre 7 à 10 jours pour se résorber.

3.1.3. Paresthésies

Des paresthésies transitoires, rarement définitives, de la joue et des zones para-nasales, bien que peu fréquentes ont été décrites.

Elles peuvent être considérées comme le résultat de la mise en évidence, lors du décollement du lambeau, du foramen infra-orbitaire.

Elles disparaissent normalement en 3 à 8 semaines.

3.1.4. Saignement nasal

Un saignement nasal modéré peut se produire durant 1 à 3 jours. Pour l'empêcher le patient est averti qu'il doit éviter d'augmenter la pression intra-sinusienne en contrôlant les mouchages, et éviter l'expulsion forcée d'air par les cavités nasales.

3.2. Accidents

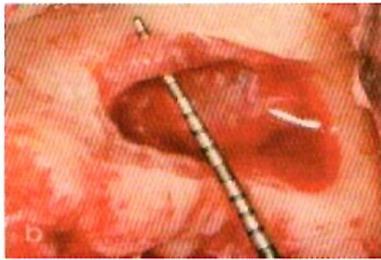
Une évaluation pré-chirurgicale minutieuse du patient est obligatoire avec cette technique chirurgicale complexe, car de graves accidents peuvent survenir, surtout en raison de la longueur de l'implant et de la présence d'importantes structures anatomiques (orbite, fosse infra-temporale) dans la zone d'ancrage zygomatique.

La pénétration accidentelle de structures anatomiques adjacentes à l'arcade zygomatique ou le long du trajet de l'implant est un souci important durant cette chirurgie.

La procédure chirurgicale demande une bonne connaissance de l'anatomie locale. Ceci est particulièrement pertinent lorsqu'il existe une atrophie sévère du maxillaire et que la mise en place de quatre implants zygomatiques est envisagée.

3.2.1. Accidents mineurs

- Une lacération de la lèvre peu se produire. Elle doit donc être protégée durant les séquences de forage du fait de la longueur des forets. [5,24]
- Un autre accident qui peut être considéré comme mineur au plan chirurgical est la lésion partielle ou l'inflammation du pédicule zygomatiko-facial se traduisant par des troubles vasomoteurs au niveau de la pommette et un larmoiement permanent [19].
- Il peut aussi y avoir une hémorragie de l'artère alvéolo-antrale. Cette artère, parcourt la face antérieure du mur sinusien et peut donc être lésée lors de la chirurgie. Ceci, d'autant plus qu'il est difficile d'anticiper sa position chez tous les patients car elle peut seulement être identifiée sur le scanner dans 53% des cas. Sa perforation peut entraîner un saignement important. L'application d'un matériau hémostatique collagénique résorbable ou de la cire à os en petite quantité, en évitant le passage de la cire dans la cavité sinusienne, sera en général suffisant. [3,5]



[5] Exemple d'une artère alvéolo-antrale volumineuse disséquée lors de la fenestration de la paroi du sinus. Elle a été ligaturée et la procédure au niveau du sinus a pu être poursuivie.

3.2.2. Accidents majeurs

[3,5,19]

Le principal accident majeur décrit dans ce type de chirurgie est l'effraction de l'orbite, que ce soit au niveau du plancher ou en rapport avec un des muscles de l'œil, qui peut avoir de graves conséquences.

La pénétration accidentelle dans l'orbite, si elle provoque un hématome intra-orbitaire peut entraîner une compression du nerf optique avec apparition d'une cécité nécessitant une ponction immédiate pour lever la compression.

3.3. Complications

Un faible taux de complications (9,5 %) est rapporté [24], qui sont le plus souvent des problèmes mineurs, avec la pathologie sinusienne comme complication la plus fréquente.

3.3.1. Pathologie sinusienne [3,5,8,17,24,26]

Dans le protocole initial de Brånemark, en raison de la trajectoire intra-sinusienne de l'implant, le risque de développer une pathologie sinusale inflammatoire ou infectieuse doit être considéré.

Une infection bactérienne ou fongique est possible. Un cas d'aspergillose du sinus maxillaire a été décrit après la mise en place d'implants zygomatiques [26].

Le sinus est donc soumis à 2 risques :

- Le premier est que la chirurgie primaire crée une communication entre la cavité buccale et le sinus et ensuite entre le sinus et l'os zygomatique. De plus, la muqueuse sinusienne est fréquemment perforée lors de la procédure.
- Le second, et non des moindres, est que l'insertion de ce « corps étranger » puisse entraîner des réactions inflammatoires à son niveau.

Les raisons d'apparition de sinusites peuvent être :

- perforation de la muqueuse sinusienne.
- fuite au niveau du maxillaire due à un espace conduisant à la migration de bactéries de la cavité buccale vers le sinus.
- présence d'un « corps étranger » dans le sinus.
- existence d'une réintervention chirurgicale dans la chirurgie en 2 étapes.
- obstruction du méat moyen par l'inflammation et l'épaississement de la membrane sinusienne à ce niveau.

La survenue de pathologie sinusienne serait lié à des épisodes préalables de sinusite ou à la perforation per-opératoire de la membrane de Schneider. Cependant, dans une étude sur 40 implants zygomatiques, les auteurs ont perforé toutes les membranes des sinus et n'ont signalé que 2 cas de sinusite.

De sévères infections du sinus sont rarement présentes bien que la perforation de la membrane soit fréquente durant ce type de chirurgie.

Une communication oro-antrale n'est pas nécessairement en rapport avec un processus infectieux puisque les tissus mous rendent souvent imperméables l'interface autour de la tête de l'implant.

Certains auteurs citent 2 à 4% de réactions inflammatoires du sinus, d'autres trouvent un chiffre plus élevé de l'ordre de 15-20%.

Les sinusites sont diagnostiquées quelques semaines ou mois, à plusieurs années après la pose des implants zygomatiques [5,21].

Initialement l'infection a tendance à être unilatérale. Une sinusite peut apparaître d'un côté et pas de l'autre, ce qui pourrait suggérer la possibilité de différence anatomique d'un méat par rapport à l'autre.

Il est important de souligner que la plupart des cas ayant développé une pathologie du sinus ont été favorablement résolus par traitement médical (antibiotique) voire chirurgical (méatotomie) si nécessaire en cas de récurrence.

En cas de sinusite, il n'y a pas d'ostéite du zygomatique et la dépose de l'implant, rare, ne sera envisagée qu'en cas de sinusite récurrente ne répondant plus aux traitements [3,8,24].

Dans une étude de BECKTOR et al. [8], 3 des 31 implants zygomatiques (9,7%) ont dû être déposés chirurgicalement en raison de la persistance de sinusites récurrentes malgré la bonne stabilité des implants.

Ils ont émis 2 hypothèses pour expliquer la survenue de ces sinusites à répétition :

- soit l'existence du trou au niveau de la chambre de la tête de l'implant recevant la vis du pilier prothétique pourrait créer une communication entre la cavité buccale et le sinus maxillaire à l'origine des sinusites.
- soit l'insuffisance d'ostéo-intégration pouvant se rencontrer au niveau marginal de la zone palatine entraîne une mobilité transverse de l'implant zygomatique et un effet pompe lors de la fonction.

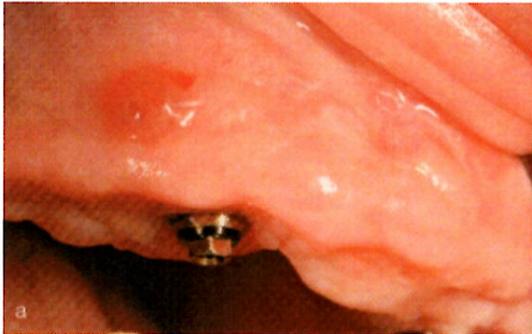
Selon BEDROSSIAN [9] et d'autres auteurs, si l'infection du sinus n'est pas résolue par un ou deux traitements d'antibiothérapie, il faut alors s'inquiéter du fait que l'implant est considéré comme un corps étranger et qu'il est responsable en partie de la persistance de l'infection.

