



LES ALIGNEURS PERSONNALISÉS EN ORTHODONTIE *ORTHODONTIC ALIGNERS*

Houb-dine Afaf*, Benyahia Hicham**, Rerhrhaye Wiam***, Zaoui Fatima***

*Spécialiste en Orthopédie dento-faciale

**Professeur agrégé en Orthopédie dento-faciale

***Professeur de l'enseignement supérieur en Orthopédie dento-faciale

****Professeur de l'enseignement supérieur et chef de service d'orthopédie dento-faciale au CCTD -Rabat

MOTS CLÉS:

Aligneurs 3D , système Invisalign.

KEY WORDS:

Hand-crafted aligners, 3D aligners, Invisalign.

INTRODUCTION:

Les adultes renoncent souvent à des traitements d'orthodontie, décision due aux multiples désagréments d'aspects et de confort. Les brackets transparents et la technique linguale ont certes apporté de nouvelles solutions, cependant, les aligneurs quasi-invisibles permettent d'éliminer toutes ces contraintes.

Les aligneurs sont des appareils "sur mesure" adaptés à la denture de chaque patient, ces appareils individualisés permettent un déplacement localisé à une ou un groupe de dents en fonction du choix déterminé lors du diagnostic posé par l'orthodontiste.

Basée au départ sur la confection d'un setup manuel, cette technique a évolué grâce à la technologie de numérisation et de modélisation 3D qui a facilité la tâche à travers les empreintes optiques, le set up numérique et les logiciels aboutissant à la confection des modèles dentaires grâce à la stéréolithographie. Puis par thermoformage, la réalisation d'une série de gouttières transparentes et esthétiques qui permettent le déplacement dentaire du début à la fin de traitement.

Le but de cet article est de décrire les aligneurs confectionnés par la méthode manuelle et le système Invisalign comme étant le processus industriel le plus connu.

INTRODUCTION:

Adult patients often abstain from orthodontic treatments due to various troubles of aspects and comfort. However, The transparent brackets and the lingual technique has certainly brought new solutions, therefore the invisible aligners can eliminate these constraints.

The aligners are "tailor-made" devices which are adapted to the teeth of each patient, and these devices allow a localized displacement to one or a group of teeth depending on the selection determined at the diagnosis made by the orthodontist. Based initially on the production of a manual set-up, this technique has evolved through the technological 3D scanning and modeling which facilitated the task through the optical prints, the digital set-up and the softwares designed for the making of the dental models with the help of stereolithography. Then by thermoforming, the realization of a series of transparent and aesthetic appliances allows the tooth movement from the beginning to the end of the treatment.

The aim of this article is to describe the hand-crafted aligners and the Invisalign system which is considered as the best known industrial process.

1. LA MÉTHODE MANUELLE ARTISANALE:

Le thermoformage consiste à chauffer des films ou des plaques ayant pour propriétés de se former à chaud, sans perdre de leurs qualités physiques, une fois refroidis.

En orthodontie, on utilise des plaques de plastique souple et résilient (fig.1), possédant d'excellentes qualités de modelage, et non toxique soit en polycarbonate médical (PC) , en méthacrylates (PMMA) ou en vinyle (PVC) : pouvant rester inerte et inaltérable dans la salive, sans odeur, sans saveur,

1. HAND-CRAFTED ALIGNERS:

Thermoforming involves heating the films or plates whose properties to form hot without losing their physical qualities , once cooled.

In orthodontics , we use flexible and resilient plastic plates (Fig.1) , with excellent molding qualities , and non-toxic in medical polycarbonate, methacrylates or vinyl : with remain inert and inalterable in saliva , odorless, tasteless , transparent,

transparent, et résistant aux détergents de nettoyage quotidien.

C'est en 1966 que Scheu, Chinhamer et Bitter proposent pour la confection d'appareils orthodontiques la première machine-outil de thermoformage (1).

