

# Accélération du mouvement dentaire orthodontique suite à une décortication alvéolaire sélective : justification biologique et résultat d'une technique novatrice d'ingénierie tissulaire

## Acceleration of orthodontic tooth movement following selective alveolar decortication: biological rationale and outcome of an innovative tissue engineering technique

Jean-David SEBAOUN<sup>1</sup>, Jérôme SURMENIAN<sup>2</sup>, Donald J. FERGUSON<sup>3</sup>, Serge DIBART<sup>4</sup>

### Résumé

*Suite à une décortication alvéolaire sélective – définie comme la scarification chirurgicale du cortex alvéolaire – des malocclusions sévères peuvent être traitées orthodontiquement en six mois. Combinée avec une greffe osseuse, cette technique multiplie de façon significative les possibilités de traitement pour corriger, avec des résultats cliniques stables, les cas d'encombrement sévère de l'arcade ou de problèmes squelettiques limites. La biologie du mouvement dentaire rapide après décortication alvéolaire sélective se traduit par une diminution passagère de la densité osseuse, ce qui engendre une zone localisée de moindre résistance. Les études sur animaux ont démontré que la déminéralisation-reminéralisation (ostéopénie) constitue le fondement de l'orthodontie rapide et il a été émis l'hypothèse que la stabilité du résultat orthodontique est due à une accélération du renouvellement tissulaire ainsi qu'à une augmentation de l'épaisseur de l'os cortical à la suite de la greffe. Un plan de traitement bien établi associé à une bonne compréhension de l'action biologique sous-jacente permet une manipulation locale du métabolisme de l'os alvéolaire afin d'obtenir des résultats à la fois rapides et stables.*

### Summary

*Following selective alveolar decortication as defined by the surgical scarring of the alveolar cortex, severe malocclusions can be orthodontically treated in six months. When combined with bone grafting, this technique also significantly expands the scope of treatment in resolving extreme dental arch crowding or borderline skeletal problems with stable clinical outcomes. The biology of rapid tooth movement after selective alveolar decortication involves a transient decrease in bone density thus creating a local environment of less resistance. Animal studies verify demineralization-remineralization (osteopenia) as the rationale for rapid orthodontics, and it is surmised that the stability of orthodontic outcome is due to increased tissue turnover and increased cortical bone thickness due to the graft. With careful treatment planning and understanding of the biological rationale, the alveolar bone metabolism can be locally manipulated to achieve stable and rapid orthodontic results.*

<sup>1</sup> Assistant Clinical Professor Department of Periodontology / Department of Orthodontics, Boston University, Goldman School of Dental Medicine, 100 East Newton Street 02118 Boston MA, États-Unis.

<sup>2</sup> Department of Periodontology, Boston University, Goldman School of Dental Medicine, 100 East Newton Street 02118 Boston MA, États-Unis.

<sup>3</sup> Professor and Dean Nicolas & ASP Postgraduate Institute, Dubai, EAU.

<sup>4</sup> Professor and Clinical Director, Department of Periodontology, Boston University, Goldman School of Dental Medicine, 100 East Newton Street 02118 Boston MA, États-Unis.

### Correspondance et tirés à part / Correspondence and reprints:

JD Sebaoun, Department of Periodontology, BUGSDM, 100 East Newton Street, 02118 Boston, MA, États-Unis.  
e-mail : jdsebaoun@hotmail.com

*Actuellement, cette technique novatrice d'ingénierie tissulaire offre au clinicien un nouvel outil pour le traitement des adultes les plus exigeants.*

## Mots-clés

- Décortication alvéolaire sélective.
- Traitements rapides.
- Ostéopénie.
- Orthodontie assistée par corticotomie.

## Introduction

Les patients à la recherche d'un traitement orthodontique, particulièrement les adultes, demandent souvent des résultats rapides. Une approche combinée associant la décortication alvéolaire sélective à l'orthodontie peut réaliser cet objectif en permettant à la fois des mouvements dentaires accélérés et des résultats au long cours prévisibles.

La corticotomie alvéolaire – consistant en incisions chirurgicales de l'os cortical pénétrant à peine la couche spongieuse – est utilisée depuis plus d'un siècle pour corriger les malocclusions tout en réduisant la durée de traitement. En 1951 [1], Heinrich Köle a réintroduit le concept de mouvement dentaire rapide associé à la corticotomie chirurgicale. Il a émis l'hypothèse que l'os cortical constituait un facteur important s'opposant au mouvement et il a défendu l'idée que les perturbations apportées à la plaque corticale pourraient accélérer la vitesse du mouvement dentaire. Il a réalisé des entailles interproximales verticales du cortex combinées avec une ostéotomie de part en part (au-delà de l'apex des dents) créant ainsi ce qu'il a appelé des « blocs osseux amovibles ». Se servant des couronnes comme « poignées », il pensait pouvoir déplacer les blocs osseux plus ou moins indépendamment les uns des autres puisqu'ils n'étaient connectés que par de l'os médullaire moins dense.

En 1978, Generson a publié une variante de la technique de Köle où il réalisait uniquement des corticotomies alvéolaires interdentaires sans ostéotomie sous-apicale complète [2]. La technique de Generson a été reproduite par plusieurs auteurs qui ont rapporté une accélération du mouvement dentaire [3-5]. Plus récemment, Hwang [6] a décrit l'utilisation de la corticotomie pour faciliter l'ingression des molaires hyperégressées et Lino [7] a rapporté un cas de biproalvéolie traité orthodontiquement par corticotomie associée à des miniplaques.

En 2007, une autre modification de la technique a été introduite par Vercellotti et Podesta qui ont décrit l'utilisation de la piézo-chirurgie dans 8 cas cliniques pour remplacer la fraise dentaire [8]. Tous ces auteurs ont soutenu que la chirurgie permettrait d'augmenter la vitesse du mouvement dentaire à cause de la per-

*This innovative tissue engineering technique offers the clinician a new tool in the treatment of today's most demanding adult patients.*

## Key-words

- Selective alveolar decortication.
- Rapid treatment.
- Osteopenia.
- Corticotomy-assisted orthodontics.

## Introduction

Patients who seek orthodontic care, especially if they are adults, often desire the outcome to be achieved in a short period of time. A combined approach of selective alveolar decortication and orthodontics can accomplish that goal by allowing rapid movement of the teeth and predictable long-term results.

Alveolar corticotomy as defined by surgical incisions of the cortical bone barely penetrating into the spongiosa have been used to correct malocclusions while decreasing orthodontic treatment time for over a century.

Heinrich Köle re-introduced the concept of rapid tooth movement in conjunction with corticotomy surgery in 1959 [1]. He speculated that the cortical bone acted as a major factor of movement resistance and reasoned that disruption of the cortical plate would enhance the rate of tooth movement. He performed vertical interproximal corticotomy cuts combined with a through and through osteotomy beyond the apices of the teeth thereby creating what he referred to as movable bone blocks. Using the crowns as handles, he believed that he could move the bony blocks somewhat independently of each other because they were only connected by less-dense medullary bone.

In 1979, Generson published a modification of Köle's technique by performing interdental alveolar corticotomies alone without the complete sub-apical osteotomy [2]. Generson's technique has been reproduced by several authors who have reported an acceleration in tooth movement [3-5]. More recently, Hwang [6] described the use of corticotomy to facilitate the intrusion of over-erupted molars and Lino [7] reported treatment of a case of bimaxillary protrusion with corticotomy-facilitated orthodontics combined with miniplates.

