

UNIVERSITE PAUL SABATIER – TOULOUSE III
FACULTE DE MEDECINE

ANNEE 2010

N°

MÉMOIRE
POUR LE DIPLÔME UNIVERSITAIRE
D'IMPLANTOLOGIE CHIRURGICALE
ORALE ET MAXILLO-FACIALE

Présenté et soutenu publiquement le 25 Juin 2010

A TOULOUSE

Par le Docteur Hicham KHAYAT

Né le 11 octobre 1967 à Casablanca, Maroc.

TITRE :

Implants courts : État des connaissances.

PRESIDENT : Monsieur Le Professeur F.BOUTAULT
VICE-PRESIDENT : Monsieur Le Docteur J.PERISSE
VICE-PRESIDENT : Monsieur Le Professeur E.P.BENQUE
ASSESEUR : Monsieur Le Docteur J.BALESTER
DIRECTEUR DE MÉMOIRE : Madame Le Docteur H.BOUZEKRI ALAMI

TABLE DES MATIERES

1 Introduction.	3
2 Définition.	4
3 Paramètres géométriques de l'implant dentaire.	4
3-1 Paramètres géométriques, traitements de surface, et surface d'ostéo-intégration.	4
3-2 Paramètres géométriques et stress biomécanique.	9
3-2-1 Vision d'artiste et raisonnement par analogie.	9
3-2-2 Résultats des études par la méthode des éléments finis.	11
3-2-2-1 Rappel de la méthode des éléments finis.	11
3-2-2-2 Résultats remarquables.	13
3-3 Paramètres géométriques et taux de survie.	17
3-3-1 : Rappels :	17
3-3-2 : Considérations méthodologiques :	17
3-3-3 : Contexte épidémiologique.	17
3-3-4 Taux de survie des implants courts.	18
4- Greffer puis implanter ou implanter sans greffer?	21
4-1 Problématique:	21
4-2 Implant court ou sinus lift ?	21
4-2 Implant court ou greffe d'apposition verticale?	22
5 Considérations prothétiques.	23
5-1 La mise en charge.	23
5-2 Le rapport implant/couronne.	23
5-3 Concepts Prothétiques et prévention de l'échec.	23
5-3-1 Importance du concept occlusal.	23
5-3-2 Importance du bon placement des implants.	24
5-3-3 Importance de la solidarisation passive et rigide.	26
6 Conclusion.	30

1 Introduction.

L'indication, la planification et le pronostic des implants dentaires sont régis par les dimensions de la crête osseuse résiduelle. Cette crête se fane sous l'effet de la résorption d'un os alvéolaire labile, qui vit et meurt avec la dent. Centrifuge à la mandibule, centripète et compliquée par l'expansion des sinus au maxillaire, la résorption dégrade l'esthétique, augmente le décalage des bases et donc le déport de la prothèse en projet par rapport à son ancrage osseux.

Classiquement, la résorption de l'os appelle une régénération par augmentation chirurgicale.

Dans le sens vertical, l'augmentation osseuse chirurgicale fait appel à des techniques évoluées sujettes à complications²⁷: greffes d'apposition, comblements sinusiens ou déviation du nerf dentaire inférieur.

Dans certaines situations, une solution plus sûre consisterait à choisir un implant plus court. En effet, L'implant court a montré un taux de survie équivalent à court et à moyen terme aux standards de l'implantologie.

Par ailleurs, les impératifs biomécaniques et occlusaux nous incitent à placer les implants de sorte qu'ils travaillent, autant que possible, en appui sur leur plateforme. Il est bien admis que les efforts latéraux sont nocifs³ pour l'assemblage complexe constitué par l'implant, la vis, le moignon, le ciment éventuellement, la chape et enfin le cosmétique. Les efforts latéraux excessifs sont cause de complications ou d'échecs à moyen et à long terme.

Mais si le délabrement osseux réduit l'enveloppe des axes possibles pour le placement de l'implant, la réduction de la longueur des implants va favorablement l'augmenter.

Notre propos sera de reporter, sans prendre position, l'état actuel des connaissances au travers des revues systématiques du Cochrane Oral Health Group d'une part et de la bibliographie odontologique accessible au travers des serveurs de l'Université Paul Sabatier de Toulouse d'autre part.

2 Définition.

Selon les auteurs, la longueur « palier » en dessous de laquelle un implant est qualifié de court va de 12 à 8 mm. Notons que, dans le temps, ce palier a évolué à la baisse.

L'implant le plus court à ce jour affiche une longueur de 5,5 mm. Le rapport entre la hauteur d'un implant et son diamètre s'est même inversé avec des implants de diamètre 8mm et de longueur 6mm. L'évolution à la baisse de la longueur semble avoir été permise par l'évolution des autres paramètres géométriques.

3 Paramètres géométriques de l'implant dentaire.

3-1 Paramètres géométriques, traitements de surface, et surface d'ostéo-intégration.

Les designers de nos implants ont parmi leurs objectifs de maximiser la surface de contact os-implant : elle constitue la surface potentielle d'ostéo-intégration. En effet la résistance d'une soudure (exprimée en pascals) est proportionnelle à sa surface.

Dans le contexte, de moins en moins actuel, de l'implant à surface lisse (*machined surface*), augmenter la surface de contact os-implant se résumait à augmenter la longueur et/ou le diamètre de l'implant⁶.

Exploitions la formule mathématique « $S = \pi r^2 + 2\pi rL$ » qui lie la surface (S) d'un cylindre de révolution droit à sa longueur (L) d'une part et à son rayon (r) ou son diamètre (D) d'autre part (tableau 1). Il apparaît qu'un cylindre droit de diamètre 5,1 mm et de longueur 9 mm a sensiblement la même surface (165 mm²) qu'un implant de 3,5mm de diamètre et de 14 mm de long (164 mm²). Autrement dit, une augmentation de 1,6 mm de diamètre vaut une augmentation de 5 mm de longueur en termes de surface de contact os-implant. (Figure 1).

Une autre voie permettant d'obtenir une surface de contact plus grande est le design même de l'implant. Par exemple, les spires, leur section et leur pas, augmentent très sensiblement la surface de contact os-implant (tableau 2). Selon Steigenga et al²¹, Les spires à section carrée offriraient plus de surface de contact os-implant que les spires à section triangulaire.

Mais les formules mathématiques ne font sens qu'à l'échelle macroscopique et après le postulat que le volume considéré est parfaitement lisse. Les traitements physico-chimiques de la surface de l'implant introduisent un rapport différent à la notion de surface. À l'échelle du micron, l'état de surface de l'implant doit être pris en compte.

Pour Goené⁸ l'introduction des surfaces traitées par mordantage acide aurait permis aux implants courts d'atteindre des taux de succès similaires aux standards de l'implantologie. Il existe plusieurs moyens pour obtenir un état de surface présumé favorable. Par soustraction tels que le sablage, le mordantage, l'électrochimie, etc. Ou par addition tels que l'électrochimie, le jet de plasma, etc. Ces procédés sont utilisés seuls ou en association.

Les microrugosités augmenteront de beaucoup la surface d'interaction os-implant. Par exemple, une surface qui serait creusée ou hérissée de micro-pyramides -ayant pour base un carré de $1\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$ et une hauteur $1\mu\text{m}$ - voit sa valeur augmentée d'un facteur $2,5^{14}$.

La longueur n'est donc pas le seul paramètre ni même le plus efficace pour augmenter la surface de contact os-implant.

