techniques non invasives d'implantation sous-sinusienne

(2^e partie)

*Cette deuxième partie fait suite à la première partie
parue dans le précédent numéro des AOS.*

RÉSUMÉ

Yves COMMISSIONAT,
Professeur au Collège de Médecine
des Hôpitaux de Paris,
Membre de l'Académie Nationale
de Chirurgie Dentaire,
10, avenue Percier,
75008 Paris.

Guy PRINC,
Membre de l'Académie Nationale
de Chirurgie Dentaire,
Service de Stomatologie et Chirurgie
Maxillo-Faciale du Groupe Hospitalier
Cochin-Saint-Vincent de Paul
et de la Fondation
Hôpital Saint-Joseph.

Francis POULMAIRE,
Membre associé
de l'Académie Nationale
de Chirurgie Dentaire,
23, rue de la République,
84000 Avignon.

Gérard SCORTECCI,
Membre associé
de l'Académie Nationale
de Chirurgie Dentaire.

et

Guillaume ODIN,
Service de Chirurgie Maxillo-Faciale,
Hôpital Pasteur, CHU Nice.

Stéphane BERG,
52a Grand Rue,
67360 Walbourg.

Le sinus maxillaire constitue un obstacle à l'implantation au niveau de la partie postérieure du maxillaire. Pour passer outre cet obstacle, l'intervention la plus fréquemment proposée consiste en un soulèvement de la muqueuse, l'espace compris entre ladite muqueuse et le plancher sinusien étant comblé par des greffons iliaques ou pariétaux. Il s'agit donc d'interventions majeures qui peuvent provoquer des complications importantes.

De nouvelles techniques permettent actuellement d'exploiter une hauteur de plancher n'excédant pas 5 mm. Ces interventions non invasives sont représentées par les techniques dites de SUMMERS, les implants cylindriques stabilisés, le diskimplant et le zygomadisk.

D'autres interventions ont été proposées : l'implant ptérygo-maxillaire, l'implant zygomatique. Ces techniques, si elles n'exigent pas le prélèvement de greffons, s'avèrent en réalité complexes et sont à la limite des techniques invasives.

MOTS CLÉS

sinus maxillaire
comblement sinusien
ostéotomes
implant cylindrique stabilisé
diskimplant
implant ptérygo-maxillaire
implant zygomatique

implant cylindrique stabilisé (I.C.S.)

Cet implant présente de nombreux avantages dus à la simplicité de sa pose, à sa faible longueur, à sa faible épaisseur. Il s'agit en réalité d'un implant cylindrique dont la surface développée est accrue par l'existence d'aillettes^[19] (fig. 14).

fig. 14 L'implant cylindrique stabilisé. Son intérêt tient à sa faible hauteur (7,5 mm) et à sa surface développée (240 mm²).

Intégré, il offre toutes les caractéristiques prothétiques des implants cylindriques conventionnels.

La partie cylindrique ou fût a une longueur de 7,5 mm pour le modèle le plus utilisé.

Son diamètre est de 3,25 mm s'élargissant à 3,40 mm au niveau du collet. L'effet anti-rotationnel est obtenu par un octogone interne.

Les ailettes ont une épaisseur de 1,2 mm. Il existe deux formes d'implants de longueurs différentes, 16 ou 20 mm. Les ailettes présentent de vastes perforations à travers lesquelles l'os pénètre et assure ainsi une solide rétention.

L'efficacité de l'ICS provient de sa surface développée : 240 mm² pour l'implant de 16 mm de longueur, 295 mm² pour l'implant de 20 mm de longueur.

Pour obtenir une même surface de 240 mm² avec un implant conventionnel, il faudrait utiliser soit un implant de 14 mm de longueur et 3,8 mm de diamètre, soit un implant de 12 mm de longueur et 4,5 mm de diamètre.

longueur des implants et stabilité

La longueur des implants conventionnels influe sur leur stabilité. L'étude statistique de l'Annual World Report-Nobelpharma 1990 le confirme. Le taux d'échecs (maxillaire et mandibule) est de 1,8 % pour des implants de 13 mm de longueur, de 3,1 % pour des implants de 10 mm, de 7,2 % pour des implants de 7 mm. Ce taux de 7,2 % paraît en réalité trop optimiste. En effet, malgré les opinions différentes de Bernard, *et al.*^[9] et de Pessoto, *et al.*^[51], beaucoup d'auteurs déconseillent l'utilisation des implants conventionnels courts, c'est-à-dire de longueur inférieure à 10 mm.

Pour Saadoun et Le Gall^[58] :

«Les implants vis en titane de 8 mm de longueur et de 3,25 et 3,8 mm de diamètre ont été abandonnés en raison de leur pourcentage d'échec trop élevé».

Certains auteurs ont alors proposé de suppléer l'insuffisance de longueur par l'augmentation du diamètre pour accroître la surface développée. Des implants de 5 ou 6 mm de diamètre seraient alors recommandés.

Davarpanah, *et al.*^[23] ne sont guère partisans de tels implants qui exigent évidemment une grande largeur crâniale souvent absente. Le risque de fenestration et de perte osseuse verticale est accru.

■ rapport implant-épaisseur des crêtes

L'avantage de l'ICS est de présenter une importante surface développée sans exiger une crête aussi large, grâce à la minceur des ailettes (1,2 mm).

Il est classique d'insister sur le fait qu'une épaisseur osseuse d'au moins 1,5 mm sur chacune des faces d'un implant est nécessaire pour sa stabilité.

Le plus petit diamètre raisonnablement utilisable pour un implant cylindrique conventionnel est de 3,5 mm. L'épaisseur de la crête doit donc atteindre : $1,5 + 1,5 + 3,5 = 6,5$ mm.

Le même calcul avec les ailettes de l'ICS aboutit au résultat suivant : $1,5 + 1,5 + 1,2 = 4,2$ mm.

Une telle différence, apparemment minime, est souvent très appréciable.

Une objection apparaît immédiatement, ce calcul n'est pas valable pour le fût de l'ICS. En effet, l'utilisation d'un implant cylindrique dans une crête mince sur quelques millimètres provoque une perte de substance osseuse d'une ou des deux tables. La stabilité de cet implant se trouve ainsi compromise. Par contre, dans les mêmes conditions, l'ICS, une fois inséré, a une stabilité parfaite grâce à ses ailettes, totalement noyées dans l'os (**fig. 15**).

Un autre avantage de l'ICS est l'existence d'une **sécurité absolue** lors de la préparation du lit implantaire. En effet, cette préparation s'effectue par l'intermédiaire de disques de rayon et

fig. 15 Situation comparée d'un implant cylindrique conventionnel et d'un ICS dans une crête mince.

fig. 16 Dans la plupart des cas, seuls les 3 premiers disques sont utilisés.

fig. 17 Grâce au mandrin et à une butée, le forage s'effectue en toute sécurité.

d'épaisseur croissants (**fig. 16**). Le dernier disque a l'épaisseur des ailettes (1,2 mm) et un rayon de 7 mm, c'est-à-dire la longueur du fût.

