

Intérêt des ostéotenseurs® matriciels en implantologie. De l'observation clinique à l'innovation thérapeutique.

➤ Gérard **SCORETCCI**¹
Carl **MISCH**²
Itzak **BINDERMAN**³
Patrick **PHILIP**⁴

Introduction

La stimulation périostée par « needling » (Goldman et Cohen, 1968) puis, plus tard, la stimulation endostée par fraisage (Bert et coll. 1989), ont montré que des microtraumatismes du périoste et/ou du tissu osseux pouvaient entraîner des modifications favorables du lit receveur. Cependant, ces méthodes sont restées marginales et peu utilisées en pratique. Les outils de l'époque étaient rudimentaires et de faible rendement. De plus, ni l'imagerie ni la biologie moléculaire n'avaient atteint le niveau de développement actuel.

En effet, avant d'envisager un transfert technologique à visée thérapeutique, il fallait répondre à de multiples interrogations :

a/ Quelle est la nature requise du traumatisme induit - son calibre, sa morphologie - sa durée - son intensité, pour être performant et reproductible sur la régénération osseuse ?

b/ Quelles peuvent être les indications et des contre-indications de cette nouvelle approche conceptuelle ?

c/ Quelles sont les risques engendrés par la pollution métallique des aciers des outils de fraisage ou par la contamination histologique et/ou bactérienne des tissus lésés par les aiguilles creuses ?

d/ Quels peuvent être le nombre et la distance des perforations requises pour déclencher une ostéogénèse reproductible et conforme aux premières observations cliniques ?

➤ **1.** 19 rue Rossini, 06000 Nice, France

2. 16231 W. Fourteen Mile, Suite 250, Beverly Hills, MI 48025, USA

3. 13 Feivel St., 62995 Tel Aviv, Israel

4. Département d'Histologie - Faculté de Médecine de Nice, France

e/ Quelle peut être la cinétique de régénération osseuse induite selon le type d'os rencontré (I,II,III,IV) (Misch 2008) et les différents problèmes cliniques d'orthodontie, de pathologie parodontale, de distraction horizontale et verticale, de « bone splitting », de « sinus lift », d'extraction de dent incluse, de greffe osseuse ?

f/ N'y aurait-il pas intérêt d'introduire, en plus du simple traumatisme, un effet de distraction de la matrice osseuse pour potentialiser et amplifier la réponse ostéogénique ?

g/ Comment concevoir une méta-analyse des résultats cliniques selon les différents protocoles utilisés ?

h/ Comment paramétrer pour chaque patient une approche bioclinique simple et non traumatique qui corrèle les résultats tangibles obtenus, à des preuves histologiques et radiologiques indiscutables ?

L'objectif de cet article est d'apporter une première série de réponses sur la faisabilité d'un protocole de régénération osseuse pré-implantologique par une modification in situ des tensions ostéo-matricielle conduisant à une transformation favorable du lit osseux initial. Cette présentation introduit pour la première fois, à l'aide d'un cas clinique illustré représentatif, les étapes de planification de cette nouvelle stratégie d'ostéo-régénération avant le geste chirurgical projeté. Il s'agit d'une véritable mutation thérapeutique en implantologie basale, mais elle vaut également pour l'implantologie conventionnelle axiale, avec ou sans greffe préalable. L'utilisation ciblée des Ostéotenseurs® permet de gérer en toute sécurité, et avec mise en charge immédiate, des situations cliniques qui, auparavant, paraissaient à nos yeux désespérées.

De fait, il faut bien souligner que les Ostéotenseurs® ont été d'abord cliniquement mis au point par les chirurgiens. Il s'agit donc au départ d'une approche empirique pour laquelle il n'existe pas encore de littérature, bien que de nombreux articles soient en préparation.

Les résultats tangibles et évidents obtenus de façon constante ont conduit dans un second temps le monde de la recherche à se pencher sur le phéno-

mène pour en expliquer les mécanismes intimes au niveau de la biologie moléculaire. Depuis, l'outillage rudimentaire du départ a été modifié et amélioré en tenant compte des remarques et des révélations émergeant de la recherche fondamentale.

Matériels et méthodes

L'Ostéotenseur®

L'instrument de base pour déclencher un processus ostéogénique ciblé est l'Ostéotenseur® matriciel (Victory, Nice, France). Il fait l'objet d'un brevet mondial.

Cet outil a été calibré d'après le diamètre et le profil des ostéons. Il est en acier chirurgical spéculaire recouvert de carbone adamantin (diamond-like-carbon, DLC). Il s'utilise en versions manuelles ou rotatives sur contre-angle bague verte (1 :1). Il existe également une gamme d'Ostéopulseurs®. Ces derniers outils ajoutent une onde de choc ciblée à la simple distraction matricielle des Ostéotenseurs® manuels et rotatifs.

C'est une pièce à main génératrice d'impacts qui répond à la grande variété des situations cliniques intra- et extra-orales (chirurgie de la main, de l'épaule, du rachis, ostéoporose, arthrose, etc.).

Le passage de l'Ostéotenseur® au travers le tissu osseux va entraîner une modification instantanée des tensions matricielles et provoquer une cascade d'évènements biologiques aboutissant à une régénération ostéogénique avec gain, grâce à la distraction, puis à la création d'un cal osseux cicatriciel au bout de 45 jours. Il s'agit d'un processus sélectif ayant fait l'objet d'une analyse clinique et radiologique fine. Le nombre, la morphologie, et les sites d'impact ont une importance capitale.

L'Ostéotenseur® se distingue fondamentalement des méthodes à l'aveugle, qui consistent à émettre des ondes de choc qui se propagent dans toutes les directions de l'espace.

L'Ostéotenseur® est transpariétal, monodirectionnel, et spécifiquement profilé pour atteindre une cible prédéterminée en fonction des besoins cliniques. Il ne s'agit pas de perforer toute une région

sans discernement. Le traumatisme est à minima pour privilégier le versant ostéogénique de l'activation déclenchée par l'Ostéotenseur®.

Protocole chirurgical d'induction d'une ostéotension matricelle

L'Ostéotenseur® est appliqué de manière transpariétale au travers du guide d'impact préprogrammé en fonction de l'analyse radiologique. Il ne doit y avoir aucune élévation de lambeau.