<i>Dmm</i>	2,8	3,2	3,4	3,5	4	4,3	4,6	5	5,1	5,8	6	6,2	6,6
<i>rmm</i>	1,4	1,6	1,7	1,75	2	2,15	2,3	2,5	2,55	2,9	3	3,1	3,3
<i>Lmm</i>													
5	50	58	62	65	75	82	89	98	101	118	123	128	138
6	59	68	73	76	88	96	103	114	117	136	141	147	159
7	68	78	84	87	101	109	118	130	133	154	160	167	179
8	77	88	95	98	113	123	132	145	149	172	179	186	200
9	85	99	105	109	126	136	147	161	165	190	198	205	221
10	94	109	116	120	138	150	161	177	181	209	217	225	242
11	103	119	127	131	151	163	176	192	197	227	236	244	262
12	112	129	137	142	163	177	190	208	213	245	254	264	283
13	121	139	148	153	176	190	204	224	229	263	273	283	304
14	129	149	159	164	188	204	219	240	245	282	292	303	324
15	138	159	169	175	201	217	233	255	261	300	311	322	345
16	147	169	180	186	214	231	248	271	277	318	330	342	366
17	156	179	191	197	226	244	262	287	293	336	349	361	387
18	164	189	201	208	239	258	277	302	309	354	368	381	407

Tableau 1 : Les formules mathématiques qui lient la surface (S) d'un cylindre de révolution droit à sa longueur (L) et à son rayon (r) ou à son diamètre (D) sont respectivement : $S = \pi r^2 + 2\pi r l$ ou $S = \frac{1}{4}\pi D^2 + \pi DL$



Figure 1 : Un implant de 5,1 mm de diamètre par 9 mm de long offre la même surface d'ostéo-intégration potentielle qu'un implant de 14 mm de long par 3,5 mm de diamètre.

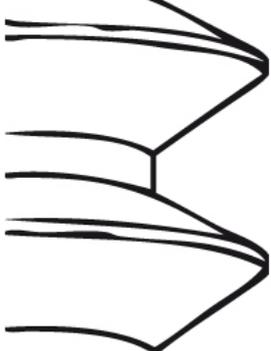
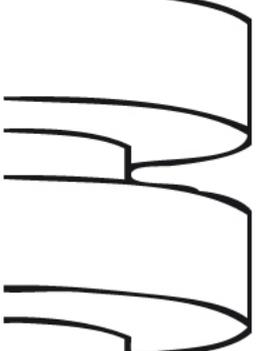
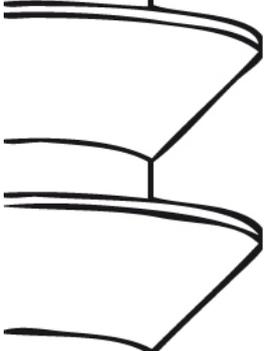
Dessin de spire			
Section	triangulaire symétrique.	section carrée	triangulaire asymétrique.

Tableau 2 (Extrait de Steingenga²¹) : Spires les plus couramment rencontrées en implantologie.

3-2 Paramètres géométriques et stress biomécanique.

3-2-1 Vision d'artiste et raisonnement par analogie.

Nous avons discuté avec plusieurs collègues et entendu plusieurs conférenciers au sujet de la longueur des implants. Il apparaît que certains seront réticents à placer des implants courts alors que d'autres les préféreront.

Ces réticences ou ces préférences trouvent peut-être une origine inconsciente dans le raisonnement par analogie. Pour les premiers l'implant est perçu comme un piquet de tente planté dans du sable : il descendrait du clou (Figure 2). Les seconds le compareront plutôt à un bollard : il s'agirait d'une soudure. (Figure 3).

Le raisonnement scientifique, notamment par le biais du calcul, va montrer qu'aucune de ces deux analogies n'est fondée.

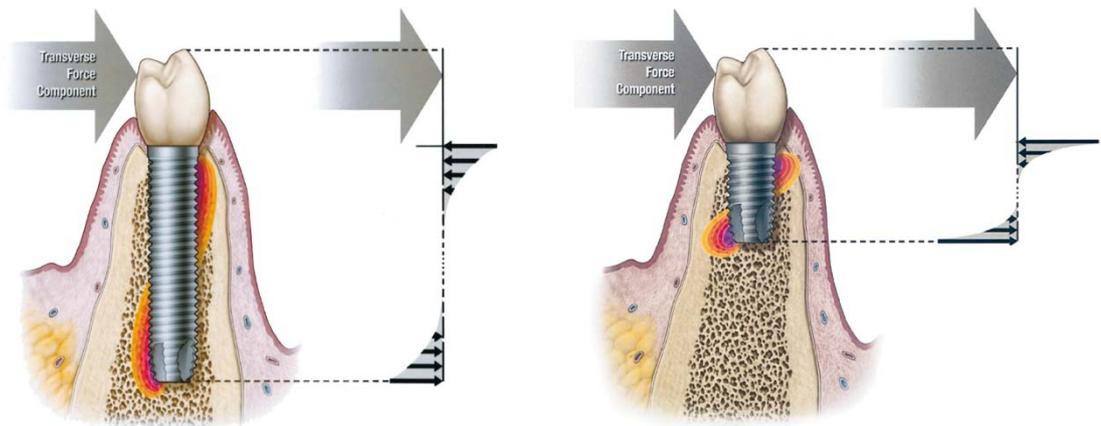


Figure 2 (Extrait de Hagi¹¹) : Dessin d'artiste imaginant les pressions intra-osseuses que pourrait générer un implant soumis à une force latérale. L'implant est, faussement, vu comme un piquet de tente inséré dans du sable !



Figure 3 : Le bollard permet l'amarrage des bateaux aux quais. Il s'oppose à des forces latérales élevées en étant fixé sur une faible profondeur dans le béton !

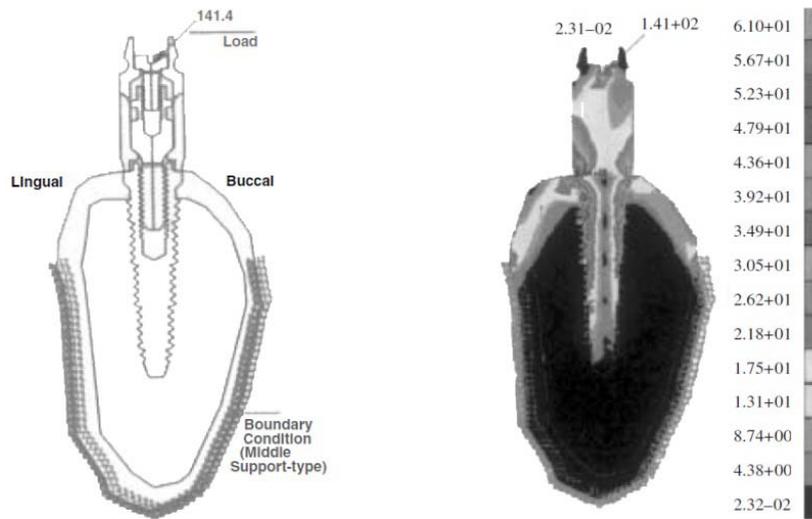
3-2-2 Résultats des études par la méthode des éléments finis.

3-2-2-1 Rappel de la méthode des éléments finis.

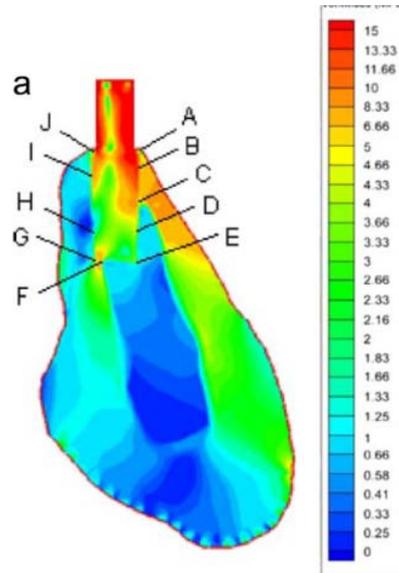
La méthode des éléments finis est une technique de calcul brut qui fournit une solution approximative aux problèmes physiques complexes. Elle peut être mise en œuvre chaque fois que les variables du problème sont liées par des équations différentielles partielles ou par des équations intégrales.