Le mandrin et une butée s'opposent à toute pénétration intempestive (**fig. 17**).

■ technique opératoire

Cette technique a été décrite dans plusieurs articles^[19, 20]. Elle sera illustrée d'après une observation typique.

fig. 18 a Hauteur crête sinus inférieure à 10 mm.

fig. 18 b La cavité implantaire.

fig. 18 c L'ICS en place.

fig. 18 d Bridges réalisés sur 2 ICS sous-sinusiens.

fig. 18 e Résultat clinique.

fig. 19 a Bridge reposant sur 2 ICS sous-sinusiens et 5 implants cylindriques.

fig. 19 b Résultat clinique.

Le scannogramme révèle une crête alvéolaire relativement large mais d'une hauteur sous-sinusienne inférieure à 10 mm (**fig. 18 a**).

La cavité implantaire est préparée par les disques et les forets (**fig. 18 b**).

L'ICS est impacté (**fig. 18 c**). Il occupe le site d'une première molaire. Un bridge est réalisé avec, pour pilier antérieur, un implant conventionnel au site 13. Du côté opposé, un ICS a également été placé (**fig. 18 d et 18 e**).

Dans une autre observation, un bridge repose sur deux ICS sous-sinusiens et cinq implants conventionnels (**fig. 19 a et 19 b**).

La longueur de la partie cylindrique de l'ICS est de 7,5 mm. Son insertion ne pose donc aucun problème lorsque la distance crête-plancher sinusien est égale ou supérieure à 7,5 mm.

Il est possible de gagner 2 mm, c'est-à-dire de placer un ICS lorsque cette distance n'est que de 5 mm. Il suffit pour cela de s'inspirer des techniques de Summers décrites précédemment. Le forage avec les disques s'arrête à la lamina dura du sinus. Il en est de même du forage central. L'ICS est alors

impacté doucement en fracturant la lamina dura. L'absence d'angles aigus de l'ICS permet de ne pas déchirer la membrane^[6].

■ réalisation prothétique

L'ICS doit être considéré et traité comme un implant cylindrique conventionnel (**fig. 20 a, 20 b, 20 c, 20 d**). En situation sous-sinusienne, il restera enfoui cinq mois. Le deuxième temps opératoire est identique : pose d'une vis de cicatrisation qui sera remplacée par les éléments prothétiques. Cette intervention permet d'apprécier l'absence de mobilité de l'ICS et la disparition progressive de la tranchée d'insertion qui est en voie d'ossification (**fig. 21**).

L'ICS est relié soit à une ou plusieurs dents naturelles, soit à un ou plusieurs implants situés mésialement. Il a été reproché à l'ICS d'être à l'origine de bridges à longue portée. Cela est inexact. En effet, la partie cylindrique de l'ICS se situe en position médiane, soit à 8 mm du bord mésial. Le diastème à laisser entre l'ICS et le pilier mésial peut être limité à 2 mm.

La portée du bridge sera donc faible, $8 + 2 = 10$ mm.

Les résultats statistiques sont identiques à ceux des implants conventionnels.

Une statistique de Commissionat, Poulmaire et Cousin^[19] fait état de 92,7 % de succès sur 55 ICS placés au maxillaire et à la mandibule.

fig. 20 a ICS associée à 2 implants conventionnels.

fig. 20 b Pose des vis de cicatrisation. L'ICS est en distal.

fig. 20 c Épithélialisation muqueuse sous les vis de cicatrisation.

fig. 20 d Résultat clinique.

fig. 21 Disparition de la tranchée et recouvrement des ailettes 6 mois après la pose de l'ICS.

■ indications

Les indications de l'ICS en implantologie sous-sinusienne se résument ainsi :

- distance crête-plancher du sinus de 7 mm ou plus ;
- la technique de Summers permet d'exploiter une distance de 5 mm ;
- crête mince.

implantologie basale – du diskimplant au zygomadisk

L'évolution de l'implantologie basale s'échelonne sur 20 ans : de 1984 à 2004. On assiste actuellement à une extension notable de la méthodologie grâce au progrès accompli suite aux excellents résultats cliniques qui résistent à l'épreuve du temps.

■ indications

- Lorsque les comblements sinusiens ne sont ni souhaitables (sinusite chronique) ni souhaités (refus du patient).
- En cas d'échec de comblement sinusien, il est possible de mettre des Diskimplant® sans passer par de nouvelles greffes.
- Un minimum de 2 mm d'os résiduel est nécessaire dans la région infra-sinusienne pour installer des Diskimplant® ou des Zygomadisks, sans faire d'élévation de sinus.

■ méthode (fig. 22 a)

- Un montage esthético-fonctionnel permettant de matérialiser le futur espace prothétique est réalisé avec des dents barytées (Vivodent®).
- Ce montage permet la création d'un guide chirurgical à visée prothétique à partir d'un scanner.

- Une reproduction tridimensionnelle du maxillaire est obtenue par stéréolithographie (OBL France) ainsi qu'un guide tridimensionnel (OBL France) pour Diskimplant et implant structure tubéro-ptérygoïdien (**fig. 22 b**).

- Une fois le guide chirurgical réalisé, l'ostéotomie s'effectue à l'aide de cutter en titane monté sur turbine ou sur contre-angle à grande vitesse.

■ observation clinique n° 1

Édentation héli-maxillaire supérieure droite à l'exception de la 11 (octobre 1994). Deux implants Victory sont installés en 12 et 18, deux double disques en 15, 16, un triple disque en 13 (**fig. 22 c**). La mise en charge fonctionnelle a été réalisée sous 24 heures avec un bridge vissé titane-résine. Six mois plus tard, une fois l'ostéointégration validée, le bridge définitif auro-céramique vissé remplace les dents de transition (**fig. 22 d**). L'aspect esthétique est correct (**fig. 22 e**). La panoramique réalisée 10 ans après l'opération (juin 2004) montre la parfaite stabilité du système ostéo-ancré (**fig. 22 f**).

fig. 22 a Édentation de 12 à 17. Situation particulièrement difficile à temporiser avec une prothèse amovible d'attente.

fig. 22 b Reconstruction stéréolithographique (OBL).

fig. 22 c Guide chirurgical pour Diskimplant® et implant Structure® ptérygoïde (courtoisie Dr Laurent Sers).

fig. 22 d Montage des implants secteur I (trois Diskimplants sous sinusiens en 13, 15, 16, un implant Structure® tubéro-ptérygoïdien et un implant Structure® microfilé en 12).

fig. 22 e Aspect cosmétique final du bridge vissé auro céramique de 12 à 17.

fig. 22 f Vue panoramique montrant l'ensemble du dispositif à 10 ans.

■ observation clinique n° 2

Édentation unilatérale.

Remplacement des 17, 16, 15, 14 par un implant Structure® tubéro-ptérygoïdien (Ø 3,75 mm, h 15 mm), un simple disque en position sous-sinusienne (16), un double disque en position sous-sinusienne (15) et un triple disque en 14. La mise en charge a été réalisée sous 48 heures. Panoramique à 8 ans (fig. 23).

fig. 23 Implantation secteur 1. 12 et 13 sont présentes. Triple disque en 14, double disque en 15 et simple disque en 16. Les 3 Diskimplants® sont infra-sinusiens. Un implant Structure® microfilé complète le dispositif. Mise en charge immédiate à 48 h. Panoramique du bridge d'usage 8 ans post-opératoire.