De fait, l'approche doit être 100 % « flapless » de façon à contenir un saignement sous périoste, éviter le risque bactérien, limiter le traumatisme, et maintenir la vascularisation périphérique de la matrice osseuse.

On utilise en premier lieu l'Ostéotenseur® manuel pour tester tactilement le terrain. Dès qu'un os dense est identifié et que la pointe de l'instrument bute sur une surface dure, la poussée manuelle doit être interrompue pour ne pas endommager la sonde DLC. Il faut alors passer à la version rotative (Ostéotenseur® rotatif fin 0.8/1 mm pour les situations osseuses fragiles et étroites, ou large 1.2/1.4 mm pour les situations osseuses massives et volumineuses).

Les outils informatiques, guides chirurgicaux d'impact et/ou de robotique (navigation) peuvent tout à fait fusionner avec les différents types d'Ostéotenseur®.

Le profil effilé et l'état de surface DLC poli miroir de l'Ostéotenseur® éliminent toute possibilité d'entraîner des éléments bactériens et/ou cellulaires indésirables au sein du tissu osseux. Le nombre d'impacts doit être limité et calculé en fonction de l'analyse rétroalvéolaire et/ou scanographique du site. L'objectif est de ne pas endommager l'ostéoarchitecture locale et de favoriser naturellement la phase ostéogénique en réduisant au maximum les phénomènes macrophagiques et inflammatoires.

S'il y a des dents restantes, il ne faut pas pénétrer dans le ligament alvéolo-dentaire. Rester à 1 mm au minimum de cette structure. De même, le premier impact perpendiculaire à l'alvéole vestibulaire doit être au minimum situé à 2 mm en-dessous de la crête osseuse. Pour implanter dans la zone d'une

première prémolaire supérieure, par exemple, on réalise un impact vertical central sur toute la hauteur osseuse cliniquement disponible. Ne pas hésiter à traverser le sinus. Puis on réalise un second impact mésial à 2 mm de distance du premier, idem de l'autre côté en distal. On complète par 1 impact perpendiculaire en vestibulaire situé apicalement à 8 mm de la crête osseuse ; idem en palatin.

Si l'os est dense, utiliser l'Ostéotenseur® rotatif sous irrigation abondante. On a ainsi réalisé un total de 5 impacts (3 crestaux, 1 vestibulaire, 1 palatin). L'implant sera placé 45 jours plus tard, soit en « flapless » (sans lambeau), soit avec un mini lambeau crestal.

Fabrication du guide d'impact pour l'Ostéotenseur®

Le nombre et la disposition des impacts sont fonction de l'analyse rétroalvéolaire et/ou scanner préalable (CT scan ou cone beam). Après une prise d'empreinte du secteur à traiter, le praticien marque sur le modèle en plâtre les différents points. Ce travail peut être effectué sur ordinateur à l'aide d'un logiciel spécifique (Ostéotrack®). Dans certaines situations, en plus du guide d'impact, l'opérateur peut utiliser les outils de navigation en per-opérateur.

Lorsqu'il s'agit de petits secteurs, une simple rétroalvéolaire peut suffire. Pour se repérer, on introduit des sphères métalliques collées sur une selle en résine transparente pour prendre la radio long cône. A partir de ce repère et de la rétroalvéolaire, on réalise les perforations sur le guide d'impact selon le protocole que nous venons de décrire. L'Ostéotenseur®, muni de curseurs en plastique, permet d'effectuer un relevé topographique du secteur. Il sert de sonde surfacique permettant de jauger le massif osseux sous jacent ainsi que l'épaisseur de la muqueuse.

Muni de l'Ostéotenseur® et d'un capteur de radiologie numérique, l'opérateur peut facilement effectuer un pointage pré- et per-opérateur du site à opérer.

Indications de l'Ostéotenseur®

L'Ostéotenseur® est indiqué chaque fois que l'analyse radiologique (scanner) montre un os de qualité inadéquate, soit parce qu'il est trop fragile (os de type IV) soit, au contraire, trop dense (type I).

De même, dès que l'on souhaite réaliser des greffes, des soulèvements de sinus, des distractions osseuses, la préparation ostéogénique initiale favorise le résultat recherché. De ce fait, cette préparation n'est pas une thérapeutique d'urgence. Elle doit se pratiquer en terrain sain, dépourvu de pathologies locales et/ou générales pouvant avoir des répercussions sur le tissu osseux receveur. L'activation ostéogénique a pour but de renforcer, de consolider, et d'améliorer le terrain osseux initial en favorisant l'angiogénèse, l'arrivée de progéniteurs et, au final, la formation d'un cal osseux.

En cas d'os de type IV, le passage de l'Ostéotenseur® permet de le transformer en os de type II actif au bout de 45 à 90 jours. L'implantation ne pourra être réalisée qu'au-delà de 45 jours, après un ultime sondage démontrant un réel changement de la densité osseuse. A l'opposé, un os cicatriciel hyper dense de type I sera rendu plus souple (type II actif au bout des 21 jours, qui marquent la fin de la phase catabolique post-traumatique). Ce sera le moment favorable pour effectuer l'acte projeté (implant, distraction, greffe, etc.).

L'Ostéotenseur® manuel permet une vérification facilement palpable de l'évolution de la matrice osseuse. L'opérateur perçoit instantanément le changement de résistance à la pénétration au travers du guide d'impact. Il est à noter que le patient, bien qu'anesthésié localement, ressent lui aussi très nettement le changement de consistance osseuse lorsque l'opérateur pousse l'Ostéotenseur®.

Il est donc possible avec l'Ostéotenseur® d'effectuer trois types d'opérations :

1. Une activation ostéogénique naturelle et régénératrice ;
2. La vérification et la validation du résultat obtenu au bout de 45 jours ;
3. Un repérage directionnel et/ou topographique en pré- et per-opératoire avec une simple radiographie numérique.

L'effet Ostéotenseur® dure environ 120 jours ; au-delà, il faut renouveler le processus. La matrice osseuse peut être réactivée indéfiniment, à condition de respecter le protocole, en particulier de réaliser un minimum d'impacts ciblés.

