

# LA NÉCESSITÉ DE CONTENTION ET L'ÉVOLUTION DES DISPOSITIFS

## Arturo Fortini

Spécialiste en Orthodontie  
Professionnel à Florence

## Gabriele Scommegna

Directeur du Département Recherche  
et Développement Leone S.p.A

## INTRODUCTION

Pour introduire le sujet Stabilité/Contention, il nous paraît intéressant de citer une étude d'Oppenheim qui affirme : « Maintenir le résultat obtenu après un traitement orthodontique est l'un des aspects les plus difficiles de la totalité du traitement : la Contention est le problème de l'Orthodontie le plus difficile, en fait c'est le problème ». Ce qui est à remarquer, c'est la date de l'étude : 1934.

## 1. POURQUOI, LA CONTENTION : LE PROBLÈME DE LA STABILITÉ

Toutes les études qui se sont occupées des changements - au cours du temps - des paramètres de l'arcade mandibulaire après l'enlèvement du dispositif orthodontique ont démontré que, à présent, seulement une contention fixe permanente résulte efficace afin de contraster les mouvements non désirés.

Les causes de l'instabilité ont été attentivement examinées et elles sont attribuées à de différents mécanismes, certains desquels vont au-delà des possibilités de contrôle par le clinicien.

On parle donc de :

- récurrence d'expansion de l'arcade
- remodelage de l'os alvéolaire
- typologie de croissance osseuse
- ajustements occlusaux
- « drifting » mésial des dents postérieures
- para-fonctions et habitudes viciées
- qualité de l'occlusion finale
- absence de coopération

Dr Robert Little de l'Université de Washington a étudié pendant plus de 30 ans le sujet de la stabilité et de la contention, à tel point que maintenant on fait toujours référence au soi-disant « Indice de Washington ».

Les paroles du Dr Little sont vraiment significatives : « Aucune caractéristique, comme la classe d'Angle, la durée de la contention, l'âge du patient au début du traitement, le sexe ou n'importe quelle autre variable mesurée, comme l'alignement au début et à la fin du traitement, le surplomb, l'overjet, la longueur et la largeur de l'arcade n'ont été utiles pour estimer la stabilité à long terme ou la récurrence des cas examinés ».

En octobre 2009, Robert Little a quitté son poste comme professeur et il a « résumé » ses conclusions dans un article fondamental publié sur JCO. Ces dernières sont subdivisées en 10 « facteurs », avec des implications cliniques et des propositions en ce qui concerne la stabilité et la contention.

Le concept conclusif et définitif est que « the only way to achieve lifetime stability following orthodontic treatment is to employ lifetime retention methods » (la seule manière d'obtenir une stabilité permanente après un traitement orthodontique est d'utiliser des méthodes de contention tout au long de la vie du patient).

Ce concept devient très important pour nous pour expliquer aux patients les modalités de traitement et la nécessité absolue d'une contention successive.

Toutes les études qui se sont succédées ces dernières années n'ont fait que confirmer les conclusions de Little. Sans l'utilisation d'une contention, les dents auront toujours tendance à se déplacer au cours du temps, mais la donnée la plus significative est que ce phénomène pourrait se vérifier même en présence d'une contention fixe. Ces brèves références sur la stabilité à distance constituent une partie de la grande évidence de la nécessité de contention.

## 2. TYPOLOGIE DE CONTENTION

Afin d'obtenir de la stabilité au cours du temps, on utilise des dispositifs de contention qui peuvent être amovibles ou fixes, actifs ou passifs. Parler largement de contention demanderait une longue discussion, donc on indique ici de façon schématique les dispositifs le plus souvent utilisés :

- **dispositifs amovibles passifs** : plaques en résine, avec ou sans arc vestibulaire, aligneur orthodontique formé sous vide (Osamu, Thermoformé) (Fig. 1a-c) ;



FIG. 1a - Plaque en résine avec arc vestibulaire



FIG. 1b - aligneur amovible type Osamu : plus souple et élastique par rapport à celui thermoformé



FIG. 1c - gouttière amovible : moindre encombrement et esthétique optimale

- **dispositifs amovibles actifs** : plaques avec ressorts, gouttières, crochets pour les élastiques, spring aligners thermoformés avec un set-up, élastomères personnalisés numériquement (Fig. 2a, b) ;



FIG. 2a - plaque amovible avec crochets vestibulaires dans la zone des canines pour l'application d'élastiques antérieurs afin de contrôler l'overjet



