La stimulation endostée en implantologie.

Bilan après 20 ans

*Endosteal stimulation during implantology.
Assessment after 20 years*

Résumé

MOTS-CLEFS :

- Os de type I,
os de type IV,
cicatrisation osseuse,
vascularisation osseuse

KEYWORDS:

- Bone quality type I
Bone quality type IV
Bone healing
Bone vascularisation

Introduite en 1987 et publiée en 1989, la technique de la stimulation endostée permet de prendre en compte la nature de l'os dans deux cas spécifiques :

- pour l'os de type I, peu vascularisé, différentes études montrent un pourcentage d'échecs allant de 12 à 58 %. La stimulation endostée permet de traiter ces cas avec un pourcentage d'échecs ne dépassant pas 5 % ;
- pour l'os de type IV, pauvre en trabécules osseuses, les études montrent des pourcentages d'échecs allant de 22 à 44 %. La stimulation endostée permet de traiter ces cas avec un pourcentage d'échecs ne dépassant pas 4,5 %.

Des travaux histologiques et des publications permettent de valider cette technique en apportant une réponse fondamentales aux résultats cliniques.

Abstract

First introduced in 1987 and published in 1989, the technique of endosteal stimulation makes it possible to take account of the nature of the bone in the following two specific cases:

- For bone quality type I, with little vascularisation, different studies record a percentage failure from 12 to 58%. Endosteal stimulation makes it possible to treat such cases where the percentage of failures does not exceed 5%;
- For bone quality type IV, with depleted bone trabeculae, the studies show percentage failures from 22 to 44%. Endosteal stimulation makes it possible to treat such cases where the percentage of failures does not exceed 4.5%.

Histological work and publications help validate this technique and provide a fundamental response to clinical results.

AOS 2014;270:38-46
DOI: 10.1051/aos/2014407
© EDP Sciences 2014

► **Marc BERT**, Docteur en Sciences odontologiques,
Expert près la Cour d'appel de Paris.

INTRODUCTION

Depuis les travaux de Brånemark (1985), les implants dentaires font partie de l'arsenal thérapeutique des praticiens de l'art dentaire. Un taux de succès de 95 % est généralement admis, taux s'améliorant progressivement en fonction des années de pratique de l'opérateur. Les échecs sont principalement retrouvés dans des types d'os particuliers, soit dépourvus de la vascularisation indispensable à la cicatrisation (Pylant *et al*, 1992), soit avec une densité osseuse faible ne permettant pas une immobilisation primaire de l'implant suffisante (Jaffin *et al*, 1991). Proposée en 1989 (Bert, Itic, Sarfati), la technique de la stimulation endostée a permis d'améliorer le taux de succès initial des implants dans ces cas particuliers.

ANALYSE DES ÉCHECS

Pour les sites à vascularisation insuffisante, l'étude a porté sur des implants mis en place dans le site mandibulaire postérieur. Lorsque l'édentement est ancien, la résorption osseuse (parfois augmentée par le port d'une prothèse adjointe) est importante et l'espace disponible entre la crête osseuse et le nerf mandibulaire

inférieur atteint souvent 10 millimètres, ne permettant de placer que des implants de 7 et de 8,5 millimètres de longueur afin de laisser une distance de sécurité suffisante avec ce dernier. Le plus souvent, l'os disponible n'est que de type I, où la substance osseuse est plus importante que les cavités contenant la moelle et les vaisseaux sanguins. Le forage du site osseux receveur d'un implant laisse une cavité exsangue, sans aucune vascularisation (**fig. 1**) et des échecs sont fréquemment constatés (**fig. 2**).