In 2007, further modification of the technique was introduced by Vercellotti and Podesta who reported the use of piezosurgery in 8 clinical cases instead of using the dental bur [8]. All of these authors reasoned that the surgical procedures would increase the rate of tooth movement by the mechanical disruption of the alveo-

turbation mécanique provoquée au cortex alvéolaire par les entailles chirurgicales et que le mouvement rapide se produirait par le déplacement de « blocs osseux ».

En 2001, Wilcko *et al.* ont introduit une augmentation par greffe osseuse superposée aux incisions de la corticotomie [9]. L'objectif de cette démarche était d'agrandir l'alvéole et d'augmenter les possibilités de mouvement dentaire. La greffe devait également prévenir les fenestrations et les déhiscences éventuelles provoquées par les forces orthodontiques. Les auteurs ont émis l'hypothèse que l'accélération du mouvement dentaire résultait d'une augmentation de l'activité ostéoclasique suite à la lésion chirurgicale et non pas d'une perturbation mécanique du cortex alvéolaire, comme le prétendait la thèse du « mouvement par blocs osseux ». Ils ont également rapporté que les greffes osseuses amélioreraient la stabilité dentaire à long terme en augmentant le volume osseux et l'épaisseur corticale.

## La justification biologique/L'ingénierie tissulaire

### L'impact du taux de renouvellement osseux sur l'ampleur des mouvements dentaires orthodontiques

L'influence de modifications systémiques apportées au métabolisme osseux sur la vitesse du mouvement dentaire orthodontique a déjà été étudiée en clinique. Des conditions qui aboutissaient à une diminution de la densité de l'os alvéolaire donnaient lieu à des mouvements dentaires orthodontiques plus rapides. Hellsing et Hammarström ont démontré, chez les femmes enceintes, une accélération du mouvement dentaire orthodontique [10]. Dans le modèle du rat, un régime pauvre en calcium associé à la lactation donnait lieu à un hyperparathyroïdisme secondaire qui aboutissait à une augmentation du mouvement dentaire (Goldie et King) [11]; l'administration locale de vitamine D donnait des résultats similaires (Collins et Sinclair) [12]. D'autre part, Igarashi *et al.* ont démontré que les conditions qui induisent une augmentation de la densité osseuse donnaient lieu à des mouvements dentaires plus lents suite à l'administration topique de biphosphonates, [13]. En 2000, Verna *et al.* ont confirmé chez le rat l'influence du renouvellement osseux sur la vitesse et sur le type de mouvement dentaire orthodontique [14]. Les auteurs ont induit pharmacologiquement des taux de renouvellement faible et rapide afin de confirmer les études précédentes et pour prouver que le mouvement dentaire était plus rapide dans les cas de renouvellement osseux rapide, et plus lent chez les rats ayant un taux de renouvellement osseux faible par rapport aux animaux normaux.

### L'impact du traumatisme chirurgical sur le taux de renouvellement osseux

Frost a décrit l'impact de lésions chirurgicales sur le métabolisme osseux et a trouvé une corrélation directe entre l'importance et la proximité du traumatisme chirurgical, et l'intensité de la

lar cortex induced by the surgical cuts, and that the rapid movement would be by way of "bony blocks".

In 2001, Wilcko *et al.* introduced augmentation bone grafting superimposed on the corticotomy incisions [9]. Their rationale for doing so was to increase the size of the alveolus and enhance the scope of tooth movement; the grafting also would prevent fenestrations and dehiscences that may be induced by the orthodontic forces. The authors surmised that the increased rate of tooth movement resulted from an increase in osteoclastic activity following the surgical injury and not from the mechanical disruption of the alveolar cortex as stipulated by the "bony block movement" theory. Bone grafting was also reported to stabilize the teeth in the long term by increasing bone volume and cortical thickness.

## Biologic rationale/Tissue engineering

### Influence of bone turnover level on the degree of orthodontic tooth movements

The influence of systemic alteration in bone metabolism on the rate of orthodontic tooth movement has been clinically investigated. Conditions that resulted in a decrease in alveolar bone density lead to more rapid orthodontic tooth movements. In pregnant women, Hellsing and Hammarström demonstrated faster orthodontic tooth movement [10]. In the rat model, low calcium diet and lactation resulting in secondary hyperparathyroidism lead to an enhanced amount of tooth movement (Goldie and King) [11]; local administration of Vitamin D showed similar results (Collins and Sinclair) [12]. On the other hand, conditions inducing an increase in bone density resulted in slower tooth movements as demonstrated by Igarashi *et al.* with topical administration of biphosphonates [13]. In 2000, Verna *et al.* confirmed the influence of bone turnover on the rate and type of orthodontic tooth movement in the rat [14]. By pharmacologically inducing high and low bone turnover, the authors confirmed the previous studies and demonstrated that the rate of tooth movement was higher in cases of high bone turnover and less in the rats with low bone turnover compared to normal animals.

### Influence of surgical trauma on the level on bone turnover

Frost described the influence of surgical wounding on the bone metabolism and found a direct correlation between the degree and proximity of surgical trauma and the intensity of physiologic

cicatrisation physiologique, qu'il a dénommée « phénomène d'accélération régionale » (PAR) [15, 16]. Dans les tissus sains, la cicatrisation de type PAR est un processus physiologique complexe comprenant des caractéristiques dominantes dont une vitesse de renouvellement osseux accélérée et une diminution de la densité osseuse régionale. On appelle « ostéopénie » le stade au cours duquel la densité osseuse se réduit alors que le volume osseux reste constant. Ce stade de densité osseuse réduite à la suite d'une intervention chirurgicale est passager et disparaît totalement pendant la cicatrisation (Henrikson [17], Krook [18]). Par ailleurs, le PAR a été observé à la suite d'une incision corticale au niveau d'un tibia de lapin et le renouvellement de l'os spongieux s'est accéléré avec un facteur de cinq, dans le voisinage immédiat de l'entaille de l'os cortical (Bogoch) [19]. Plus récemment, nous avons mis au point un modèle de rat pour évaluer l'ampleur du PAR à la suite d'une corticotomie alvéolaire [20]. Trois semaines après l'intervention, nous avons constaté un triplement de la vitesse de renouvellement de l'os spongieux de même qu'une diminution significative du tissu calcifié (*fig. 1*). L'impact de cette lésion s'est limité, en fonction du temps, à la région immédiatement adjacente au site de décortication. Toutes les variables utilisées dans l'étude sont revenues à des valeurs stables, 11 semaines après la chirurgie. L'ostéopénie passagère associée à l'accélération du renouvellement osseux à la suite de la lésion osseuse chirurgicale explique le mouvement dentaire rapide que nous observons dans notre démarche (*fig. 2*).

### Décortication sélective et traitement orthodontique accéléré

Trois principes biologiques permettent d'expliquer le mouvement dentaire rapide observé à la suite d'une décortication alvéolaire sélective.

Tout d'abord, la décortication chirurgicale déclenche un processus de réparation tissulaire locale (PAR) en produisant des cellules ostéoprogénitrices et des agents ostéoinductifs tout en stimulant une activité ostéoclasique accrue. L'augmentation passagère des activités cataboliques et anaboliques constitue, par définition, l'ostéopénie.

Deuxièmement, le renouvellement tissulaire plus lent se transforme en renouvellement tissulaire rapide fonctionnellement normal. Le mouvement dentaire rapide qui se produit à la suite de la décortication s'explique par le mouvement des dents à travers une région de densité osseuse réduite, ce qui donne lieu à une vitesse de mouvement significativement plus élevée par rapport au traitement classique (3 à 4 fois plus vite selon Wilcko *et al.* [9]). Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Cho *et al.* sur le chien beagle où les dents se déplaçaient 2 fois plus vite à la mandibule et 4 fois plus vite au maxillaire à la suite de corticotomies [21].