FIG. 2b - Contention active avec Adok, l'élastomère personnalisé numériquement

- **dispositifs fixes passifs** : à partir des systèmes classiques (arcs linguaux, bridge Maryland, etc.) jusqu'à tous les autres types d'aligneurs collés (Fig. 3a, b) ;

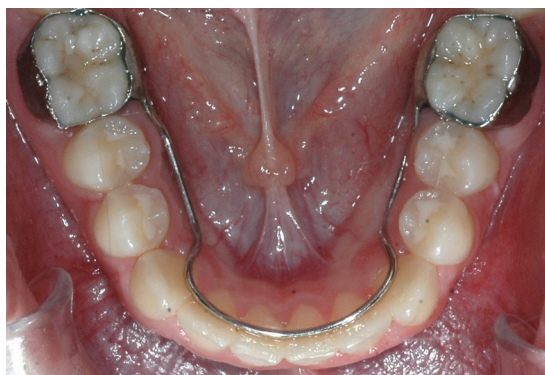


FIG. 3a - Arc lingual inférieur pour contrôler le secteur antérieur



FIG. 3b - Appareil de contention sur l'arcade inférieure

- **dispositifs fixes actifs** : gouttières collées à l'arcade supérieure, arcs linguaux avec l'insertion de parts actives. Le débat concernant la contention et s'il est préférable d'utiliser des dispositifs fixes ou amovibles est en cours depuis plusieurs années avec beaucoup de contributions. Une étude très intéressante a été publiée par Pratt, qui a conduit une enquête statistique chez les orthodontistes américains, membres de l'AOO (American Association of Orthodontists) en leur demandant les typologies de contention qu'ils préféraient et pour quelle raison. Les résultats peuvent être résumés comme suit :

- si l'orthodontiste veut être sûr et loin des dangers de la récurrence, la contention fixe devrait être le premier choix ;
- cependant, cette méthode peut causer des dommages à long terme si l'appareil n'est pas contrôlé ;
- les effets indésirables, dus aux aligneurs fixes déformés ou détachés, sont assez communs et ils varient des petites rotations jusqu'à des ouvertures osseuses et à un déplacement excessif des dents d'ancrage.

### 3. APPAREIL DE CONTENTION : HISTOIRE

L'histoire de la contention orthodontique est généralement subdivisée en deux périodes :

- avant 1970, quand la technique du mordantage à l'acide n'était pas disponible dans le domaine de l'orthodontie
- après 1970, quand le mordantage de l'émail et les modernes systèmes adhésifs ont facilité l'utilisation de la contention adhésive comme nous la connaissons. La description initiale de la procédure de collage d'un fil mandibulaire en 1973 peut donc symboliser le début de l'âge de la contention orthodontique moderne.

En 1977, deux études fondamentales de Zachrisson ont été publiées, concernant les procédures de construction et les matériaux à utiliser. Les années suivantes, les procédures de contention ont été toujours effectuées avec des fils tressés en acier sur toutes les 6 dents antérieures, d'une canine à l'autre, ou bien avec un monofilament en acier, chrome-cobalt ou titane-molybdène, collé seulement sur les canines inférieures. Plusieurs études ont examiné la durée et la stabilité au cours du temps des fils tressés par rapport au monofilament et les résultats ont démontré que les fils tressés ont une meilleure adhésion au composite, mais un pourcentage de survie très inférieur et ils ont plus de possibilités de rupture. L'avantage de choisir les monofilaments collés seulement sur les canines repose uniquement sur une meilleure facilité d'hygiène. D'autres variantes ont été proposées comme les fibres en verre renforcées ou bases avec la possibilité d'insérer un fil, ou bien préformées afin d'être



FIG. 4a - Bases linguales avec insert pour le fil de stabilisation



FIG. 4b - Base grillagée collée sur toute le secteur antérieur

collées directement sur la surface de la dent, ou même des bases grillagées métalliques convenablement façonnées (Fig. 4a, b). Jusqu'au récent avènement des systèmes de contentions fabriquées numériquement, notre choix a été de les construire directement au fauteuil dentaire, en utilisant un fil métallique de ligature 0.12" tressé afin d'obtenir un filament unique plus épais (Fig. 5a-d).