Cette potentielle complication pourrait être évitée par l'utilisation d'un protocole avec mise en charge immédiate et un placement de l'implant en position extra-sinusienne (et une émergence plus crestale).

Cette complication semble être plus fréquente dans les traitements en 2 phases et avoir disparu dans les cas de traitement en 1 temps avec mise en charge immédiate. Avec le développement des protocoles extra-sinusiens, cette complication devrait avoir totalement disparu.

3.3.2. Fistule oro-antrale [3,5,16,17]

Une fistule bucco-sinusienne peut se développer au niveau des tissus mous, avec ou sans une sinusite [11].



[5] La fistule présente au niveau des tissus mous est en étroite relation avec la zone de jonction implant-pilier



[5] Le trajet de la fistule est mis en évidence radiologiquement avec un cône de gutta

La survenue d'une telle fistule est rare.

Pour BECKTOR et al. [8], cela pourrait être dû à l'existence d'un trou au niveau de la chambre de la tête de l'implant zygomatique recevant la vis du pilier prothétique, qui pourrait créer une communication de la cavité buccale au sinus maxillaire.

Le traitement consiste en une antibiothérapie avec repositionnement des tissus mous sans dépose des implants zygomatiques stables.

3.3.3. Problèmes parodontaux [3,5,24]

Il peut y avoir une inflammation et hyperplasie de la muqueuse autour du pilier prothétique.

Certains auteurs semblent avoir trouvé des poches parodontales profondes. Néanmoins, cela se voit souvent lorsque la technique chirurgicale intra-sinusienne est utilisée car le pilier émerge en position très palatine à travers la muqueuse palatine qui est très épaisse (5 mm) à ce niveau. Ceci expliquerait souvent les résultats du sondage parodontal.



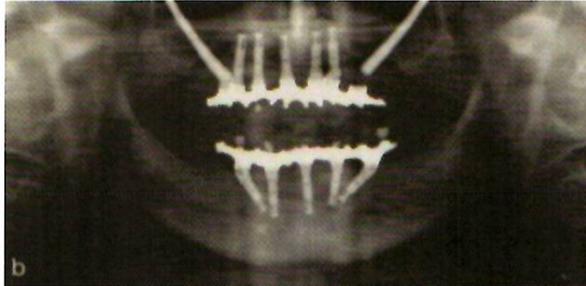
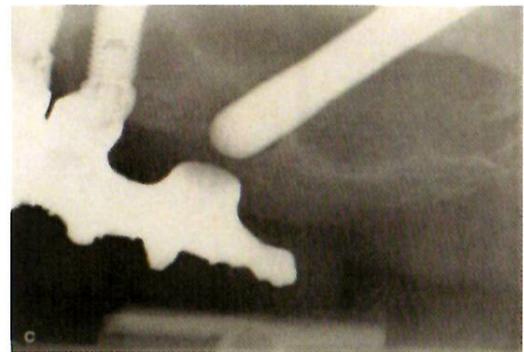
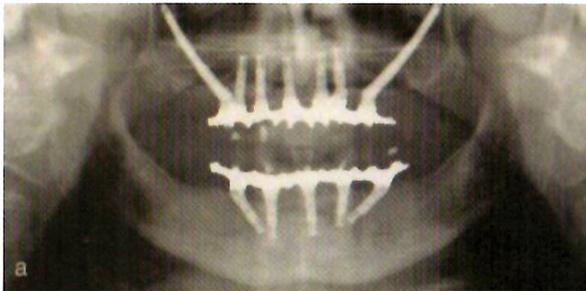
[5] L'émergence palatine de 2 piliers standards a conduit à une hyperplasie chronique de la muqueuse. La possibilité que l'épais tissu palatin entoure la surface du pilier doit être prise en compte.

Seuls AL-NAWAS et al. [1] ont analysé la santé des tissus mous péri-implantaires (indice de saignement gingival, sondage, tests micro-biologiques) dans le cadre des implants zygomatiques. Ils concluent que seulement 55% des implants de leur étude seraient considérés comme un succès alors que le taux de survie était de 95%. Cela montre le rôle dans ces résultats de la palatinisation de l'implant émergeant alors dans une muqueuse très épaisse, avec une réhabilitation prothétique rendant parfois difficile la mise en œuvre de bonnes mesures d'hygiène.

Une hygiène contrôlée et un espace prothétique adéquat prévu à ce niveau peuvent permettre d'assurer un joint péri-implantaire sain et stable.

3.3.4. Fracture de l'implant [3,5,24]

De rares cas de fracture de la tête de l'implant zygomatique ont été rapportés.



[5] Fracture d'un implant zygomatique.

(a) Panoramic post-opératoire montrant 7 implants maxillaires dont 2 implants zygomatiques, avec la prothèse en place.

(b,c) Panoramic 6 ans plus tard montrant la fracture de la tête de l'implant zygomatique gauche.

3.4. Taux de survie des implants [3,5,24,25,28]

La non ostéo-intégration de l'implant zygomatique est relativement rare si l'on tient compte du taux de survie.

Dans ce cas il est mobile, douloureux et se dépose facilement. Il pourra être remplacé après quelques mois.

La perte d'os est plus problématique pour les implants zygomatiques que pour les implants standards en raison de l'épaisseur limitée d'os autour de la tête de l'implant dans le maxillaire.

Le taux de survie des implants zygomatiques est généralement élevé, entre 91 et 100%, quelque soit la technique chirurgicale utilisée.

Selon une revue de la littérature, concernant 1163 implants zygomatiques avec un suivi adéquat réalisée en 2012 [24], 2% des implants zygomatiques ont été perdus. 60% durant la période d'ostéo-intégration et 40% après la mise en charge.

Un résultat surprenant est le taux de survie assez faible (73-98%), par comparaison, des implants standards additionnels placés dans la région antérieure du maxillaire.

Dans une étude récente, Brånemark et al. [11] notent que si 6% des implants zygomatiques sont perdus durant la période de suivi (5-10 ans), le pourcentage est de 27% pour les implants standards.

Ceci est probablement lié au degré élevé de résorption que les chirurgiens rencontrent souvent aussi dans cette zone, nécessitant souvent des procédures de greffe plus complexes.

4. Discussion

Les principaux inconvénients de la technique chirurgicale suivant le protocole initial de Brånemark sont:

- L'émergence palatine des implants qui est souvent causée par le désir de maintenir le corps de l'implant à l'intérieur des limites du sinus maxillaire. Ceci va compliquer la conception de la prothèse, générant un inconfort pour le patient et des problèmes d'élocution. Ceci compromet à long terme la santé des tissus péri-implantaires en raison de la difficulté de nettoyer cette zone.



[5] L'émergence palatine des implants zygomatiques est une conséquence typique du trajet intra-sinusien combiné avec une concavité de la face jugale du maxillaire. La réalisation prothétique sera encombrante.

- La trajectoire intra-sinusienne des implants qui induit un risque de développer une pathologie sinusale.
- La chirurgie en 2 temps donc une nouvelle ouverture du site opératoire.

Pour parer à ces inconvénients, les auteurs ont proposé diverses modifications de la technique initiale.

4.1. Modification de l'angulation de la tête de l'implant

Certains auteurs comme BOYES-VARLEY et al. [10] ont utilisé des implants avec une tête présentant une angulation de 55° au lieu de 45° pour les implants zygomatiques.