■ observation clinique n° 3

Édentation unilatérale (fig. 24).

Remplacement des 17, 16, 15, 14 et 13 par 5 implants : 3 implants Structure® en 18, 14 et 13, un simple disque sous-sinusal en 16, un double disque sous-sinusal en 15. Les implants ont été mis en charge immédiatement il y a 9 ans.

fig. 24 Double Diskimplant® en 15, simple Diskimplant® en 16 ont permis de réduire la portée d'un bridge implanto-porté de 18 à 13. Rétro-alvéolaire à 9 ans montrant la parfaite stabilité des structures osseuses sous-sinusiennes.

fig. 25 a Édentation bilatérale secteurs 1 et 2. Hauteur osseuse sous-sinusienne variant de 2 à 4 mm.

fig. 25 b Panoramique à 9 ans post-opératoire.

■ observation clinique n° 4

Édentation bilatérale (**fig. 25 a**).

Patiente avec récurrence de cancer traitée par chimiothérapie.

Un implant Structure® tubéro-ptérygoïdien a été placé en 18 et 28. Les secteurs sous-sinusiens droit et gauche ont été équipés avec des Diskimplants®. Panoramique des bridges définitifs après 9 ans de mise en fonction immédiate au maxillaire (**fig. 25 b**).

■ observation clinique n° 5

Implantation totale maxillaire avec mise en charge immédiate.

Patient âgé de 70 ans, fumeur, opéré en début 2004 d'un cancer du poumon, qui ne supporte absolument pas sa prothèse totale conventionnelle.

Un scanner a été réalisé (**fig. 26 a**) ainsi qu'une reconstruction stéréolithographique. Compte tenu de la faible hauteur d'os disponible (moins de 2 mm en sous-sinusien), des Zygomadisks sont envisagés (**fig. 26 b**), ceux-ci sont placés en position endo-osseuse crestale. La boucle est rabattue sur la paroi latérale du sinus et vient se loger sur le zygoma. Le verrouillage se fait à l'aide de vis d'ostéosynthèse (**fig. 26 c**) dans l'apophyse zygomatique (**fig. 26 d**) au travers des œillets du Zygomadisk.

L'ensemble est recouvert par de l'os autologue de récupération plus une couche d'Interpore 200® et enfin de membrane PRF (**fig. 26 e**). L'empreinte est prise après l'intervention ; le bridge fixe vissé de forte rigidité assure une contention immédiate de l'ensemble sous 48 heures (**fig. 26 f**).

■ observation clinique n° 6

Fracture de la 24, support d'une prothèse chez un patient âgé.

Extraction de la 24 et mise en place de 4 implants (**fig. 27 a**) : 2 implants Zygomadisks et 2 implants Structure® microfilés. La mise en charge est réalisée 48 heures après (**fig. 27 b**).

Six mois plus tard, les implants sont testés un à un après démontage du bridge vissé.

Absence de douleur, pas d'infection, aucun micro-mouvement. La patiente a une sensation agréable de stabilité et de confort.

■ résultats

Les études multicentriques à long terme sur l'utilisation des Diskimplants® en région infrasinusienne maxillaire s'étendent maintenant sur 20 années (juin 1984 à juin 2004) avec un taux de succès, toutes difficultés confondues, dépassant les 90 %. Les complications sont minimales et simples à gérer. Il faut noter que, contrairement aux vis et aux cylindres, une légère souplesse du disque infrasinusien ne signifie nullement sa dépose en l'absence de pathologie avérée (infection, douleur, mobilité excessive).

1984-2004

Analyse portant sur 5 286 Diskimplants® placés dans les régions sous-sinusiennes.

Ce nombre ne constitue qu'une partie des disques installés dans ces régions (moins de 50 %) car moins de la moitié des patients reviennent aux contrôles réguliers.

fig. 26 a Scanner d'un maxillaire atrophique (patient de 70 ans).

fig. 26 b Zygomadisk et implant trigone (région rétromolaire mandibulaire).

fig. 26 c Vis d'ostéosynthèse en titane.

fig. 26 d Zygomadisk en position 16.

fig. 26 e Recouvrement du Zygomadisk par greffe autogène, Interpore 200® et PRF autologue.

fig. 26 f Panoramique du bridge titane/chrome-cobalt/résine vissé de forte rigidité.

fig. 27 a Mise en place de Zygomdisk en secteur 2 mis en charge immédiatement.

fig. 27 b Vue panoramique à 1 an.

1984-1994

100 % technique enfouie et/ou non enfouie avec mise en charge différée à 6 mois.

1994 À 2004

99 % mise en fonction immédiate avec liaison à un implant ptérygoïdien.

1 % infrasinusien strict (technique enfouie ou non enfouie, mise en charge différée à 6 mois).

Nombre de patients opérés et suivis sur 20 ans : 1640.

Nombre moyen d'implants sous-sinu-siens par patient : 3.

Hauteur moyenne sous-sinusienne résiduelle équipée avec des Diskimplants® : ≤ 4 mm.

Nombre total d'implants toujours fonctionnels : 5 184.

■ discussion

Cette méta-analyse donne une vue générale sur l'efficacité et la fiabilité de l'approche basale pour l'équipement des secteur infra et parasinusiens (Zygo-

madisk). Le taux de succès clinique (celui qui importe le plus pour le patient et le praticien) dépasse les 90 %.

COMPLICATIONS ET ÉCHECS

Les complications mineures les plus fréquentes (1 %) sont constituées par des effractions muqueuses de la base d'un Diskimplant®. Le traitement est en général simple. Il suffit d'éliminer la partie métallique exposée à l'aide d'une fraise boule diamantée ou en tungstène sans élever de lambeau. Une simple anesthésie topique suffit. L'élévation de lambeau est contre-productive car elle entraîne une pollution métallique dans la profondeur des tissus. En fraisant le métal apparent sans faire de lambeau, les débris restent en surface et ne pénètrent jamais au sein des tissus. De plus, le procédé est indolore et la guérison immédiate.

COMPLICATIONS ENTRAÎNANT LA DÉPOSE DE L'IMPLANT

Lâchage du support osseux péri-implantaire suite à une sollicitation mécanique excessive du secteur. Les phénomènes de surcharge sont particu-

lièrement importants dans les régions sous-sinusiennes où siégeaient précédemment les prémolaires et les molaires, là où les sollicitations mécaniques sont maximales et peuvent entraîner la perte du matériel ostéo-ancré.