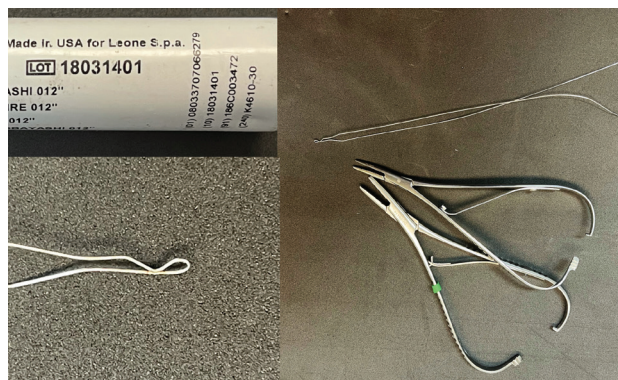


FIG. 5a - Matériaux nécessaires pour construire un appareil de contention : ligatures métalliques 0.12" et deux pinces Mathieu pour tresser le fil

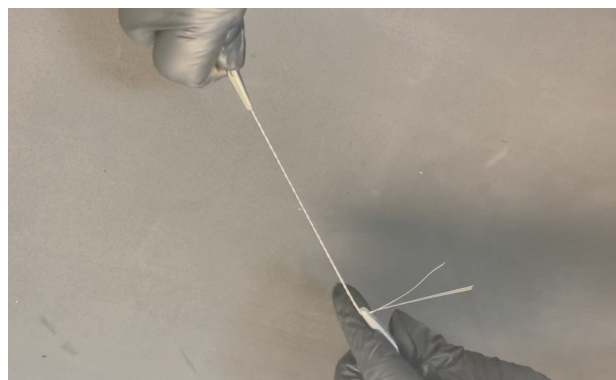


FIG. 5b - Le fil en train d'être tressé

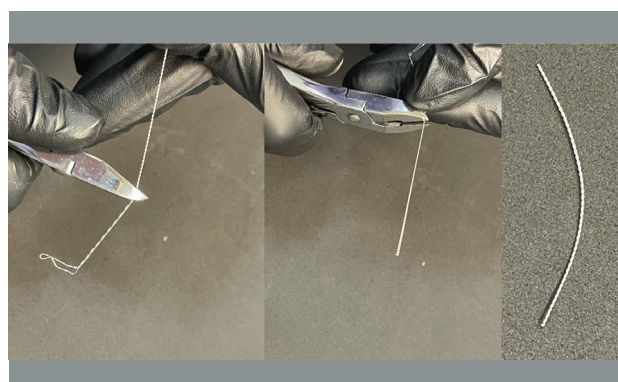


FIG. 5c - L'appareil de contention complété

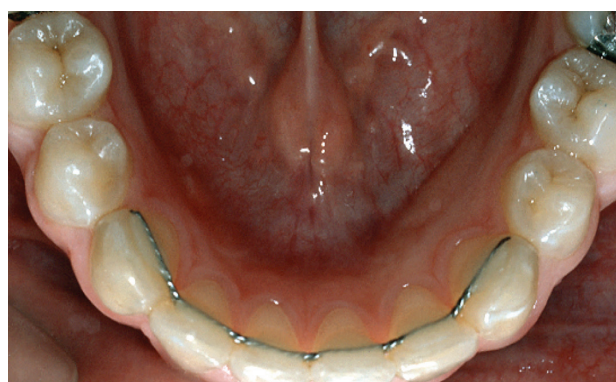


FIG. 5d - L'appareil de contention appliqué

#### 4. APPAREILS DE CONTENTION : DES COMPLICATIONS

Au cours des dernières années, deux études très bien faites ont été publiées qui ont encadré les complications liées à l'utilisation des appareils de contention, appelés aussi « retainers ». Elles ont surtout souligné le fait que ces complications sont assez fréquentes, jusqu'à 50%. Les complications les plus communes sont :

- détachements
- fractures
- problèmes parodontaux
- mouvements non désirés

La complication la plus fréquente dans l'absolu, même dans notre pratique clinique, est le détachement.

Comme il est évident dans sa fréquence, le détachement a été signalé et observé par plusieurs auteurs qui ont schématisé ses causes en :

- fautes dans la technique de positionnement
- fautes dans le choix du design et du matériau
- technique d'adhésion incorrecte
- siège inapte

Plus précisément, on peut subdiviser les détachements en plusieurs typologies :

- détachement du composite de la dent (Fig. 6a)
- détachement du fil du composite (Fig. 6b)