Contre-indications de l'Ostéotenseur® :

infection bucco-dentaire (parodontite, abcès dentaire, etc.), sinusite maxillaire en cas d'opération projetée dans cette zone, tabagisme sévère, absence d'hygiène, bisphosphonates, patient irradié et/ou sous chimiothérapie, et toutes les contre-indications physiques et/ou psychiques passagères et/ou définitives de la chirurgie bucco-dentaire.

Mécanismes d'action de l'Ostéotenseur®

Les Ostéotenseurs® matriciels sont de nouveaux outils qui génèrent des petites perforations osseuses calibrées provoquant un micro crack avec distraction matricielle, points de départ du processus d'ostéogénèse réparatrice avec gain osseux. Leurs mécanismes d'action sont en phase avec les données récentes de la littérature qui montrent les interactions complexes entre les tensions matricielles de l'os (matrice extracellulaire - cellules de l'os - noyaux des cellules) et les processus de communication et d'ostéorégulation basés sur la mécanotransduction (Robling et coll. 2001, Morgan et coll. 2006).

De fait, l'ostéotension agit dans le cadre de la mécanobiologie comme un facteur de régulation de l'homéostasie du tissu osseux. Au niveau cellulaire, il s'agit d'une mécanothérapie moléculaire sélectivement orientée. Réalisé en amont de l'acte chirurgical (implantaire, parodontal, orthopédique, ou orthodontique), elle permet de préparer favorablement le site receveur mais aussi le site donneur en cas de greffe.

Pratiquant la parodontologie et l'implantologie depuis 1973 avec plus de 30 000 implants posés, il nous est vite apparu, au travers de la qualité et de la fiabilité des résultats enregistrés, que cette démarche émergente était en fait la véritable clé

permettant une amélioration significative de nos performances thérapeutiques (implantologie, parodontologie, greffe, orthodontie, etc.). Cette approche minimale invasive préparatoire au geste chirurgical projeté a complètement modifié nos plans de traitement tant sur le plan diagnostique qu'opérationnel.

En effet, les micro cracks et la distraction résultant du passage de l'Ostéotenseur® au travers des différents compartiments ostéogéniques (périoste, matrice osseuse, endoste, parois vasculaires, moelle osseuse) vont entraîner la formation d'un cal osseux réparateur qui fortifie le site receveur initial. Il n'y a aucune exception à cette règle qui est constante pour toutes les consolidations de fracture sans ouverture ni déplacement.

Depuis 2005, nous analysons les effets de cette activation ostéogénique mécaniquement induite, et spatialement ciblée, pour développer des outils spécifiques, et dédiés à chaque application clinique. Nous nous sommes également attachés à collecter les résultats multicentriques, à établir les protocoles, et à initier une recherche bioclinique fondamentale.

Précautions particulières liées à l'utilisation de l'Ostéotenseur® :

- état médical (physique, psychique, général)
- état bucco-dentaire (pathologie, hygiène, etc.)
- analyse radiologique (scanner, panoramique, rétroalvéolaire)
- moulages
- guide d'impact et/ou navigation
- couverture antibiotique
- antisepsie du champ opératoire (chlorhexidine, Bétadine, etc.)
- sonde Ostéotenseur®, désinfectée à chaque impact (Bétadine dermique à 10%)

Protocole illustré par un exemple clinique

- Patiente de 74 ans édentée totale maxillaire – Atrophie extrême – Refus de greffe - Chirurgie avec lambeau (« full flap »)

Il est du devoir de tout professionnel, d'informer son patient des actes qu'il va subir, de leur coût et de leurs conséquences immédiates et à long terme, et des méthodes alternatives.

Le patient, en dehors de l'urgence vitale absolue, doit pouvoir réfléchir, prendre d'autres avis s'il le souhaite, avant de décider.

1^{ère} séance explicative :

radiographie panoramique (**Fig. 1**), bilan de santé générale et bucco-dentaire (**Fig. 2**), prise d'empreinte, ordonnance scanner, plan de traitement et devis, décision en attente. Expliquer au patient qu'on va, sous anesthésie locale, avec son accord, réaliser lors de la prochaine séance un sondage transgingival du futur site à implanter.

On procédera à l'implantation 45 jours plus tard si la densité osseuse est suffisante, sinon il y aura un nouveau sondage suivi d'un délai d'attente de 45 jours et revérification. Le patient devra s'abstenir de fumer et évitera les ambiances tabagiques.

Une lettre a été adressée au médecin traitant pour lui demander si le patient présente, au vu des dernières analyses, des problèmes particuliers dont il faudrait tenir compte.



Fig. 1- Atrophie maxillaire extrême.



Fig. 2- Perte totale du soutien labial.

2^e séance explicative, plus détaillée

1^{ère} application de l'Ostéotenseur® (sondage + activation) : bilan de santé réalisé et analysé, scanner et modèle stéréolithographique (**Fig. 3,4,5**), modèles d'étude en occlusion, guide d'impact, plan de traitement avec séquences, délais, projet implanto-prothétique final, maquette esthético-fonctionnelle réelle ou virtuelle, et guide chirurgical.

Si le patient donne son accord, un sondage transgingival à l'Ostéotenseur® (**Fig. 6**) de la future zone à implanter est pratiqué sous anesthésie locale. Il permet de vérifier la qualité osseuse du site receveur et son adéquation avec les relevés radiographiques ou une éventuelle reconstruction stéréolithographique, si celle-ci a été jugée utile.

Dans le cas présent, la patiente a reçu les explications lui indiquant qu'il s'agit d'un geste mécanique et qu'aucune autre injection de produit en dehors de l'anesthésie ne sera réalisée.

Elle a disposé d'un délai de réflexion raisonnable (≥ 1 semaine). Un flash de 3 g d'antibiotique (en général 3 comprimés d'amoxicilline 1 g dispersible) lui a été administré 20 minutes auparavant.

En cas d'allergie à la pénicilline, donner 1 comprimé de Rovamycine 3000 à la place.

Vérifier en bouche l'adaptation et stabilité du guide d'impact en résine rigide et transparente (**Fig. 7**).

Retirer le guide, badigeonner la muqueuse avec de la Bétadine dermique à 10% (éviter la Bétadine buccale), puis appliquer un anesthésique topique sur toute la surface.