Pour éviter cela, il faut impérativement respecter les règles de la biomécanique occlusale en privilégiant les appuis corticaux. Il est important d'anticiper le nombre de Diskimplants® de diamètre suffisant pour permettre un appui de corticale à corticale. Ne jamais sous-équiper, sous peine de perdre tous les implants. Ne pas hésiter à combiner Diskimplants® et implants Structure® tubéro-ptérygoïdien. Ne pas non plus hésiter à se lier à des dents naturelles fiables et stables lorsque cela a un sens. Les sinusites sont exceptionnelles, consécutives à une pénétration intramuqueuse. Le simple retrait de l'implant sous couverture antibiotique suffit à la guérir.

■ en résumé

La perte des Diskimplants® sous-sinusiens (moins de 2 %) a pour origine essentielle une instabilité mécanique (surcharge occlusale, sous-équipement, disque de diamètre trop faible dans une zone molaire).

Suite à ces constatations, une étude biomécanique spécifique au secteur sous-sinusien a été entreprise il y a quatre ans et se poursuit actuellement par une recherche et un développement sur éléments finis qui fait l'objet d'une thèse d'université. Elle a déjà permis la fabrication des Diskimplants® à extension zygomatique : le Zygomadisk.

ZYGOMADISK : INNOVER POUR PROGRESSER

Le Zygomadisk nécessite une voie d'abord à la fois endo-osseuse sous-sinusienne et juxta-osseuse parasinusienne. Cette approche peut tout à fait être réalisée sous anesthésie locale en ambulatoire. L'émergence endo-osseuse est celle d'un Diskimplant® monobloc. Elle se situe au sommet de la crête gingivale sans empiéter dans le palais. Au niveau crestal, on réalise une ostéotomie discale classique avec un cutter de diamètre 10 mm ou 12 mm.

La pratique endo-osseuse comporte une anse d'appui vestibulaire qui se prolonge en sous-périosté jusqu'au zygoma à la manière d'une plaque d'ostéosynthèse qui a deux œillets permettant le passage d'une vis de fixation dans l'apophyse zygomatique. Un autre prolongement côté palatin permet un appui sur la corticale palatine.

Contrairement à la portion crestale endo-osseuse du Zygomadisk, qui est fortement rigide, l'extension zygomatique est facilement malléable pour permettre son placage sur la paroi du sinus quelle qu'en soit l'inclinaison.

La partie juxta-osseuse sous-périostée est ensuite fixée par des vis d'ostéosynthèse et recouverte par des greffes autologues, du biomatériau type RTR® ou Interpore 200® et enfin par des membranes PRF.

À ce jour, 128 Zygomadisks ont été installés sur 73 patients. Ils ont équipé des sites non accessibles aux méthodes habituelles. Ces dispositifs spéciaux ont permis de reprendre des échecs de greffes endo-sinusiennes chez 32 patients. 100 % des patients sont porteurs d'un bridge fixe ostéo-ancré parfaitement fonctionnel.

Bien qu'il soit trop tôt pour tirer des conclusions, il n'en demeure pas moins que cette méthode ouvre de nouvelles perspectives pour des situations désespérées, totalement inopérables par l'implantation conventionnelle et ingérables avec les prothèses amovibles classiques.

Pour l'heure, tous les patients porteurs de Zygomadisks ont pu reprendre une vie socio-professionnelle normale, en l'absence de signe pathologique clinique ou radiologiquement décelable.

implants ptérygo-maxillaires

■ rappel anatomique

Cette zone implantable est constituée par la conjonction des ailes interne et externe de l'apophyse ptérygoïde, le maxillaire et l'apophyse pyramidale de l'os palatin.

Il existe malheureusement à ce niveau des obstacles anatomiques importants, la fosse ptérygo-palatine, les canaux grand et petit palatin. Le canal grand palatin contient le nerf grand palatin, la volumineuse artère palatine descendante et se termine par le foramen grand palatin. Le canal petit palatin contient

des rameaux nerveux et artériels. Le rapport le plus dangereux est constitué par l'artère maxillaire qui chemine en haut de la fosse ptérygo-palatine.

■ difficultés opératoires et prothétiques

Le principal inconvénient de cette zone implantable est son volume restreint. La moindre erreur de direction de l'axe d'implantation risque de faire pénétrer le foret dans la fosse ptérygo-palatine ou le sinus maxillaire (**fig. 28 a et b**). Ce risque est encore accru par la nécessité

fig. 28 a Partie inférieure de la zone implantable montrant le volume restreint de cette zone. La pose d'un implant a provoqué une sinusite maxillaire.

fig. 28 b Partie supérieure de la zone implantable montrant la diminution de volume de cette zone du côté non implanté et une lyse osseuse totale du côté implanté.

d'utiliser un implant d'une longueur égale ou supérieure à 13 mm (Davarpanah, *et al.*).

Balshi, *et al.*^[5] ont utilisé dans la plupart des cas des implants de 15 mm de longueur et 3,75 mm de diamètre. Ils insistent également sur l'épaisseur de la muqueuse à ce niveau et préconisent l'utilisation de piliers dont la longueur moyenne est de 4,4 mm.

La densité de l'os dans cette zone est diversement appréciée. Pour Khayat et Milliez^[40] «à ce niveau, le tissu osseux est très dense. L'implant a donc une excellente stabilité».

Tel n'est pas l'avis de Balshi qui a relevé une qualité IV selon la classification de Lekholm et Zarb dans 45,9 % des cas et une qualité III dans 41,3 % des cas. C'est pourquoi certains recommandent l'utilisation d'ostéotomes pour la préparation de la cavité de manière à améliorer la densité osseuse. Pour les mêmes raisons, le délai de mise en charge est retardé (mise en charge progressive, période d'enfouissement de 6 mois).

Une autre difficulté provient de la situation postérieure de l'orifice implantaire qui exige une large ouverture buccale.

Il faut insister sur le fait que l'implant a une obliquité importante, ce qui peut poser quelques problèmes prothétiques.

Un dernier risque provient de la nécessité d'éviter une trop longue portée au bridge qui va être réalisé (**fig. 29**).

En effet, le pilier ptérygoïdien se situe à un niveau postérieur à la dent de sagesse.

Il est souvent difficile de trouver un appui antérieur dans une situation satisfaisante.

Deux piliers antérieurs sont nécessaires. Il peut s'agir de piliers dentaires prémolaires ; rien ne s'oppose à la réalisation d'un bridge dento-implanto-porté, à la condition que ces piliers aient un parodonte sain. Il peut s'agir de deux implants en situation prémoilaire. Si la 2^e prémoilaire est absente ou si aucun implant ne peut être placé à ce site, il faudra solidariser la 1^{re} prémoilaire à la canine. Aller au-delà, c'est-à-dire, réaliser un bridge à longue portée allant de l'implant ptérygoïdien situé en arrière de la dent de sagesse à un pilier en situation canine est hasardeux.

■ technique opératoire

Le rappel anatomique confirme la nécessité d'un bilan préalable clinique et radiologique particulièrement précis. L'étude sur scanner est indispensable. Le volume osseux réalisé par la conjonction de trois structures osseuses (apophyse ptérygoïde, maxillaire, os palatin) est souvent insuffisant et s'oppose à une telle implantation. Il faut se souvenir que ce volume osseux doit être suffisant sur toute la hauteur d'un implant long.