Le but étant d'obtenir une émergence de l'implant au niveau de la crête alvéolaire. Ils considèrent que cette angulation permet de réduire le cantilever vestibulaire de 20%, l'émergence se faisant plus près de la crête alvéolaire. L'espace pour la langue est augmenté, réduisant l'inconfort pour le patient et facilitant la mise en œuvre des mesures d'hygiène.

Cependant, dire que cette modification rend l'implant plus crestal est inexact car la modification de l'angulation de la tête de l'implant ne modifie en rien son point d'émergence au niveau du maxillaire. Seule la reconstruction prothétique semblera plus crestale.

4.2. Technique Sinus Slot [3,5,22,24,27]

Cette technique, décrite en 2000 par STELLA et WARNER [27], consiste en une réduction de la perforation du mur sinusien par la réalisation d'une fente plutôt qu'une fenêtre pour guider et contrôler le forage et l'insertion de l'implant.

Les auteurs considèrent cette technique comme un moyen d'augmenter le contact entre l'os et l'implant, d'optimiser le positionnement de l'implant, et d'obtenir de meilleures suites opératoires en réduisant la quantité d'os à fraiser et la taille du lambeau nécessaire.

4.2.1. Protocole

Une fente osseuse verticale est créée le long de l'apophyse zygomatique du maxillaire jusqu'à l'os zygomatique. Pour ceci:

- Un premier trou est réalisé à la limite supérieure du processus zygomatique, au travers duquel une jauge de profondeur spécifique aux implants zygomatique est introduite pour simuler l'angle d'approche des futurs forets implantaires.
- Un second trou est réalisé sur la ligne déterminée, 5 mm au dessus de la crête alvéolaire.
- Pour terminer, une fente est aménagée réunissant ces 2 trous.



[22] Une fois les 2 marques d'orientation de l'ostéotomie réalisées sur le processus zygomatique du maxillaire, elles sont réunies pour former une fente sur le mur latéral du sinus. Puis un forage est réalisé sur la crête alvéolaire au niveau de la première molaire.

4.2.2. Critiques

PENARROCHA et al. [23] ont publié une étude sur 21 patients traités par la technique sinus slot avec un taux de survie de 100% mais la membrane de Schneider avait été perforée dans tous les cas même si l'incidence de la pathologie sinusale était faible (2 cas).

Pour d'autres auteurs, cette technique présente le risque de perforer la paroi antrale postérieure en raison du manque de visibilité.

Un inconvénient de la procédure est la difficulté de précisément adapter la position de l'implant à la préparation osseuse en fente sinusienne réalisée préalablement [5].

En outre, lorsque l'anatomie du mur antérieur du sinus est très concave ou plate, il n'y a pas besoin de préparer une fente.

4.3. Technique de la fenêtre élargie

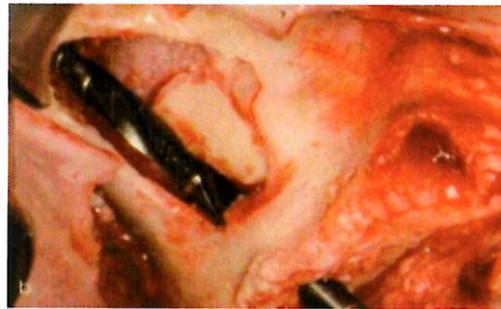
[3,5,13]

CHOW et al. [13] ont proposé de réaliser une large fenêtre osseuse en rapport avec le trajet de l'implant maintenant le fragment osseux attaché à la membrane sinusienne dans le but de la préserver.

Cette fenêtre, qui s'étend du plancher au plafond du sinus, améliore la visibilité du champ chirurgical et évite les dommages de la membrane sinusienne par les instruments rotatifs. Dans leur étude, les auteurs ont constaté radiologiquement, lors du suivi sur 6 à 12 mois, que cette technique favorisait une régénération osseuse péri-implantaire.



[5]



(a) La fenêtre osseuse élargie est dessinée pour faciliter la préservation de la membrane du sinus.
(b) Le fragment du mur sinusien est conservé pour protéger la membrane durant la procédure.

4.4. Zygoma Anatomy-Guided Approach (ZAGA)

[4,5]

4.4.1. Généralités

Cette approche extra-sinusienne de placement des implants zygomatiques est une modification de la technique décrite en premier par APARICIO en 2006 et ensuite en 2008 [7].

La technique ZAGA a pour but d'obtenir un positionnement idéal au niveau prothétique de l'émergence de la tête de l'implant. Pour atteindre ceci, le corps de l'implant devra être placé selon un vaste panel de positions allant de l'emplacement intra-sinusien à celui complètement extra-maxillaire.

La logique de cette technique est de suivre l'anatomie de la région qui présente des variations inter-individuelles.

Aucune ouverture du sinus maxillaire n'est requise pour cela. Cependant dans le but de contrôler et mener à bien la procédure de forage, un dessin adéquat du lambeau est nécessaire pour une exposition suffisante de la zone.

Puisqu' aucune réflexion de la membrane sinusienne n'est nécessaire, la procédure est considérablement moins chronophage que la technique initiale de Brånemark.

4.4.2. Protocole

La préparation et le placement de l'implant se font suivant 3 étapes:

- déterminer le point d'entrée coronaire intra-oral.
- déterminer le point d'entrée apical extra-oral.
- déterminer le trajet du corps de l'implant.

Les points d'entrée intra et extra-oral seront choisis selon des principes prothétique, anatomique et biomécanique.

Le forage sera alors dirigé du point intra-oral coronaire vers la zone postérieure du pilier zygomatique où se trouve le point extra-oral apical.

4.4.2.1. Détermination du point de pénétration coronaire intra-oral

La détermination de ce point d'entrée est la clé de toute la procédure.

Le point de départ doit être sur, ou proche du sommet de la crête alvéolaire au niveau de la zone de la 2ème prémolaire - 1ère molaire, et non dans le palais.

Ainsi la prothèse sera localisée dans l'arcade anatomique.

Les facteurs influençant l'établissement du point d'entrée intra-oral sont:

- Facteurs Prothétiques:

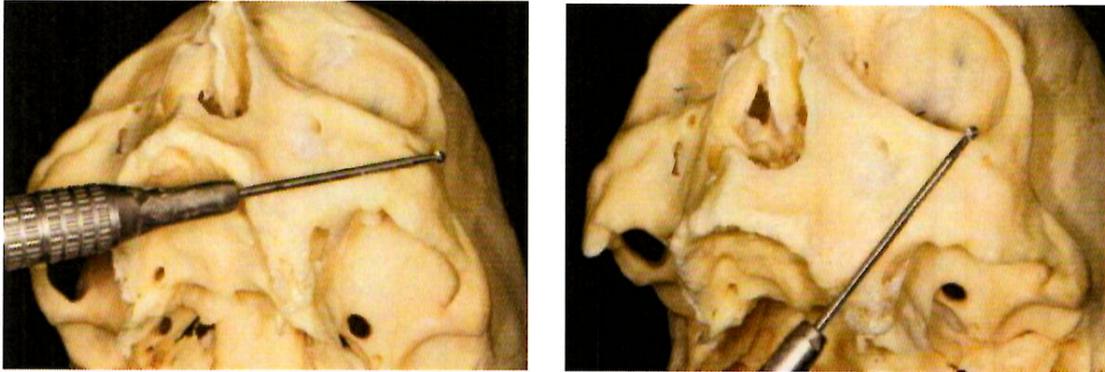
Pour pouvoir réaliser une prothèse non encombrante, facilement nettoyable et confortable afin de ne pas gêner la phonation.

- Facteurs Biomécaniques:

Pour diminuer le bras de levier latéral, le point d'entrée doit être aussi proche que possible que la crête alvéolaire.