Fig. 3- Reconstruction stéréolithographique, vue frontale.



Fig. 4- Modèle stéréolithographique (Matérialise Dental) montrant la très faible quantité et densité osseuse résiduelle. Facteurs déterminants dans le choix de l'approche basale avec préparation ostéogénique initiale à 45 jours et 90 jours.



Fig. 5- Vue intra orale - palais plat.



Fig. 6- Ostéotenseur® Matriciel manuel, sonde trans-pariétale recouverte de DLC.



Fig. 7- Guide d'impact rigide en résine transparent. Les perforations sont distantes d'au moins 2 mm. La direction et la localisation topographique sont réalisés grâce à l'analyse scanner et le modèle stéréolithographique.

Enfin, réaliser une simple anesthésie locale faiblement adrénalinée (1/200 000). Injecter très lentement. Utiliser des aiguilles \varnothing 0,30 mm à biseau siliçonné pour éviter tout phénomène douloureux. L'anesthésique doit rester surfacique ; ne pas faire d'anesthésie intra osseuse. L'aiguille s'arrête à la corticale. La pression hydraulique engendrée par la poussée du liquide anesthésique dans l'os peut endommager les ostéocytes et aller à l'encontre du but recherché. L'anesthésie ne doit pas dépasser la région sous périostée.

Une fois l'anesthésie locale terminée, placer le guide d'impact et pousser l'Ostéotenseur® manuel (**Fig. 8**) au travers de chaque orifice programmé en fonction du scanner ou de la simple rétroalvéolaire s'il s'agit d'un petit secteur.

La pénétration est totalement indolore.

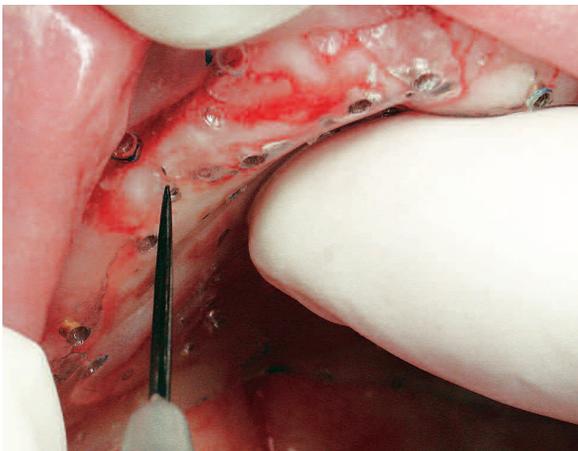


Fig. 8- T = 0 passage de l'Ostéotenseur® manuel dans toutes les perforations. Os de type IV détecté sur toute la surface ostéotensée.

Pour le maxillaire, passer l'Ostéotenseur® au travers du guide jusqu'à ce que l'on ressente une résistance. Eviter de tordre la pointe en DLC. Dans la région sous sinusienne, l'Ostéotenseur® peut traverser sans risque la membrane de Schneider ; à la manière d'une aiguille, il n'y a aucune conséquence. S'il y a un saignement, il aura lieu sous la membrane entre le plancher du sinus et celle-ci, mais jamais au-dessus.

C'est en effet dans sa partie conjonctive fortement irriguée située sous le revêtement épithélial de type respiratoire que s'épanchera un éventuel saignement. Ce caillot, de volume variable en fonction de l'épaisseur de la membrane, de la présence de microcloisons osseuses, va s'amplifier in situ, provoquant une augmentation du site osseux concerné, 45 jours après le passage de l'Ostéotenseur®.

Le gain en épaisseur varie de 2 à 8 mm selon nos observations.

En fonction du résultat et des conditions anatomiques, l'opérateur utilisera soit un implant disque, soit un implant disque à plateau, soit un implant Fractal®.

Lorsque l'opérateur sent une résistance avec l'Ostéotenseur® manuel, il doit s'arrêter et utiliser l'Ostéotenseur® rotatif de petit diamètre si l'analyse scanner montre une structure osseuse réduite, sinon il prendra le gros diamètre.

En général, au maxillaire, on utilise à 80% l'Ostéotenseur® manuel ; c'est l'inverse à la mandibule.

L'opérateur a une excellente sensation tactile de la dureté de la matrice osseuse avec l'Ostéotenseur® manuel.

Une fois tous les impacts réalisés, retirer le guide. Réinjecter un peu d'anesthésique en vestibulaire de façon à compléter l'anesthésie initiale. Cela permet de réhydrater la région et donne au patient une absence totale de douleur pendant 3 h. Le relais est pris par du paracétamol ou tout autre anti douleur que l'on administre à la fin de l'intervention. Les suites sont sans histoire et les patients sont étonnés de l'absence de gêne ou d'enflure notable. Ils se sentent rassurés pour le futur acte implantaire.

3^e séance :**l'implantation proprement dite après validation du site osseux receveur**

Il avait été identifié initialement par l'analyse scanner mais aussi lors de la pénétration de l'Ostéotenseur®, que l'on avait à faire à un os de type IV. 45 à 60 jours se sont écoulés entre le premier passage de l'Ostéotenseur® et la 3^e séance. La patiente a été prévenue que l'on allait placer les implants prévus dans le plan de traitement sous toutes réserves de modifications per-opératoires que le chirurgien jugerait utile. Elle sait que cette 3^e séance peut aussi ne pas voir la pose d'implants si la vérification du sondage au travers du guide d'impact à l'aide de l'Ostéotenseur® manuel montre que la densité souhaitée (type II) n'a pas été atteinte. Dans ce cas, on réalise immédiatement un nouveau passage d'Ostéotenseur® et la patiente est reconvoquée 45 jours plus tard. Cette situation est cependant rare et ne concerne que les personnes ayant une très faible densité osseuse.

En général, 45 à 60 jours d'attente suffisent pour densifier et consolider considérablement la matrice osseuse initiale par formation de cals osseux réactionnels.

Vérification de l'efficacité de l'Ostéotenseur® :

- replacer le guide d'impact
- utiliser l'Ostéotenseur® manuel avec des index de pénétration coulissant (prendre des rondelles caoutchouc d'endodontie).