Aujourd'hui la société Scheu-Dental propose deux types d'appareils à thermoformer : le Ministar et le Biostar.

and resistant to daily cleaning detergents. In 1966, Scheu and Bitter Chinhamer offer for making braces the first thermoforming machine tool (1).

Today the company Scheu -Dental offers two types of thermoforming machines : the Ministar and Biostar.

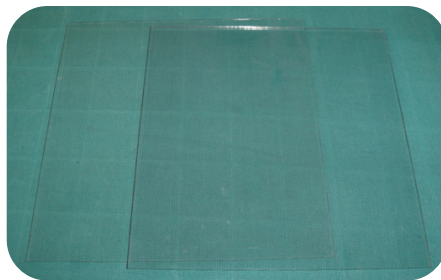


Fig. 1: Plaques thermoformables carrées utilisées au cabinet
Fig. 1: Plastic plate used in dental clinic

1.1 Etapes de réalisations de l'aligneur

1. Après prise d'empreinte à l'alginate et coulée, on trace sur le modèle une ligne de référence horizontale (rejoignant les bords libres des dents) qui nous sert de guide lorsque les dents seront séparées après sciage (fig. 2).

1.1 Fabrication of aligners

1. After taking alginate impression and casting, a horizontal reference line is drawn on the model (joining the free edges of the teeth) which serves as a guide when the teeth are separated after sawing (Fig.2).



Fig. 2 : Photo du modèle montrant la ligne guide tracé avant sciage
Fig. 2: Photo of the model showing the line before sawing route guide

2. La quantité de déplacement d'une dent est facilement mesuré par la vue cependant pour plus de précision on utilise un pied à coulisse notamment lorsqu'il s'agit de déplacer plusieurs dents sur le modèle (fig.3).

2. The amount of displacement of a tooth is easily measured by sight, however, for greater accuracy using a caliper especially when it comes to moving more teeth on the model (Fig. 3).



Fig. 3 : Photo du modèle montrant la mesure de la quantité de déplacement de la dent avec un pied à coulisse
Fig. 3: Measuring the amount of displacement of the tooth with a caliper

3. L'étape de sciage : la/les dents à déplacer sont séparés du modèle grâce à une scie fine (fig. 4). Cette étape est cruciale car si une réduction inter-proximale (RIP) des dents n'est pas prévue en

3. Sawing step : teeth to be moved are separated from the model with a fine saw (Fig. 4). This is critical because if an inter-proximal reduction of the teeth is not provided in the mouth,

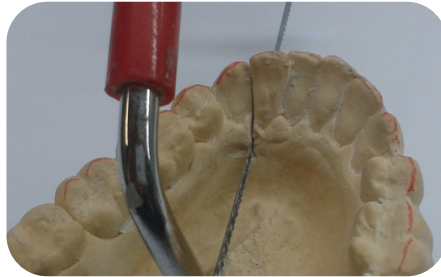


Fig. 4 : L'étape de sciage
Fig. 4: Sawing step

bouche, le sciage risque d'endommager les faces proximales des dents avec un point de contact irrégulier. C'est pourquoi, quand la RIP n'est pas nécessaire ou lorsqu'une expansion de l'arcade est envisagée, il est conseillé de ne pas utiliser la scie. Certains auteurs notamment Kim (2) préconisent l'utilisation d'une fraise fissure cône n°701 (Henry Schein) pour couper la partie vestibulaire et linguale et la base de la partie cervicale sans toucher les points de contact.

4. L'étape de réalignement : la dent cible est mise en place de sorte qu'elle puisse se déplacer vers sa position souhaitée sur le modèle : on retire d'abord la base en excès qui entrave le mouvement, ensuite on fixe la dent avec de la cire bleue dans sa position idéale (fig.5).

sawing damage the proximal surfaces of teeth with irregular contact point.