Certains auteurs pensent qu'une anesthésie locale est suffisante^[40]. D'autres, comme Donsimoni, *et al.* sont partisans

fig. 29 Obliquité de l'implant ptérygoïdien. Bridge de portée correcte.

d'une anesthésie générale. En effet, cette intervention exige une grande ouverture buccale et l'absence de tout réflexe nauséeux.

L'incision doit permettre d'exposer largement la tubérosité. Le point de trépanation se situe en général à 5 ou 6 mm en avant de la tubérosité.

L'orientation du foret doit être précise.

«Elle est presque toujours oblique en arrière, en haut et en dedans. Le recours aux prolongateurs de foret est systématique»^[40].

■ résultats

La plupart des auteurs n'ont relevé que peu de complications. Khayat et

Milliez^[40] ont observé une fracture d'un implant de 3,7 mm de diamètre sur une restauration de longue portée. Ils conseillent actuellement, dans la mesure du possible, l'utilisation d'implants de 4,7 mm de diamètre. Il faut également signaler parmi les complications, les sinusites maxillaires consécutives à la pénétration de l'implant dans le sinus (**fig. 28 a et b**).

Les études statistiques les plus importantes ont été fournies par Khayat et Milliez qui ont placé 231 implants chez 190 patients avec un taux de succès de 95 % et par Balshi, *et al.*^[5] qui ont posé 356 implants chez 189 patients avec un taux de succès de 88,2 %.

implant zygomatique

■ repères et rapports anatomiques

OS MAXILLAIRE

La technique des implants zygomatiques maintient l'intégrité du volume muqueux du sinus maxillaire en préservant la membrane de Schneider. Par contre, l'implant effracte le plancher de la cavité osseuse que forme le sinus en l'abordant au niveau palatin du rebord alvéolaire au niveau de la deuxième prémolaire, pour se diriger ensuite vers le haut, l'extérieur et vers l'arrière, perforant ainsi le toit du sinus maxillaire pour s'ancrer dans l'os zygomatique (**fig. 30 a**).

En plus de la préservation de l'intégrité de la membrane de Schneider, l'opérateur doit veiller, lors du levé de lam-

beau, à respecter le paquet vasculo-nerveux infra-orbitaire émergeant du foramen infra-orbitaire.

Dans le cas d'une effraction de la membrane muqueuse du sinus maxillaire, il faut veiller impérativement à ne pas entraîner des débris de cette membrane dans le site du forage, au risque de perturber l'ostéointégration et d'entraîner une fibrointégration.

Enfin, la tubérosité du maxillaire délimite la face antérieure de la fosse infra-temporale dont il convient de respecter absolument l'intégrité du contenu. À savoir : muscles ptérygoïdiens, vaisseaux maxillaires internes. On verra plus loin que cette règle qui peut apparaître évidente au vu des rapports anatomiques, limite l'ancrage cortical de l'implant à quatre corticales et que cer-

tains auteurs préconisent l'effraction de la fosse infratemporale.

La qualité de l'os maxillaire au niveau de la zone d'ancrage de l'implant zygomatique est peu favorable (type D3 à D4). De plus, le diamètre de l'implant zygomatique dans la zone d'ancrage maxillaire est de 4,5 mm, ce qui implique une largeur de crête minimale de 6,5 mm.

OS ZYGOMATIQUE

L'implant zygomatique vient prendre ancrage, dans sa moitié apicale dans l'épaisseur du corps de l'os zygomatique.

L'arcade zygomatique rejoint en arrière l'os temporal et détermine avec le rebord antérieur du processus frontal un angle où viendra aboutir l'apex de l'implant zygomatique.

En fonction de la taille du patient et de l'angle du forage, il convient d'après Uchida, *et al.*^[71] de respecter certaines données. Ainsi, en-dessous de 43,8°, il faut prendre garde à une effraction de la fosse infratemporale ; au-dessous de 50,6°, le risque majeur est une perforation du plancher orbitaire. Chez les patients de petite taille, l'exposition de l'apex de l'implant doit être évité. Enfin le diamètre des implants zygomatiques étant de 4 mm dans la zone d'ancrage zygomatique, l'épaisseur minimale de l'os zygomatique doit être de 6 mm.

Cependant, l'étude de la densité minérale et de l'os trabéculaire par analyse tomographique et histomorphique^[49] révèle un développement important du tissu spongieux défavorable à l'ancrage implantaire. C'est donc l'ancrage cortical qui, là encore, va assurer la stabilité de l'implant. De plus, l'implant n'a pas

d'ancrage osseux au niveau de la longueur intéressant le sinus osseux. Il convient donc de s'assurer de l'ancrage de l'implant dans quatre zones corticales au minimum. Pour obtenir une implantation pérenne et s'appuyer sur deux tables osseuses supplémentaires, certains préconisent une stabilisation multicorticale et recherchent un ancrage dans l'arcade zygomatique en débordant dans la fosse infratemporale. Ils ne relèvent cependant aucune complication ou séquelle post-opératoire malgré les lésions musculaires qu'implique cette technique.

Des troubles de la sensibilité post-opératoires (dysesthésie au niveau des téguments de la zone malaire) peuvent apparaître suite à la lésion ou à la compression du nerf zygomatofacial^[55].

■ matériel spécifique à l'implantation zygomatique

L'implantation zygomatique exige un matériel spécifique. Les implants ont un diamètre qui varie de 4 mm à 4,5 mm. Leur longueur varie de 30 à 52,5 mm. L'orientation de la tête de l'implant est de 45°. Des instruments destinés à protéger les tissus mous de l'action des forets sont également disponibles.

■ examen préopératoire

L'examen radiographique et radiotomographique, très complet, doit déterminer :

- l'absence de toute pathologie des sinus maxillaires ;
- la hauteur crestale de l'os sous-sinusal, le volume des sinus, la morpho-

logie, l'orientation, le volume (longueur et épaisseur) et la qualité de l'os zygomatique ;

- la topographie de la paroi antérieure osseuse de la fosse temporale.

Des techniques novatrices comme les reconstructions 3D pour une meilleure visualisation du site ou l'utilisation d'un système de navigation assisté par ordinateur pour un positionnement préopératoire virtuel (STN navigation system)^[59] permettent à l'opérateur de planifier l'acte

chirurgical avec une plus grande précision et de maîtriser le geste clinique grâce à un contrôle peropératoire.

■ phase chirurgicale

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale et sous infiltration locale pour assurer une vasoconstriction^[12].

L'incision principale, de type Le Fort 1, est horizontale, elle préserve de chaque

fig. 30 a Direction du forage vers l'os zygomatique (Bränemärk System®).

fig. 30 b Fenestration de la paroi latérale du sinus au voisinage de la crête zygomatique (Bränemärk System®).

fig. 30 c Refoulement de la muqueuse sinusienne (Bränemärk System®).

fig. 30 d Implant zygomatique en place. Notez l'angulation de 45° entre l'axe prothétique et l'implant (Bränemärk System®).

côté le canal de Sténon. De chaque côté, une incision de décharge verticale remonte le long de la crête zygomatique permettant l'exposition de l'os maxillaire et l'abord du processus frontal de l'os zygomatique. Une autre incision, verticale également, descend pour rejoindre la crête alvéolaire et s'arrêter sur le versant palatin de la crête alvéolaire. Un lambeau total permet l'exposition du site.