L'analyse de la bibliographie confirme ces impressions initiales :

- ▶ Friberg *et al* (1991), sur 2912 implants mis en place à la mandibule montrent un taux d'échec à 1 an de 1,80 % pour les implants ayant de 10 à 20 millimètres de longueur contre 12,5 % pour les implants de 7 millimètres de longueur ;
- ▶ Pylant *et al* (1992) sur 102 implants mandibulaires montrent 12 échecs (11,7 %) ; 7 des 12 échecs (58,3 %) sont associés à des implants de 7 mm de longueur. 5 de ces 7 échecs sont relevés à la deuxième chirurgie ; ils sont tous localisés dans la région mandibulaire postérieure ;
- ▶ Bert (1994), sur 87 implants de 7 et 8,5 millimètres de longueur montre un taux d'échec initial de 25,2 % (**tableau I**).

▲ Fig. 1 : Lorsque la préparation osseuse concerne uniquement l'os cortical, le site osseux receveur est exsangue. Un léger saignement est constaté au fond du site le plus mésial, l'os spongieux trabéculaire ayant été atteint.

▲ Fig. 2 : À la mise en fonction, on constate que les 2 implants courts mis en place uniquement dans l'os cortical sont des échecs, alors que l'implant plus long, engageant en plus l'os spongieux trabéculaire, répond aux critères de succès habituels.

▼ **Tableau. I**
Implants de 7 et 8,5 mm sans stimulation osseuse, secteur mandibulaire postérieur.

Année	Nombre d'implants	Nombre de patients	femmes	hommes	échecs	% échecs
1986	17	13	7	6	6	35,2
1987	19	17	9	4	4	21,0
1988	22	20	11	9	5	22,7
1989	17	11	7	4	4	23,5
1990	12	6	3	3	3	25,0
total	87	67	37	26	22	25,2

▲ Fig. 3 :
La tubérosité maxillaire est composée d'un os constitué de fibres conjonctives peu ou pas calcifiées, ne permettant pas toujours une immobilisation suffisante de l'implant.

▲ Fig. 4 :
L'examen tomodensitométrique montre, dans ce secteur postérieur mandibulaire, une très fine corticale et l'absence quasi totale de trabéculations osseuses à l'intérieur de l'étui cortical.

▲ Fig. 5 :
La préparation osseuse est terminée, incluant dans ce cas le « countersink » nécessaire au col de l'implant. L'absence totale de vascularisation dans le site distal et quasi totale dans le site mésial fait repousser la mise en place de l'implant.

Pour les sites à densité osseuse faible souvent composée d'os de type IV, essentiellement constitué de fibres conjonctives faiblement calcifiées, l'étude a porté sur la tubérosité maxillaire (fig. 3), et sur certains secteurs postérieurs mandibulaires composés d'une très mince corticale avec une absence quasi totale de trabéculations intérieures (fig. 4).

La bibliographie confirme ces impressions :

- ▶ Jaffin *et al* (1991), sur 392 implants mis en place au maxillaire dans des os de type I, II et III, montrent 14 échecs (3,6 %) alors que dans les os de type IV, ils montrent 23 échecs sur 52 implants mis en place (44 %) ;
- ▶ Johns *et al* (1992) dans une étude multicentrique montrent une différence statistiquement significative ($p < 0,001$) entre les échecs relevés dans les os de type I à III et les échecs dans les os de type IV ;
- ▶ Bert (1994), dans une étude rétrospective de 3 à 7 ans sur 1103 implants mis en place au maxillaire montre 39 échecs sur les 920 implants mis en place dans des os de type I à III (4,2 %) et 42 échecs sur les 183 implants mis en place dans des os de type IV (22 %). A la mandibule, sur 1031 implants mis en place, le pourcentage d'échec est de 4,1 % pour les os de type I à III (41 / 985) et de 39 % pour les os de type IV (18 / 46).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

À partir de 1989-1990, le protocole de mise en place des implants dans des os difficiles a été modifié afin de tenir compte de leurs particularités physiologiques. Dans les secteurs postérieurs mandibulaires, l'analyse pré-implantaire consiste en la prise systématique d'une radiographie panoramique. Lorsque le nerf dentaire inférieur se situe à plus de 20 millimètres de la crête osseuse, l'intervention est décidée sans autre examen radiographique. Lorsque la distance est inférieure à 20 millimètres, un examen tomodensitométrique est demandé. Lorsque le résultat de cet examen montre que le nerf se situe à 10 millimètres de la crête osseuse avec un os de forte densité sur plus de 6 millimètres, le patient est prévenu depuis 1989 que la mise en place des implants peut se faire en 2 temps :

