

## Une approche fondée sur les preuves des nouveaux concepts de traitements, orthodontiques et orthopédiques, pour les patients en cours de croissance. Un entretien avec James A. McNamara

James A. McNAMARA<sup>1\*</sup>, Philippe AMAT<sup>2</sup>  
Traduit par Philippe Amat

<sup>1</sup> 321 N Ingalls St, Ann Arbor, MI 48104, États-Unis

<sup>2</sup> 19 Place des Comtes du Maine, 72000 Le Mans, France



James A. McNamara, diplômé de l'Université de Californie de Berkeley, a suivi ses études de dentisterie et d'orthodontie au sein de l'Université de Californie de San Francisco, et a obtenu un doctorat en anatomie à l'Université du Michigan. Il est titulaire actif de la chaire de professeur émérite *Thomas M. and Doris Graber* dans le département d'orthodontie et d'odontologie pédiatrique. Il est également professeur émérite de biologie cellulaire et du développement à la faculté de médecine de l'Université du Michigan, et professeur émérite chargé de recherche au Centre de la croissance et du développement humains. Il est l'auteur (avec l'artiste William L. Brudon) de *Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, manuel très largement utilisé.

En 2008, le professeur McNamara a reçu le prix Albert H. Ketcham, que beaucoup considèrent être la récompense mondiale la plus prestigieuse en orthodontie. Il a été honoré du Prix Milo Hellman pour la Recherche, attribué en 1973 par l'*American Association of Orthodontists*. En 1979, il fut le conférencier E. Sheldon Friel de l'*European Orthodontic Society*.

James McNamara a été le récipiendaire du *Research Recognition Award* de l'*American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* en 1983 et, en 1997, il s'est vu remettre le *BF Dewel Biomedical Research Award* par l'*American Association of Orthodontists Foundation*. En 2001, il a reçu le *James E. Brophy Distinguished Service Award*, qui est le plus prestigieux des prix décernés par l'*American Association of Orthodontists*. En 2003, et encore en 2009, il a été récipiendaire du *Biennial Outstanding Research Award* décerné par la *EH Angle Education and Research Foundation*.

\* Auteur pour correspondance : [mcnamara@umich.edu](mailto:mcnamara@umich.edu)

Il a prononcé trois conférences d'honneur lors de réunions annuelles de l'*American Association of Orthodontists* : la Conférence Salzman en 1994, la Conférence Mershon en 2002 et la Conférence commémorative Edward H. Angle en 2014.

Il est diplômé de l'*American Board of Orthodontics* et est membre de l'*American College of Dentists*. Il est installé à Ann Arbor dans le Michigan, où il exerce aux côtés de sa fille Laurie dans une belle maison victorienne datant de 1889. Il est également ancien Président de la *Midwest Edward H. Angle Society of Orthodontists*. Par ailleurs, James McNamara a servi en tant que président du Conseil des Affaires Scientifiques de l'*American Association of Orthodontists*, entre 1993 et 1996.

Il a été rédacteur en chef du 53<sup>e</sup> volume des *Craniofacial Growth Monograph Series*, publiées par l'Université du Michigan et a publié plus de 300 articles scientifiques dans des revues à comité de lecture. Il a rédigé, édité ou contribué à plus de 75 livres, et il

a présenté plus de 400 cours et conférences dans 43 pays. Il a également été conservateur de l'Université du Michigan Growth Study durant les 30 dernières années.

**Philippe Amat** : Professeur McNamara, après votre remarquable Conférence commémorative Edward H. Angle, prononcée lors de la réunion annuelle de l'American Association of Orthodontists en 2014, vous avez accepté l'invitation de la SFODF à donner une journée de conférence à Paris, le 17 mars 2016. Vous êtes reconnu comme une autorité mondiale de premier plan des traitements orthodontiques précoces, et nous vous remercions d'avoir accepté cet entretien.

**James A. McNamara** : Je vous remercie pour vos aimables paroles. Ce fut un voyage professionnel et personnel intéressant.

Beaucoup de choses se sont passées dans le monde de l'orthodontie depuis que j'ai terminé mon cursus d'orthodontie à l'Université de Californie à San Francisco, en 1968. Les décennies suivantes ont été intellectuellement passionnantes, et ont vu mon approche des traitements, orthodontiques et orthopédiques, évoluer avec de nombreux changements de fond.