Therefore, when the inter-proximal reduction is not necessary or where arch expansion is planned, it is advisable not to use the saw. Some authors like Kim (2) are providing the use of a strawberry cone crack N° 701 (Henry Schein) for cutting the buccal and lingual portion and the base of the cervical portion without touching the contact points.

4. Realignment step: the target tooth is set up so that it can move to its desired position on the model: first removed the excess base which impedes the movement, then fixed with the blue wax in its ideal position (fig.5).



Fig. 5 : Photo montrant la fixation de la dent déplacée avec de la cire bleue
Fig. 5: Fixing the tooth with blue wax

5. Le montage sur articulateur des modèles est une étape nécessaire après tout déplacement dentaire et permet d'objectiver l'alignement, l'overjet, l'overbite et la libération des mouvements de propulsion et de diduction.

6. L'étape de thermoformage à l'aide de l'appareil biostar (fig. 6).

5. The assembly on articulator models is a necessary step after all tooth movement, it's allows to objectify alignment, overjet, overbite and release of propulsion movements and lateral excursion.

6. Thermoforming step using the Biostar pressure moulding machine (Fig. 6).



Fig. 6 : L'étape de thermoformage de la plaque
Fig. 6: Thermoforming step

7. Dégrossissage et finition de la plaque (fig.7).

7. *Roughing and finishing of the plate (fig.7).*



Fig. 7 : Photos montrant le découpage et le dégrossissage de la gouttière thermoformée
Fig. 7 : Roughing and finishing of the plate

1.2 CAS CLINIQUE

A travers un cas clinique, nous allons montrer l'intérêt des aligneurs réalisés au cabinet dans la correction de malpositions dentaires mineures. Il s'agit d'une jeune patiente ayant déjà bénéficié d'un traitement orthodontique avec une classe I squelettique et occlusale (fig.8) mais sans contention de fin de traitement. L'examen endobuccale objective une légère récive avec une perte de l'alignement incisif inférieur par linguo-version de la 32 (fig.9).

1.2 CLINIC CASE

Through this clinic case, we will show the interest of aligners made with manual method in correcting minor malocclusions. A young female patient presented a relapse after fixed appliance therapy. Clinical examination revealed skeletal and occlusal class I (fig.8) with loss of alignment mandibular incisor of the 32 (fig.9).



Fig. 8 : Photos endobuccales montrant une classe I occlusale
Fig. 8 : Skeletal and occlusal class I



Fig. 9 : Photos de l'arcade mandibulaire montrant une perte de l'alignement antérieur avec la linguo- version de la 32
Fig. 9 : Loss of alignment mandibular incisor of the 32

Nous avons décidé de corriger cette récive à l'aide de deux aligneurs (fig.10) réalisés au cabinet dentaire : La première gouttière est porté pendant un mois (fig.11) et une fois son insertion est devenue aisée, on est passé à la deuxième gouttière. Ce dernier aligneur est utilisé pour la correction de la malposition mais également comme moyen de contention qui sera porté le plus longtemps possible étant donné le refus de la patiente pour le port d'une contention collée.

We decided to correct this relapse with two aligners (fig.10) made in the dental practice: the first aligner is worn for one month (fig.11) before moving on to the next aligner. This aligner is used to correct the malposition but also as a retention appliance that will be worn as long as possible given the refusal of the patient to wear a stuck contention.

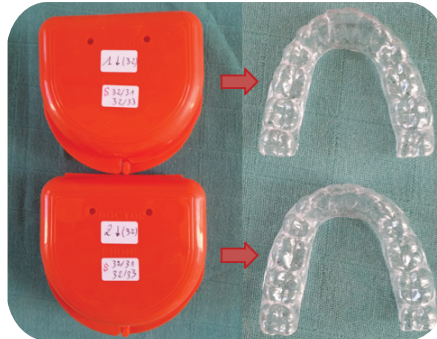


Fig. 10: Photos des deux aligneurs utilisés
 Fig 10: Two aligners made in the dental practice



Fig. 11 : Photo endobuccale avec aligneur mandibulaire
 Fig. 11 : Mandibular aligner

Cependant lors de la pose du premier aligneur nous avons eu recours à un léger stripping : 0,25 mm en mésial de la 32 et 33 et en distal de la 32 et 31 (fig.12) à cause de l'occlusion serrée de la patiente et afin d'éviter de se retrouver en articulé inversé ponctuel.