Pour diminuer le moment de flexion qui vient du cantilever distal, le point d'entrée doit être au sommet de la crête et dans la position la plus distale possible afin de diminuer le cantilever et permettre une meilleure distribution des charges.

Cependant les difficultés techniques pour placer l'implant dans une direction adéquate augmentent avec un point de départ postérieur car cela réduit l'accessibilité pour le contre-angle et les longs forets spécifiques utilisés et augmente le risque de perforation de l'orbite.



[5] Trajectoire de l'implant zygomatique sur un crâne sec. Une position d'entrée marquée en distal et une angulation incorrecte peuvent conduire en la perforation du plancher de l'orbite.

- Facteurs Anatomiques:

Le degré de concavité de la paroi antéro-latérale du maxillaire:

Avec une paroi concave ou avec une sévère résorption du maxillaire la technique intra-sinusienne donnerait un point d'entrée placé dans une position palatine marquée.

Selon la technique ZAGA le point d'entrée ne sera pas guidé par la condition de vouloir garder l'implant à l'intérieur de la paroi du maxillaire mais par le degré de résorption (vertical et horizontal) à la place.

Le degré de résorption de l'os (vertical et horizontal):

En cas de résorption extrême, il n'y a presque plus de crête alvéolaire et d'os basal et le palais est presque plat.

Il est alors impossible d'atteindre l'arcade zygomatique à travers une crête plate sans envahir le milieu du palais.

Dans de tels cas, un trajet totalement extra-maxillaire, avec l'implant seulement ancré dans l'os zygomatique est choisi.

Les critères anatomiques devront être respectés avant ceux biomécaniques.

Le degré d'ouverture buccale et la quantité d'os résiduel sont des facteurs critiques.

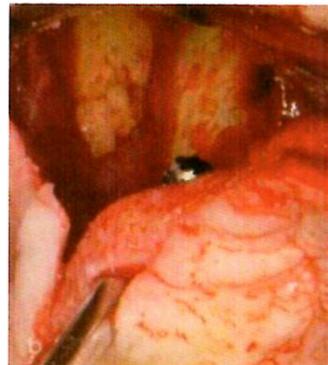
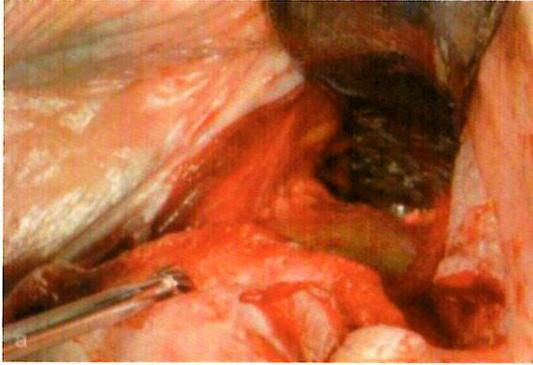
La dentition mandibulaire constitue aussi une limitation durant le placement de l'implant.

Parfois, la conséquence est une position plus antérieure que la position idéale de l'implant.

Il est préférable de perdre l'ancrage de l'os alvéolaire en réalisant une ostéotomie par un forage sous forme d'une gouttière proche de la crête que de perforer le palais dans le but de réaliser une préparation en forme de tunnel.

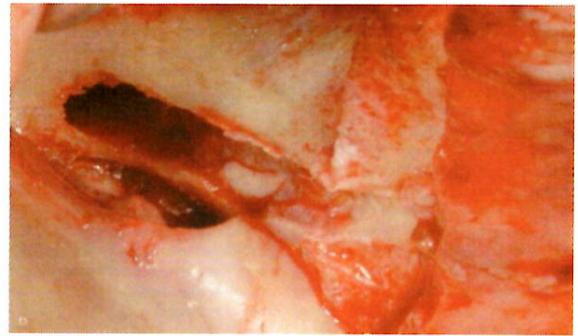
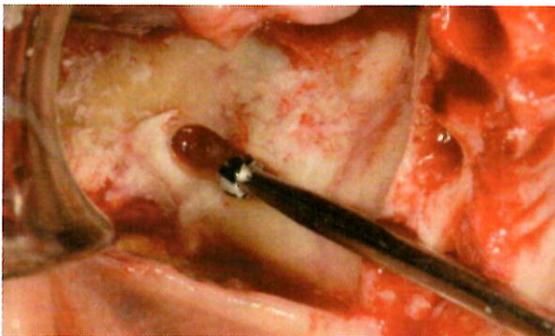
La préparation initiale sera donc effectuée selon 3 possibilités:

- sur la crête alvéolaire:



[5] (a) Point d'entrée intra-oral situé sur la crête osseuse. (b) Le premier foret après avoir perforé l'os alvéolaire est dirigé ici, via un trajet extra-sinusien, en direction du pilier zygomatique.

- vestibulairement à la crête, en forme de gouttière:

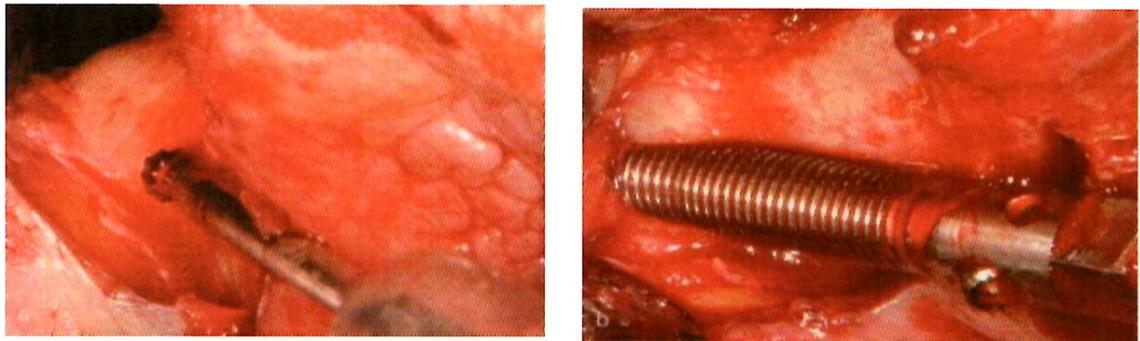


[5] La fraise boule a effectué une ostéotomie en forme de gouttière sur la face vestibulaire de crête alvéolaire (a). L'ostéotomie a été terminée en se basant sur l'anatomie du patient (b).



[5] L'implant zygomatique a été placé dans une position prothétique idéale. Il faut noter que les spires de l'implant sont en contact étroit avec la paroi du sinus ce qui donne un support supplémentaire pour la stabilité primaire de l'implant.

- en cas de sévère résorption, la première perforation sera extra-orale directement dans l'os zygomatique et il n'y a donc pas d'ostéotomie coronaire:



[5] La fraise boule va directement perforer l'os zygomatique sans perforation ou gouttière sur l'os maxillaire alvéolaire ou basal (a). Implant en place avec un emplacement extra-maxillaire (b).

4.4.2.2. Détermination du point de pénétration apical extra-oral

Il est choisit pour obtenir une bonne stabilité primaire sans interférer avec l'orbite ou la fosse infra-temporale.

Cependant, parfois il y a des situations où l'implant a besoin d'être placé proche de la cavité orbitaire notamment lorsque 2 implants zygomatiques sont prévus du même côté (zygoma Quad).

Le point d'entrée extra-oral est déterminé selon les critères suivants:

- Critère anatomique:

Le point est situé entre l'orbite et le bord inférieur de l'arcade zygomatique.