## Votre cursus orthodontique

**P. A.** : Vous avez commencé votre conférence en citant Walt Whitman, le poète et humaniste américain : « Chaque être humain est une victime de ses propres expériences ». Pourriez-vous nous exposer en quoi cette phrase illustre bien votre cursus orthodontique et votre évolution, en tant que clinicien et chercheur en sciences fondamentale et clinique ?

**J.A. McN** : Après avoir obtenu un diplôme de l'Université de Californie de Berkeley avec une spécialisation en art oratoire, j'ai suivi des études en dentisterie et en orthodontie à l'Université de Californie de San Francisco (UCSF).

A cette époque, le programme d'orthodontie de l'UCSF était très traditionnel dans son approche. Le Dr Eugene West dirigeait le département, et les Drs. Donald Poulton, J. Rodney Mathews, Robert Scholz, George Payne, Sheldon Baumrind et Wayne Watson fréquentaient tous la faculté. Bien que mes camarades de classe et moi ayons adapté nous-même toutes les bagues de nos premiers cas cliniques, nous utilisions en général un dispositif Edgewise préformé avec des bagues antérieures pré-ajustées, ce qui té-

moignait d'une réelle avance de notre programme d'orthodontie en comparaison de nombreux autres.

Avec le recul, je pense avoir bénéficié d'une solide formation edgewisiste. Une attention spéciale était accordée à diverses combinaisons d'extractions, ainsi qu'à l'utilisation des tractions extra-orales, techniques qui ont été l'objet de bon nombre de publications.

La prise en charge des patients en denture mixte précoce, elle, était enseignée a minima. Les mainteneurs d'espace, les forces extra-orales, et les extractions sériées étaient alors les principaux protocoles de traitements précoces mis à notre disposition.

**P. A.** : Comment, après cette formation relativement traditionnelle en orthodontie, en êtes-vous venu à vous intéresser aux traitements précoces ?

**J.A. McN** : J'ai eu la chance que l'un de mes camarades d'études orthodontiques soit Ingun Harvold, dont le père, le professeur Egil Harvold, était le directeur du Centre pour les anomalies cranio-faciales à l'UCSF.

Au cours des deux dernières années de mon programme, j'ai eu quelques occasions de le suivre dans sa clinique, et il m'a montré plusieurs méthodes de traitement des patients atteints d'anomalies cranio-faciales, dont l'utilisation des activateurs.

A plusieurs reprises, j'ai pu accompagner le Dr Harvold au Centre des primates de l'Université de Californie Davis, où il réalisait des études consacrées aux voies aëri-fères, avec le singe rhésus comme modèle expérimental [11, 12].

Ces premières expériences fortuites, en clinique et au centre des primates, m'ont particulièrement éclairé, compte tenu de mes études ultérieures à l'Université du Michigan.

**P. A.** : Vous êtes à la fois professeur d'université, chercheur, auteur de manuels, rédacteur de journaux scientifiques, conférencier international et vous avez tenu à conserver une activité libérale. Quand et comment s'est imposé à vous ce besoin de conjuguer enseignement, recherche et exercice clinique privé ?

**J.A. McN.** : Dès le début de mon parcours, j'aspirais à enseigner, et je n'avais pas encore de véritable plan de carrière en recherche, car mon programme d'orthodontie à l'UCSF était principalement clinique. Au fil des années, j'ai pu échanger avec de nombreux mentors sur mon souhait de mener une carrière universitaire en orthodontie, et presque tous m'ont suggéré d'obtenir un doctorat dans une

science fondamentale ou appliquée, d'où mon déménagement à Ann Arbor.

Je précise que j'aspirais à devenir non seulement un scientifique de laboratoire, mais aussi un orthodontiste accompli, qui serait reconnu pour sa compétence clinique. En d'autres termes, je voulais devenir « le praticien du praticien », rétrospectivement un objectif ambitieux pour un orthodontiste récemment diplômé. Mais je pense que, si vous ne fixez pas des objectifs élevés pour vous-même, vous ne saurez jamais quelle direction prendre.

**P. A. :** A Ann Arbor, vous avez rencontré Bob Moyers, Don Enlow, Takayuki Kuroda et Frans van der Linden et commencé vos travaux sur les adaptations mandibulaires à la protrusion chez les primates [22]. Pouvez-vous nous faire partager ces rencontres et ce qu'elles vous ont appris ?