Enfin, l'accélération du renouvellement tissulaire obtenue par chirurgie se limite aux environs immédiats des incisions de l'os cortical créant ainsi ce qu'on pourrait appeler une

healing, which he named "Regional Acceleratory Phenomenon" (RAP) [15, 16]. In healthy tissue, RAP healing is a complex physiologic process with dominating features involving accelerated bone turnover and decreased regional bone densities. The stage at which bone density is reduced while bone volume remains constant is called osteopenia. This stage of reduced bone density following surgery is transient and disappears completely as healing progresses (Henrikson [17], Krook [18]). Furthermore, RAP was observed following cortical incision in the rabbit tibia and a five-fold increase in spongy bone turnover was calculated in the immediate proximity of the corticotomy cut (Bogoch) [19]. More recently, we developed a rat model to assess the extent of RAP following alveolar corticotomy [20]. At 3 weeks post-op there was a 3-fold increase in spongy bone turnover and a significant decrease in calcified tissue content (*fig. 1*). The effect of the injury was localized to the area immediately adjacent to the decortication site and was limited as a function of time. All study variables came back to steady state values at 11 weeks post op. The observation of the temporary osteopenia and increased bone turnover activity that follows the surgical bone injury explains the rapid tooth movement associated with our procedure (*fig 2*).

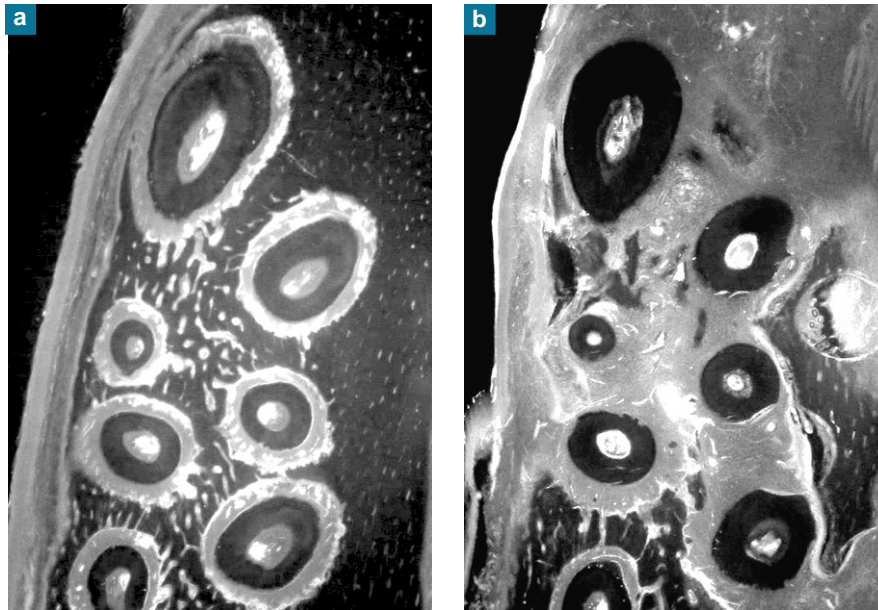
### Selective decortication and accelerated orthodontic therapy

Three biological principles can be identified explaining the rapid tooth movement observed following selective alveolar decortication.

First, decortication surgery initiates local tissue repair (RAP) with the production of osteoprogenitor cells and osteoinductive agents as well as increased osteoclastic activity. By definition, the transient increase in both catabolic and anabolic activities is osteopenia.

Second, lower turnover tissue is converted to high turnover tissue that is functionally normal. The rapid tooth movement that follows decortication is because teeth are moving in an area of lower bone density resulting in a significantly higher rate of tooth movement when compared to traditional therapy: 3 to 4 times faster, (Wilcko *et al.*) [9]. These findings are consistent with those reported by Cho *et al.* in the beagle dog in which teeth moved twice as fast in the mandible and 4 times as fast in the maxilla following corticotomies [21].

Lastly, the surgically-induced high tissue turnover is restricted to the immediate proximity of the corticotomy cuts creating what might be referred to as a "localized spatio-temporal window of



**Fig. 1 a-b :** Formation d'os trabéculaire/Renouvellement tissulaire accéléré.

Lames histologiques non décalcifiées de la région molaire chez le rat, suite à une coloration fluorescente à la calcéine administrée *ad libitum* dans l'eau à boire.

a- Contrôle.

b- 3 semaines postdécortication (la flèche indique l'incision de la corticotomie).

Le pourcentage d'apposition d'os nouveau dans la région de la première molaire était significativement plus élevé ( $p < 0,05$ ) dans le groupe à 3 semaines postdécortication comparé aux sites de contrôle, ce qui démontre l'accélération du renouvellement tissulaire après la corticotomie.

**Fig. 1 a-b:** New Trabecular bone formation/Increased tissue turnover.

Non-decalcified histologic slides of the rat first molar region following calcein fluorescent stain administered *ad libitum* in drinking water.

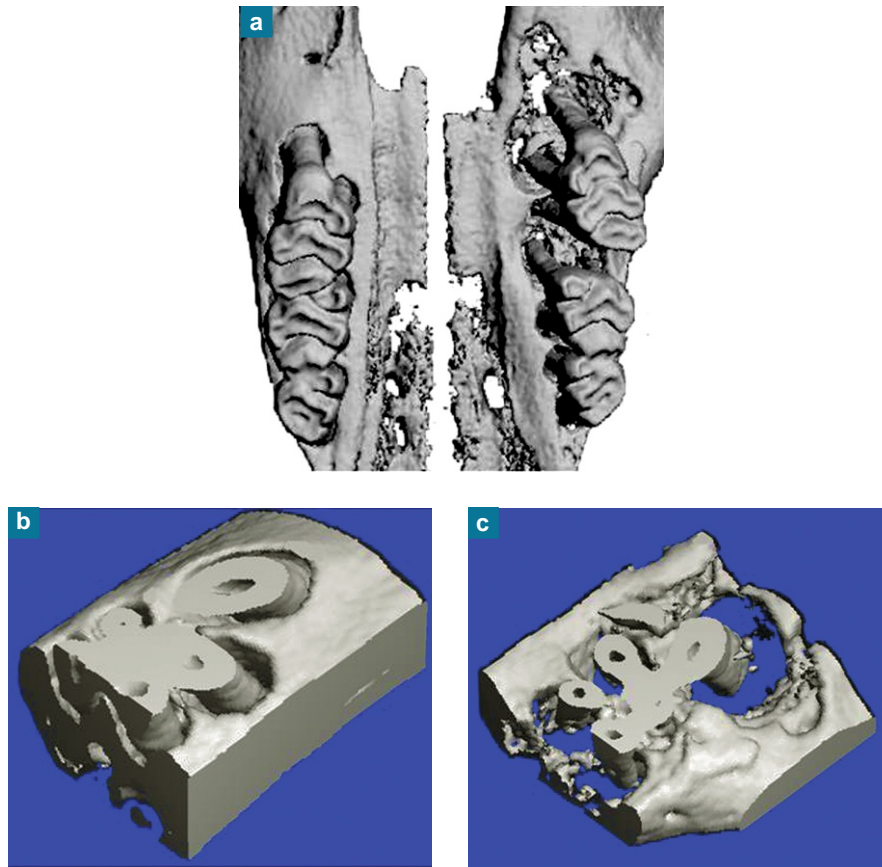
a- Control.

b- 3 weeks post decortication (the arrow indicates the corticotomy incision).