Il convient, pour sécuriser le geste opératoire et éviter une effraction du plancher orbitaire, de localiser divers repères anatomiques dont le foramen sous-orbitaire et de privilégier une exposition large jusqu'à la jonction entre l'arcade zygomatique et l'angle externe et antérieur du processus frontal de l'os zygomatique.

On réalise ensuite une fenestration du sinus dans sa partie la plus postérieure en préservant l'intégrité de la muqueuse (**fig. 30 b**). L'opérateur peut alors repousser la membrane de Schneider et éviter son effraction lors du passage des forets, puis des implants, dans la cavité osseuse du sinus maxillaire (**fig. 30 c**).

Le point d'émergence de l'implant est situé idéalement sur le versant palatin de la crête alvéolaire en regard de la deuxième prémolaire. Boyes-Varley, *et al.* préconisent l'utilisation d'implants avec une angulation de 55° ayant pour conséquence la réduction, en moyenne, de 20 % du cantilever par rapport au plan occlusal soit de 4 à 10,5 mm.

L'apex de l'implant rejoint la jonction entre l'arcade zygomatique et le processus frontal de l'os zygomatique assurant ainsi un ancrage à travers deux corticales maxillaires puis deux corticales zygomatiques (**fig. 30 d**). Cependant, pour les patients de petite taille

(moins de 1 m 60), Uchida, *et al.* préconisent d'éviter la perforation de la corticale latérale de l'os zygomatique.

L'angle de forage idéal est donc compris entre 43,8° et 50,6°, cette mesure étant fonction de la taille du patient^[71]. C'est également la taille du patient qui détermine la taille de l'implant : 40 mm pour les patients de moins de 1 m 60, 45 ou 50 mm pour les patients de plus de 1 m 60.

Cette implantation doit impérativement être combinée à une implantation maxillaire conventionnelle antérieure afin d'assurer une stabilisation et une répartition optimale des forces de mastication.

On peut reprocher à cette technique non pas tant l'axe d'orientation de l'implant, que la situation de sa partie cervicale sur l'arcade dans la région prémolaire. Le problème du remplacement des molaires reste ainsi entier.

■ résultats

Une étude, initiée dès 1989 par le Bränemark Osseointegration Center et poursuivie jusqu'en 2000, montre un taux de succès de 97,3 % sur un total de 183 implants, sans aucun échec à 4 ans (sur 119 implants) et 5 échecs sur 64 implants avec un recul de 5 à 12 ans.

Malevez, *et al.*^[44] font état d'un suivi sur 4 ans sur un total de 103 implants zygomatiques posés chez 55 patients avec un taux de succès de 100 %.

Bedrossian, *et al.*^[7] présentent un total de 44 implants zygomatiques associés à 80 fixtures conventionnelles en situation prémaxillaire chez 22 patients. Après 34 mois, ils relèvent un taux de

réussite de 100 % pour les implants zygomatiques et de 91,25 % pour les implants prémaxillaires.

Boyes-Varley, *et al.*^[12] ont placé 87 implants zygomatiques chez 51 patients, tous intégrés après 36 mois.

conclusions

De nouvelles techniques ont permis d'exploiter des volumes alvéolaires sous-sinusiens qui nécessitaient autrefois une augmentation par l'intermédiaire de greffes.

Actuellement, une hauteur de 5 mm entre le plancher du sinus et la crête ne constitue plus un obstacle à des techniques non invasives.

On peut considérer comme techniques invasives celles qui exigent un comblement partiel du sinus après avoir soulevé la muqueuse, ce comblement s'effectuant par l'intermédiaire de greffons autogènes d'origine iliaque ou plus souvent, actuellement, pariétale. Les prélèvements extra-oraux peuvent provoquer des complications invalidantes. Leur pourcentage est faible mais non négligeable. Si de tels prélèvements sont parfaitement justifiés en chirurgie carcinologique ou orthognatique, le problème du bénéfice/risque se pose en implantologie.

La recherche de techniques non invasives se trouve ainsi parfaitement justifiée dans cette discipline.

Un certain nombre d'entre elles ont été décrites.

Certaines de ces interventions sont relativement simples. Les suites opératoires sont en général bénignes.

L'absence de prélèvement extra-oral ne suffit pas à accorder le qualificatif d'intervention non-invasive. Les techniques d'implantation ptérygoïdienne ou zygomatique ont été décrites plus

haut. Elles n'exigent, certes, aucun apport osseux, mais elles sont complexes et nécessitent une anesthésie générale. Il est difficile de les considérer comme non invasives.

En réalité, le choix d'une technique repose sur l'anatomie du sinus maxillaire qui a été décrite plus haut.

F. Benamor^[8] a fait une étude statistique sur 100 paires de sinus provenant de 100 clichés panoramiques issus de 100 dossiers de patient édentés maxillaire, partiellement ou totalement. L'âge des sujets s'étendait de 20 à 84 ans. Les dimensions des deux sinus chez un même individu ne sont symétriques que dans 66 % des cas.

Les résultats de cette étude ont été les suivants :

- grands sinus : 47 %,
- moyens sinus : 41 %,
- petits sinus : 12 %.

La qualification de «petit sinus» reposait à l'époque où cette étude avait été réalisée sur une hauteur de crête-plancher de 10 mm. Il a été noté plus haut qu'une hauteur de 5 mm autorise certaines techniques non invasives. Le pourcentage de «petits sinus» est donc certainement accru au détriment des «grands sinus».

Seuls, ces derniers exigent encore des techniques implantaires invasives, mais ils représentent certainement actuellement beaucoup moins de la moitié des cas rencontrés en implantation sous-sinusienne.