**J.A. McN. :** J'ai déménagé à Ann Arbor au cours de l'été 1968 et j'ai fréquenté l'université du Michigan pour travailler à l'obtention d'un doctorat en anatomie. J'ai eu la chance de rejoindre une équipe, au sein de laquelle travaillaient de nombreux chercheurs de haut niveau, issus de l'Université du Michigan et d'autres institutions. Mes maîtres étaient l'orthodontiste et neurophysiologiste Robert Moyers, et le spécialiste en biologie osseuse de l'Université du Michigan Donald Enlow, ainsi que le Dr Takayuki Kuroda du Japon, le Dr Frans van der Linden des Pays-Bas et le Dr Jose Carlos Elgoyhen d'Argentine. J'ai beaucoup appris de chacun d'eux.

J'ai eu l'opportunité de recevoir un financement fédéral, obtenu grâce à un projet de programme développé au sein du Centre pour la croissance et le développement humains, une unité de recherche interdisciplinaire fondée par le Dr Moyers en 1964. Cette recherche m'a permis d'achever ma thèse de doctorat, consacrée à l'adaptation des articulations temporo-mandibulaires (ATM) après protrusion fonctionnelle de la mandibule (Fig. 1) chez des singes rhésus, étudiés à différents moments de leur développement. Je disposais d'un financement adéquat et d'une équipe limitée de soutien à ma recherche, ce fut donc une période extrêmement productive. J'ai soutenu ma thèse en 1972, devant un jury présidé par le professeur Enlow [17, 23].

## Les traitements par expansion

**P. A. :** Vous avez montré que les malocclusions de classe II, traitées sans extractions avec le régulateur de

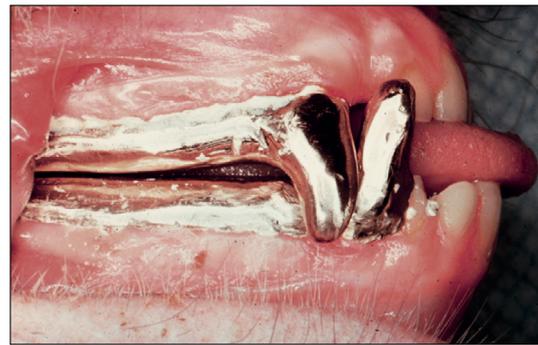


Figure 1

Vue intra-orale des dispositifs de protrusion utilisés chez des singes rhésus, au cours d'une série d'expériences concernant la relation forme-fonction dans la région cranio-faciale.

fonction de Fränkel, montrent des gains transversaux significatifs par rapport à des témoins [16]. C'est R. Fränkel, lui-même, qui a attiré votre attention sur la possibilité d'une expansion des arcades dentaires. Comment l'avez-vous rencontré ?

**J.A. McN. :** Sur la suggestion du Dr TM. Graber, j'ai envoyé des copies de ma thèse de doctorat à plusieurs orthodontistes européens qui s'intéressaient aux modifications de la croissance, dont Rolf Fränkel de la République Démocratique Allemande (ancienne Allemagne de l'Est). Je l'ai rencontré, un an plus tard, au 3<sup>e</sup> Congrès international d'orthodontie de Londres, et nous sommes devenus de bons amis, tant au plan professionnel que personnel.

En 1974, le Dr Fränkel s'est rendu pour la première fois aux États-Unis et a visité Ann Arbor. Nous et nos équipes avons alors eu l'occasion d'échanger plus complètement, les uns avec les autres. Après sa visite, j'ai commencé à utiliser son appareil FR-2 en pratique privée. Un an plus tard, j'ai été invité par le gouvernement d'Allemagne de l'Est à présenter ma recherche sur les ATM des primates à un colloque scientifique, et j'ai passé la semaine suivante à la clinique de Fränkel à Zwickau.

La visite à la clinique de Fränkel a été marquante - j'étais derrière le rideau de fer en Allemagne de l'Est, situation qu'on a peine à imaginer aujourd'hui - et j'ai pu examiner des patients, avec de belles occlusions et des visages équilibrés, dont les sévères malocclusions de classe II initiales avaient été traitées sans utiliser aucun dispositif fixe. J'ai observé des changements remarquables de leur croissance mandibulaire dans la dimension sagittale, ce à quoi je m'attendais après avoir assisté aux conférences du

Dr Fränkel. Étonnamment, les écrans vestibulaires de l'appareil de Fränkel avaient aussi produit une expansion passive des arcades dentaires de 4 à 6 mm, ce que je n'avais encore jamais observé cliniquement. Cette possibilité de pouvoir modifier les dimensions transversales des arcades dentaires représenta pour moi un changement majeur de paradigme. J'ai associé ce que j'avais vu en Allemagne de l'Est et mon expérience clinique des disjoncteurs, et j'ai changé profondément ma façon de penser concernant, non seulement la façon de corriger les malocclusions de classe II dans la dimension sagittale par orthopédie fonctionnelle des mâchoires, mais aussi sur la capacité des cliniciens à modifier la dimension transversale du visage.