- ▶ le premier temps consiste à préparer intégralement le site osseux receveur selon la technique habituelle. Si toutefois un saignement osseux apparaît, l'implant est mis en place immédiatement. Lorsqu'il n'existe aucun saignement, le site osseux est refermé, sans mise en place de l'implant (fig. 5) ;
- ▶ après 6 semaines, le site est réouvert et on constate habituellement que la cavité osseuse est remplie d'un tissu cicatriciel qui est retiré à l'aide du dernier foret

▲ Fig. 6 :

Après six semaines, le site est réouvert et le tissu cicatriciel est éliminé à l'aide du dernier foret ayant servi à la préparation osseuse ; On constate que la vascularisation (réactionnelle au traumatisme osseux) est abondante.

ayant servi à la préparation osseuse, laissant un os abondamment vascularisé (fig. 6). L'implant est alors mis en place.

Dans les 2 cas, l'implant est laissé en nourrice pendant un délai de 4 à 5 mois avant d'être mis en fonction. Lors de cette intervention, sa cicatrisation est contrôlée par une percussion donnant un son clair, une immobilité parfaite et l'absence totale de douleur à la pression, selon les critères de succès habituels. La prothèse est installée et les implants contrôlés dans le temps (fig. 7 et 8), selon les protocoles habituels.

Les résultats sont résumés dans le tableau II.

▲ Fig. 7 et 8 :

Contrôle à 9 et 14 ans d'implants courts mis en place dans le secteur mandibulaire postérieur selon la technique de la stimulation endostée.

▼ Tableau. II

Implants de 7 et 8,5 mm avec stimulation osseuse, secteur mandibulaire postérieur.

Année	Nombre implants	Nombre patients	femmes	hommes	échecs	% échecs
1989	17	14	8	6	1	5,7
1990	20	15	7	8	2	10,0
1991	18	13	7	8	0	0,0
1992	32	21	12	9	2	6,2
1993	45	19	13	6	1	2,2
1994	42	18	8	10	2	4,7
1995	38	20	9	11	1	2,6
1996	26	10	5	5	0	0,0
1997	32	12	7	5	1	3,1
1998	20	8	5	3	1	5,0
1999	36	12	5	7	1	2,8
2000	16	5	3	2	0	0,0
2001	12	4	2	2	0	0,0
2002	18	7	5	2	1	5,5
2003	11	4	2	2	0	0,0
2004	32	12	7	5	1	3,1
2005	38	20	9	11	1	2,6
2006	12	4	1	3	0	0,0
2007	17	6	4	2	1	5,8
2008	18	9	5	4	1	5,5
total	500	233	124	109	17	3,4

▲ Fig. 9 :
L'os cortical (en vert) montre très peu de canaux de Havers (flèche), traduisant sa faible vascularisation (inclusion paraffine, trichrome de Masson).

▲ Fig. 10 :
Un prélèvement fait à proximité immédiate d'une stimulation osseuse à 6 semaines montre un grand nombre de canaux haversiens, avec des réseaux vasculaires internes (inclusion paraffine, trichrome de Masson modifié).

Pour l'os de type IV, maxillaire ou mandibulaire, lorsque la radiographie panoramique laisse supposer une densité osseuse faible, un examen tomodensitométrique est demandé. Si l'os semble être de type IV, le patient est prévenu depuis 1990 que l'intervention peut se dérouler en 2 temps. Le passage du foret pilote de 2 millimètres de diamètre confirme la nature de l'os. Lorsque la densité est particulièrement faible, un foret terminal très sous-dimensionné est utilisé. Deux possibilités peuvent se présenter :

- ▶ la densité osseuse est très faible et le site est refermé sans mettre en place l'implant. Le site est réouvert à 6 semaines, le dernier foret utilisé repassé pour éliminer le tissu cicatriciel et l'implant est mis en place. Ce forage montre généralement une densité osseuse très améliorée ;
- ▶ si la densité osseuse semble acceptable, l'implant est mis en place. Lorsque son immobilisation n'est pas suffisante, il est retiré, le site est refermé et un nouvel implant est placé après 6 semaines.