The percent of new bone apposition in the first molar area was significantly greater ( $p < 0.05$ ) in the 3-week post-decortication group compared to the control sites demonstrating increased tissue turnover following corticotomy.

« fenêtre d'opportunité spatio-temporelle localisée ». Il est important de bien comprendre les répercussions de cette affirmation sur le plan orthodontique. Lorsqu'on prévoit un plan de traitement avec corticotomie, il faut veiller à faire les incisions osseuses uniquement aux environs des dents que l'on veut déplacer. Ainsi, la valeur d'ancrage relative des dents à distance du site chirurgical reste élevée et l'ancrage offert par les dents au voisinage de la décortication demeure faible. Le PAR est passagère, mais la stimulation mécanique continue exercée sur les dents prolongera l'effet ostéopénique induit par la décortication chirurgicale [22]. Il est essentiel, par conséquent, d'ajuster l'appareil orthodontique tous les 15 jours.

opportunity". Orthodontically, it is important to understand the clinical implications of this statement. When planning a case for corticotomy-facilitated orthodontics, attention must be given to perform the bony incisions only around the teeth of desired tooth movement. As such, the relative anchorage value of the teeth away from the surgical site remains high and anchorage of teeth adjacent to decortication is low. RAP is transient but continuous mechanical stimulation of the teeth will prolong the osteopenic effect induced by the decortication surgery [22]. Hence, it is imperative to adjust the orthodontic appliance every 2 weeks.



**Fig. 2 a-c :** a- Analyse par microscanner de l'ostéopénie à 6 semaines après décortication alvéolaire sélective, et mouvement dentaire important montrant un spécimen brut.

b- Côté contrôle.

c- Côté décortication plus mouvement dentaire.

Du côté expérimental, le rapport volume osseux (BV) au volume total (TV) a diminué à 34 % par rapport à 60 % du côté contrôle, ce qui met en évidence l'ostéopénie alvéolaire transitoire.

Reproduit avec la permission de Pham-Nguyen *et al.* [22]

**Fig. 2 a-c:** a- Micro-CT analysis of osteopenia at 6 weeks following selective alveolar decortication, and tooth movement showing gross specimen.

b- Control side.

c- Decortication plus tooth movement side.

On the experimental side, the bone volume (BV) to total volume (TV) ratio decreased to 34% compared with 60% on the control side, demonstrating transient alveolar osteopenia.

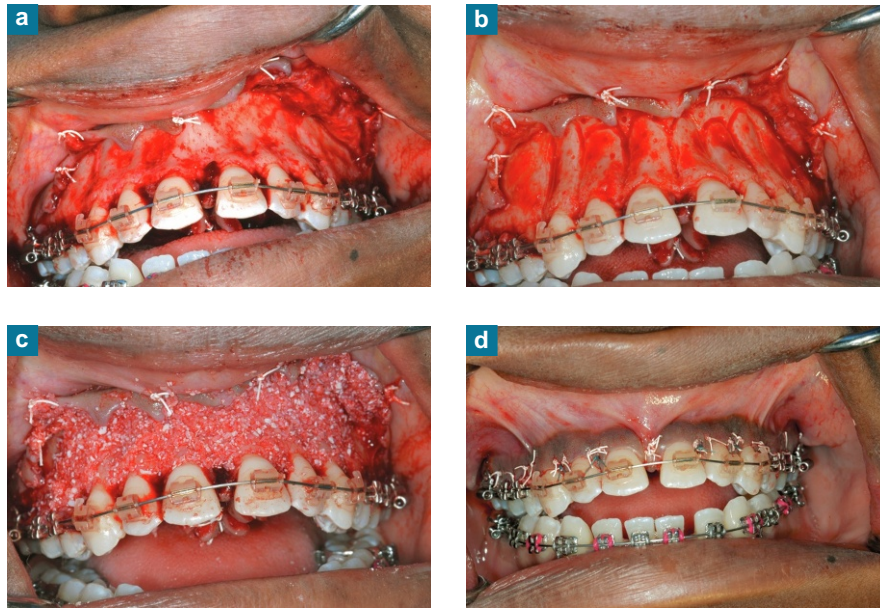
Reproduced with permission from Pham-Nguyen *et al.* [22].

### Technique (fig. 3)

Dans l'idéal, l'appareillage orthodontique sera placé dans la semaine précédant l'intervention. Il est recommandé que le patient prenne un anxiolytique la veille de la décortication chirurgicale. Après anesthésie locale, des incisions intrasulculaires sont réalisées et un lambeau épais est prélevé en vestibulo-

### Technique (fig. 3)

Ideally, the orthodontic appliance is inserted within a week prior to the surgery. Oral sedation with an anxiolytic is recommended starting the night before the decortication surgery. After local anesthesia, intra-sulcular incisions are performed and a full thickness flap is raised both buccally and lingually to the area of



**Fig. 3 a-d :** Technique chirurgicale

a : Élévation du lambeau.

b : Incisions de corticotomie combinant des entailles circonscrites et des points.

c : Greffe osseuse.

d : Sutures.

**Fig. 3 a-d:** Surgical Technique.

a: Flap reflection.

b: Corticotomy incisions with combination of circumscissoring cuts and dots.

c: Bone grafting.

d: Sutures.

laire comme en lingual de la région du mouvement dentaire souhaité. Le lambeau doit être soulevé au-delà des apex afin de permettre un accès bien dégagé à toute la surface de l'os cortical entourant les racines.

Les incisions de décortication sont ensuite réalisées dans l'os cortical en vestibulaire et en lingual des dents qu'il s'agit de déplacer. L'incision chirurgicale traverse toute l'épaisseur de la lame corticale, mais pénètre à peine l'os médullaire. Il faut veiller à ne pas léser les structures dentaires et à ne pas empiéter sur le ligament parodontal. La configuration formée par les incisions ne doit pas nécessairement suivre un schéma préconçu. Généralement cependant, nous combinons des incisions circonscrites et des points. Il est important de souligner que les incisions de l'os cortical ne s'étendent jusqu'à la couche superficielle de l'os médullaire que pour provoquer le saignement et ne visent pas à être des coupes d'ostéotomie complètes.

Quoique la plupart de nos interventions aient été réalisées en utilisant des techniques de chirurgie osseuse classiques (fraise chirurgicale montée sur une pièce à main à grande vitesse et irrigation abondante), nous avons récemment eu recours à un ins-

desired tooth movement. The flap must be elevated beyond the apices in order to ensure clear access to the entire surface of the cortical bone surrounding the roots.

The decortication incisions are then made in cortical bone both buccally and lingually adjacent to the teeth intended for movement. The depth of the surgical penetration is through the entire thickness of the cortical plate but barely penetrating into medullary bone and taking care not to injure any tooth structure or encroach upon the periodontal ligament. The pattern of the incision does not need to follow any preconceived scheme but we typically use a combination of circumscissoring cuts and dots. It is important to emphasize the fact that the cortical incisions are only extended to the most superficial portion of the medullary bone in order to promote bleeding and are not in any manner through and through osteotomy cuts.

Although the majority of our procedures were performed using classic osseous surgery techniques (surgical bur mounted on high speed handpiece with copious irrigation) we have recently used a piezo-surgical device with thin insert tip (Piezotome<sup>®</sup>,

trument piézo-chirurgical équipé d'un embout d'insertion fin (Piezotome<sup>®</sup>, Satelec<sup>®</sup>, Acteon, Merignac) et nous avons constaté un confort significatif obtenu lors d'incisions dans des zones d'encombrement sévère (fig. 4).