bibliographie

1. Abensur D, Valentini P.
Utilisation d'os bovin déprotéiné dans les comblements de sinus.
Implant 2004;10(3):186-191.
2. Antoun H, El-Zoghbi H, Cherfane P, Missika P.
Les ostéotomes de Summers : une alternative au volet latéral pour les soulevés de sinus ?
Implantodontie 2003;12(4):3-9.
3. AFNOR.
État de l'art de l'implantologie dentaire. Aspects scientifiques, cliniques, normatifs et réglementaires. Implant à insertion latérale : Diskimplant.
Juin 1998:156-161.
4. Artzi Z, Nemcovsky C, Dayan D.
Bovine-HA spongiosa blocks and immediate implant placement in sinus augmentation procedures: Histological and histomorphometric observations on different histological stainings in 10 consecutive patients.
Clin Oral Implants Res 2002;13:420-427.
In: Implant 2003;9(1):68.
5. Balshi J, Wolfinger G, Balshi S.
Analysis of 356 Pterygomaxillary Implants in Edentulous Arches for Fixed Prosthesis Anchorage.
Int J Oral Maxillofac Implants 1999;14(3):398-406.
6. Bear F.
L'implant lame aujourd'hui.
Mémoire de l'attestation d'étude et de recherche approfondie en implantologie orale.
7. Bedrossian E, Stumpel L, Beckely ML, Indresano T.
The zygomatic implant: preliminary data on treatment of severely resorbed maxillae. A clinical report.
Int J Maxillofac Implants 2002;17(6):861-865.
8. Benamor F.
Étude statistique. Le sinus maxillaire : à propos de 100 paires de sinus
(non publié).
9. Bernard JP, Belser U, Szmuckler S, Martinet JP, Attieh A, Saad PJ.
Intérêt de l'utilisation d'implants ITI de faible longueur dans les secteurs postérieurs : résultats d'une étude clinique à 3 ans.
Med Bucc Chir Bucc 1995;1(1):11-18.
10. Bert M, Missika P.
Diskimplants.
In: Les implants ostéointégrables.
Paris : Éditions CdP, 1992: 189-196.
11. Boulter JM, Daculsi G.
Les matériaux bio-actifs : une alternative aux greffes osseuses.
Chir Dent France 2003; 1137:23-26.
12. Boyes-Varley JG, Howes DG, Lownie JF.
The zygomaticus implant protocol in the treatment of the severely resorbed maxilla.
SADJ 2003;58(3):106-109 et 113-114.
13. Chalard M.
Élévation du plancher du sinus par la technique d'ostéotomie.
Implantodontie 1999;35:103.
14. Chalard J.
Élévation sous-sinusienne lors des extractions.
Implantodontie 2003;49: 56-58.
15. Chalard J, Antoun H, Chalard M, Missika P.
Élévation du plancher sinusien à l'aide d'ostéotomes.
Implant 2002;8(3):161-174.
16. Chanavaz M.
Maxillary Sinus. Anatomy, Physiology, Surgery and Bone Grafting Related to Implantology.
J Oral Implantol 1990;3: 199-209.
17. Choukroun L.
Dédramatisation des prélèvements extra-oraux en chirurgie implantaire : qu'en attendre ?
Actual Odontostomatol 1998;201:129-130.
18. Coatoam G.
Indirect sinus augmentation procedures using one stage anatomically shaped root-form implants.
J Oral Implantol 1997; 23(1-2):25-42.
19. Commissionat Y, Poulmaire F, Cousin R.
L'Implant Cylindrique Stabilisé.
Implantodontie 1998;28: 25-31.
20. Commissionat Y, Poulmaire F.
Les implants-lames : nouvelles conceptions.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1996;97(5): 283-287.
21. Darle C.
The zygo option.
Nobel Biocare, October 2000.

22. Davarpanah M.
Reconstruction osseuse à l'aide des ostéotomes.
Implantodontie 2001;41: 55-56.
23. Davarpanah M, Martinez H, Kebir-Quelin M, Tecucianu JF.
Implants de gros diamètre.
Implant 1998;4(4):249-258.
24. Davarpanah M, Martinez H, Kebir-Quelin M, Tecucianu JF, Lazzara R.
Technique modifiée de l'ostéotome.
Implant 1999;5(2):107-115.
25. Dilouya DV.
Technique simplifiée de comblement sous-sinusal à l'aide des ostéotomes et d'un verre bioactif de granulométrie homogène.
Implantodontie 2003;49: 65-71.
26. Donsimoni JM, Bermot P, Bahm P, Salama JP.
L'implantologie basale : une réponse en un seul temps à tous les problèmes dentaires, y compris les cas inimplantables n'ayant pas d'os et refusant les greffes.
Implantodontie 2000;37: 35-44.
27. Donsimoni JM, Bermot P, Dohan D.
Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise. Concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaire, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 2^e partie : réhabilitation maxillo-mandibulaire.
Implantodontie 2004;13: 31-43.
28. Esposito M, Worthington HV, Thomsen P, Coulthard P.
Interventions for replacing missing teeth: dental implants zygomatic bone for the rehabilitation of the severely deficient edentulous maxilla.
Cochrane Database Syst Rev 2003;3:CD 004151.
29. Fleuridas G, Favre E, Paranque A, Chikhani L, Lockhart R, Dubruille JH, Bertrand JC, Guilbert F.
Les greffons pariétaux en chirurgie maxillo-faciale et pré-implantaire.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1998;3:165-169.
30. Fugazzoto P.
Immediate implant placement following a modified trephine/osteotomy approach.
Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17:113-120.
31. Fugazzoto P.
Técnica modificada para elevaciones sinusales indiate sacabocados y osteotomos.
Rev Esp Odontostomatológica de Implantas 2002;10(2):91-95.
32. Goga J, Romieux G, Bonin B, Picard A, Saffarzadeh A.
Grefe sinusienne d'origine iliaque à visée pré-implantaire. Étude rétrospective des complications rencontrées à partir de 100 cas.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 2000;6:303-308.
33. Haas R, Haidvogel D, Donath K, Watzek G.
Freeze-dried homogeneous and heterogeneous bone for sinus augmentation in sheep. Part I. Histological findings.
Clin Oral Implants Res 2002;13:396-404.
34. Hage G.
Grefe intrasinusienne par abord crestal.
Implant 2004;10(4):259-263.
35. Hage G.
Grefe intrasinusienne par voie crestale.
Inf Dent 2002;30:2119-2125.
36. Harbon S, Chartouni M, Ricbourg B.
Morbidité des prises de greffes osseuses iliaques. Étude à propos de 100 cas consécutifs.
Ann Chir Plast Esthet 1991; 1:45-50.
37. Higushi KW.
The zygomaticus fixture: an alternative approach for implant anchorage in the posterior maxilla.
Ann R Australas Coll Dent Surg 2000;1:28-33.
38. Ifi JC, Bert M, Princ G, Szabo G.
Utilisation du substitut osseux, β -phosphate tricalcique.
Chir Dent France 2001; 1055:29-33.
39. Kainulainen VT, Sandor GK, Oikarinen KS, Clokie CM.
Zygomatic bone: an additional donor site for alveolar bone reconstruction. Technical note.
Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17(5): 723-728.
40. Khayat P, Milliez S.
Les implants tubéro-ptérygoïdiens : alternative aux greffes sinusiennes.
Alpha Omega News 2002; 72:10-11.
41. Kent J, Block M.
Simultaneous Maxillary Sinus Floor Bone Grafting and Placement of Hydroxylapatite-Coated Implants.
J Oral Maxillofac Surg 1989; 47:238-249.
42. Lalo J, Boukhris G, Djemil M, Belem M.
Technique sécurisée d'élévation du plancher du sinus maxillaire par voie crestale