L'opérateur se rend très facilement compte du changement de densité osseuse sous 45 jours. L'Ostéotenseur® manuel qui pénétrait jusqu'à la garde au travers de la matrice osseuse est stoppé au bout de 1 à 2 mm (**Fig. 9**). De plus, le patient lui-même ressent très nettement la différence depuis la première séance où l'Ostéotenseur® s'enfonçait sans difficulté dans de la « biscotte », alors qu'aujourd'hui il perçoit que l'instrument « bute sur une vitre ».

Sur un total de 42 impacts réalisés sur tout le maxillaire au travers du guide, 23 ne permettent absolument plus la pénétration manuelle. Pour les 19 autres impacts, la dureté ressentie à la sonde est nettement améliorée. Cependant, la pénétration manuelle reste encore possible par endroit. Il a été décidé de refaire une séance avec un Ostéotenseur® rotatif et d'attendre 60 jours de plus, compte tenu des conditions initiales extrêmes révélées par la reconstruction stéréolithographique (Materialise Dental, France).

Au final, après deux séances de préparation ostéogénique, la mise en place des racines artificielles en titane avec comblement et PRF s'est réalisée dans des conditions optimales, suivie d'une mise en charge immédiate à 48 h avec un bridge de transition vissé de forte rigidité. Les suites opératoires ont été sans histoire. La patiente a retrouvé une mastication normale et un esthétisme pleinement satisfaisant (**Fig. 10 à 18**).

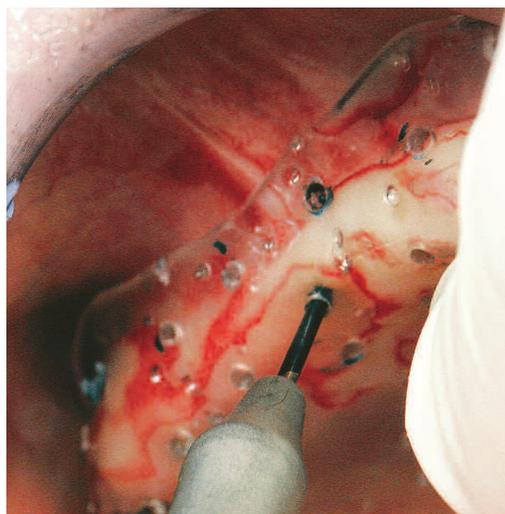


Fig. 9-
T = 45 J Vérification montrant une amélioration notable de la densité osseuse dans la majorité des sondages. Il a été nécessaire de pratiquer 2 séances à 45 jours de distance avant d'implanter.

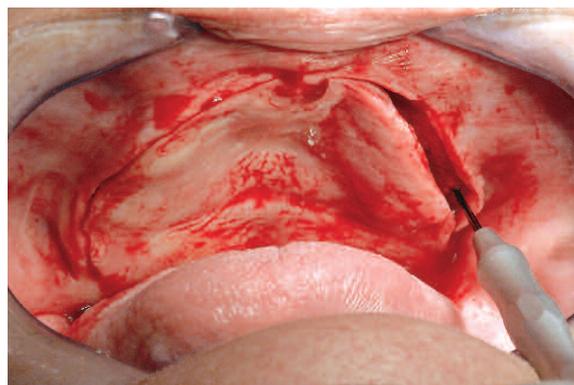


Fig. 10- T = 90 J. Dernier passage de l'Ostéotenseur®, validation de la densité osseuse, (type II) permettant la mise en place des implants. Incision crestale sans décharge antérieure.

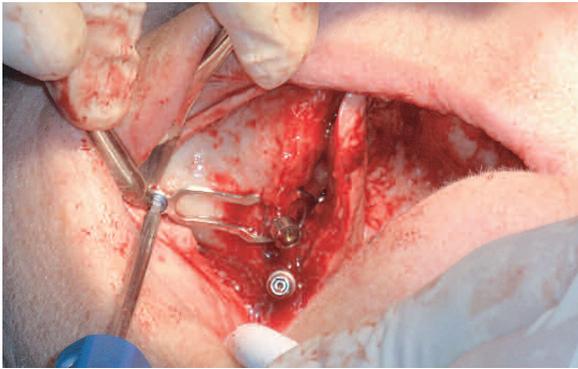


Fig. 11- Diskimplant® à plaque dans région zygomatique droite.

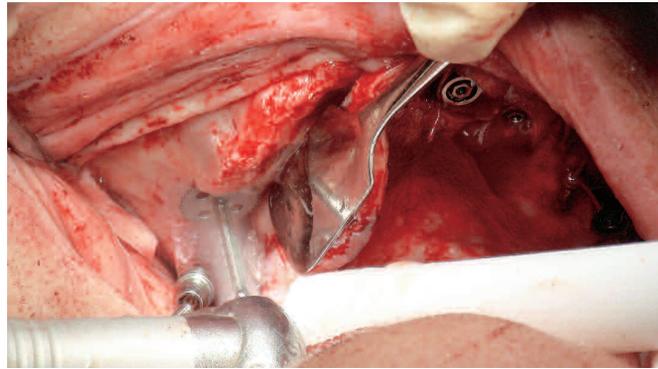


Fig. 12- Cut à la turbine.



Fig. 13- PRF.

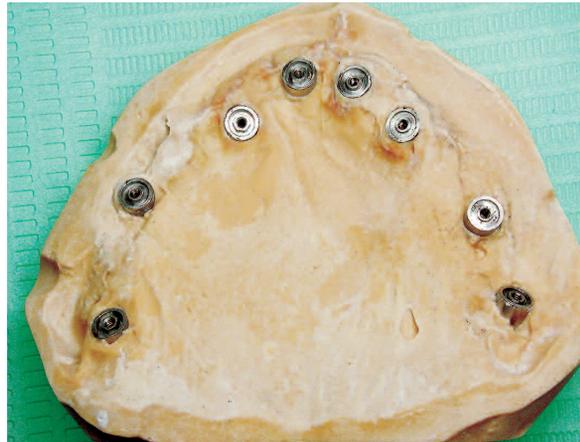


Fig. 14- Coulée du maître modèle.