However, when laying the first aligner we used a mild stripping: 0.25 mm mesial of 32 and 33 and distal to the 32 and 31 (fig.12) to avoid punctual anterior crossbite. These aligners are worn day and night and removed only for eating and tooth-brushing or flossing.



Fig. 12 : Photos montrant le stripping de la 32 et des dents adjacentes à l'aide des strips abrasifs
 Fig. 12 : Stripping step

Ces gouttières sont portés jour et nuit et enlevées juste pour manger et se brosser les dents. Chez cette patiente, il y'a absence de la 28 et nous avons également remarqué sur le plan clinique un encombrement postérieur mandibulaire qui pourrait être la cause de cette récurrence par dérive mésiale des 3èmes molaires ce qui nous a poussé à prescrire l'extraction des dents de sagesse mandibulaires (fig.13).

The patient presented also absence of 28 and posterior mandibular discrepancy that could be the cause of relapse by mesialization of the third molars, so we indicate the extraction of 38 et 48 (fig.13).

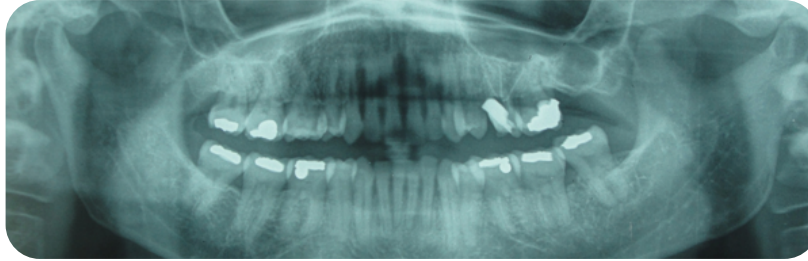


Fig. 13 : Photo de la radiographie panoramique objectivant les 3^{ème} molaires
Fig. 13 : Panoramic radiography objectifying the third molars

Après 2 mois de traitement, on note déjà l'alignement incisif obtenu grâce à ces aligneurs (fig.14).

After 2 months of treatment, we note the incisor alignment using these aligners (fig.14).



Fig. 14 : Photo de l'arcade mandibulaire montrant le résultat final obtenu grâce aux aligneurs
Fig. 14. Final results using aligners

2. SYSTÈME INVISALIGN

Le choix des cas traités par ce système doit répondre aux indications ultérieurement cités et ce après étude des photographies (exobuccales et endobuccales) et du dossier radiologique du patient. Le principe d'invisalign consiste à prendre des empreintes en polyvinyle siloxane précises des arcades dentaires et de l'occlusion, ces enregistrements sont envoyés avec le plan de traitement par transporteur et/ou Internet à partir du VIP (VIP : Cabinet Virtuel Invisalign).

Align Technology réalise une simulation thérapeutique en conception assistée par ordinateur (CAO), basée sur un modèle virtuel en 3 dimensions 3D animé (set-up) appelé Clin Check : il s'agit d'une vidéo informatique montrant les mouvements des dents de leur position initiale à leur position définitive.

L'orthodontiste peut effectuer des modifications du Clin Check ou demande plusieurs plans de traitement par internet, jusqu'à satisfaction. Il valide alors son choix en ligne.

Le traitement se fait par étapes de 2 semaines à raison de 22 heures par jour pendant 14 jours, soit 300 heures par aligneur (1, 3, 4, 5).