L'objet est décomposé en surface contigües dont les sommets sont appelés des nœuds. Les équations seront résolues, de proche en proche, pour chacun de ces nœuds en tenant compte des résultats des nœuds voisins. Plus il y a de nœuds, plus la puissance de calcul requise est importante. Plus il y a de nœud, plus le résultat calculé est proche de la réalité physique. (Figure 4)

Les applications les plus courantes de cette méthode sont l'électrostatique et l'électrodynamique, la propagation du son ou de la chaleur, les écoulements de fluide ainsi que l'étude des déformations élastiques de corps complexes ou composés.



Extrait de Geng et al⁷.



Extrait de Faegh & Muftu⁴.

Figure 4 : L'objet de l'étude est décomposé en surface contigües dont les sommets sont appelés des nœuds.

3-2-2-2 Résultats remarquables.

Tous les auteurs rapportent que les pressions verticales génèrent au voisinage de l'implant des contraintes beaucoup plus faibles que celle générées par les forces latérales. (Figure 5)

Les pressions sont généralement concentrées au niveau de la région du cou de l'implant, en regard de la corticale⁵. Pour Misch¹⁶, la région apicale de l'implant dentaire long ne travaille pratiquement pas.

Hsu¹² montre que l'augmentation de diamètre s'accompagne d'une réduction du stress biomécanique autour de l'implant.

Xi Ding et al²⁵ montrent que l'augmentation du diamètre est la meilleure option pour dissiper les forces masticatoires simulées et diminuer le stress biomécanique autour du cou de l'implant et ce particulièrement dans la plage de diamètres allant de 3,3 à 4,1 mm (Figure 6).

En cas de mise en charge immédiate d'implants de 10mm de long, Xi Ding et al²⁵ recommandent un diamètre minimal de 4,1 mm.

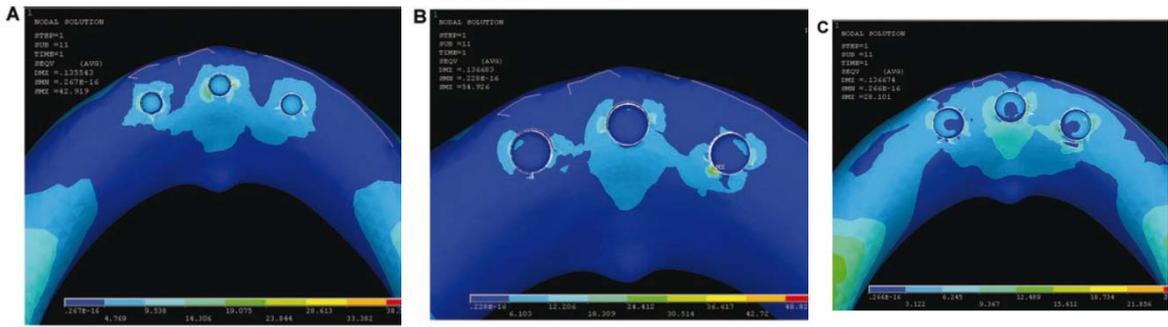
Chun et al³ montrent que l'augmentation de la longueur de l'implant, particulièrement au delà de 10mm, n'est pas une option importante dans la recherche de la réduction du stress biomécanique par le design.

Ils nous apprennent que l'essentiel du stress est concentré dans le tiers supérieur de l'implant de 15mm (Figure 7)³.

Enfin, Pour réduire le stress biomécanique maximum, réduire le pas de vis est une option bien plus efficace que l'augmentation de la longueur³.

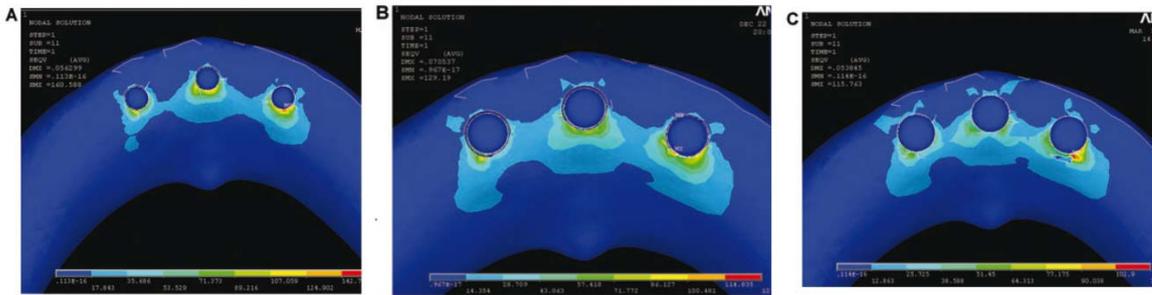
Néanmoins, en présence d'un os de type 4, Li et al¹⁵ nous apprennent que des performances biomécaniques optimales exigent un diamètre supérieur à 4 mm et une longueur supérieure à 9 mm.

Petrie et al²⁰, ont évalué 16 dessins d'implants couvrant des plages de 3,5 à 6mm de diamètre et de 5,75 à 23,5 mm de longueur avec des conicités différentes. L'augmentation du diamètre peut réduire les contraintes au niveau de la crête d'un facteur 3,5. L'augmentation de la longueur peut réduire les contraintes au niveau de la crête d'un facteur 1,65 seulement. Diamètre, longueur et conicité doivent être considérés ensemble du fait de leurs interactions.



266^E_{16} 3 6 9 12 15 18 21 24

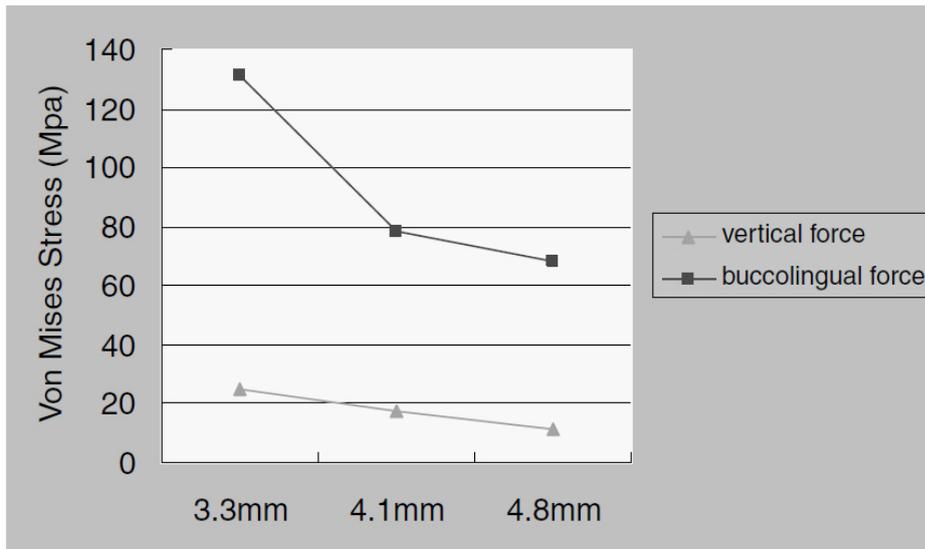
Répartition des pressions générées par les forces verticales.



133^E_{16} 17 35 53 71 89 107 124 142

Répartition des pressions générées par les forces latérales.

Figure 5 (Extrait de Xi Ding²⁵): Le niveau maximal des pressions générées par les forces latérales est six fois supérieur à celui des forces axiales.



En abscisses : Le diamètre en mm. En ordonnées : les pressions en Méga Pascal.

En gris foncé : la courbe des forces latérales. En gris clair : la courbe des forces verticales.

Figure 6 (Extrait de Xi Ding et al ²⁵) : Diminution intéressante du stress biomécanique autour du cou de l'implant et ce particulièrement dans la plage de diamètres allant de 3,3 à 4,1 mm. La diminution semble plus marquée pour les forces latérales qui génèrent des forces comparativement plus élevées.