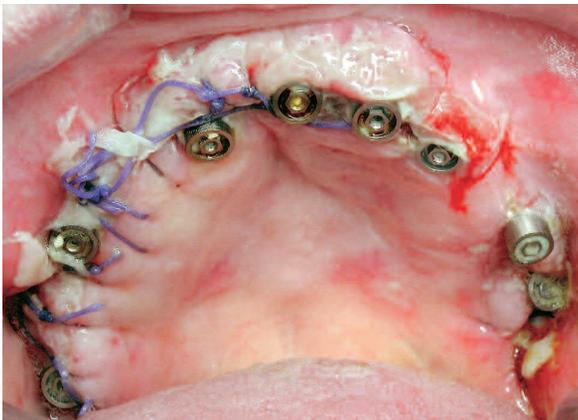


Fig. 15- Aspect de la muqueuse à 48 heures.



Fig. 16- Bridge ostéoancré de forte rigidité mis en place 48 h post-opératoire. Vue extra orale.



Fig. 17- Vue intra orale.

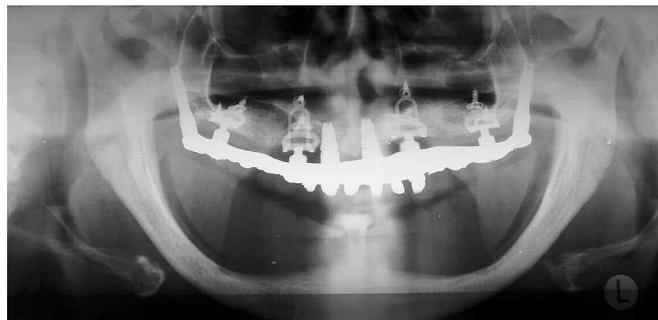


Fig. 18- Vue panoramique du bridge vissée titane / chrome-cobalt / résine avec les implants en place.

Discussion

L'Ostéotenseur® matriciel a provoqué des micro-traumatismes ciblés, programmés et calibrés pré-implantologiques qui ont induit naturellement une nouvelle matrice osseuse régénérée et fortifiée. L'os de type IV hyper fragile qui rendait ce maxillaire inopérable a été transformé en type II actif après passage de l'Ostéotenseur®.

L'ostéotension déclenche et régule la régénération de l'os par des mécanismes qui sont à rapprocher des recherches avancées dans les domaines de la mécanotransduction et de la mécanobiologie (Robling et coll., 2001 ; Morgan et coll., 2006).

Cette ostéotension matricielle micro-chirurgicale pratiquée par voie transpariétale permet d'initier et de restaurer :

- a. une ostéogénèse naturelle sur le site implantaire ;
- b. les fonctions biomécaniques de l'os requises pour une implantologie pérenne. L'onde de choc est minime, le trajet est unidirectionnellement pré-établi. L'ensemble de l'opération est transgingival sous simple anesthésie locale. La réparation observée est superposable à celle qui suit une distraction osseuse.

Que représente l'Ostéotenseur® pour le praticien et le patient ?

1. C'est avant tout une sonde transpariétale destinée à vérifier la qualité initiale du futur site osseux receveur (type I, II, III, IV). Cela rassure le patient et fiabilise le futur geste chirurgical du praticien. Allié aux moyens modernes de la navigation et de la robotique, l'Ostéotenseur® peut avantageusement être utilisé à la fois comme sonde surfacique et comme profondimètre transmatriciel.

2. Le passage, sans ouverture de lambeau (« flapless »), au travers de la gencive puis de la matrice osseuse, crée un canal qui se remplit de sang et de fluide. Il en résulte une mini distraction avec « microcrack » qui régénère sous forme d'un cal osseux au bout de 45 jours. C'est le cours classique de la consolidation d'une fracture sans déplacement en site clos.

3. Ce sondage est réalisé sous simple anesthésie locale très faiblement adrénalinée (1/200 000), sans aucun apport de produit ou de matériau de comblement. Il est recommandé de ne pas réaliser d'injection intra-osseuse pour ne pas endommager les éléments cellulaires chargés de la régénération.

4. Il n'est pas nécessaire d'arrêter les médicaments anticoagulants (Plavix, Kardegic, etc.). Les impacts transgingivaux sont inférieurs, au niveau de la pointe, à ceux d'une aiguille de perfusion. Ils provoquent peu ou pas de saignement. Chaque fois que cela est possible, le patient est prié, à la fin de la séance, de remettre son appareil et de ne pas le retirer pendant 24 h.

5. Il s'agit d'une intervention « minimally invasive » dont les suites sont inexistantes ou infimes. Cependant, l'Ostéotenseur® ne doit jamais être utilisé dans un site infecté. Les risques d'endommager des organes sensibles et/ou vitaux sont moindres qu'avec une aiguille d'anesthésie locale, c'est-à-dire pratiquement nuls. Transpercer la membrane de Schneider est sans conséquence pour les raisons déjà évoquées.

6. Les guides d'impact sont conseillés. Ils fiabilisent le geste, le rationalisent, et surtout permettent d'en vérifier l'efficacité lors du second passage destiné à valider la régénération osseuse du site. L'opérateur dûment formé peut, s'il le souhaite, utiliser la navigation (robotique) pour piloter l'Ostéotenseur® jusqu'à la cible prédéterminée lors de l'analyse informatique de la région. Il est également possible de réaliser une série de projections virtuelles du résultat final selon l'orientation de l'Ostéotenseur®.

Pourquoi s'entourer de toutes ces précautions et ne pas faire d'emblée l'implantation comme maintes fois décrite dans de précédentes publications ?

Simplement parce que le but recherché est la qualité et la fiabilité du résultat final, quelle que soit la difficulté initiale, en optimisant le lit osseux receveur. L'implantologie est une thérapeutique de confort. Rien n'oblige à la précipitation. Au fur et à mesure des évolutions thérapeutiques, les professionnels ont été amenés à franchir des difficultés de niveau élevé voire extrêmes qui nécessitent une

bonne connaissance du terrain osseux. Préparer ce terrain de façon plus favorable est une démarche responsable qui a du sens, du moment où elle est protocolée, reproductible, et que l'on dispose des outils capables de concrétiser ces performances.

Que penser des autres approches, onde de choc, piezographie, laser, etc. pour stimuler la réparation tissulaire ?