- par ostéotome à «butée». Implantodontie 2005;14(2): 62-70.
43. Le Gall M, Saadoun A, Palti A.
L'ostéotome en implantologie : principes et applications cliniques. Discussion : quel est le meilleur ostéotome ?
Implant 1998;4(2):149-154.
  44. Malevez C, Daelemans P, Adrianssens P.
Use of zygomatic implants to deal with resorbed posterior maxillae.
Periodontol 2000 2003;33: 82-89.
  45. Martinez H, Zerbib R, Tarragano H, Missika P.
Les implants au niveau postérieur du maxillaire : critère de choix de la technique chirurgicale.
Implant 1997;1:5-15.
  46. Meningaud JP, Adan A.
Quelques conseils pour réussir une greffe osseuse du bas fond sinusien à visée pré-implantaire.
La lettre de la Stomatologie 2004;22:4-6.
  47. Meningaud JP, Corcos L, Pitak-Arnnop P.
Ostéotomie de Schuchardt à visée pré-implantaire.
Implantodontie 2005; 14(1):23-25.
  48. Misch C.
Plans de traitement du maxillaire postérieur en implantologie.
Implantodontie 1995;19:7-24.
  49. Nkenke E, Hahn M, Lell M, Wiltfang J, Shultze-Mosgau S, Stech B, Radespiel-Troger M, Neukam FW.
Anatomic site evaluation of the zygomatic bone for dental implant placement.
Clin Oral Implants Res 2003;14(1):72-79.
  50. Parel SM, Bränemärk PI, Tjellström A, Gion G.
Osseointegration in maxillofacial prosthetics. Part II. Extraoral applications.
J Prosthet Dent 1986;55: 600-606.
  51. Pessoto S, Szmukler-Moncler S, Bonfim A, Bernard JP.
Intérêt des implants de diamètre réduit pour limiter le recours à des interventions d'augmentation osseuse latérale pré-implantaire. Étude clinique prospective sur 217 implants.
Med Bucc Chir Bucc 2002; 8(1):59.
  52. Philippe B.
Critères de choix du site donneur osseux en chirurgie reconstructive péri-implantaire.
Cah Stomatol Chir Maxillofac 1998;1:3-14.
  53. Philippe B, Beal S, Ottaviani R, Lesca C, Trichet D, Woimant H, Dufet M.
Appositions endosinusiennes sous-muqueuses par autogreffe iliaque.
Tribune Dentaire 1996;8/9: 17-32.
  54. Proussaefs P, Lozada J, Kim J, Rohrer M.
Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a human study.
Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19:413-420.
In: Implant 2004;10(3): 233-234.
  55. Reichert TE, Kunkel M, Wahlmann U, Wagner W.
The zygomaticus implant - indications and first clinical experiences.
Zeitschrift für Zahnärztliche Implantologie 1999;15:65-70.
  56. Reiser G, Rabinovitz Z, Bruno J, Damoulis P, Griffin T.
Evaluation of maxillary sinus membrane response following elevation with the crestal osteotome technique in human cadavers.
Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16:833-840.
In: Implant 2002;8(2):128.
  57. Roche Y, Legens M, Schwartz HC.
Technique de prélèvement d'une source alternative d'os membraneux.
Med Bucc Chir Bucc 2002; 8(1):67.
  58. Saadoun A, Le Gal M.
Implants endo-osseux Steri-Oss. Résultats cliniques sur huit ans.
Implant 1997;3(4):249-262.
  59. Schramm A, Gellrich NC, Schimming R, Schmelzeisen R.
Computer assisted insertion of zygomatic implants (Bränemärk system) after extensive surgery.
Mund Kiefer Gesichtschir 2000;4(5):292-295.
  60. Scortecchi G.
Présentation orale.
Congrès Mondial de l'Implantologie, Munich (Allemagne), 1984.
  61. Scortecchi G, Misch CE, Benner KU.
Implants and Restorative Dentistry.
London : Martin Dunitz, éd. 2001.
  62. Scortecchi G, Misch G, Odin G.
Implantologie basale : une approche thérapeutique fondée sur la preuve.
Implantodontie 2003;12(4): 35-47.
  63. Sibony R.
Intérêt des ostéotomes en implantologie orale. Élargissement. Élévation.
Implantodontie 2001;41: 27-34.

64. Simonpieri A, Dohan D. **Intérêt du PRF pour les réhabilitations bimaxillaires complexes avec greffes osseuses multiples, implantations postextractionnelles et mise en charge immédiate.** Implant 2005;11(1):33-47.
65. Summers R. **The Osteotome Technique. Part 3.** Compend Contin Educ Dent 1994;15(6):698-708.
66. Summers R. **The Osteotome Technique. Part 4.** Compend Contin Educ Dent 1995;16(11):1090-1099.
67. Sun Jian, Cheynet F, Amrouche M, Chossegros C, Ferrara J.J, Blanc J.L. **Réhabilitation maxillaire pré-implantaire : étude de 55 cas avec greffe de comblement par os autologue.** Rev Stomatol Chir Maxillofac 1999;5:214-220.
68. Szabo G, Huys L, Coulthard P, Maiorana C, Garagiola U, Barabas J, Nemeth Z, Hrabak K, Suba Z.. **A prospective multicenter randomized clinical trial of autogenous bone versus tricalcium phosphate graft alone for bilateral sinus elevation.** Int J Oral Maxillofac Implants 2005;20:371-381.
69. Tulasne JF. **Commentaires sur la réhabilitation maxillaire pré-implantaire.** Rev Stomatol Chir Maxillofac 1999;100(5):265-266.
70. Tulasne JF. **Le prélèvement partiel pariétal crânien.** Rev Stomatol Chir Maxillofac 2003;104(3):159-161.
71. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T. **Measurement of the maxilla and zygoma as an aid in installation of zygomatic implants.** J Oral Maxillofac Surg 2001;59(10):1193-1198.
72. Valentini P, Abensur D. **Maxillary sinus grafting with anorganic bovine bone.** Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18:556-560. Résumé. In: Implant 2003;9(4):301.
73. Zerbib R. **Comblement autogène des sinus : os pariétal crânien ou iliaque ?** Implant 1999;5(2):101-103.
74. Zerbib R. **Comblement de sinus à l'aide d'os autogène.** Implant 2004;10(3):191-194.
75. Zerbib R, Ouhayoun JP, Freyss G. **Apports osseux et chirurgie implantaire.** J Parodont 1991;2:177-188.
76. **Zygoma fixture-Clinical procedures.** Bränemark System.

SUMMARY

Non-invasive sub-sinus implantation methods

Y. COMMISSIONAT, G. PRINC, G. SCORTECCI, F. POULMAIRE, G. ODIN, S. BERG

The maxillary sinus frequently presents an anatomical restriction for the prosthetic rehabilitation of the posterior region of the upper jaw. To overcome this obstacle, the most commonly proposed solution is a sinus floor lift, during which iliac or parietal bone grafts are added to the floor of the maxillary sinus under the sinus lining. These are serious interventions which may have major complications.

With current new methods, a floor height of less than 5 mm is acceptable. These non-invasive methods include what is known as the Summers method, stabilised cylindrical implants, diskimplants and zygomadisks.

Other methods such as pterygomaxillary implants and zygomatic implants have also been proposed. Although they do not involve the use of bone grafts, these methods are in fact highly complex, verging on invasive.

keywords: maxillary sinus, sinus floor lift, osteotomes, stabilised cylindrical implant, diskimplant, pterygo-maxillary implant, zygomatic implant.