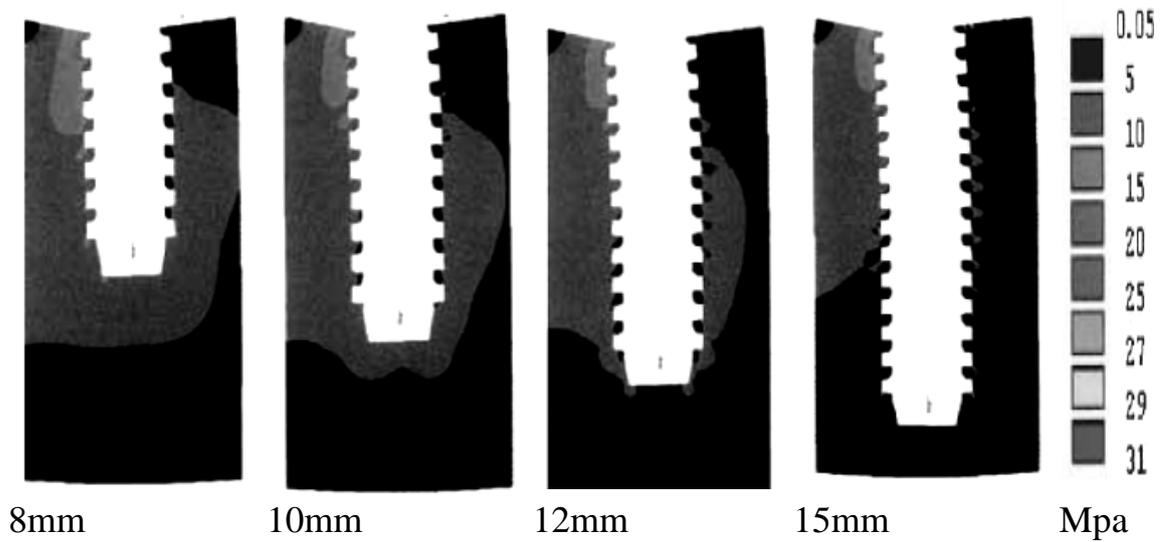
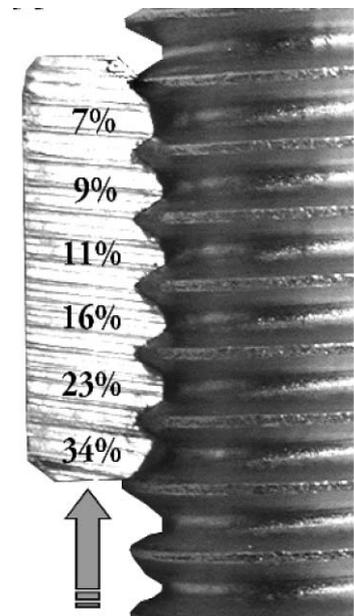
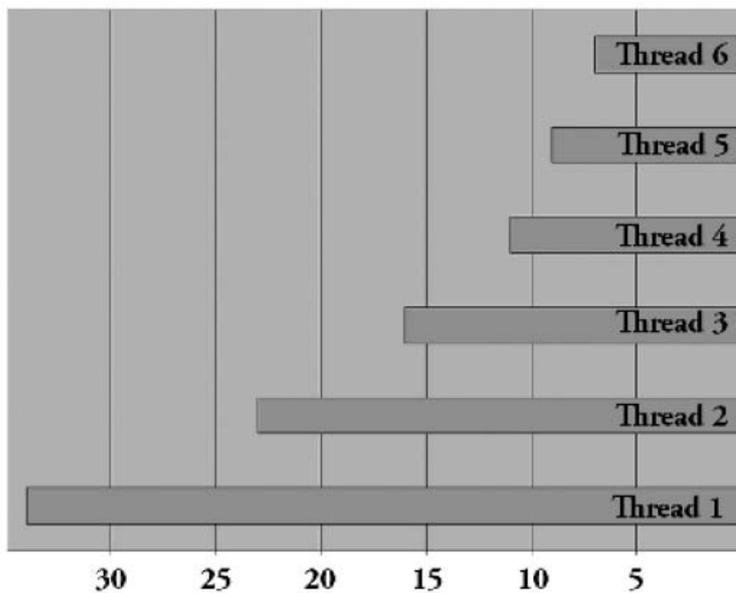


Figure 7 (Extrait de Chun³) : Distribution du stress biomécanique à l'interface os-implant. L'essentiel du stress est concentré dans le tiers supérieur de l'implant de 15mm.



En pourcentage

Situation de la spire

Figure non référencée : Plus une spire est enfoncée dans le matériau, moins elle participe à la dissipation des contraintes !

Extrait du manuel *screw thread design* édité par *Fastenal Engineering and Design Support* : www.fastenal.com. Contact: Engineer@fastenal.com.

3-3 Paramètres géométriques et taux de survie.

3-3-1 : Rappels :

Le succès d'un implant est défini par son immobilité clinique, l'absence de radio clarté sur son pourtour, une perte osseuse verticale limitée à 0,2mm par an passée la première année, l'absence d'inflammation persistante ou irréversible, l'absence d'infection récurrente, l'absence d'effets secondaires comme la paresthésie ou la violation du canal dentaire inférieur.

La survie d'un implant fait référence aux mêmes critères excepté la limitation à 0,2 mm de la perte osseuse.

3-3-2 : Considérations méthodologiques :

Pour faire sens, une étude sur le taux de survie en fonction de la longueur devrait abstraire ce seul caractère en uniformisant l'ensemble des éléments incriminés dans l'échec ou dans la complication. C'est-à-dire une multitude de paramètres caractérisant l'implant, l'hôte, le site, la fonction, l'opérateur, les conditions de mise en charge plurale ou unitaire et la prothèse.

La mesure du taux de succès ou de survie des implants dentaires repose sur des essais cliniques rétrospectifs dont la valeur en tant que preuve est faible, le suivi clinique court, l'effectif parfois sous dimensionné et le risque de biais important. Ceci étant précisé, nous pouvons en citer les résultats. (Tableaux 3, 4, 5 et 6).

3-3-3 : Contexte épidémiologique.

Le contexte dans lequel un implant court sera choisi semble comparativement plus défavorable. Le plus souvent, il sera placé en remplacement d'un appareillage radiculaire molaire²². La région postérieure latérale est plus difficile d'accès, plus proche de l'axe charnière et donc soumise à des contraintes masticatoires et fonctionnelles plus lourdes.

3-3-4 Taux de survie des implants courts.

Aniuta et al² reportent un taux de succès de 99,2% pour une étude rétrospective portant sur 532 implants courts placés dans les régions postérieures maxillaires et mandibulaires. Ils n'ont noté aucun effet secondaire tel que douleurs ou « inflammation ». Ce qui pour ces auteurs démontre la reproductibilité et la sécurité des traitements par implants courts.

Misch et al¹⁶ reportent un taux de survie de 98,9% du premier stade chirurgical au suivi prothétique sur les six premières années. Ils concluent que les implants courts (7 mm et 9 mm) peuvent être utilisés de manière prédictible pour le traitement de l'édentement partiel postérieur. Ils conseillent pour ce type de traitement de recourir aux méthodes, que nous verrons plus loin et qui permettent de réduire le stress biomécanique à l'interface os-implant.

Peu d'études traitent du taux de succès ou de survie à court terme d'implants courts mis en charge immédiatement. Degidi et al^{in 9} reportent un taux de succès de 97,7% pour 133 implants courts (<8mm) mis en charge immédiatement. Ils concluent ainsi que le diamètre et la longueur ne sont pas des facteurs impactant négativement le taux de survie à court terme.

Dans son analyse bibliographique, Gapski⁶ relève que la longueur minimale recommandée pour la mise en charge immédiate en implantologie est de 10 mm.

A contrario, Olate¹⁹ trouvera une corrélation statistiquement significative entre implant court et échec précoce. Il propose comme explications le manque d'expérience des opérateurs par rapport à ces nouveaux designs d'implant, leur courbe d'apprentissage et les changements de technique et d'indication des implants courts survenus dans la période allant de 1996 à 2004.