Ces techniques basées sur des phénomènes ondulatoires et/ou vibratoires font appel à un tout autre cahier des charges, fort éloignées du concept de « tensegrity » (Binderman et coll. 2002). L'Ostéotenseur® rentre dans la vaste catégorie des mécanotenseurs matriciels.

Trois constatations ont servi de socle à leur développement :

1. Tous les vertébrés sont programmés pour résister aux forces de pesanteur grâce à leur ostéosquelette sur lequel viennent s'insérer muscles et tendons.
2. En cas de fracture traumatique et/ou de distraction, cette ostéoarchitecture est aussi conçue pour s'auto-réparer sous forme d'un cal osseux cicatriciel.
3. Enfin, il existe un processus physiologique de renouvellement permanent du tissu osseux qui peut être ralenti et/ou accéléré en fonction de l'activité musculaire ou de certaines pathologies. En créant mécaniquement une distraction par un micro traumatisme ciblé et spatialement orienté en fonction de l'objectif thérapeutique souhaité, l'Ostéotenseur® prend en compte ces paramètres fondamentaux pour les mettre au service d'une régénération osseuse naturelle volontairement déclenchée par l'opérateur.

La préparation ostéogénique réalisée en amont avec l'Ostéotenseur® matriciel nécessite un strict respect du protocole et des procédures.

Elle a permis de fiabiliser l'acte implantaire dans le cas clinique de mise en place rapide de dents fixes sous 48 h présenté dans cet article.

C'est le temps minimum raisonnable pour permettre à notre laboratoire de proximité de réaliser un bridge fixe ostéoancré vissé, esthétique-fonctionnel, de qualité, avec une armature de forte rigidité (préformes en titane usiné / chrome-cobalt / dents résine).

Cependant, il convient de demeurer extrêmement prudent et de réserver la mise en charge immédiate aux cas d'édentation totale.

En effet, le passage préalable de l'Ostéotenseur® ne signifie pas que l'on puisse s'affranchir des délais d'attente qui, selon notre expérience, doivent être maintenus pour toutes les situations où les conditions occlusales et anatomiques risquent de nous faire perdre le ou les implants mis en fonction trop précocement.

Les progrès actuels de l'imagerie nous ont permis de détecter les pièges potentiels à éviter lors des différentes séquences opératoires et d'anticiper le bon choix de l'implant pour chaque secteur. Il est clair que la préparation ostéogénique change drastiquement le terrain osseux initial en le fortifiant et en le rendant plus réactif grâce à la formation d'une nouvelle matrice plus solide et mieux irriguée.

En quelques semaines, l'os de type IV (où le chirurgien en soulevant simplement le lambeau muco-périoste risquait de briser la fine coquille osseuse parasinusale avec le décolleur) va s'autotransformer en os de type II actif dans lequel on va pouvoir placer, en toute sécurité, des cylindres, des implants disque à plaques zygomatiques ostéoancrées, des implants Structure® tubéro-ptérygoïdiens, des implants Fratex® à expansion de crête, des implants Fractal® pour soulevé de sinus, etc. En outre, si une greffe osseuse et/ou comblement de sinus sont projetés, ils se feront dans des conditions optimales.

D'éventuelles effractions per-opératoires, des futures déhiscences post-opératoires, voire des pertes d'implants qui, la plupart du temps, avaient pour origine la présence d'un os de type IV mal vascularisé, seront évitées grâce à la transformation préalable du site en os de type II.

Comme dans toute ostéotomie préimplantaire (Doms 1974), la néoangiogenèse post-traumatique induite et les cellules souches recrutées in situ et à distance qui sont venues en masse coloniser et renforcer la région, vont servir de fondation au matériel implanté.

L'effet Ostéotenseur® a une durée d'action d'environ 4 mois.

C'est la période pendant laquelle il est nécessaire de placer des implants qui, grâce à leur mise en fonction, vont participer au maintien et au remodelage osseux.

Si la région n'est pas équipée, il faut refaire un passage à l'Ostéotenseur®.

En pratique, l'Ostéotenseur® déclenche l'ostéogénèse post-traumatique tandis que la fonction stimule l'ostéogénèse physiologique (Dhem 1967). C'est elle qui pérennise le maintien du capital osseux, comme le montre les radiographies, dont les scanners pris à plusieurs mois d'intervalle (**Fig. 19 à 22**).

Le chirurgien dispose, avec la préparation initiale par Ostéotenseur® matriciel, d'un outil simple et fiable, minimal invasif, qui donne des résultats reproductibles et sûrs. Il s'agit d'une approche naturelle strictement autologue et mécanique. Elle est peu invasive et ne comporte aucun risque à condition de respecter la procédure. Il n'y a aucune injection de produit autre que l'anesthésique. En cas de comblement ou de greffe osseuse projeté, cette préparation ostéogénique a également un sens sur les sites donneur et receveur, en collectant en amont les cellules souches nécessaires à la néoangiogénèse, clé indispensable pour une bonne incorporation du greffon.

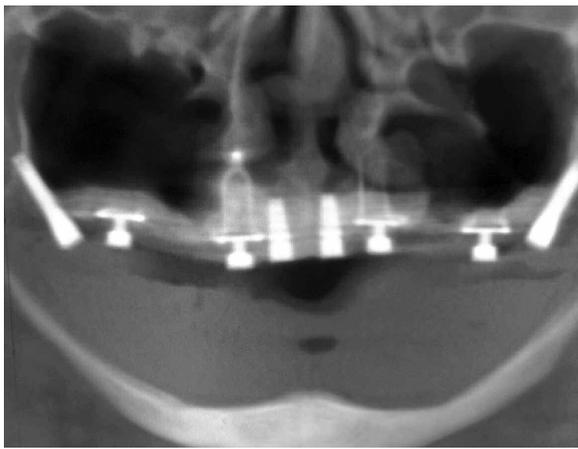


Fig. 19- Scanner post opératoire montrant le gain osseux à 3 mois.
 • Diskimplants® à plaque (2 pariétaux canin, 2 zygomatiques)
 • 2 implants Fractal® antérieurs (h = 8mm)
 • 2 implants Fractal® tubéro-ptérygoïdien en 18 et 28 (h = 19 + 4 mm)
 Le bridge a été démonté pour la vérification scanner.