En technique Invisalign, différents types d'attaches sont placées par défaut pour le contrôle des déplacements dentaires. Cependant le choix final du type, de l'emplacement et du moment de pose ou de retrait de l'attache est de la responsabilité de l'orthodontiste qui décide également de la réduction

2. INVISALIGN SYSTEM

The indications of clinical cases treated by the Invisalign System will be cited later. A candidate for orthodontic treatment with this system, we should study the intraoral and extra oral photographs and radiographs.

Polyvinyl siloxane impression, centric occlusion wax bite, photographs, radiographs are sent to align technology with a detailed treatment-planning form.

Align Technology produces a three-dimensional computer image from the impressions called Clink Check Software : This video showing the movements of teeth from their initial position to their final position.

The orthodontist can make adjustments or request another treatment planning, until he is satisfied with the treatment plan and prospective results.

The treatment is done in steps of 2 weeks at 22 hours per day for 14 days, or 300 hours per aligner (1, 3, 4, 5).

Different types of attachments are placed for control of tooth movements . However, the final choice of type , location and time of insertion or removal of the clip is the responsibility of the orthodontist who also decides the interproximal

interproximale (RIP) amélaire notée sur la charte de stripping accessible en ligne (1, 6).

La traction intermaxillaire élastique comme en technique multiattaches permet le plus souvent de contrôler l'ancrage ou de réduire un décalage maxillo-mandibulaire de classe II ou de classe III. Il existe plusieurs modes de fixation de ces TIM en technique Invisalign : un trou dans l'aligneur, des attaches métalliques ou céramiques, des minivis (1).

2.1 BIOMÉCANIQUE

Le port d'aligneur développe des forces quasi-continues (22h) dont l'intensité décroît rapidement ce qui permet de longues périodes de repos tissulaire favorable à la réorganisation du parodonte. D'autre part, le fait de déposer l'appareil pour manger et se brosser les dents 2h par jour permet l'application de forces discontinues évitant les résistances cellulaires (1).

Les forces engendrées ne sont appliquées que sur les dents à déplacer, les autres servant d'ancrage. Grâce au contact intime entre l'intrados de l'aligneur et la couronne dentaire, la totalité des informations est transmises aux dents dans les trois ordres et ce dès la première étape (fig.15).

reduction noted online (1, 6).

The intermaxillary elastic traction as multiattaches technique most often to control anchorage or reduce class II or class III maxillomandibular shift. There are several methods of attachment of these elastic invisalign technique: a hole in the aligner, metallic or ceramic attachments, miniscrews (1).

2.1. BIOMECHANICS

Wearing aligner develops almost continuous forces (22h) whose intensity decreases rapidly enabling long periods rest of favorable reorganization of the periodontal tissue. On the other hand, depositing the instrument for eating and toothbrushing for 2 hours per day allows the application of discontinuous forces to avoid cellular resistance (1).

The forces generated are only applied to the teeth to move, the other serving for anchorage. With the help of the intimate contact between the underside of the aligner and the tooth crown, all the information is transmitted to the teeth in the three orders right from the first stage (fig.15).



Fig. 15 : Photos avec et sans aligneur maxillaire : le contact parfait entre les dents et l'appareil permet la transmission des informations par une action douce, ciblée et programmable
 Fig. 15 : Photos with and without maxillary aligner: the perfect contact between the teeth and the device allows the transmission of information by a gentle action, targeted and programmable

2.2. INDICATIONS (1, 3, 4, 5, 7, 8)

- *Encombrement léger à modéré de 1-6 mm.
- *Diastèmes légers 1-6 mm.
- *Endoalvéolie.
- *Récidive après traitement orthodontique fixe.