Morand¹⁷ reporte des taux de succès compris entre 84,0% et 100% à travers la synthèse de plusieurs études sur les implants courts (<10mm).

Auteurs de l'étude	Type de surface	Année	N implants	Taux d'échec
Deporter et al.	Poreuse	2001	46	0,0%
Friberg et al.	Vis lisse	1991	11	0,0%
Ivanoff et al.	Vis lisse	1999	25*	4,0%
Ivanoff et al.	Vis lisse	1999	41†	9,8%
Lekholm et al.	Vis lisse	1999	22	18,2%
Naert et al.	Vis lisse	1992	30	10,0%
Van Steenberghe et al.	Vis lisse	1990	28	10,7%

* Diamètre 3,75 ou 4,0 mm

† Diamètre 5,0 mm et longueur 6mm.

Tableau 3 (Extrait de Hagi¹¹) : Synthèse de différentes études antérieures à 2002 relatives au taux d'échec d'implants de longueur inférieure à 7mm placés au maxillaire.

Auteurs de l'étude	Type de surface	Année	N implants	Taux d'échec
Deporter et al.	Poreuse	2001	32	0,0%
Friberg et al.	Vis lisse	1991	66	1,5%
Gunne et al.	Vis lisse	1999	37	11%
Ivanoff et al.	Vis lisse	1999	22*	9,1%
Ivanoff et al.	Vis lisse	1999	21†	33,3%
Jemt and Lekholm.	Vis lisse	1993	39	7,7%
Lekholm et al.	Vis lisse	1999	70	2,5%
Naert et al.	Vis lisse	1992	28	3,6%
Van Steenberghe et al.	Vis lisse	1990	81	3,3%

* Diamètre 3,75 ou 4,0 mm

† Diamètre 5,0 mm et longueur 6mm.

Tableau 4 (Extrait de Hagi¹¹) : Synthèse de différentes études antérieures à 2002 relatives au taux d'échec d'implants de longueur inférieure à 7mm placés à la mandibule.

	Implants menacés	Implants retirés	Échecs	Taux de Succès sur l'intervalle	Taux de Succès cumulé
0-1	528	26	2	99,6	99,6
1-2	500	1	1	99,8	99,4
2-3	281	4	0	100	99,4
3-4	156	0	0	100	99,4
4-5	105	0	0	100	99,4
5-6	78	0	0	100	99,4
6-7	40	0	0	100	99,4

Tableau (Extrait de Nedir et al¹⁸) : Taux de succès pour 528 implants ITI courts suivis pendant 7 ans.

	Implants menacés	Implants retirés	Échecs	Taux de Succès sur l'intervalle	Taux de Succès cumulé
0-1	122	5	2	98,29	98,29
1-2	115	0	1	99,13	97,44
2-3	70	0	0	100	97,44

Tableau (Extrait de Nedir et al¹⁸) : Taux de succès pour 122 implants ITI courts suivis pendant 3 ans et mis en charge précocement.

4- Greffer puis implanter ou implanter sans greffer?

4-1 Problématique:

Les thérapeutiques d'augmentation verticale sont sujettes à des complications^{26, 27} et sont responsables d'un allongement de la durée du traitement. La morbidité, notamment au niveau du site donneur et l'inconfort associés à ces thérapeutiques en limitent les indications.

On attribue généralement aux implants courts les avantages⁹ suivants:

- Évitement de greffe.
- Réduction du volume de greffe osseuse.
- Élargissement des indications de sinus lift par voie crestale au détriment de la voie latérale.
- Réduction du risque opératoire.
- Réduction de la morbidité postopératoire notamment au niveau du site donneur.
- Réduction du dégagement de chaleur durant l'ostéotomie.
- Réduction de la durée de traitement.
- En cas de restaurations unitaires et en présence de proximités radiculaires ou de racines mal orientées, un implant court permettra de rester à distance de l'obstacle sans compromettre l'axe implanto-prothétique.
- En cas de restaurations plurales, les implants courts seront plus faciles à paralléliser, permettant plus facilement la réalisation et la passivité prothétiques.

4-2 Implant court ou sinus lift ?

Nous disposons d'une étude systématique validée par le Cochrane Oral Health Group²⁶: À la date du 07 janvier 2010, vingt-neuf études remplissent les critères méthodologiques de base. Dix d'entre elles sont utilisables au regard des questions posées à savoir :

Quand, comment et avec quoi greffer un sinus en vue de la mise en place d'implants dentaires ?

Les échantillons de ces études sont sous dimensionnés, les durées de suivi cliniques sont faibles et les risques de biais sont importants. Selon les

auteurs, Il s'agit donc plus de résultats méritant citation que de preuves scientifiques. Soit :

- 1- « Des implants de 5mm peuvent être mis en charge avec succès en présence d'une hauteur d'os résiduelle de 4 à 6 mm. Le pronostic à long terme reste inconnu. »
- 2- « En présence d'une hauteur d'os résiduelle de 3 à 6 mm, il pourrait résulter moins de complications d'un soulèvement de sinus par voie crestale, avec mise en place d'un implant de 8 mm de long, que d'un soulèvement par voie latérale, avec mise en place d'un implant de 10 mm de long.»

4-2 Implant court ou greffe d'apposition verticale?

Nous disposons d'une étude systématique publiée par le Cochrane Oral Health Group²⁷ : À la date du 11 juin 2009, Dix-huit études remplissent les critères méthodologiques de base. Treize d'entre elles sont utilisables au regard des questions posées à savoir :

Quand, et avec quelle technique augmenter horizontalement, ou verticalement, la crête alvéolaire en vue de la mise en place d'implants dentaires ?

Trop peu d'études, avec trop peu de patients, participent à chacune des conclusions ci-dessous. Les durées de suivi clinique sont parfois faibles et les risques de biais importants. Conclusions :

- 1- « Les complications sont communes aux techniques d'augmentation et plus particulièrement aux techniques d'augmentation verticales. »
- 2- « Les implants courts semblent une meilleure solution que l'augmentation verticale de mandibules résorbées. »

5 Considérations prothétiques.

5-1 La mise en charge.

Une fois ostéo-intégrés, les implants courts sont mis en charge dans les mêmes conditions que les implants de longueur conventionnelle. Leur mise en charge immédiate est sujette à controverse.

Par ailleurs, la solidarisation des implants courts entre eux ou avec des implants de longueur conventionnelle permet d'obtenir des résultats comparables aux standards de la prothèse sur implants¹⁶.

5-2 Le rapport implant/couronne.

La notion de rapport implant/couronne, directement dérivée de celle du rapport racine clinique/couronne clinique, nous semble manquer de pertinence dans le domaine de la prothèse sur implant.

En effet, cette notion fait référence à l'élément dentaire unitaire, séparé de l'os par un espace desmodontal : susceptible de réagir et de s'élargir. Les implants, soudés à l'os, sont autant que possible solidarisés entre eux et ce de manière rigide. Il s'agit bien là de deux situations « différentes du point de vue mécanique³ ».

Et c'est peut-être là encore une affaire de clous et de soudures ! (*voir chapitre 3-2-1 : Vision d'artiste et raisonnement par analogie*). Il pourrait naître moins de confusion de s'en tenir aux notions plus universelles de la physique : bras de levier, centre de résistance, forces, moments, pressions.

5-3 Concepts Prothétiques et prévention de l'échec prothétique.

5-3-1 Importance du concept occlusal.

Au travers d'une revue systématique de la littérature scientifique consacrée à ce sujet, Carlsson¹⁰, conclut au regard des différents facteurs ayant conduit à l'échec en prothèse sur implant :

Primo : « L'occlusion semble ne jouer qu'un rôle mineur dans le résultat thérapeutique. L'état de sante général et local ainsi que les facteurs biomécaniques semblent jouer un rôle important».