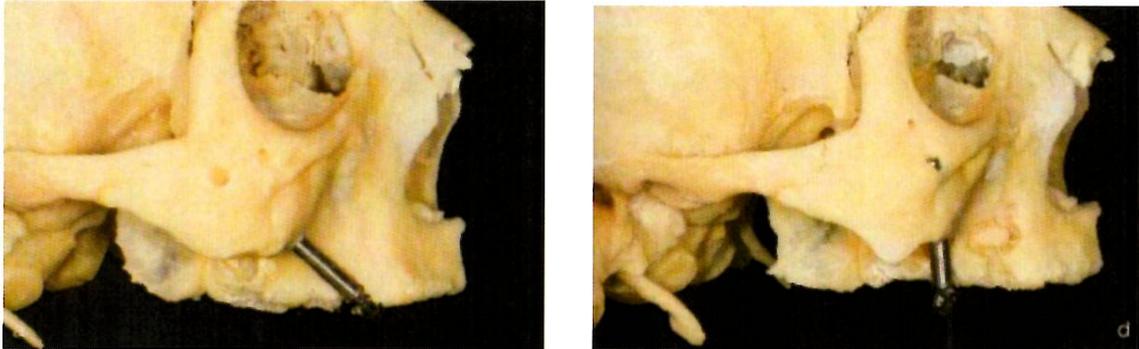
Si le volume de l'os zygomatique est bon, l'ostéotomie doit être proche du bord inférieur de l'arcade zygomatique et le plus éloigné possible de l'orbite. Ce qui laisse la possibilité de placer un second implant zygomatique si nécessaire.

Généralement le point est environ 10-15 mm en avant de l'insertion des fibres du muscle masseter.



[5] (a) Dissection montrant la paroi antérieure du maxillaire et le pilier zygomatique limité par l'orbite et l'insertion du masseter. (b) Exemple classique d'émergence du foret zygomatique, situé à 1/3 du muscle et 2/3 du bord de l'orbite.

La position antéro-postérieure du point d'entrée extra-oral est aussi influencé par la position mésio-distale du point d'entrée intra-oral sur la crête alvéolaire. Plus l'implant a une entrée intra-orale postérieure (donc plus il est droit) et plus l'émergence de l'ostéotomie zygomatique sera proche de l'orbite.



[5] Trajectoire de l'implant. A **gauche**, une position coronaire antérieure de l'implant permet une émergence apicale loin de l'orbite. A **droite**, une position plus postérieure de la partie coronaire de l'implant force l'émergence apicale à être plus proche de l'orbite.

- Critère Numérique:

C'est à dire si 1 ou 2 implants zygomatiques sont prévus de chaque côté.

Dans le cas de 2 implants, l'un sera placé proche de l'orbite avec une précaution particulière par rapport au nerf infra-orbitaire lors du forage pour l'implant zygomatique le plus antérieur.



[5] A **gauche**, dissection après découpe du muscle masseter montrant la relation entre l'émergence du nerf infra-orbitaire et la jauge indiquant l'éventuelle trajectoire de l'implant zygomatique antérieur. A **droite**, vue occlusale de l'hypothétique position d'un implant antérieur dans la cadre d'un Zygoma Quad.

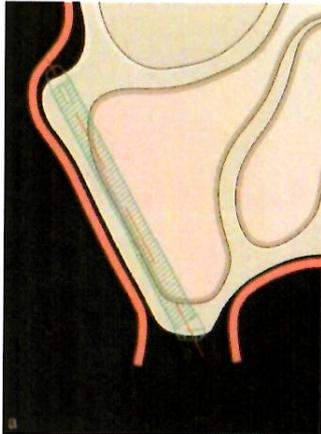
4.4.2.3. Détermination du trajet du corps de l'implant

Le point intra-oral et le point extra-oral sont joints par un implant placé sans création préalable d'une fenêtre ou d'une fente sinusienne.

Il en résulte que le corps de l'implant peut être placé dans des positions très variées allant d'un trajet intra-sinusien à un trajet complètement extra-maxillaire.

Le placement de l'implant basé sur le protocole ZAGA peut être classifié en 5 groupes selon le trajet de celui-ci:

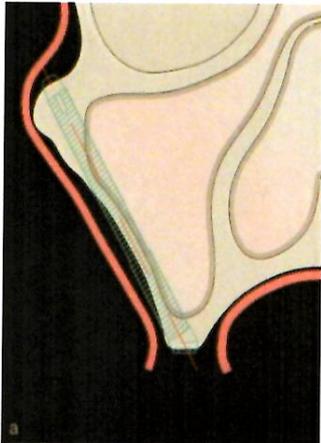
- Type 0 : trajet intra-sinusien (15% des cas)



[5] ZAGA type 0:

La paroi jugale du maxillaire est assez plate. La tête de l'implant est sur la crête alvéolaire. Le corps de l'implant a un trajet intra-sinusien. L'implant a un contact osseux au niveau de la crête alvéolaire, au niveau de l'os zygomatique, et parfois au niveau de la paroi latérale du sinus.

- Type 1 : trajet combiné intra puis extra-sinusien (49% des cas)



[5] ZAGA type 1:

La paroi jugale du maxillaire est légèrement concave. La tête de l'implant est sur la crête alvéolaire. Le forage a réalisé une ostéotomie légèrement à travers la paroi. Bien que l'implant puisse être vu à travers la paroi, la plupart du corps de l'implant a un trajet intra-sinusien. L'implant a un contact osseux avec la crête alvéolaire, la paroi latérale du sinus et l'os zygomatique.

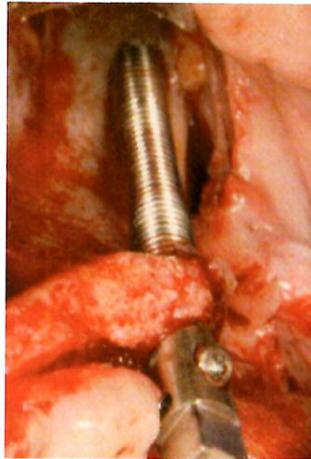
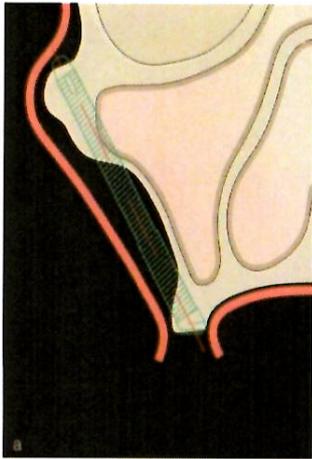
- Type 2 : trajet combiné extra puis intra-sinusien (20,5% des cas)



[5] ZAGA type 2:

La paroi jugale du maxillaire est concave. La tête de l'implant est sur la crête alvéolaire. Le forage a réalisé une ostéotomie à travers la paroi. L'implant peut être vu à travers la paroi mais la plupart du corps de l'implant a un trajet extra-sinusien. L'implant a un contact osseux avec la crête alvéolaire, la paroi latérale du sinus et l'os zygomatique.

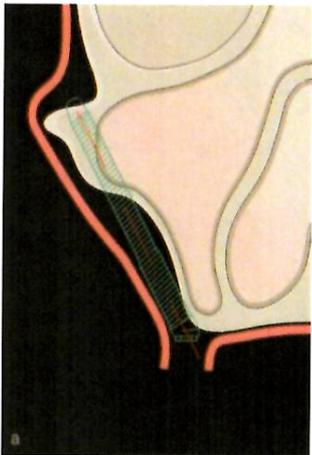
- Type 3 : trajet extra-sinusien (9% des cas)



[5] ZAGA type 3:

La paroi jugale du maxillaire est très concave. La tête de l'implant est sur la crête alvéolaire. Le forage a réalisé une ostéotomie suivant une trajectoire qui va du côté palatin au côté vestibulaire de l'os alvéolaire puis le corps de l'implant quitte la partie concave de la paroi antérieure du sinus pour pénétrer l'os zygomatique. La plupart du corps de l'implant a un trajet antérieur extra-sinusien. Le centre du corps de l'implant ne touche pas la partie la plus concave de la paroi. L'implant a un contact osseux coronaire avec la crête alvéolaire et apical avec l'os zygomatique.