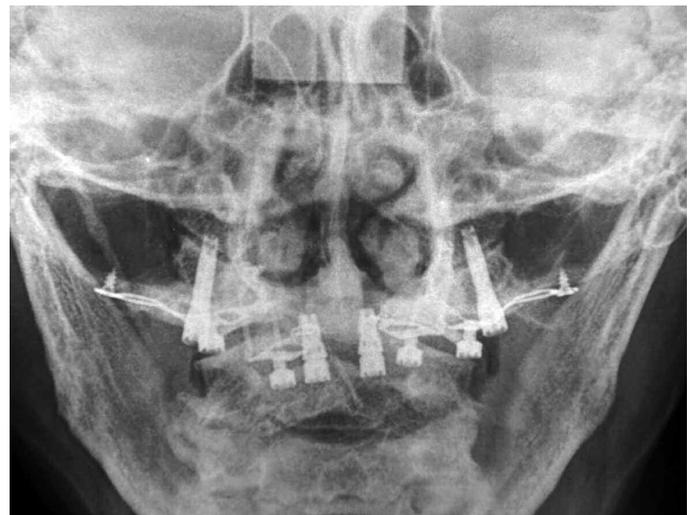


Fig. 20- Coupe frontale montrant les zones d'ancrages : pariétale, zygomatique et tubéro-ptérygoïdien.

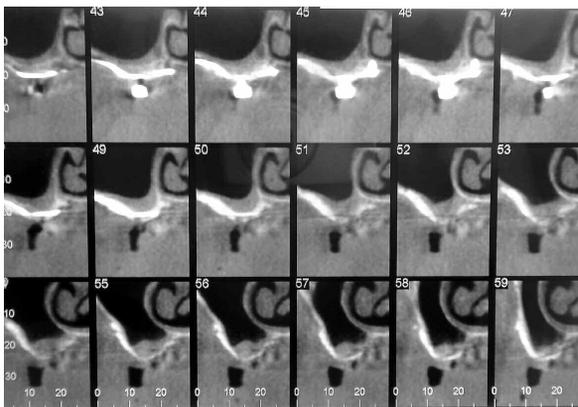


Fig. 21- Détail du scanner secteur I montrant le recouvrement des plaques par le biomatériau et le gain osseux intra sinusien suite au passage de l'Ostéotenseur®.

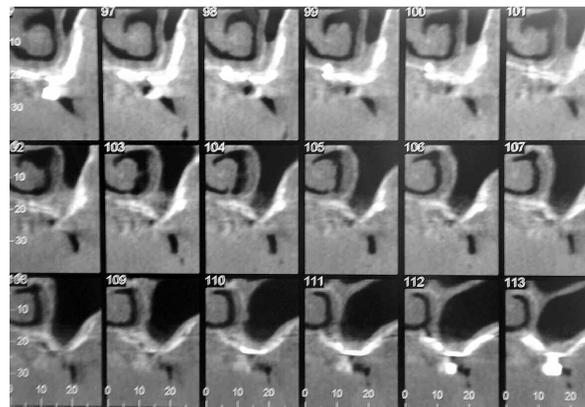


Fig. 22- Détail du scanner secteur II. La communication bucco sinusienne initiale a disparu, les sinus sont sains.

Des applications sont déjà en route pour l'orthodontie et la parodontie, avec, à chaque fois, des procédures spécifiques, en raison de la présence des dents et du ligament alvéolo-dentaire qui modifient sensiblement les protocoles. Cette stratégie innovante, basée sur une modification des tensions intra osseuses par des microtraumatismes ostéo-induits, ouvre à l'implantologie en général et la basale en particulier, de nouveaux champs d'applications thérapeutiques encore inexplorés à ce jour.

Sans l'utilisation préalable de l'Ostéotenseur®, nous aurions probablement renoncé à équiper avec mise en charge fonctionnelle immédiate le maxillaire atrophique de cette patiente pour laquelle les techniques de greffes osseuses n'étaient même pas envisageables.

Dans sa situation, nous n'avions pas droit à l'erreur sous peine d'aggraver son état initial de manière irréversible.

Conclusion

Eu égard aux résultats cliniques concordants et constants obtenus avec l'approche ostéogénique ces trois dernières années dans des scénarios cliniques extrêmes, cette méthode est aujourd'hui totalement intégrée dans notre pratique quotidienne.

Cependant, une formation aux Ostéotenseurs® matriciels (indications, contre indications, paramétrage, protocoles et procédures) est évidemment indispensable pour assurer à nos patients, dans la qualité et la sécurité, la reproductibilité de cette approche thérapeutique naturelle minimale invasive, avec un maximum de rendement et d'efficacité.

Bibliographie

- > **Bert M, Itic J, Serfaty R.** *La stimulation endostée en implantologie. Etude et résultats après 2 ans. Cahier Prothèse 1989; 65: 23-31*
- > **Binderman I, Bahar H, Yaffe A.** *Strain relaxation of fibroblasts in the marginal periodontium ist he common trigger for alveolar bone resorbtion. J Periodontol 2002; 73, n° 10*
- > **Dhem A.** *Le remaniement de l'os adulte. 1967, Ed. Arsica, Bruxelles. pp 1-118*
- > **Doms P.** *The tissue response to endosteal blade implants. Microradiography and tetracycline markings. Oral Implantol 1974, 4: 470-474*
- > **Morgan EF, Longaker MT, Carter DR.** *Relationships between tissue dilatation and differentiation in distraction osteogenesis. Matrix Biol 2006, 25(2), 94-103*
- > **Goldman H, Cohen DW.** *Periodontal therapy. 1968, 4th edition, Mosby*
- > **Misch CE.** *Contemporary Implant Dentistry. 2008, 3rd edition, Mosby*
- > **Robling AG, Burr DB, Turner CH.** *Skeletal loading in animals, J Musculoskel Neuron Interact 2001; 1(3): 249-262*
- > **Scortecchi G.** *Incidences parodontales et occlusales des implants. 1973, Thèse de Docteur en Chirurgie Dentaire, Faculté de Médecine de Marseille*
- > **Scortecchi G, Misch CE, Benner KU.** (eds) *Implants and Restorative Dentistry. 2000, Martin Dunitz, Londres*