**P. A. :** *La stabilité à long terme de la correction des articulés croisés postérieurs en denture mixte semble bonne [28]. Qu'en est-il de celle des traitements par expansion, avec l'objectif d'une augmentation de la longueur d'arcade, chez des sujets sans occlusion inversée postérieure ?*

**J.A. McN. :** Cette question a toujours retenu mon attention, comme vous pouvez l'imaginer, compte tenu de ma formation universitaire quelque peu conservatrice. D'un point de vue anecdotique, j'exerce à Ann Arbor depuis plus de 40 ans, je rencontre fréquemment des personnes que j'ai traitées il y a des décennies, et je suis ravi de ce que je vois et entends en échangeant avec elles.

D'un point de vue scientifique, nous avons examiné de nombreux échantillons de patients traités par expansion maxillaire rapide (EMR), issus de notre cabinet (je pratique actuellement avec ma fille Laurie et j'ai eu au moins un associé depuis 1989) et d'autres cabinets.

Depuis 1981, nous avons mené un essai contrôlé prospectif autofinancé qui a inclus pratiquement tous les patients qui, dans notre cabinet, ont bénéficié d'une expansion, avec une attention particulière portée aux patients ayant débuté leur traitement en denture mixte précoce.

Il y a environ 7 à 8 ans, lorsque nous avons arrêté de comptabiliser le nombre de cas, nous avons dénombré 1130 patients en denture mixte, inclus consécutivement dans notre base de données, et qui avaient été traités en partie à l'aide d'un disjoncteur acrylique collé (Fig. 2), avec ou sans l'utilisation d'un appareil amovible mandibulaire de Schwarz (Fig. 3).

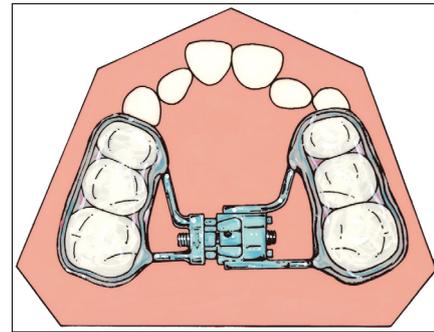
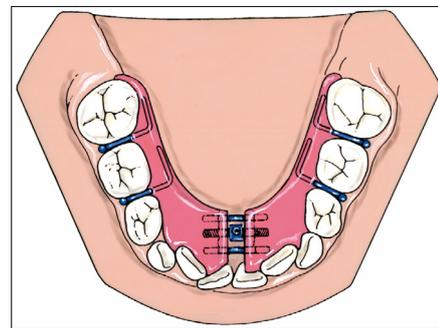
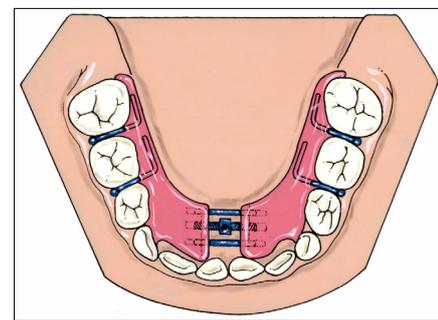


Figure 2

Vue occlusale de l'appareil orthopédique le plus utilisé dans les traitements en denture mixte. Le disjoncteur acrylique collé comporte deux hémigouttières, en Biocryl de 3 mm d'épaisseur et reliées par une vis d'expansion de type Hyrax.



a



b

Figure 3

L'appareil amovible mandibulaire de Schwarz est utilisé chez environ 40% des patients en denture mixte, pour redresser les dents postérieures mandibulaires et obtenir une modeste augmentation de la longueur d'arcade antérieure. (a) Avant activation, (b) après activation.

De plus, au fil des ans, nous avons eu accès à de grands échantillons de patients traités par expansion maxillaire rapide par d'autres cliniciens, qui ont collecté les documents de leurs patients sur une longue période, au minimum jusqu'à l'âge de 20 ans, ou davantage [8, 15, 20].