- Type 4 : trajet extra-maxillaire (6,5% des cas)



[5] ZAGA type 4:

Il y a une atrophie extrême du maxillaire et de l'os alvéolaire. La tête de l'implant est située vestibulairement à la crête alvéolaire au niveau de laquelle il n'y a aucune ostéotomie, même minime. Le forage arrive à la perforation zygomatique suivant un trajet en dehors de la paroi du sinus. La plupart du corps de l'implant a un trajet extra-sinusien et extra-maxillaire. Juste la partie apicale de l'implant est entourée d'os. L'implant a un contact osseux avec l'os zygomatique et une partie de la paroi latérale du sinus.

Une inquiétude avec les implants zygomatiques extra-maxillaires est le risque de survenue d'une déhiscence des tissus mous autour de la tête de l'implant, exposant ainsi des spires de l'implant.



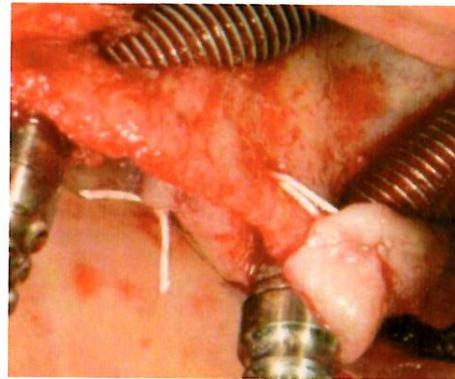
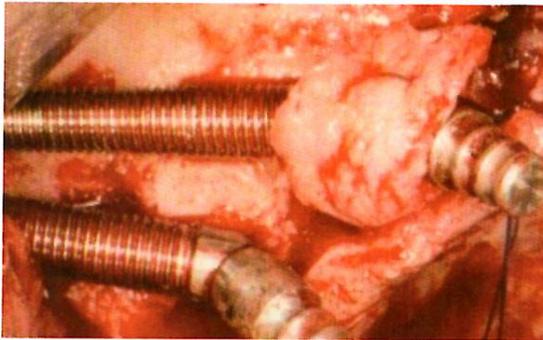
Une Faible déhiscence (comme sur la photo ci-contre) ne compromet généralement pas l'état de l'os et il n'est pas nécessaire de déposer l'implant [5].

Cette possible déhiscence des tissus mous ne change pas l'ancrage de l'implant car celui-ci est réalisé dans l'os zygomatique.

Pour prévenir cette déhiscence la tête de l'implant est placée le plus proche possible de la crête osseuse et il est recommandé de placer le maximum de quantité de muqueuse kératinisée sur le versant vestibulaire (pour cela l'incision palatine est biseautée et l'incision de décharge doit être loin du site de placement de l'implant).

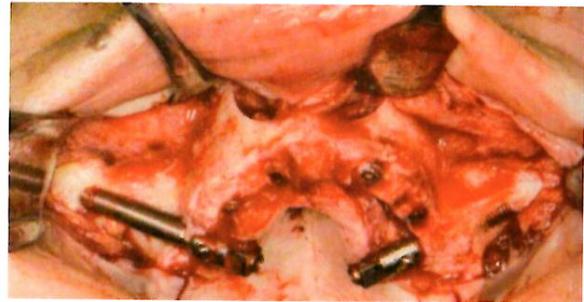
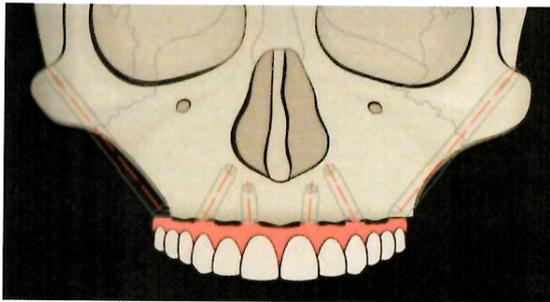
La réalisation de manière prophylactique d'une greffe muco-gingivale en écharpe est recommandée pour recouvrir la tête de l'implant avec une quantité suffisante de tissu kératinisé.

La greffe pédiculée sera sécurisée autour du « cou » de l'implant (comme une écharpe) généralement avec l'aide d'une suture stabilisée dans un trou préalablement réalisé dans l'os alvéolaire.



[5] La greffe pédiculée est utilisée pour recouvrir la tête et cou de l'implant. Elle est fixée par un point de suture.

Sur un même cas clinique, les 2 côtés peuvent avoir des implants zygomatiques avec des types de trajet différents car des variations anatomiques intra-individuelles sont retrouvées dans 58% des cas selon l'étude d'APARICIO [4] :



[5] Cas avec côté gauche de la face un implant en position ZAGA 0, et côté droit un implant en position ZAGA 4.

4.4.3. Résultats de la technique ZAGA

- Amélioration de la position de l'implant pour la réhabilitation prothétique:
[5,7]

La différence entre la distance moyenne de l'émergence de la tête de l'implant zygomatique et le centre de la crête résiduelle est de 11,2 mm dans le protocole originel de Brånemark (trajet intra-sinusien) alors qu'il est de 2,9 mm avec la technique ZAGA.

La construction prothétique sera moins encombrante permettant une meilleure mise en oeuvre des mesures de l'hygiène par le patient et permettant un meilleur confort pour l'élocution car la gêne de la langue sera moindre.

- Amélioration de la santé du sinus:

Une des hypothèses de la survenue de sinusite est le manque d'ostéo-intégration au niveau de la crête alvéolaire qui résulterait en la création d'une communication oro-antrale. La technique ZAGA semble être bénéfique pour la santé des tissus mous car la procédure de préparation laisse une quantité suffisante d'os alvéolaire et basal pour l'intégration de la partie coronaire de l'implant qui minimise le risque de communication oro-antrale.

Quand il n'y a pas assez d'os alvéolaire, la préparation est faite en vestibulaire de la crête sous la forme d'une gouttière avec aucune perforation du plancher du sinus.

Quand il y a une sévère résorption, l'implant zygomatique est placé latéralement par rapport à la paroi latérale du sinus maxillaire pour pénétrer directement dans l'os zygomatique.

- Augmentation du contact os-implant:

Comme démontré par CORVELLO et al. [15], la longueur du trou de forage pour des implants zygomatiques insérés avec la technique standard est plus courte que celle de celui réalisé avec la technique extra-sinusienne.

4.4.4. Conclusion

La technique ZAGA peut être utilisée chez des patients avec des formes d'atrophies du maxillaire très différentes allant d'un mur latéral sinusien plat à celui présentant une forte concavité.

De plus, la technique conduit à l'émergence de l'implant zygomatique proche du sommet de la crête, ce qui est bénéfique pour l'esthétique, l'hygiène et le confort du patient car cela évite une réhabilitation prothétique encombrante, qui était souvent le cas avec le protocole initial de Brånemark.

La procédure permet de personnaliser la procédure chirurgicale pour un meilleur placement de l'implant ce qui fournirait une stabilité primaire plus importante.

Le trajet souvent extra-sinusien de la technique ZAGA implique un contact os-implant plus tangentiel, cependant une épaisseur minimale de 3 mm doit être laissée autour de l'implant pour éviter une fracture de l'os zygomatique [5].

Une inquiétude concernant cette technique est quel sera l'effet à long terme du contact des spires exposées de l'implant avec les tissus mous.