Deuxio : « Il n'existe aucune preuve scientifique permettant de recommander un schéma occlusal plutôt qu'un autre »

Tercio : « L'occlusion en prothèse sur implants peut être appréhendée avec succès en utilisant les méthodes les plus simples pour l'enregistrement du rapport intermaxillaire et en optant pour différents concepts occlusaux ».

Ce constat confirme peut-être le sentiment général selon lequel dentistes et prothésistes maîtriseraient plus facilement les concepts élaborés de l'occlusion dentaire que les aspects médico-chirurgicaux de l'implantologie ou les fondamentaux de la biomécanique. Mais il ne diminue en rien de l'importance de l'occlusion dans ses dimensions physiologique et biomécanique.

Rappelons ici le consensus actuel sur les objectifs généraux de l'occlusion prothétique²⁹ :

- Une dimension verticale acceptable.
- Un espace libre d'inocclusion acceptable lors du repos mandibulaire.
- Un rapport intermaxillaire stable avec contact bilatéral retrouvé sans recherche en fin d'élévation lors du mouvement de fermeture spontané.
- Un rapport intermaxillaire stable avec contact bilatéral retrouvé sans recherche en fin d'élévation lors du mouvement de fermeture guidé en position rétruse.
- Une répartition uniforme des contacts en occlusion d'intercuspitation maximale.
- Une résultante axiale des forces développées par les contacts occlusaux en intercuspitation maximale.
- Une liberté de glissement des contacts occlusaux à partir de l'intercuspitation maximale et ce de manière radiale dans toutes les directions.
- Une absence d'interférences occlusales lors des excursions mandibulaires.
- Une Protection efficace des tissus mous contre la morsure lors du contact occlusal.

5-3-2 Importance du bon placement des implants.

Nous avons vu plus haut que les pressions augmentent d'un facteur 6 quand on passe d'une contrainte parallèle au grand axe et passant par la plateforme de l'implant à une contrainte oblique. La position de l'implant par rapport à la résultante des forces occlusales est fondamentale pour la prévention des surcharges.

Dans la recherche de cet objectif, la longueur réduite de l'implant, qui offre plus de liberté lors de la mise en place, pourrait constituer un avantage relatif.

5-3-3 Prévention des surcharges biomécaniques.

Les forces transmises à l'implant proviennent essentiellement de l'occlusion lors de la mastication et de la déglutition et dans une moindre mesure des autres fonctions oro-faciales.

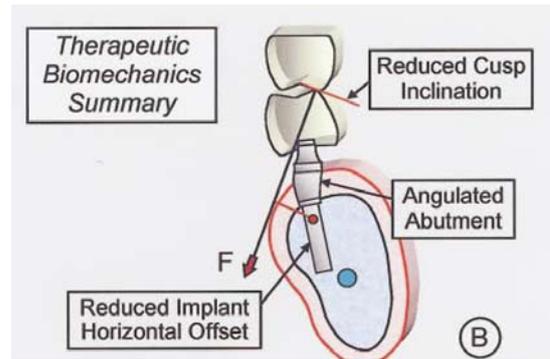
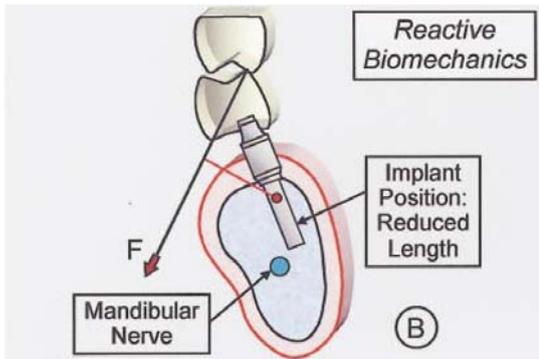
La morphologie coronaire doit être réglée de manière à transmettre la résultante des forces occlusales, en statique et en dynamique, selon un axe le plus proche possible du grand axe de l'implant ou qui, à tout le moins, passe par sa plateforme.

À cette fin, le placement des implants doit découler d'une simulation prothétique par wax up en amont de l'acte chirurgical. Cette simulation peut être réalisée virtuellement si le logiciel permet de manipuler les deux arcades, simultanément, dans le bon rapport intermaxillaire.

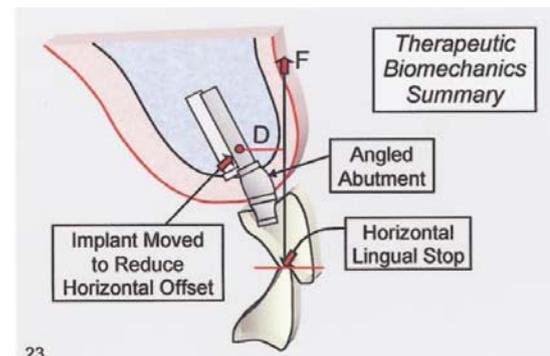
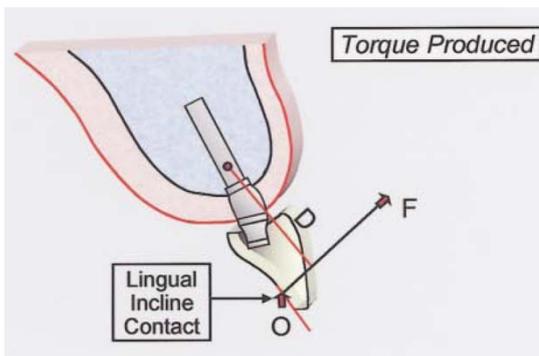
La prévention des surcharges biomécaniques procède en premier lieu du placement « occluso-conscient » de l'implant. Mais cela n'est pas toujours possible.

Le cas échéant, Weinberg^{23, 24} considère comme légitime de recourir à des artifices de montage si cela permet de rapprocher la résultante des forces occlusales vers l'axe de l'implant (figures 8 et 9). Citons à titre d'exemple :

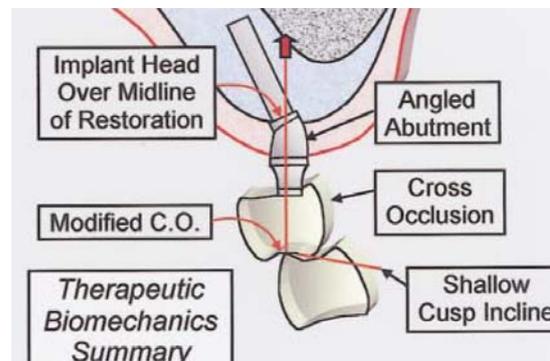
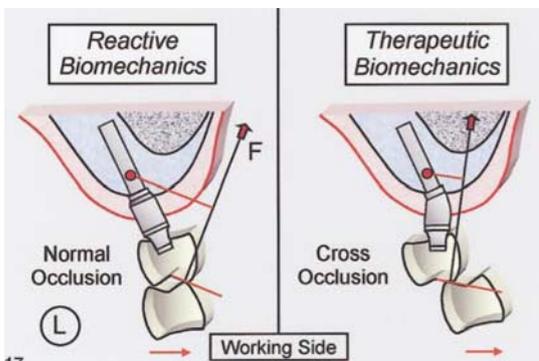
- le plan rétro-incisif au maxillaire qui permet une redirection des forces occlusales au niveau antérieur.
- Le montage en occlusion latérale inversée.
- La modification de l'anatomie occlusale.



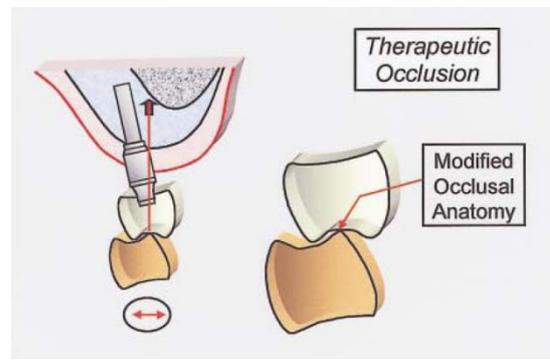
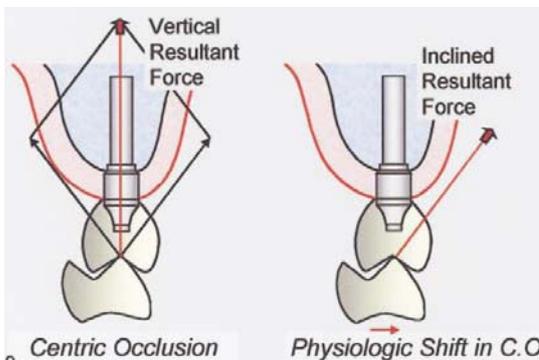
Placement occluso-conscient de l'implant



Plan retro incisif maxillaire.