Une de nos premières études majeures, consacrée à la stabilité des arcades dentaires après expansion, a été publiée en 2003 [20]. Cette étude longitudinale a permis le recueil des documents de 112 patients traités consécutivement. Les documents avaient été recueillis avant traitement, par disjoncteur rapide de type Haas puis par dispositif multi-attache, en fin de traitement, et au-delà de l'âge de 20 ans. À long terme, nous avons observé un gain du périmètre d'arcade maxillaire, mesuré de première molaire maxillaire à première molaire maxillaire, d'environ 6 mm par rapport aux témoins non traités. À l'arcade mandibulaire, où aucune expansion active n'avait été mise en œuvre, autre que celle délivrée par les dispositifs multi-attaches, l'augmentation moyenne à long terme du périmètre d'arcade était d'environ 4,5 mm par rapport aux témoins non traités. Clairement, ces données à long terme sur les augmentations des périmètres d'arcades sont les meilleures que je connaisse.

Nous avons également comparé les données provenant de patients traités en denture permanente précoce à celles de patients en denture mixte, dont le traitement avait été commencé dès l'âge de 8–9 ans [9, 27]. Ce groupe avait bénéficié d'une première phase thérapeutique, avec un disjoncteur scellé, associé ou non avec un dispositif de Schwarz, suivie d'une seconde phase de traitement par dispositif multi-attache en denture permanente précoce.

Ces patients avaient, eux aussi, été suivis jusqu'à l'âge d'environ 20 ans. En général, nous avons observé un peu moins de 4 mm de préservation à long terme de l'augmentation du périmètre d'arcade maxillaire. Si un dispositif de Schwarz avait été utilisé, une augmentation du périmètre d'arcade mandibulaire de 3,7 mm environ était préservée par rapport aux témoins non traités. Si un dispositif de Schwarz n'avait pas été utilisé, nous avons encore observé une augmentation d'environ 2,5 mm du périmètre d'arcade mandibulaire par rapport aux témoins. Ces différences sont significatives, non seulement statistiquement, mais aussi cliniquement. Cependant, à partir des données citées ci-dessus, le protocole d'expansion que nous utilisons n'était efficace que dans les cas d'encombrement limité, et pas pour des patients présentant un encombrement important (par exemple, un encombrement mandibulaire >6 mm).

**P. A. :** *Une méta-analyse a montré qu'après avoir été augmentée de l'ordre d'1 ou 2 mm lors du traitement, la distance intercanine mandibulaire tendait à retrouver sa dimension initiale après contention [3]. Concernant les possibilités de modifier cette distance inter-canine, quelles conclusions avez-vous tirées de votre étude longitudinale, publiée en 2003 [20] ?*

**J.A. McN :** Il est bien connu que, dans la plupart des cas, les dimensions inter-canines mandibulaires soit restent stables, soit plus vraisemblablement diminuent légèrement au fil du temps. Il est intéressant de noter que, dans notre étude de 2003 [20] qui avait évalué la stabilité à long terme de l'expansion après EMR, la largeur inter-canine mandibulaire avait été augmentée de moins de 2 mm pendant le traitement. Lors du dernier recueil de données, l'augmentation nette n'était plus que d'1,3 mm.

En revanche, la dimension inter-canine mandibulaire dans le groupe témoin avait diminué de 0,3 mm entre la première et la deuxième période d'observation, et elle avait encore diminué de 0,5 mm à 20 ans. Ainsi, le protocole de traitement que nous avons utilisé n'avait pas augmenté sensiblement la largeur inter-canine mandibulaire.

Lorsqu'on considère les changements dimensionnels inter-canins mandibulaires, le facteur clé semble être ce qui se produit en même temps qu'opèrent les modifications de la base osseuse et de la denture maxillaires, surtout si l'expansion orthopédique du maxillaire fait partie de l'équation. La pierre angulaire de tout protocole d'expansion est l'expansion maxillaire rapide. Sans elle, l'expansion va récidiver dans la plupart des cas.

Beaucoup d'études, en particulier celles menées à l'Université de Washington, ont montré que l'expansion orthodontique des arcades dentaires est généralement instable, et je suis entièrement d'accord.

L'expansion orthopédique du maxillaire, cependant, peut conduire à un résultat de traitement différent. À ma connaissance, le groupe de l'Université de Washington n'a jamais étudié les effets à long terme de l'EMR.