À la suite à la phase de corticotomie/décortication, une augmentation par greffe osseuse est réalisée sur l'os cortical en vestibulaire et en lingual. Les matériaux de greffe consistent en un mélange d'Allogreffe Osseuse Congelée Déminéralisée et de Xéno greffe Osseuse Bovine Anorganique dans un rapport respectif de 2:1. Le mélange a été préalablement réhydraté avec une solution salée et une solution de phosphate de clindamycine (0,5 mg/ml). Nous recommandons 0,5 à 1 cc de matériaux de greffe par dent à déplacer, surtout dans les régions présentant des signes de fenestrations ou de déhiscences et aux endroits où une expansion dentaire importante est prévue. Il est très important de maintenir l'intégrité des tissus mous, car toute perturbation pourrait compromettre la greffe osseuse et la cicatrisation. Il faut donc faire très attention au moment de relever le lambeau chez les patients avec un biotype mince.

La fermeture primaire des lambeaux est réalisée avec des sutures 5,0 e-PTFE (Gore-Tex, GORE, Flagstaff, Arizona) qui sont laissées en place pendant deux semaines. Les soins postchirurgicaux comprennent des antibiotiques, des antalgiques, des instructions concernant les soins à domicile (diminution du brossage dentaire), et des rinçages à la chlorhexidine en attendant la dépose des sutures.

Une décortication ne doit pas être réalisée lorsque le patient présente l'une des circonstances suivantes : (1) une parodontopathie active non traitée, (2) une ostéoporose non contrôlée ou toute autre pathologie osseuse locale ou systémique, (3) la prise à long terme de médicaments tels que les agents anti-inflammatoires ou immunodépresseurs, les cortico-stéroïdes ou les biphosphonates.

Satelec<sup>®</sup>, Acteon, Merignac) and noted significant ease in making the cuts in areas of severe crowding (fig. 4).

Following the corticotomy/decortication phase, an augmentation bone graft is placed over the cortex both buccally and lingually. The graft material consists of a mix of Demineralized Freeze-Dried Bone Allograft (DFDBA) and Anorganic Bovine Bone Xenograft with a respective ratio of 2:1 previously rehydrated with saline and clindamycin phosphate solution (0.5 mg/ml). We recommend 0.5 to 1cc of grafting material per tooth to be moved, especially in areas presenting signs of dehiscences or fenestrations or where major dental expansion is planned. It is critically important to maintain the integrity of the soft tissues as any disruption could jeopardize the bone graft and the healing process. Therefore, great care must be taken when raising the flap in patients with a thin biotype.

Primary closure of the flaps is achieved using 5.0 e-PTFE sutures (Gore-Tex, GORE, Flagstaff AZ) left in place for two weeks. The post-operative care consists of antibiotics prescription, pain medications, home care instruction including limitation of brushing and use of chlorhexidine rinses until suture removal.

Decortication should not be used when the patient supports or represents any of the following conditions: (1) active untreated periodontal disease, (2) uncontrolled osteoporosis or other local or systemic bone pathologies, and (3) long-term use of medications such as anti-inflammatory, immunosuppressive agents, steroids or biphosphonates.



**Fig. 4 :** Incisions de décortication réalisées avec un instrument piézo-chirurgical.

**Fig. 4:** Decortication incisions performed with a piezo-surgical device.



Les appareils orthodontiques sont activés approximativement toutes les 2 semaines après l'intervention jusqu'à la fin du traitement orthodontique.

## Résultat clinique

Combiné avec une décortication alvéolaire sélective et une augmentation par greffe osseuse, le traitement est 3 ou 4 fois plus court et donne des résultats parodontaux plus sains. Il est fréquent de terminer un cas en 5 à 7 mois. La décortication alvéolaire sélective apporte une solution acceptable à une doléance fréquemment exprimée par les patients : « Je veux des dents bien alignées et un beau sourire, mais deux ans de traitement sont inacceptables. »

Par ailleurs, les possibilités de traitement orthodontique sont augmentées à la suite des incisions par corticotomie associée à une greffe osseuse. Les limites des mouvements dentaires chez l'adulte décrits par Proffit [23] – à savoir, protraction, rétraction, ingression et égression des incisives – sont au moins doublées. En facilitant l'expansion dentaire dans les sens transversal et antéro-postérieur, et tout en écartant le risque de déhiscence et de fenestration, cette technique peut être exploitée afin de corriger, en un temps très réduit, un encombrement sévère sans avoir recours, dans la plupart des cas, aux extractions. À cet égard, un plan de traitement précis et une bonne coopération avec le chirurgien sont essentiels pour obtenir des résultats cliniques idéaux. Le chirurgien mettra l'accent lors de la corticotomie sur les segments de l'arcade où des mouvements et/ou une expansion importants sont requis en fonction de l'examen intrabuccal, de l'analyse radiographique et de l'aspect des tissus mous du patient.

La corticotomie présente un autre avantage, à savoir la réduction du risque de résorption radiculaire. Il a déjà été suggéré que la présence d'un LPD hyalinisé était à mettre en relation avec la résorption radiculaire pendant le traitement orthodontique [24]. La réduction de la hyalinisation du LPD observée à la suite d'une corticotomie est très probablement responsable de nos observations cliniques, comme l'ont souligné Lino *et al.* [7].

Du point de vue orthodontique, le candidat idéal à cette intervention présente une Classe I bilatérale avec encombrement modéré à sévère (jusqu'à 10 mm par arcade) et un visage avec un profil plat ou normal (*fig. 5, 6*). Par ailleurs, pendant les dernières années, nous avons réussi à étendre notre expérience du traitement sans extraction dans les cas de malocclusions de Classe II significatives chez l'adulte (*fig. 7*). Cette technique offre une solution alternative pour le traitement de cas chirurgico-orthognathiques limites, et surtout les béances. Elle ne se prête pas, néanmoins, au traitement des malocclusions squelettiques antéro-postérieures où l'ensemble de la base squelettique doit être repositionnée.

Il y a un avantage à la fois biologique et pratique à l'orthodontie assistée par corticotomie. Lorsque le temps devient un facteur majeur, cette intervention permet d'obtenir des résultats excellents en un temps limité. Qui plus est, les matériaux de greffe

The orthodontic appliances are activated approximately every 2 weeks after the surgery and thereafter until orthodontic treatment is completed.