Montage en occlusion inversée.



Modification de l'anatomie occlusale.

Figure 8 : Extrait de Weinberg²³.

5-3-3 Importance de la solidarisation passive et rigide.

L'implant court est présumé mauvais candidat au succès sur le long terme pour au moins trois raisons : un bras de levier important entre la couronne et la crête alvéolaire, des forces occlusales plus lourdes et une qualité osseuse moins favorable dans les régions postérieures où ils sont le plus souvent indiqués.

Il est donc important de s'en tenir aux meilleures pratiques prothétiques pour réduire le stress biomécanique à l'interface os-implant : pas de cantilevers, pas de forces latérales en statique et en fonction et solidarisation rigide et passive des implants par l'armature prothétique.

Nous présentons ci-dessous un protocole facilitant l'obtention de la passivité de l'armature prothétique. Ce protocole est inspiré de l'AVS (*Accuracy Verification Stent*)²⁸ développé par Ford et Mac Larty en 1991 dans le but de vérifier la précision du maître-modèle (figures 9 à 14).



Figure 9 : Modèle de travail primaire issu d'une première empreinte avec transferts. Ce modèle est forcément imprécis.

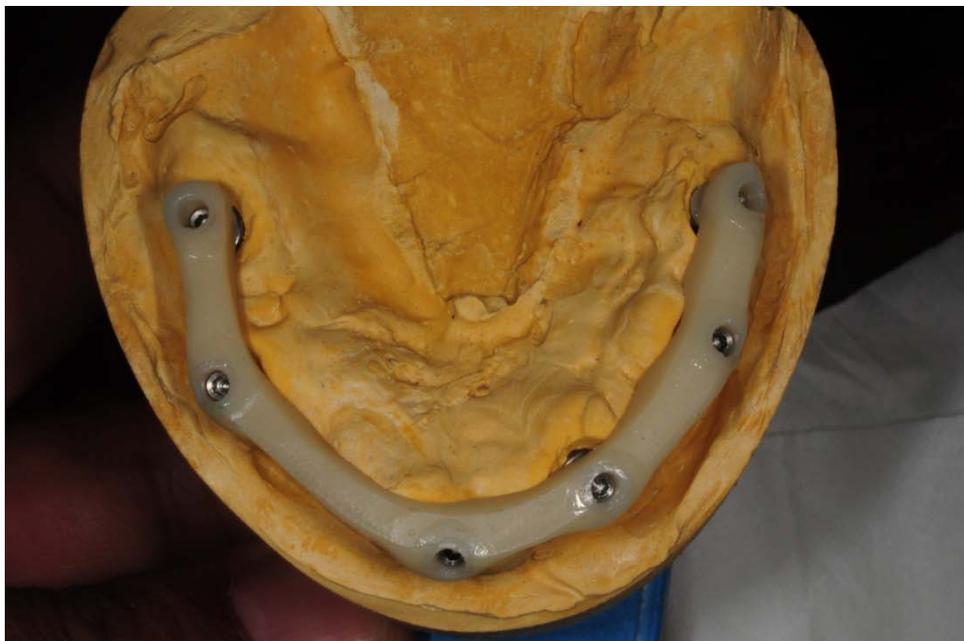


Figure 10: Préforme : Piliers calcinables reliés avec une armature calcinable.



Figure 11 : Préforme précoupée avant essayage en conservant un petit pont pour faciliter la manipulation. Il y aura rupture là où la maquette n'est pas strictement passive.



Figure 12 : La maquette est essayée en bouche. Les éléments cassent. Ils sont solidarisés passivement à la résine calcifiable.

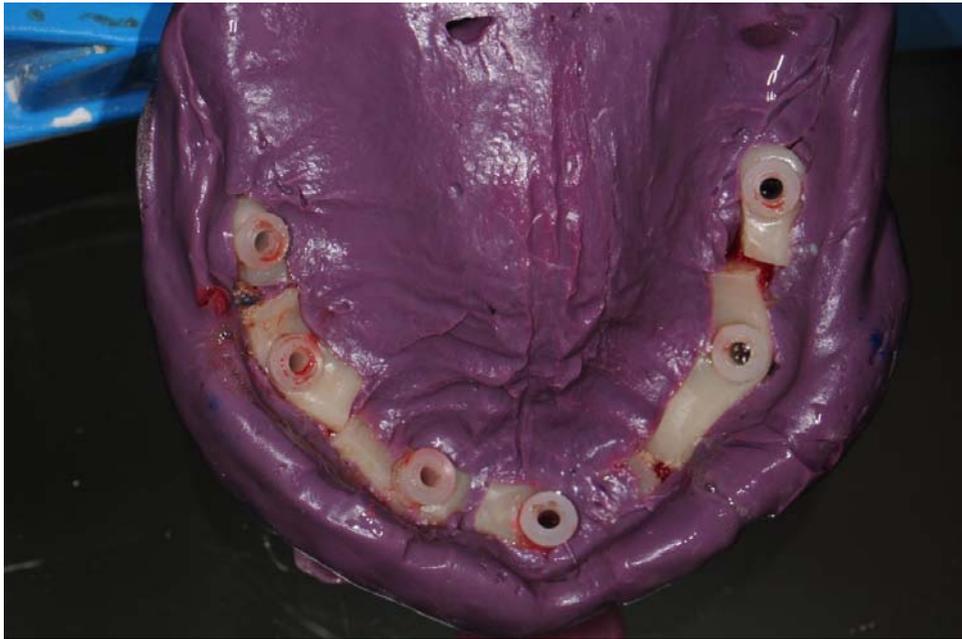


Figure 13 : Une empreinte « Pick-up » est réalisée avec un porte-empreinte individuel pré-perforé au polysulfure (Impregum Penta de 3M Espe) et envoyée au laboratoire.



Figure 14 (Réalisation : Dr Hicham KHAYAT et Mr Dominique Berniaud) : Modèle de travail secondaire. L'armature est directement réalisée à partir de la maquette dont la passivité a été réglée en bouche. La coulée métallique obéit à un protocole rigoureux visant à juguler la déformation notamment par un refroidissement mal maîtrisé.

6 Conclusion.

A bénéfice égal pour le patient, les implants courts méritent aujourd'hui leur place dans le cadre d'une pratique basée sur la preuve et sensible aux notions de prudence, de sécurité, de confort, d'économie et, finalement, d'efficience².

Ainsi, au sortir d'une revue systématique de la littérature, Kotsovilis¹³ et al concluent que : « l'utilisation d'implants courts à surface rugueuse pour le traitement de l'édentement partiel ou complet n'est pas une option thérapeutique moins efficace comparée au traitement de l'édentement partiel ou complet par implants de longueur conventionnelle à surface rugueuse ».

Est-il préférable de placer un implant court pour soutenir un élément prothétique distal plutôt que de recourir à un cantilever ? La réponse est oui¹.

Dans les situations limites, est-il préférable de placer un implant court si cela permet d'éviter un soulèvement de sinus ? La réponse est oui²⁶.

Dans les situations limites, est-il préférable de placer un implant court si cela permet d'éviter une augmentation verticale des crêtes ? La réponse est oui²⁷.

Et c'est là tout le maigre butin d'un matériau bibliographique manquant de méthode et dont la revue systématique a mis à nu l'indigence : Flaubert a toujours raison: « L'ineptie consiste à vouloir conclure ».