2.3. AVANTAGES (1, 3, 4, 5, 8)

- *Esthétique et discrète.
- *Pratique et facile à utiliser pour le patient.
- *Brossage dentaire facilité et maintenance parodontale aisée.
- *Les réactions allergiques potentielles au métal associées au traitement orthodontique conventionnel sont évitées.
- *Le traitement virtuel peut servir de moyen de motivation pour le patient.
- *Amovible : le patient peut boire et manger sans contraintes.

2.2 . INDICATIONS (1 , 3, 4 , 5, 7 , 8)

- *Mild to moderate crowding 1-6 mm.
- *Mild to moderate spacing 1-6 mm.
- *Constriction of dental alveolar arches.
- *Relapse after fixed appliance therapy.

2.3 . ADVANTAGES (1, 3, 4, 5, 8)

- *Highly aesthetic.
- *Ease of use for the patient.
- *Much easier for tooth brushing and Periodontal Maintenance.
- *No metal brackets or wires to cause allergic reactions.
- *Ability to present case to patient with final result prior to treatment.
- *Ability to remove aligners to eat and drink.

*Les études ont démontré que la suppression quotidienne des forces orthodontiques pendant 4h, réduit fortement le risque de rhizolyse, et que ce risque est moins élevé pour les appareils amovibles que pour les appareils fixes.

2.4. LIMITES (1, 3, 4, 5, 8)

- *Amovible : coopération du patient.
- *Contrôle limité des mouvements.
- *Correction intermaxillaire limitée.
- *Une légère ingression des dents post.

CONCLUSION

Dans la pratique quotidienne de l'orthodontiste, la méthode manuelle reste la moins coûteuse pour le patient et trouve son indication dans les cas d'encombrement minime. Les possibilités de traitement par les aligneurs 3D sont de plus en plus importantes avec des résultats de plus en plus précis et prédictibles.

Cette technique en pleine évolution et bénéficiant des dernières nouveautés dans le domaine de la 3D est une solution qui s'impose dorénavant dans notre arsenal thérapeutique d'autant plus que la demande esthétique est majeure.

**Studies have shown that the daily removal of orthodontic forces for 4 hours , greatly reduces the risk of root resorption , and that this risk is lower for removable appliances than fixed devices.*

2.4 . LIMITATIONS (1, 3, 4, 5, 8)

- *Compliance because aligners are removable.*
- *Limited movement control.*
- *Limited intermaxillary corrections.*
- *A mild intrusion of posterior teeth.*

CONCLUSION

In the practice of orthodontics , hand-crafted aligners are less expensive for the patient and they find indication in the case of mild crowding .

Treatment options by 3D aligners are increasingly important with more precise and predictable results.

This technique evolving and benefiting from the latest developments in the field of 3D is a the best solution especially for requesting aesthetic orthodontic treatment.

RÉFÉRANCES / REFERENCES:

1. Richard Bouchez. *Les traitements orthodontiques Invisalign*. Quintessence International 2009.
2. Tae Weon Kim, Jae Hyun Park. *An aesthetic orthodontic treatment option : fabrication and application Dentistry Today*. July 2008.
3. Wong BH. *Invisalign A to Z*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002; 121: 540-541.
4. Lou Shuman. *What is Invisalign? An introduction to the technique*. *Acess*. August 2005 : 34-37.
5. Abdu Hameed , Rani Hamsa, Thilaga Rani, Gananjay Patil. *The invisalign system*. *Dental Impact* 2012; 4 (2) : 32-36.
6. Vieira GM, Franco EJ, Guimarães Junior CH. *Alinhadores invisíveis: indicações, limitações biomecânicas a problemática da mensuração das forças aplicadas*. *Rev Clín Ortod Dental Press*. 2013; 12 (1): 40-50.
7. Grant Duncan. *Invisalign is only for simple cases, isn't it?* *Australasian dental practice*. March/April 2011; 136-140.
8. Boyd RL, Miller RJ, Vlaskalic V. *The Invisalign system in adult orthodontics: mild crowding and space closure cases*. *J Clin Orthod* 2000; 34 : 203-212.