Dans les 2 cas, l'implant est mis en nourrice pour une durée de 5 à 6 mois. A sa mise en fonction, il est testé selon les critères de succès précédents.

Les résultats sont résumés dans le tableau 3. Le nombre d'implants concernés étant faible, les résultats sont regroupés de 5 ans en 5 ans.

DISCUSSION

La méthode utilisée et les résultats peuvent ouvrir les points suivants de la discussion :

Sur la néovascularisation

L'histologie montre qu'un os cortical est pratiquement dépourvu de vascularisation (fig. 9). Un prélèvement effectué à proximité d'un site osseux stimulé, à 6 semaines, montre un grand nombre de canaux de Havers remplis de réseaux vasculaires (fig. 10).

Dès 1969, Melcher *et al* ont montré qu'après un trauma infligé à un os, la prolifération initiale des cellules précurseurs de la lignée osseuse est périvasculaire et que des vaisseaux néoformés apparaissent sur le site lésé. Ces constatations ont été confirmées par Owen (1978) et Vaughn (1980).

Sur le tissu remplissant le site osseux receveur à 6 semaines

Gould *et al* ont montré (1977, 1980) que la blessure de l'os induit un certain nombre de phénomènes aboutissant à la réparation:

▼ Tableau. III

Mandibule

Années	Nombre implants	Nombre patients	femmes	hommes	échecs	% échecs
1990 à 1995	21	15	7	8	1	4,7
1996 - 2000	23	18	7	11	1	4,3
2001 à 2005	32	27	13	14	2	6,2
2006 à 2010	41	37	17	20	1	2,4
total	117	97	44	53	5	4,27

Maxillaire

Années	Nombre implants	Nombre patients	femmes	hommes	échecs	% échecs
1990 à 1995	8	8	5	3	0	0
1996 - 2000	17	16	12	4	1	5,8
2001 à 2005	13	13	11	2	1	7,6
2006 à 2010	18	17	13	4	0	0
total	56	54	41	13	2	3,5

▲ Fig. 11 :
Un site osseux receveur est préparé dans un os uniquement cortical et ne montre aucun saignement ; L'implant n'est pas mis en place et le site est refermé.

▲ Fig. 12 :
Six semaines après, le site est réouvert et montre une vascularisation importante. Le tissu situé à l'intérieur de l'alvéole est prélevé, fixé au liquide de Bouin et inclus en paraffine.

- ▶ le défaut osseux se remplit de fibrine, issue du plasma originaire du réseau vasculaire situé à la périphérie de la blessure: os et, dans le cas d'un os exsangue, tissu conjonctif gingival recouvrant la plaie osseuse;
- ▶ 6 à 10 heures après commencent à apparaître les cellules de défense initiées par la réaction inflammatoire liée à toute agression ;

▶ 3 à 5 jours après, les érythrocytes envahissent le site, ce qui constitue encore un système de circulation ouverte ;

▶ les capillaires commencent à pousser dans le tissu cicatriciel. Leur vitesse de propagation est d'environ 0,1 millimètres par jour (Rhineland, 1974). Sept à 9 jours après le trauma, la blessure est remplie de capillaires ;

▶ trois à 4 semaines après, le nombre de capillaires se réduit, le calibre des vaisseaux résiduels augmente pour donner le réseau vasculaire d'un tissu conjonctif actif.

Le processus est le même pour la stimulation endostée. Le site osseux receveur créé se remplit immédiatement de sang issu du tissu conjonctif gingival venant recouvrir le forage, créant la circulation ouverte nécessaire à la cicatrisation. Un prélèvement effectué à 6 semaines, lors de la réouverture du site pour mettre en place l'implant (fig. 11, 12), montre un tissu conjonctif comprenant 3 zones distinctes (fig. 13) :

▲ Fig. 13 :
Le tissu prélevé, coloré au Trichrome de Masson, montre nettement 3 tissus distincts.