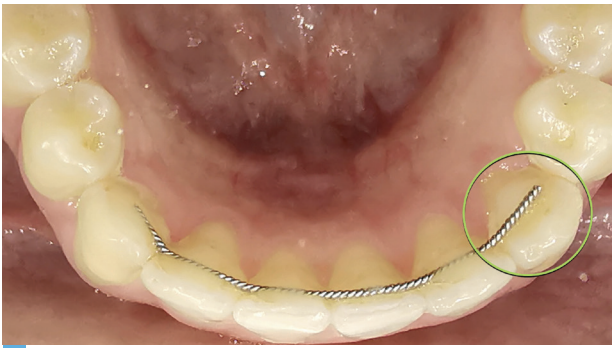


FIG. 6a - Détachement du composite de la dent. Généralement, cela arrive à cause de la contamination de la salive pendant le collage, ou à cause d'un nettoyage insuffisant de la surface des dents, ou bien à cause des mouvements du fil pendant le collage

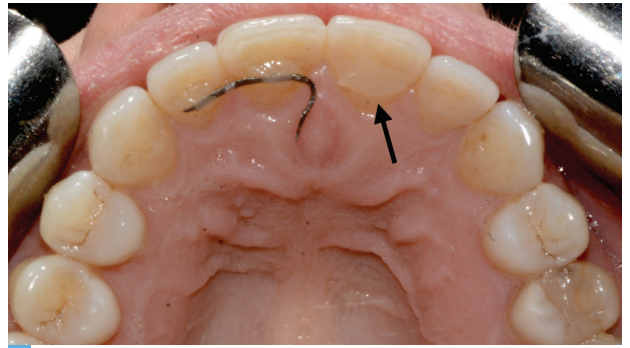


FIG. 6b - Détachement du fil du composite

À propos de appareils de contention en fil tressé (ou faits avec des ligatures tressées) on peut tirer des conclusions et des indications cliniques en se basant sur l'évidence actuelle à disposition :

1. les appareils de contention collée passifs sont un moyen certainement efficace pour prévenir les récurrences post-traitement, mais ils demandent une supervision régulière ; les patients qui ont des appareils de contention fixes devraient donc être contrôlés régulièrement par l'Orthodontiste.
2. les fils tressés, surtout s'ils ont un petit diamètre, collés sur chaque dent antérieure, sont ceux qui ont plus de risques de créer des mouvements non désirés et des complications.
3. l'observation précoce de détachements et/ou fractures est le facteur fondamental pour prévenir les problèmes les plus importants.

#### 4. LES APPAREILS DE CONTENTION PERSONNALISÉS

Au cours des dernières années, beaucoup d'appareils de contention créés grâce à la technologie numérique ont été présentés. Les matériaux utilisés sont principalement des alliages de nickel-titane, titane-molybdène, chrome-cobalt, zirconium, fibres en verre renforcées ou bien des matériaux nouveaux comme le peek (Fig. 7).

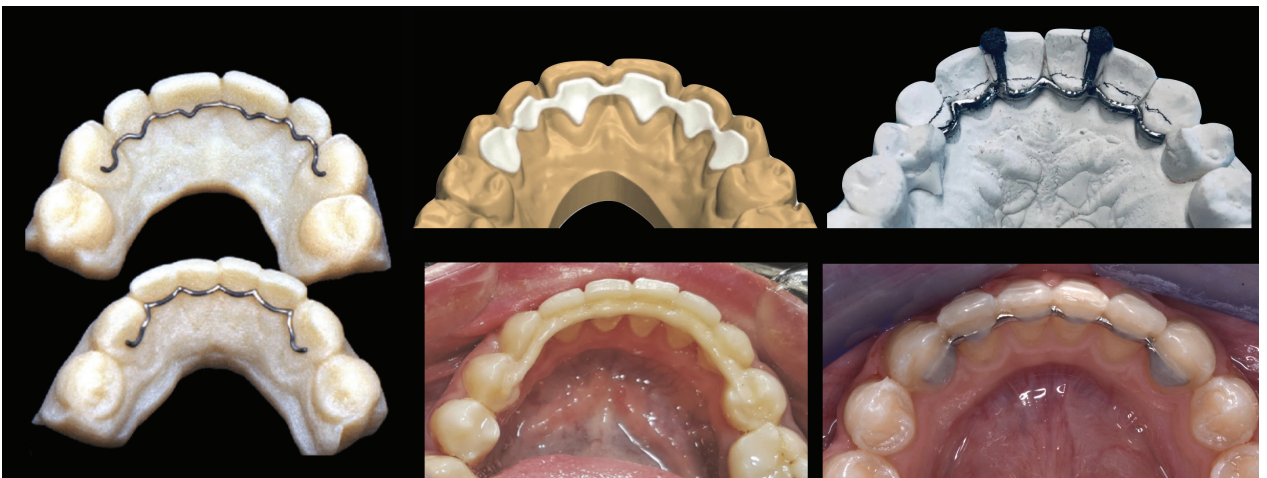


FIG. 7 - Différents types d'appareils de rétention CAD-CAM construits avec des différents types de matériaux