Bibliographie :

- 1 Akça Z. and Iplikçioğlu H.
Finite element stress analysis of the effect of short implant usage in place of cantilever extensions in mandibular posterior edentulism.
Journal of Oral Rehabilitation 2002; 29: 350-356.
- 2 Anitua E., Orive G., Aguirre J.J., and Andía I.
Five-year clinical evaluation of short dental implants placed in posterior areas: A retrospective study.
J Periodontol 2008;79:42-48.
- 3 Chun H.-J and coll.
Evaluation of design parameters of osseointegrated dental implants using finite element analysis.
Journal of Oral Rehabilitation 2002; 29; 565–574.
- 4 Faegh, S., Müftü, S.,
Load transfer along the bone–dental implant interface.
Journal of Biomechanics. 2010; 2: 1-10.
- 5 Fazel A., DDS; Aalai S., DDS; Rismanchian M., DDS; Sadr-Eshkevari P., DDS
Micromotion and stress distribution of immediate loaded implants: A finite element analysis.
Clin Implant Dent Relat Res 2009; 4: 267-271.
- 6 Gapski R, Wang H-L, Mascarenhas P, Lang NP. Critical
review of immediate implant loading.
Clin. Oral Impl. Res, 2003; 14: 515–527.
- 7 Geng J. P. and coll.
Finite element analysis of four thread-form configurations in a stepped screw implant.
Journal of Oral Rehabilitation 2004; 31; 233–239.
- 8 Goené R., Bianchesi C., Hüerzeler M., Del Lupo R., Testori T., Davarpanah M., Jalbout Z.,
Performance of short implants in partial restorations: 3-Year follow-up of osseotite_ implants
Implant Dent. 2005; 3 : 274-280.
- 9 Grant B. N., DDS, Pancko F. X., DDS, Kraut R.A.,

**Outcomes of placing short dental implants in the posterior mandible:
A retrospective study of 124 cases**

J Oral Maxillofac Surg 2009; 67:713-717, 2009

10 Carlsson G. E.

Dental occlusion: modern concepts and their application in implant prosthodontics. Odontology. 2009 ; 97:8–17.

11 Hagi D., Deporter D.A., Pilliar R.M., and Arenivich T.

A targeted review of study outcomes with short (≤ 7 mm) endosseous dental implants placed in partially edentulous patients

J Periodontol 2004; 75: 798-804.

12 Jui-Ting and coll.

Bone strain and interfacial sliding analyses of platform switching and implant diameter on an immediately loaded implant: Experimental and three-dimensional finite element analyses.

J Periodontol 2009; 80: 1125-1132.

13 Kotsovilis S., Fourmoussis I., Ioannis Karoussis K., and Bamia C.

A systematic review and meta-analysis on the effect of implant length on the survival of rough-surface dental implants.

J Periodontol 2009; 80:1700-1718.

14 Lemmons J. E.

Biomaterials, Biomechanics, Tissue healing, and immediate function dental implants.

J Oral Implant 2004; 5: 318-324.

15 Li T., and coll.

Selection of optimal dental implant diameter and length in type IV bone a three-dimensional finite element analysis.

Int J Oral Maxillofac Surg. 2009 Oct; 38(10):1077-83.

16 Misch C. E., Steigenga J., Barboza E., Misch-Dietsh F., Cianciola L. J., and Kazor C.

Short dental implants in posterior partial edentulism: A multicenter retrospective 6-year case series study.

J Periodontol 2006; 77:1340-1347.

17 Morand M., Tassos Irinakis T.

The challenge of implant therapy in the posterior maxilla: Providing a rationale for the use of short implants.

J Oral Implant. 2007; 5: 257-266.

18 Nedir R, Bischof M, Briaux J-M, Beyer S, Szmukler-Moncler S, Bernard J-P.

A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Results from a private practice.

Clin. Oral Impl. Res, 2004; 15:150–157.

19 Olate S., Negreiros Lyrio M. C., De Moraes M., Mazzonetto R., Moreira R. W. F.

Influence of diameter and length of implant on early dental implant failure.

J Oral Maxillofac Surg 2010; 68: 414-419, 2010

20 Petrie CS, Williams JL.

Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. A three-dimensional finite-element analysis.

Clin. Oral Impl. Res. 2005; 16, 2005; 486–494

21 Steigenga J., Al-Shammari K., Mish C., Nociti Jr F.H., and Wang H. L.

Effects of implant thread geometry on percentage of osseointegration and resistance to reverse torque in the tibia of rabbits.

J Periodontol.2004; 75:1233-1241.

22 Terrence J. Griffin, DMD,a and Wai S. Cheung, DDS, MSb

The use of short, wide implants in posterior areas with reduced bone height: A retrospective investigation

J Prosthet Dent 2004;92:139-44.

23 Weinberg L. A.

Therapeutic biomechanics concepts and clinical procedures to reduce implant loading.

Part I.

J Oral Implant 2001; 6: 293-301.

24 Weinberg L. A.

Therapeutic biomechanics concepts and clinical procedures to reduce implant loading.

Part II: Therapeutic differential loading.

J Oral Implant 2001; 6: 302-310.

- 25 Xi Ding and coll..
Implant–bone interface stress distribution in immediately loaded implants of different diameters: A three-dimensional finite element analysis.
Journal of Prosthodontics 2009; 18: 393–402.
- 26 Esposito M, Grusovin MG, Rees J, Karasoulos D, Felice P, Alissa R, Worthington H, Coulthard P.
Effectiveness of sinus lift procedures for dental implant rehabilitation: a Cochrane systematic review.
Eur J Oral Implantol. 2010; 3(1):7-26.
- 27 Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P.
Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment.
Cochrane Database Syst Rev. 2008;(3):CD003607.
- 28 Stephen T. Swallow S,T.
Technique for achieving a passive framework fit: A clinical case report.
Journal of Oral Implant. 2004; 2 :83-92
- 29 Karlsson S, Nilner K, Dahl B. J. editors.
A textbook of fixed prosthodontics. The Scandinavian approach.
Publisher: Gothia; Stockholm; 2000.

ANNEE:2010
AUTEUR : KHAYAT Hicham
DIRECTEUR DU MEMOIRE: BOUZEKRI ALAMI Hasnaa
<p>TITRE DU MÉMOIRE :</p> <p>LES IMPLANTS COURTS : ETAT DES CONNAISSANCES.</p> <p><u>Résumé en français:</u> La contrainte que constitue la résorption des crêtes alvéolaires en implantologie est éludée, classiquement, par les techniques chirurgicales d'augmentation osseuse. Dans les cas limites, une solution alternative consisterait à diminuer la longueur des implants. Quelle est donc le poids de la longueur de l'implant dans le succès ou l'échec thérapeutique ? Quelle est la valeur biomécanique de ces implants courts ? Ont-ils un taux de survie acceptable ? Imposent-ils des conduites prothétiques différentes ? Autant de question auxquelles ce travail tente de répondre au travers d'une synthèse bibliographique incluant les revues systématiques disponibles à la date du 19 mai 2010.</p> <p><u>Résumé en Anglais :</u> Alveolar ridge reduction is the main anatomic limitation in implantology. In border line cases, classical approach, involving ridge augmentation technics, is challenged by the widening use of short dental implants. What is the importance of implant length in failure or success? Are short implants biomechanically efficient? How acceptable are their survival rates? Is there any prosthodontic implications or limitations when dealing with short dental Implants ? These are the main questions this memoire tried to address by mean of a scientific literature synthesis, including the available systematic reviews up to may 19, 2010.</p>
RUBRIQUE : IMPLANTOLOGIE
<p>MOTS-CLES :</p> <p>Implants courts. <i>Short dental implants.</i> Taux de survie. <i>Survival rate.</i> Biomecanique. <i>Biomechanics.</i> Occlusodontie. <i>Occlusodontics.</i> Prothèse. <i>Prosthesis.</i></p>