▲ Fig. 14 :
Le tissu central est mal défini, désorganisé et n'est que le reste du caillot initial.

▲ Fig. 15 :
Le tissu intermédiaire montre l'apparition d'un réseau vasculaire (flèche noire), de cellules mésenchymateuses indifférenciées (flèche rouge) et de blastes (flèche jaune).

▲ Fig. 16 :
Le tissu périphérique est caractéristique d'un tissu ostéoïde, avec, en bordure, de l'os déjà mature (flèches).

- ▶ une zone centrale (fig. 14), peu organisée et qui est le reste du caillot initial ;
- ▶ une zone médiane (fig. 15) dans laquelle des capillaires sont visibles, de même que des fibres de collagène et 2 types de cellules :
 - des cellules à 2 ou 3 noyaux, peu actives: les cellules mésenchymateuses indifférenciées qui sont à l'origine de toutes les cellules conjonctives: ostéoblastes, chondroblastes, fibroblastes, en fonction du devenir des fibres de collagène qui peuvent se charger en chondroïne, en calcium et en phosphore ou rester telles quelles ;
 - des cellules à 1 noyau, très actives, sécrétant des fibres de collagène et que l'on ne peut appeler à ce stade que des blastes, en fonction de l'évolution du collagène vue plus haut ;
- ▶ une zone périphérique (fig. 16) qui a toutes les caractéristiques d'un tissu ostéoïde, permettant d'appeler ostéoblastes les cellules conjonctives vues plus haut. On note qu'au bord de l'alvéole existe, sur quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur, un os mature.

Sur la réactivation de l'os cortical

Une étude sur le lapin (Bert, 2005) confirme la revascularisation possible d'un os cortical : un forage est effectué dans une travée d'os cortical. l'animal est sacrifié à 2 semaines (le turn-over du lapin est 3 fois plus rapide que celui de l'homme) et l'analyse histologique du forage montre (fig. 17) en son centre un

▲ Fig. 17 :
Deux semaines après la réalisation d'un forage dans une travée osseuse chez le lapin, on note la présence d'un noyau d'ossification (flèche).

▲ Fig. 18 :
Ce noyau est composé d'ostéoblastes actifs organisés circulairement autour d'un réseau comprenant très distinctement 3 éléments : un nerf, une artère et une veine. Inclusion paraffine, trichrome de Masson.

noyau d'ossification (fig. 18) : des ostéoblastes très actifs centrés sur un réseau vasculaire (artère, veine), accompagné d'une fibre nerveuse.

Analyse de la littérature

► Ogiso *et al* (1995) ont mis en place des implants sur le lapin selon 2 techniques :

- 1 - l'implant est placé immédiatement après la préparation de la cavité osseuse ;
- 2 - l'implant est placé 2 semaines après la préparation de l'os.

Les auteurs indiquent que... « Cette étude a montré que beaucoup de fines trabéculations osseuses et

de capillaires se forment autour de la cavité avec la technique retardée, alors qu'aucun ne se forme au moment de l'implantation avec la méthode habituelle. La méthode retardée montre une formation osseuse plus rapide et plus grande, et moins de tissu fibreux entourant l'implant ». Leur étude confirme que la cicatrisation osseuse est nettement améliorée après la revascularisation de l'os liée à la stimulation osseuse.

► Lundgreen *et al* (1995), sur le maxillaire supérieur de lapin, composé d'un os de type IV, ont pratiqué des forages sur le côté test, avec aucun forage du côté de contrôle. Les auteurs concluent : « l'intervention mécanique a résulté en une modification substantielle de la morphologie du tissu osseux, le changement le plus marqué étant une importante augmentation du nombre de trabécules osseuses par unité d'os spongieux. L'aire occupée par les trabécules osseuses atteignait environ le double (+ 103 %) dans les sites tests que dans les sites de contrôle »... Ces auteurs confirment qu'un os de type IV peut être redensifié en 2 semaines chez le lapin, donc en 6 semaines chez l'homme par la technique de la stimulation osseuse.