En 2017, un nouveau type d'appareil de rétention personnalisé a été introduit sur le marché. Il s'agit du MEMOTAIN, qui a la caractéristique d'être construit de façon numérique à partir d'un disque de nickel-titane 0.16"x0.16". Les avantages de ce type d'appareil de rétention devraient être une meilleure précision et adaptabilité (dû au dessin numérique et personnalisé), l'absence d'interférences et donc la réduction des fractures, l'absence de corrosion et le confort dû à la construction avec des angles arrondis (Fig. 8a). Le système de transfert du modèle à l'arcade se produit grâce à un support en silicone (Fig. 8b).



FIG. 8a - Détail de l'appareil de rétention dont on peut apprécier la précision sur les dents qui dérive de la modélisation numérique

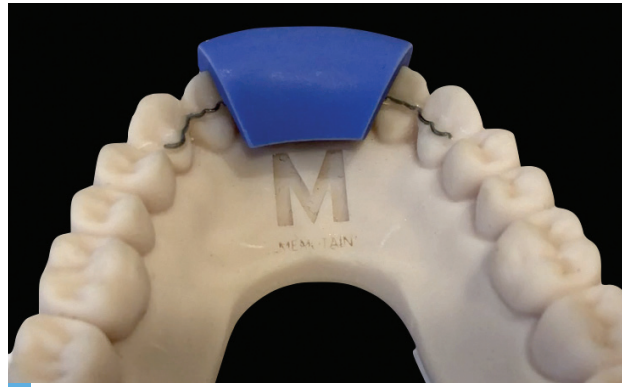


FIG. 8b - Système de transfert analogique avec une gouttière en silicone

Le MEMOTAIN a eu pendant ces années un succès discret, lié certainement à la possibilité de le personnaliser et à sa simplicité d'application.

Cependant, il n'y a pas encore des données fiables et contrôles à distance avec une réelle évidence qui nous permettent d'avoir des certitudes sur la stabilité dans le temps, sur les risques et sur les pourcentages de détachements et de possibles fractures.

Du point de vue clinique, le point le plus faible est probablement lié au système de transfert, car la gouttière en silicone, à cause de sa nature très élastique, peut résulter insuffisante pour la maintenance de la position de l'appareil de contention, ainsi que consentir la possibilité d'une déformation pendant la délicate opération de collocation sur les incisives, phase qui détermine le collage de la portion sur les canines. La conséquence est celle d'avoir des parties où la précision de la planification et de la production numérique sont rendues vaines par le seul composant « analogique » du système.

## 5. L'EXPÉRIENCE QUI CONDUIT À L'INNOVATION

Une longue expérience clinique avec les appareils de rétention en fil tressé et, plus récemment, avec les systèmes créés numériquement, unis à une révision attentive des études, nous a confirmé que :

- les systèmes en fil tressé représentent une solution optimale pour la contention, mais ils ont un haut pourcentage d'insuccès à distance.
- les systèmes CAD-CAM de dernière génération semblent être supérieurs en ce qui concerne la stabilité, mais surtout ils ont l'avantage de la modélisation numérique et de la conséquente plus haute précision.
- il n'y a pas des données de contrôle à distance suffisamment fiables pour les derniers nés à cause de leur récente introduction.
- les études les plus récentes ont souligné la stabilité remarquable dont les appareils de contention en ligatures métalliques conçus CAD-CAM disposent, par rapport aux appareils de contention traditionnels.
- le « point faible » des systèmes conçus numériquement semble être le système de transfert dans la bouche qui se produit grâce à une gouttière souple en silicone.

En vertu de ces considérations, nous avons encouragé nos collaborateurs chez Leone à penser à un appareil de contention réalisé numériquement, qui puisse dépasser les limites de ceux déjà existants. Le résultat de ce projet est **Keeppy**, un dispositif breveté qui se distingue au moins pour 3 aspects des appareils déjà connus :

- 1. la Conception** : contrairement aux autres, c'est une coque mince qui recopie fidèlement l'anatomie des côtés linguaux antérieurs, en permettant de diminuer l'épaisseur de l'adhésif, en assurant sa tenue dans le temps. N'étant pas un fil à noyer dans le composite, il minimise la possibilité de fracture du composite lui-même et des détachements.
- 2. le matériau** : l'utilisation d'une ligature chrome-cobalt sans nickel, à travers la réalisation avec la technologie Selective Laser Melting, permet de maintenir des épaisseurs minimales tout en assurant une exceptionnelle tenue mécanique et en minimisant, grâce aux propriétés appréciées depuis des années dans la prothèse squelettique, les possibilités de rupture causée par trop de rigidité. Le revêtement, à choisir sur la base de la couleur des dents du patient, assure, surtout dans les cas appliqués au maxillaire, un parfait mimétisme.