## Clinical Outcome

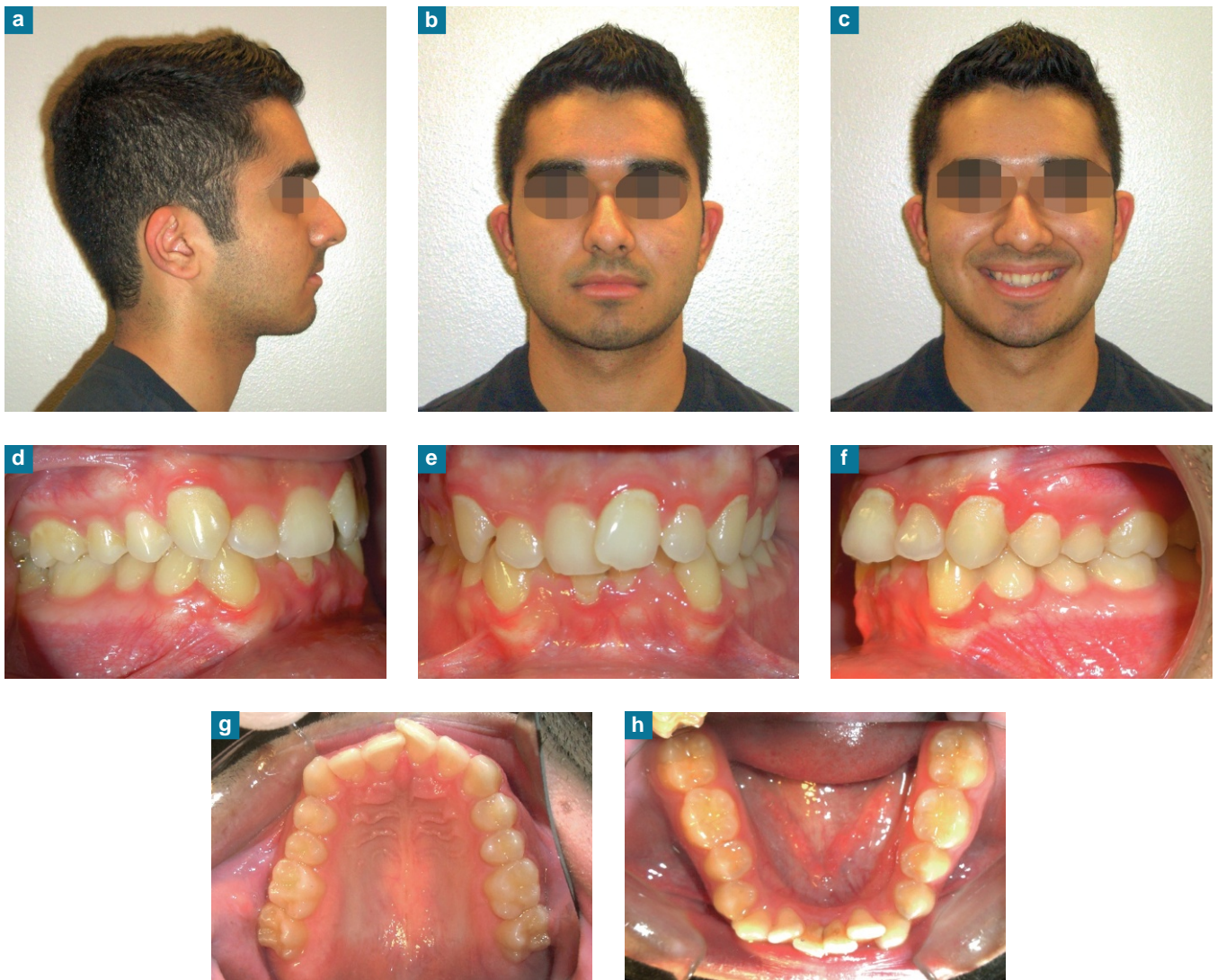
When combined with selective alveolar decortication plus augmentation grafting technique, active orthodontic treatment time is 3X to 4X more rapid and results in a healthier periodontium. Case completion in 5 to 7 months is common. Selective alveolar decortication offers an acceptable solution to a common patient grievance: "I want my teeth straight and smile improved but the two year treatment time is unacceptable."

Moreover, the scope of orthodontic treatment is enhanced following corticotomy incisions combined with a bone grafting procedure. The limits of tooth movement in the adult described by Proffit [23], ie. protraction, retraction, intrusion and extrusion of the incisors can be at least doubled. By facilitating both transverse and antero-posterior dental expansion while preventing the risk of dehiscences and fenestration, the procedure can be used to resolve major crowding without the need for extraction in most cases and within a minimal time frame. In that regard, precise treatment planning and cooperation with the surgeon are keys in achieving ideal clinical outcomes. The surgical procedure will be emphasized in the areas of the arch where major movements and/or expansion are desired depending on intraoral findings, radiographic analysis and the soft tissue appearance of the patient.

Another advantage of corticotomy is the reduced risk of root resorption. Previously, it has been suggested that the presence of hyalinized PDL was related to increased root resorption during orthodontic treatment [24]. The diminished hyalinization of the PDL observed following corticotomy as highlighted by Lino *et al.* [7] is most likely responsible for our clinical observations.

From an orthodontic standpoint, the ideal candidate presents a bilateral Class I with moderate to severe crowding (up to 10mm per arch) and a flat or normal soft tissue profile (*fig. 5, 6*). In addition, in recent years, we successfully extended our experience to the non-extraction treatment of significant Class II malocclusions in adults (*fig. 7*). This technique offers an alternative for the treatment of borderline orthognathic surgery cases, especially open-bites but is not appropriate for treatment of skeletal antero-posterior malocclusions where the position of the entire jaw base needs to be permanently altered.

There is a practical and biological benefit of corticotomy-assisted orthodontics. When time is of the essence, this procedure allows uncompromised treatment outcomes in a short period of time. Moreover, the augmentation bone graft material becomes incorporated



**Fig. 5 a-h :** Vues prétraitement extra- et intrabuccales du cas # AS.

Patient, 20 ans, présentant une malocclusion de Classe I bilatérale avec une supraclusion sévère (70 % de recouvrement des incisives inférieures).

a-c : vues extrabuccales.

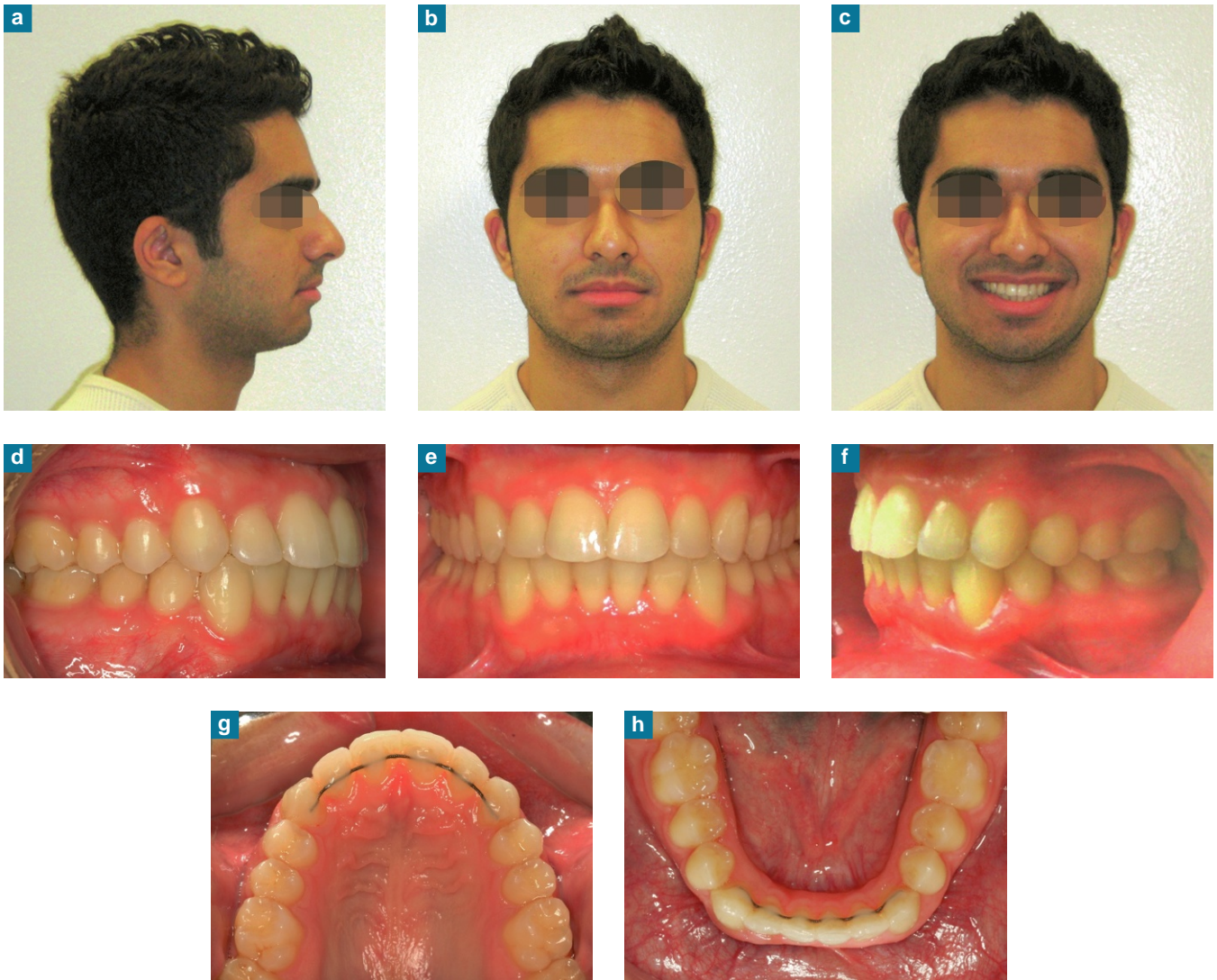
d-h : vues intrabuccales.