CONCLUSION

La stimulation endostée permet de tenir compte du type d'os intéressé par une mise en place d'implants :

- un os très corticalisé, pauvre en réseaux vasculaires, peut être revascularisé en 6 semaines après la préparation du site osseux receveur, améliorant notablement les pourcentages de succès ;
- un os très faiblement trabéculé peut voir sa structure se densifier après sa « blessure » liée à la préparation du site receveur, améliorant ici aussi les pourcentages de succès.

L'histologie, sur l'homme et sur le lapin, confirme ces données, qui seront cependant à préciser à l'aide d'études ultérieures.

Bibliographie

Bert M., Itic J., Serfaty R.: La stimulation endostée en implantologie: étude et résultats après 2 ans. *Les Cahiers de Prothèse*, 1989; 65: 23-31.

Bert M., Missika P. Giovannoli J.L.: Gestion des complications implantaire. *Quintessence International* édit, Paris, 2005.

Brånemark P.I., Zarb G., Albrektsson T.: Tissue-Integrated Prostheses. Osseointegration in Clinical Dentistry. *Quintessence edit, Chicago Ill*, 1985.

Friberg B., Jemt T., Lekholm U.: Early failure in 4 641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of the completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991; 6: 142-146.

Gould T.R.L., Melcher A.H., Brunette D.M.: Location of progenitor cells in the periodontal ligament of mouse molar stimulated by wounded. *Anat Rec* 1977; 188: 133-145.

Gould T.R.L., Melcher A.H., Brunette D.M.: Migration and division of progenitor cell population in periodontal ligament after wounding. *J Periodont res* 1980; 15: 20-29.

Jaffin R.A., Bermann C.L.: The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 1991; 62: 2-4.

Bibliographie

Johns R.B., Jemt T., Heath M.R.: A multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7: 513-522.

Lundgreen D., Sennerby L., Lundgreen A.K.: The effect of mechanical intervention on jaw bone density. *Clin Oral Implants Res* 1995, 6: 54-59.

Melcher A.H., Eastoe J.E.: The connective tissue of the periodont. in Melcher & Bowen: *Biology of the periodontium*, Acad Press edit, 1969.

Ogiso M., Tabata T., Lee R.R., Borgese D.: Delay method of implantation enhances implant-bone binding: a comparison with the conventional method. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995, 10: 415-420.

Owen M.: Histogenesis of bone cells. *Calcif Tissue Res* 1978; 25: 205-211.

Pylant T., Triplett R.G., Key M.M., Brunsvold M.A.: A retrospective evaluation of endosseous titanium implants in the partially edentulous patient. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7: 195-202.

Rhineland F.W.: The normal circulation of bone and its response to surgical intervention. *J Biomed Mat res* 1974; 8: 87-98.

Vaughn J.: The physiology of bone. 3^e edit. Clarendon Press edit, Oxford, 1980.

[Nouveau]

Tissus osseux et biomatériaux en chirurgie dentaire

edp dentaire
Groupe EDP Sciences

Maurice Audran et al.

L'implantologie n'a pu voir le jour au grâce à une connaissance approfondie du support osseux. L'expérience acquise a conduit à considérer le tissu osseux comme un des éléments majeurs dans la réussite des traitements. Aujourd'hui la manipulation des tissus durs est venue pallier les déficiences volumiques et de densité mais demande une connaissance encore plus approfondie de l'os. Divers matériaux cherchent à remplacer ce tissu vivant, mais toujours avec une nécessaire connaissance de la physiologie du tissu osseux. Cette physiologie, les principales maladies des tissus durs et la bonne gestion des biomatériaux et des greffes osseuses constituent la trame de ce livre indispensable à tous ceux qui pratiquent l'implantologie.

312 pages, 185 euros.

Commandez et retrouvez tous nos ouvrages sur **Librairie Garancière**