4.5. Mise en charge immédiate

La première étude de cas de mise en charge immédiate d'implants zygomatiques (associés à des implants conventionnels standards) a été publiée en 2006 par Chow et al. [12]. Durant le temps du suivi de l'étude, ils n'ont constaté aucun échec implantaire et ont conclu que la mise en charge immédiate des implants zygomatiques a un très bon potentiel de succès, autant que celui concernant les implants conventionnels.

D'autres études récentes ont également montré des résultats similaires avec des taux de survie allant de 95,8% à 100% [5,6,24]. Et ce avec différentes techniques: Sinus Slot et Extra-sinusienne [14], voire dans le cadre de prothèses soutenues exclusivement par 4 implants zygomatiques (Zygoma Quad) [18].

On peut donc en conclure que bien que le protocole de mise en charge différée de 6 mois puisse être encore appliqué lorsque la stabilité primaire de l'implant n'est pas acquise lors de son placement, la mise en charge immédiate peut être utilisée car présente un grand nombre d'avantages:

- Une seule intervention chirurgicale avec la constitution d'un joint péri-implantaire de première intention.
- La stabilisation de tous les implants reliés rigidement les uns aux autres.
- L'application de forces masticatoires équilibrées grâce à une restauration vissée et fixée sur les implants.
- L'absence de port de prothèse amovible instable transitoire appliquant des forces intempestives sur les têtes d'implants pouvant aussi entraîner une inflammation des tissus mous.

4.6. Cas particulier du Zygoma Quad [3,5]

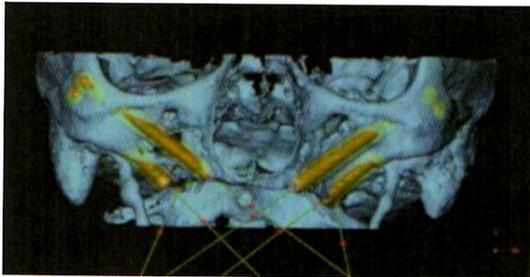
Lorsque l'atrophie du maxillaire est telle qu'il n'est même pas possible de placer des implants conventionnels au niveau du pré-maxillaire, une solution basée sur l'insertion de 4 implants zygomatiques, 2 dans chaque os zygomatique, familièrement appelée Zygoma Quad peut être envisagée.

L'utilisation du Zygoma Quad est indiquée lorsque la résorption du maxillaire est extrême (hauteur d'os inférieure à 10 mm et largeur inférieure à 4 mm) et quand les os zygomatiques permettent l'insertion de 4 implants zygomatiques.

Une expérience sur crâne sec montre que l'os zygomatique peut offrir un grand volume osseux puisqu'il a été possible d'y mettre en place 3 implants zygomatiques.

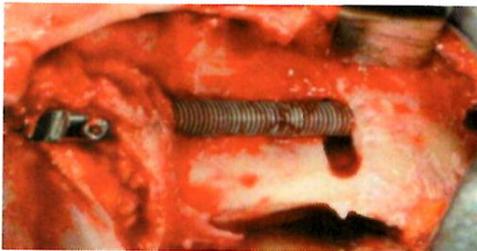
Le protocole habituel pour le placement de 4 implants zygomatiques ne diffère pas du protocole pour l'insertion de 2 implants zygomatiques.

Une mise au point pré-chirurgicale avec insertion virtuelle des implants est conseillée.

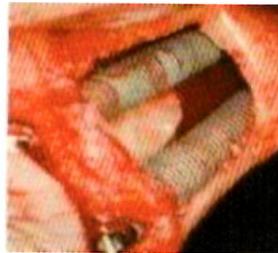


[5] Simulation virtuelle d'insertion de 4 implants zygomatiques via le logiciel ProCera.

Il est recommandé de placer d'abord les implants antérieurs pour éviter le nerf infra-orbitaire.



[5] L'implant zygomatique antérieur est placé en premier



Les implants antérieurs émergent au niveau vestibulaire sur la crête dans la région de l'incisive latérale et les implants postérieurs dans la région 2ème prémolaire-1ère molaire.

Chez un même patient les implants zygomatiques peuvent avoir des types de trajet différents car il peut exister des variations anatomiques intra-individuelles.



[5] Positionnement des implants antérieurs au niveau incisif et des implants postérieurs au niveau de la 2ème prémolaire-1ère molaire.



[5] Les implants antérieur gauche et postérieur droit sont extra-crestal

5. Conclusion

La reconstruction implantologique du maxillaire sévèrement atrophié nécessite un investissement thérapeutique considérable.

L'évolution démographique aura pour conséquence qu'un nombre croissant de patients âgés désireront de telles réhabilitations.

Il faut de plus s'attendre à ce que nous soyons confrontés à des échecs implantaires à long terme dans le groupe de la population ayant bénéficié de traitements par des implants. Il en résultera que le nombre de cas critiques du point de vue implantaire nécessitant des traitements de seconde intention ira également en augmentant.

Les implants zygomatiques dont les publications, à ce jour, témoignent de leur efficacité et fiabilité, peuvent alors permettre de réaliser des réhabilitations prothétiques implanto-portées sans avoir recours à des procédures lourdes de greffe osseuse.

Ils se positionnent donc comme une alternative intéressante aux élévations de plancher sinusien ou de toute autre augmentation de volume osseux.

Cette technique permet de raccourcir la procédure chirurgicale et de diminuer la durée de la réhabilitation prothétique avec la possibilité de mise en charge immédiate améliorant la qualité de vie du patient.

La modification des protocoles chirurgicaux et l'évolution vers une chirurgie extra-sinusienne pourrait diminuer le risque de sinusite qui peut compromettre le traitement si elle n'est pas correctement traitée.

Néanmoins, les études publiées ne sont pas très nombreuses et parfois le suivi à long terme est absent.

6. Bibliographie

1. AL-NAWAS, B ; WEGENER, J ; WAGNER, W. Critical soft tissue parameters of the zygomatic implant. *Journal of Clinical Periodontology* , 2004, vol.31, n°7, p. 497-500
2. ANANDAKRISHNA, GN ; S GIRISH, Rao. Management of multiple impacted permanent teeth with zygomatic implants. *International Journal of Oral Implantology and Clinical Research*, 2010, vol.1, n°2, p. 107-112
3. ANTOUN, Hadi (éd.). *Les greffes de sinus en implantologie*. Rueil-Malmaison : JPIO, 2011. 269 p. ISBN 978-2-84361-175-9
4. APARICIO, Carlos. A proposed classification for zygomatic implant patients based on the zygoma anatomy guided approach (ZAGA) : a cross-sectional survey. *European Journal of Oral Implantology*, 2011, vol.4, n°3, p. 269-275
5. APARICIO, Carlos (éd.). *Zygomatic implants : the anatomy-guided approach*. London : Quintessence publishing, 2012. 268 p. ISBN 978-1-85097-225-9
6. APARICIO, Carlos ; OUAZZANI, Wafaa ; APARICIO, Arnau, et al. Immediate-early loading of zygomatic implants : clinical experiences after 2 to 5 years of follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 2010, vol.12, suppl 1, p. 77-82
7. APARICIO, Carlos ; OUAZZANI, Wafaa ; APARICIO, Arnau, et al. Extrasinus zygomatic implants : three year experience from a new surgical approach for patients with pronounced buccal concavities in the edentulous maxilla. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 2010, vol.12, n°1, p. 55-61
8. BECKTOR, JP ; ISAKSSON, S ; ABRAHAMSSON, P, et al. Evaluation of 31 zygomatic implants and 74 regular dental implants used in 16 patients for prosthetic reconstruction of the atrophic maxilla with cross-arch fixed bridges. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 2005, vol.7, n°3, p. 159-165
9. BEDROSSIAN, E. Rehabilitation of the edentulous maxilla with the zygoma concept : a 7-year prospective study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2010, vol.25, n°6, p. 1213-1221
10. BOYES-VARLEY, John G ; HOWES, Dale G ; LOWNIE, JF, et al. Surgical modifications to the Brånemark zygomaticus protocol in the treatment of the severely resorbed maxilla : a clinical report. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2003, vol.18, n°2, p. 232-278
11. BRÅNEMARK, PI ; GRÖNDAHL, K ; OHRNELL, LO, et al. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla : technique and long term results. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*, 2004, vol.38, n°2, p. 70-85
12. CHOW, James ; HUI, Edward ; LEE, Philip KM. Zygomatic implants _ protocol for immediate occlusal loading : a preliminary report. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2006, vol.64, p. 804-811
13. CHOW, James ; WAT, P ; HUI, Edward. A new method to eliminate the risk of maxillary sinusitis with zygoma implants. *International Journal of Maxillofacial Implants*, 2010, vol.25, p.1233-1240
14. CORDERO, EB ; BENFATTI, CA ; BIANCHINI, MA, et al. The use of zygomatic implants for the rehabilitation of atrophic maxillas with 2 different techniques : Stella and Extrasinus. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Oral Endodontology*, 2011, vol.112, n°6, p. 49-53