**Fig. 5 a-h:** Pretreatment extra and intraoral pictures of case #AS.

20 yo male patient, presenting a bi-lateral Class I crowded malocclusion with severe deep bite (70% of lower incisor coverage).

a-c: extra-oral photographs.

d-h: intra-oral photographs.



**Fig. 6 a-h :** Vues post traitement extra- et intrabuccales du cas # AS.

Le cas a été achevé en 5 mois et 2 semaines de traitement actif avec une décortication alvéolaire sélective et une greffe osseuse en vestibulaire et en lingual d'une deuxième prémolaire à l'autre et aux deux arcades.

a-c : vues extrabuccales.

d-h : vues intrabuccales.

**Fig. 6 a-h:** Post treatment extra and intra-oral pictures of case #AS.

The case was completed in 5 months and 2 weeks of active treatment with selective alveolar decortication and bone graft both buccally and lingually from second premolar to second premolar on both arches.

a-c: extra-oral photographs.

d-h: intra-oral photographs.



**Fig. 7 a-e :** Correction de Classe II chez un adulte à la suite d'une corticotomie.

Un patient de 29 ans présentant une malocclusion dentaire sévère de Classe II, 1 subdivision droite avec un overjet de 7 mm et 50 % de recouvrement incisif. Sur le plan squelettique, les deux arcades sont en rétrusion (maxillaire :  $SNA = 72^\circ$  ; mandibule :  $SNB = 74^\circ$ ) et le profil des tissus mous révèle une lèvre inférieure très rétrusive. Le patient a refusé l'option chirurgico-orthognathique et il a été traité par décortication alvéolaire sélective associée à une greffe osseuse et en lingual d'une première molaire à l'autre et aux deux arcades, à des élastiques de Classe II et à la mécanique de distalisation maxillaire. L'ancrage de l'arcade inférieure a été réduit intentionnellement et la technique chirurgicale et la greffe furent maximales dans la zone antérieure mandibulaire afin de permettre son déplacement mésial ainsi que l'amélioration des tissus mous.

Le cas a été achevé en 7 mois et 3 semaines de traitement actif.

a : profil avant traitement.

b : profil après traitement.

c : vue latérale intra-orale côté droit, avant traitement.

d : vue latérale intra-orale côté droit, cours de traitement (4 mois et 2 semaines).

e : vue latérale, intra-orale côté droit, après traitement (7 mois et 3 semaines).

**Fig. 7 a-e:** Class II Correction in adult following corticotomy procedure.

29 yo male patient presenting a severe dental Class II division 1 subdivision right malocclusion with 7mm of overjet and 50% of lower incisor coverage. Skeletally both maxilla ( $SNA=72^\circ$ ) and mandible ( $SNB=74^\circ$ ) are retruded and the soft tissue profile shows a significantly retruded lower lip. Orthognathic surgery option was rejected by the patient who was treated with selective alveolar decortication and bone graft both buccally and lingually from first molar on both arches, Class II elastics and maxillary distalization mechanics. Lower arch anchorage was intentionally reduced and the surgical procedure and graft was maximum on the mandibular anterior segment in order to allow protaction and soft tissue improvement.

The case was completed in 7 months and 3 weeks of active treatment.

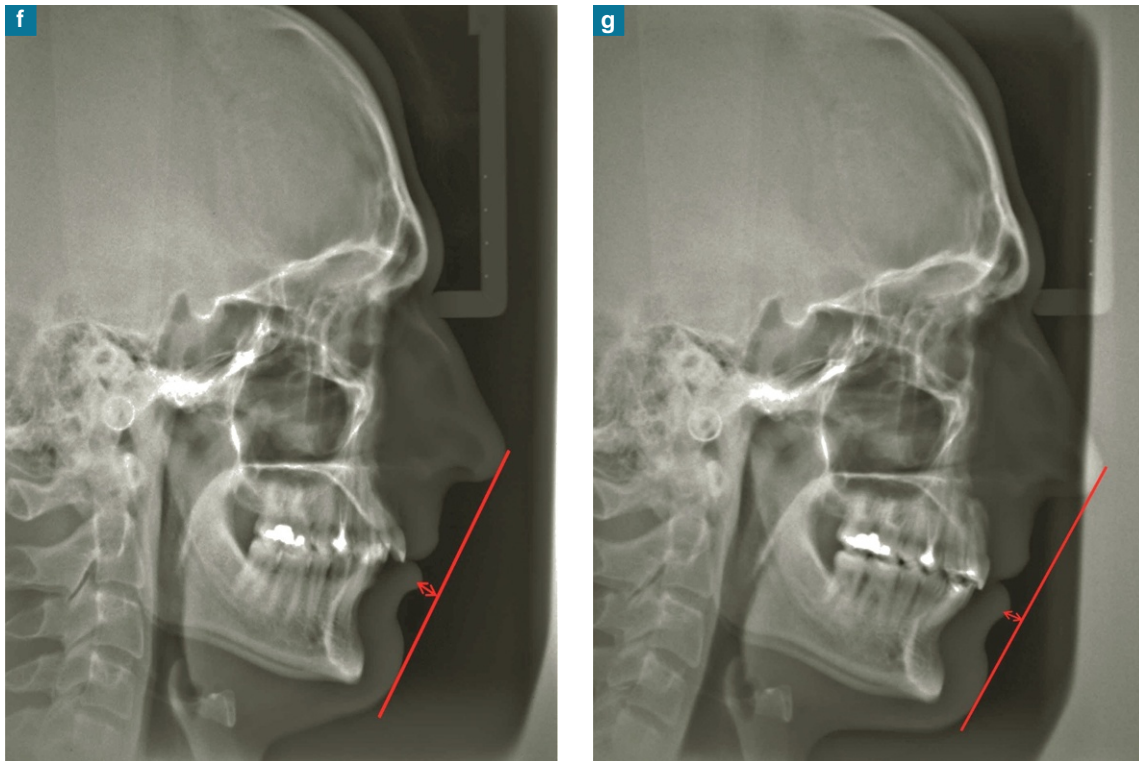
a: profile view pre-treatment.

b: profile view post-treatment.

c: intra-oral right lateral view, pre-treatment.

d: intra-oral right lateral view, progress (4mo 2wks).

e: intra-oral right lateral view, post-treatment (7mo 3wks).