**3. le système de positionnement :** afin de dépasser les limites de l'utilisation du silicone, Keeppy est conçu avec deux positionneurs intégrés dans la structure, généralement ancrés sur les cuspidés des canines. Ce design assure le parfait couplage entre la structure et les côtés linguaux des incisives et permet une application dans la bouche facile et unique. Une fois que l'adhésif est polymérisé, il suffira un coup de fraise ou d'un disque pour enlever facilement les appuis en toute sécurité, grâce à la bague pour l'application d'un fil dentaire (Fig. 9a, b).

Au cours de la dernière année, nous avons participé au développement de ce projet et nous avons appliqué plusieurs prototypes du nouvel appareil de contention.

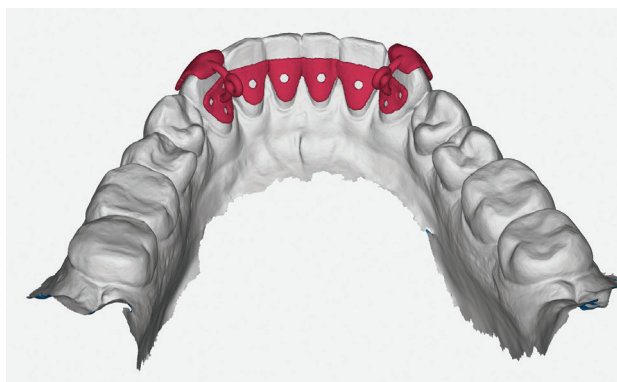


FIG. 9a - Projet numérique de l'appareil de contention avec le positionneur intégré



FIG. 9b - Positionnement de contrôle dans l'arcade avant le collage : parfaite adhérence du fil à la surface des dents, assurée par la pression qu'on peut exercer sur les « cusps » des canines, de manière à faire adhérer parfaitement l'appareil de rétention dans le siège

Comme énoncé précédemment, **Keeppy** est conçu numériquement sur l'empreinte (dérivante du scanner intra-oral ou de l'empreinte classique scannée successivement) même en présence de brackets et arc, qui ne limitent en aucun cas son application, contrairement aux systèmes qui prévoient le transfert par la gouttière en silicone (Fig. 9c, d).

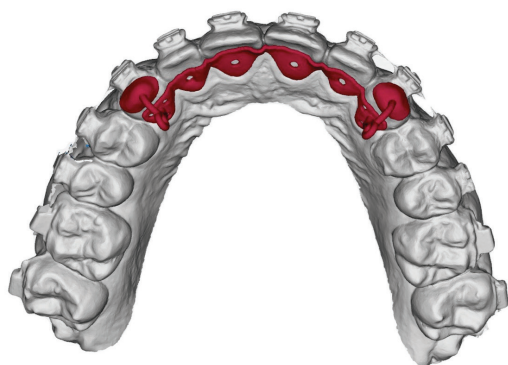


FIG. 9c, d - La prise d'empreinte numérique peut s'effectuer même avec brackets et fil en arcade, car la successive modélisation numérique et le système de transfert sont modélés en tenant compte uniquement des zones où il y a les brackets et, comme on peut le remarquer dans l'image clinique, il n'existe aucun type d'interférence entre l'appareil de rétention et l'appareil encore présent



Évidemment, la possibilité d'acquisition en présence de l'appareil dentaire fixe permet que le rendez-vous pour l'enlèvement du dispositif orthodontique corresponde avec celui du positionnement de l'appareil de rétention fixe ; clairement, après l'empreinte, le système orthodontique doit rester passif, afin qu'il n'y ait pas des variations positionnelles des dents, qui pourraient résulter en un mauvais positionnement de l'appareil.

**Keeppy** se caractérise principalement par un système de transfert, conçu numériquement, qui permet de l'appliquer sur les dents antérieures facilement, mais sûre et stable en même temps, sans les possibles imprécisions qu'on peut avoir avec les gouttières en silicone pouvant causer des détachements successifs.