15. CORVELLO, Paula Chiattonne ; MONTAGNER, Aline ; BATISTA, Felipe Correa, et al. Length of the drilling holes of zygomatic implants inserted with the standard technique or a revisited method : a comparative study in dry skulls. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2011, vol.39, n°2, p. 119-123
16. CHRCANOVIC, Bruno Ramos ; ABREU, MH. Survival and complications of zygomatic implants : a systematic review. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 2013, vol.17, n°2, p. 81-93
17. DAVO, Ruben ; MALEVEZ, Chantal ; LOPEZ-ORELLANA, Cristobal, et al. Sinus reactions to immediately loaded zygoma implants : a clinical and radiological study. *European Journal of Oral Implantology*, 2008, vol.1, n°1, p. 53-60
18. DAVO, Ruben ; PONS, Olivia. Prostheses supported by four immediately zygomatic implants : a 3-years prospective study. *European Journal of Oral Implantology*, 2013, vol.3, p. 263-269
19. GAUDY, Jean-François ; CANNAS, Bernard ; GILLOT, Luc, et al. Atlas d'anatomie implantaire. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2006. 282 p. ISBN 978-2-294-05082-4
20. KAMINA, Pierre. Anatomie clinique : tome 2, tête-cou-dos. 3e éd. Paris : Maloine, 2006. 405 p. ISBN(10) 2-224-02958-6 / ISBN(13) 978-2-224-02958-6
21. OTTO, Tobias ; HELD, Uwe ; ROHNER, Dennis. Les implants zygomatiques : une alternative thérapeutique en cas d'atrophie sévère du maxillaire ? Présentation d'un cas clinique. *Revue Mensuelle Suisse Odontostomatologie*, 2010, vol.120, n°1, p. 43-50
22. PENARROCHA, Miguel ; BORONAT, A ; CERVERA, R. Fixed ceramometallic prostheses over anterior and transzygomatic implants by using the sinus slot technique: report of a case. *Journal of Oral Implantology*, 2006, vol.32, p. 38-40
23. PENARROCHA, Miguel ; GARCIA, B ; MARTI, E, et al. Rehabilitation of severely atrophic maxillae with fixed implant-supported prostheses using zygomatic implants placed using the sinus slot technique : clinical report on a series of 21 patients. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2007, vol.22, n°4, p. 645-650
24. PI-URGELL, Joan ; MIR-MARI, Javier ; FIGUEIREDO, Rui. Réhabilitation de maxillaires atrophiques en utilisant des implants zygomatiques : une revue de la littérature. *Implants*, 2012, n°1, p. 20-27
25. PI-URGELL, Joan ; REVILLA-GUTIERREZ, Veronica ; GAY-ESCODA, Cosme. Rehabilitation of atrophic maxilla : a review of 101 zygomatic implants. *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 2008, vol.13, n°6, p. 363-370
26. SATO, Fabio-Ricardo-Loureiro ; SAWAZAKI, Renato ; BERRETTA Daniel, et al. Aspergillosis of the maxillary sinus associated with zygomatic implant. *The Journal of the American Dental Association*, 2010, vol.141, n°10, p. 1231-1235
27. STELLA, JP ; WARNER, MR. Sinus Slot technique for simplification and improved orientation of zygomatic dental implants: a technical note. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2000, vol.15, p.889-893
28. ZWAHLEN, R.A. ; GRÄTZ, K.W ; OECHSLIN, C.K, et al. Survival rate of zygomatic implants in atrophic or partially resected maxillae prior to functional loading : a retrospective clinical report. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2006, vol.21, n°3, p. 413-420

Table des matières

1. Introduction	1
2. Matériels et méthodes	2
2.1. Support anatomique.....	2
2.1.1. Os maxillaire.....	2
2.1.1.1. Faces.....	3
2.1.1.2. Processus.....	7
2.1.1.3. Sinus maxillaire.....	8
2.1.2. Os zygomatique.....	9
2.1.2.1. Face jugale.....	9
2.1.2.2. Face orbitaire.....	10
2.1.2.3. Face temporale.....	10
2.1.2.4. Structure.....	11
2.2. L'implant zygomatique.....	12
2.2.1. Etat de surface.....	12
2.2.2. Forme générale.....	12
2.2.3. Longueur.....	12
2.2.4. Angulation de la tête.....	13
2.3. Protocole chirurgical.....	14
2.3.1. Anesthésie.....	14
2.3.2. Incision.....	15
2.3.3. Décollement.....	15
2.3.4. Réalisation d'une fenêtre sinusienne.....	16
2.3.5. Mise en place de l'implant.....	17
2.4. Imagerie.....	19
2.4.1. Imagerie pré-opératoire.....	20
2.4.2. imagerie post-opératoire.....	21
3. Résultats	23
3.1. Suites opératoires.....	23
3.1.1. Douleur.....	23
3.1.2. Hématome.....	23
3.1.3. Paresthésies.....	23
3.1.4. Saignement nasal.....	23

3.2. Accidents.....	23
3.2.1. Accidents mineurs.....	24
3.2.2. Accidents majeurs.....	24
3.3. Complications.....	25
3.3.1. Pathologie sinusienne.....	25
3.3.2. Fistule oro-antrale.....	27
3.3.3. Problèmes parodontaux.....	27
3.3.4. Fracture de l'implant.....	28
3.4. Taux de survie des implants.....	28
4. Discussion	30
4.1. Modification de l'angulation de la tête de l'implant.....	30
4.2. Technique Sinus Slot.....	31
4.2.1. Protocole.....	31
4.2.2. Critiques.....	31
4.3. Technique de la fenêtre élargie.....	32
4.4. Zygoma Anatomy-Guided Approach (ZAGA).....	32
4.4.1. Généralités.....	32
4.4.2. Protocole.....	33
4.4.2.1. Détermination du point de pénétration coronaire intra-orale.....	33
4.4.2.2. détermination du point de pénétration apical extra-orale.....	36
4.4.2.3. Détermination du trajet du corps de l'implant.....	37
4.4.3. Résultats de la technique ZAGA.....	40
4.4.4. Conclusion.....	41
4.5. Mise en charge immédiate.....	42
4.6. Cas particulier du Zygoma Quad.....	42
5. Conclusion	44
6. Bibliographie	45

APPROBATION / IMPROBATION

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

Lu et Approuvé

Le Président du Jury