**Fig. 7 f-g :** Correction de Classe II chez un adulte à la suite d'une corticotomie.

Un patient de 29 ans présentant une malocclusion dentaire sévère de Classe II, 1 subdivision droite avec 7 mm de surplomb horizontal et un surplomb vertical de 50 %. Sur le plan squelettique, les deux arcades sont en rétrusion (maxillaire :  $SNA = 72^\circ$  ; mandibule :  $SNB = 74^\circ$ ) et le profil des tissus mous révèle une lèvre inférieure très rétrusive. Le patient a refusé l'option chirurgico-orthognathique et il a été traité par décortication alvéolaire sélective associée à une greffe osseuse en vestibulaire et en lingual d'une première molaire à l'autre et aux deux arcades, à des élastiques de Classe II et à la mécanique de distalisation maxillaire. L'ancrage de l'arcade inférieure a été réduit intentionnellement et la technique chirurgicale et la greffe furent maximales dans la zone antérieure mandibulaire afin de permettre son déplacement mésial ainsi que l'amélioration des tissus mous.

Le cas a été achevé en 7 mois et 3 semaines de traitement actif.

f : téléradiographie sagittale avant traitement (la lèvre inférieure est à  $-7$  mm de la ligne E).

g : téléradiographie sagittale après traitement (la lèvre inférieure est à  $-4$  mm de la ligne E).

**Fig. 7 f-g:** Class II Correction in adult following corticotomy procedure.

29 yo male patient presenting a severe dental Class II division 1 subdivision right malocclusion with 7mm of overjet and 50 % of lower incisor coverage. Skeletally both maxilla ( $SNA=72^\circ$ ) and mandible ( $SNB=74^\circ$ ) are retruded and the soft tissue profile shows a significantly retruded lower lip. Orthognathic surgery option was rejected by the patient who was treated with selective alveolar decortication and bone graft both buccally and lingually from first molar on both arches, Class II elastics and maxillary distalization mechanics. Lower arch anchorage was intentionally reduced and the surgical procedure and graft was maximum on the mandibular anterior segment in order to allow protaction and soft tissue improvement.

The case was completed in 7 months and 3 weeks of active treatment.

f: lateral Cephalometric XRay pre-treatment (lower lip to E line =  $-7$ mm).

g: lateral Cephalometric XRay post-treatment (lower lip to E line =  $-4$ mm).

osseuse par augmentation sont incorporés pendant le renouvellement osseux physiologique. Cela permet aux arcades alvéolaires maxillaire et mandibulaire de gagner en volume osseux et ainsi de stabiliser les dents après le déplacement dentaire orthodontique [25].

## Conclusion

La thérapie orthodontique associée à une décortication alvéolaire sélective et une augmentation par greffe osseuse offre une technique de traitement orthodontique novatrice qui s'avère très utile lorsque le patient exige un traitement en un temps limité. La décortication chirurgicale se réalise en ambulatoire et s'applique exclusivement à des patients et à des tissus sains. La cicatrisation provoquée par la lésion de l'os cortical peut être exploitée et manipulée cliniquement par le déplacement de dents dans le site de cicatrisation. De cette manière, on pérennise l'ostéopénie (diminution de la densité osseuse mais pas du volume osseux) alors que l'augmentation par greffe osseuse accroît le volume alvéolaire. Les résultats du traitement orthodontique sont plus stables en raison de l'important renouvellement tissulaire post-chirurgical et de l'épaississement de l'os cortical réalisés par la greffe. Le potentiel de mouvements dentaires est au moins doublé dans la plupart des dimensions de l'espace si l'orthodontie est réalisée en association avec la décortication et une greffe osseuse. Par ailleurs, les temps de traitement sont 3 ou 4 fois plus courts.

during the physiologic bone turnover. This fact allows the maxillary and mandibular alveolar arches to gain bone volume thus stabilizing the teeth after orthodontic tooth movement [25].

## Conclusion

Orthodontic therapy when combined with selective alveolar decortication and augmentation grafting is an innovative orthodontic treatment technique most useful when the patient asks for an abbreviated orthodontic treatment time. The decortication surgery is an outpatient procedure applicable only to healthy individuals and tissues. The healing response to the cortical bone injury can be exploited and manipulated clinically by moving teeth at the healing site. Doing so perpetuates the osteopenia (decreased bone density but not bone volume) and the augmentation grafting increases alveolar volume. Orthodontic treatment outcomes are more stable because of the high tissue turnover after surgery and the increased cortical bone thickness because of the grafting. The scope of tooth movement is at least doubled in most spatial dimensions if orthodontics is combined with decortication and grafting and treatment times are 3X to 4X times more rapid.

## Références/References

1. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1959;12(3):277-288.
2. Generson RM, Porter JM, Zell A, Stratigos GT. Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. *J Oral Surg* 1978;36(3):216-219.
3. Anholm JM, Crites DA, Hoff R, Rathbun WE. Corticotomy facilitated orthodontics. *Calif Dent Assoc J* 1986;14(12):7-11.
4. Gantes B, Rathbun E, Anholm M, *et al.* Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. *J Perio* 1990;61(4):234-238.
5. Suya H. Corticotomy in orthodontics: In: Hosl E, Baldauf A, editors. *Mechanical and biological basics in orthodontics therapy*. Heidelberg, 1991, p. 207.
6. Hwang HS, Lee KH. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120(2):209-216.
7. Lino S, Sakoda S, Miyawaki S. An adult bimaxillary protrusion treated with corticotomy facilitated orthodontics and titanium miniplates. *Angle Orthod* 2006;76(6):1074-1082.
8. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27(4):325-331.
9. Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21(1):9-19.

10. Helling E, Hammarström L. The effects of pregnancy and fluoride on orthodontic tooth movements in rats. *Eur J Orthod* 1991;13(3):223-230.
11. Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod* 1984;85(5):424-430.
12. Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94(4):278-284.
13. Adachi H, Igarashi K, Mitani H, Shinoda H. Effects of topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on orthodontic tooth movements in rats. *J Dent Res*. 1994;73(8):1478-1486.
14. Verna C, Dalstra M, Melsen B. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *Eur J Orthod* 2000;22(4):343-352.
15. Frost HM. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Rel Res* 1989;(248):283-293.
16. Frost HM. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part II. *Clin Orthop Rel Res* 1989;(248):294-309.
17. Henrikson PA. Periodontal disease and calcium deficiency: An experimental study in the dog. *Acta Odontol Scand* 1968;26(suppl 50):1-132.
18. Krook L, Whalen JP, Lesser GV, Berens DL. Experimental studies on osteoporosis. *Methods Achiev Exp Pathol* 1975;7:72-108.
19. Bogoch E, Gschwend N, Rahn B, Moran E, Perren S. Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits-Part I: Regulation of bone volume and the regional acceleratory phenomenon in normal bone. *J Orthop Res* 1993;11(2):285-291.
20. Sebaoun JD. Trabecular bone modelling and RAP following selective alveolar decortication. Thesis MS. Orthodontics, Boston University, 2005.
21. Cho KW, Cho SW, Oh CO, Ryu YK, Ohshima H, Jung HS. The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Dis* 2007;13(3):314-319.
22. Pham-Nguyen K, Ferguson DJ, Carvalho RS, *et al.* Micro-CT analysis of osteopenia following selective alveolar decortication and tooth movement. Thesis, Boston University, 2006.
23. Proffit WR. Contemporary orthodontics. Mosby ed., St Louis, 2000, 3rd ed., 676p.
24. Lino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, Miyawaki S. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:448.
25. Rothe LE, Bollen AM, Little RM, *et al.* Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;130: 476-484.