D'autres caractéristiques que l'on peut remarquer sont :

- **le système de sécurité lié au positionneurs intégrés :** il se compose de deux bagues qui permettent l'insertion d'un fil dentaire, afin d'éviter l'ingestion involontaire quand les positionneurs sont détachés de l'appareil de contention (Fig. 10a).

- les « pads » d'adhésion sur les canines sont assez étendus afin d'occuper une bonne part de la surface linguale, en assurant une adhésion parfaite dans le point qui, comme suggéré par les études, est le point le plus à risques de détachements (Fig. 10b).



FIG. 10a - La sécurité en bouche est garantie par les bagues sur les positionneurs, où il est possible d'insérer un fil pour les retenir pendant le détachement depuis l'appareil de contention



FIG. 10b - « Pad » très étendu sur les canines pour garantir le maximum de la stabilité et la prévention du détachement

- La présence de trous sur chaque base, pour consentir le déversement du composite en excès afin d'éviter des épaisseurs majorées qui influencent l'adhérence.
- La planification numérique, qui permet de concevoir l'appareil de contention même sur l'arcade supérieure, évitant n'importe quelle forme de pré-contact avec ceux construits directement au fauteuil.

Dans les figures ci-dessous, on peut remarquer les passages de l'application de deux appareils de contention sur l'arcade maxillaire et mandibulaire. Dans sa version finale, Keeppy est disponible en trois couleurs, selon l'échelle Vita, qui le rendent esthétique et mimétique (Fig. 11a, b).

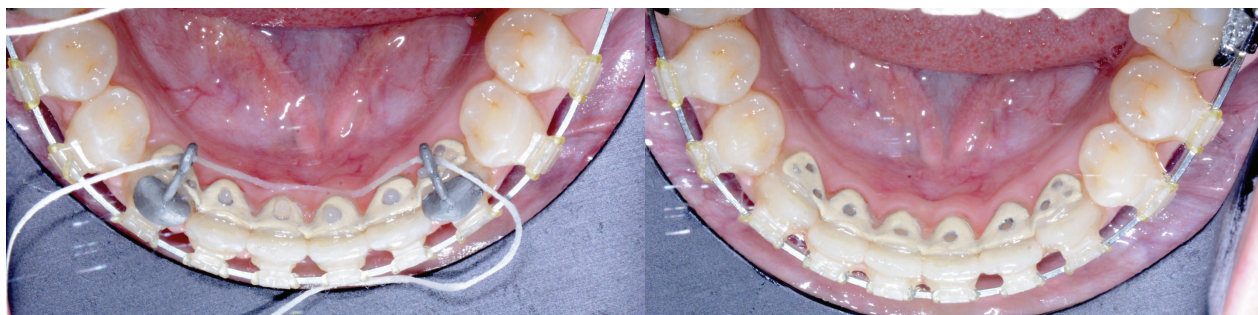


FIG. 11a - Application en arcade inférieure de l'appareil de contention Keeppy dans sa version esthétique



FIG. 11b - Application en arcade supérieure de l'appareil de contention Keeppy dans sa version esthétique

## CONCLUSION

Nous pouvons affirmer que notre expérience clinique (même si récente), nous permet d'apprécier la simplicité d'application, la précision absolue et la conséquente stabilité de cet appareil de contention, ainsi que le confort et la facilité de maintenance de l'hygiène signalés par les patients.



## BIBLIOGRPHIE

- Oppenheim A. Crisis in Orthodontia. Part 1: Tissue changes during retention. *Int J Orthod* 1934;20:639-644
- Ferguson D. J., Makki L, Wilcko M.T. Instability of the mandibular dental arch? Look again! *Seminars Orthod* 23:178-196, 2017
- Little R. M. Stability and relapse of mandibular anterior alignment *Seminars Orthod* 5:191-204, 1999
- Little R. M. Clinical implications of the University of Washington post-retention studies. *J Clin Orthod* 43:645-651, 2009
- Zinad K., Schols A., Schols J. Another way of looking at treatment stability. *Angle Orthod.* 2016;86:721-726
- Freitas K., Granucci Guirro W., De Freitas D., Janson J. Relapse of anterior crowding 3 and 33 years postretention. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2017;152:798-810
- Bondemark L., Holm A.K., Hansen K., Axelsson S., Mohlin B., Brattstrom V., Paulin G., Pietila T. Long-term stability of orthodontic treatment and patient satisfaction. A systematic review. *Angle Orthod.* 2007 Jan;77(1):181-91. Review
- Erdinc AE, Nanda RS, Isiksal E. Relapse of anterior crowding in patients treated with extraction and nonextraction of premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:775-8
- Durbin DD. Relapse and the need for permanent fixed retention. *J Clin Orthod.* 2001 Dec;35(12):723-7
- Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV. Retention procedures for stabilising tooth position after treatment with orthodontic braces. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006 Jan 25;(1):CD002283. Review
- Pratt M. T., Kluemper G. T., Hartsfield G.K. Evaluation of retention protocols among members of the American Association of Orthodontists in United States. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140:520-526
- Barlin S., Smith R., Reed R. A retrospective randomized double-blind comparison study of the effectiveness of Hawley vs vacuum-formed retainers. *Angle Orthod.* 2011;81:404-409
- Kramer A., Sjöström M., Feldmann I. Vacuum-formed retainer versus bonded retainer for dental stabilization in the mandible—a randomized controlled trial. Part I: retentive capacity 6 and 18 months after orthodontic treatment. *European Journal of Orthodontics* 2020;42:55-558
- Jin C., Bennani F., Gray., Farella M, Mei L. Survival analysis of orthodontic retainers. *European Journal of Orthodontics* 2018;40:531-536
- Knierim R. Invisible lower cuspid-to-cuspid retainer. *Angle Orthod* 1973; 43: 218–220.
- Zachrisson B. Clinical experience with direct-bonded orthodontic retainers. *Am. J. Orthod.* 71:440-448, 1977
- Zachrisson B. The bonded lingual retainer and multiple spacing of anterior teeth. *J Clin Orthod* 1983;17:838-44.
- Bearn DR, McCabe JF, Gordon PH, Aird JC. Bonded orthodontic retainers: the wire-composite interface. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Jan;111(1):67-74
- Kocher K.E., Gebistorf M., Pandis N.,Fudalej P.S., Katsaros C. Survival of maxillary and mandibular bonded retainers 10 to 15 years after orthodontic treatment: a retrospective observational study. *Prog Orthod* 2019;20:28
- Padmos J. A., Fudalej P. S., Renkema A. Epidemiologic study of orthodontic retention procedures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;153:496-504
- Zachrisson B. Long-term experience with direct bonded retainers: update and clinical advice. *J Clin Orthod* 2007;41:728-737
- Booth F.A., Edelman J.M.,Proffit W.R. Twenty-year follow-up of patients with permanently bonded mandibular canine-to-canine retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:70-76
- Kucera J., Littlewood S., Marek I. Fixed retention: pitfalls and complications. *British Dental Journal* 2021; Vol 230:11
- Iliadi A., Kloulos D., Gkantidis N., Katsaros C., Pandis. Failure of fixed orthodontic retainers: A systematic review. *Journal of Dentistry* 2015;43(8): 876-896
- Artun J., Spadafora AT, Shapiro PA. A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. *Eur J Orthod.* 1997 Oct;19(5):501-9
- Pandis N., Fleming P., Kloukos P., Polychronoupolou A., Katsaros C., Eliades T. Survival of bonded lingual retainers with chemical or photo polymerization over a 2-year period: a single-centre, randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:169-175
- Cornelis A., Egl F., Bovali E., Kiliaridis S., Cattaneo P. Indirect vs direct bonding of mandibular fixed retainers in orthodontic patients: Comparison of retainer failures and post-treatment stability. A 5-year follow-up of a single-center randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2022;162:152-161
- Arn M.L., Dritsas K., Pandis N., Kloukos D. The effects of fixed orthodontic retainers on periodontal health: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020;157:156-164
- Kucera J., Marek I. Unexpected complications associated with mandibular fixed retainers : A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;149:202-211
- Katsaros C., Livas C., Renkema A.M. Unexpected complications of bonded mandibular lingual retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:838-841
- Shaughnessy T., Proffit W., Samara S. Inadvertent tooth movement with fixed lingual retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;149:277-286
- Farret M. M., Farret M. B., da Luz Vieira G., Assaf J., Martinelli E. Orthodontic treatment of a mandibular incisor fenestration resulting from a broken retainer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;148:332-337
- Kravitz N., Grauser D., Schumacher P., Yo J. Memotain: A CAD-CAM nickel-titanium lingual retainer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:7812-815
- Shim H., Foley P., Bankhead B., Kim K. Comparison assessment of relapse and failure between CAD/CAM stainless-steel and standard stainless-steel fixed retainers in orthodontic retention patients: A randomized controlled trial. *Angle Orthod* 2022;92:87-94