### Traitement des malocclusions de classe III

**P. A. :** *Le traitement des malocclusions de classe III est réputé délicat, principalement en raison de leur*

*schéma de croissance difficilement prévisible et potentiellement défavorable. Leur prise en charge soulève de nombreuses interrogations, dont celle du calendrier thérapeutique : quand souhaitez-vous recevoir ces patients en rendez-vous de première consultation ?*

**J.A. McN :** Habituellement, et le dentiste et les parents, ont conscience qu'il existe un « problème d'occlusion » longtemps avant l'éruption des dents permanentes, avec cette impression d'une mandibule placée en avant du maxillaire. Mon conseil à tout référent, dentiste généraliste ou pédodontiste, est que le moment optimal pour consulter l'orthodontiste est celui de l'éruption des incisives centrales permanentes. C'est un bon point de repère, que tout dentiste ou parent peuvent aisément identifier.

**P. A. :** Jean Delaire a apporté un éclairage innovant sur les facteurs de la croissance cervico-cranio-faciale et il a remis en question les conceptions classiques, selon lesquelles le développement de la base du crâne serait totalement prédéterminé. Il recommande de commencer le traitement des dysmorphies de classe III le plus tôt possible, idéalement avant 6 ans [1]. Vous arrive-t-il de traiter ce type de dysmorphie en denture lactéale ?

**J.A. McN :** Pour tout patient en classe III, à l'exception d'une malocclusion extrêmement sévère, nous attendons que les premières molaires permanentes maxillaires évoluent en occlusion parce que nous voulons disposer de dents d'ancrage solides pour la mise en place d'un disjoncteur sur gouttière en acrylique. Un des avantages de l'utilisation d'un disjoncteur scellé (Figs. 2 et 4) chez un patient dont les couronnes cliniques sont courtes est que ce dispositif collé fournit quand même un ancrage important. L'épaisseur de l'acrylique est de 3 mm sur les faces occlusales, et elle entraîne une désocclusion antérieure, de sorte que si les incisives maxillaires ont évolué en occlusion inversée, des brackets peuvent être collés sur ces incisives pour les vestibuler.

Notre protocole de traitement le plus couramment utilisé pour les patients en classe III et en denture mixte est le masque facial, développé par le Pr Delaire, et modifié par le Dr Henri Petit (Fig. 5), associé à un disjoncteur présentant des crochets de traction (Fig. 4) pour y appliquer des élastiques de force importante.

**P. A. :** Vous avez décrit la possibilité d'une correction spontanée des rapports de classe III, du simple fait d'une disjonction maxillaire rapide. Dans quel pourcentage de

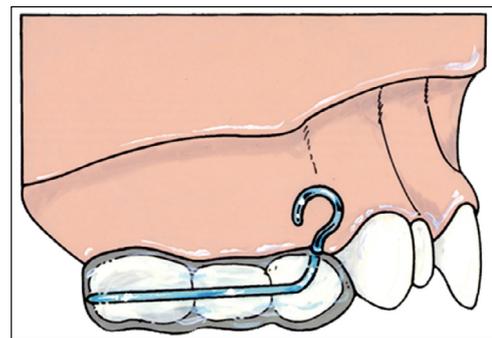


Figure 4

Vue latérale du disjoncteur acrylique collé, auquel ont été ajoutés des crochets pour le port d'un masque facial.

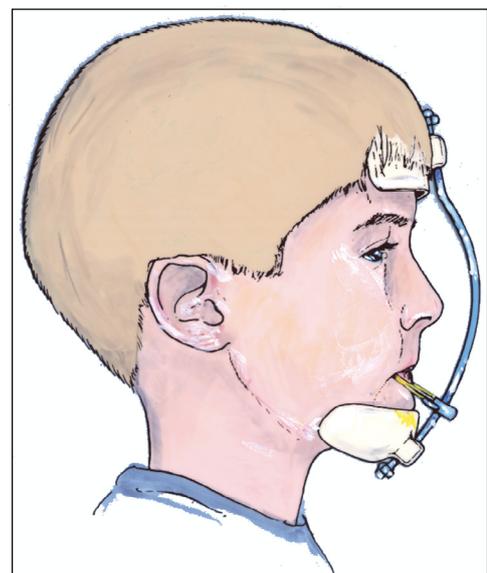


Figure 5

Le masque facial (modèle d'Henri Petit) est utilisé en combinaison avec un disjoncteur acrylique collé pour le traitement précoce des classes III.

*vos traitements cette correction est-elle observée, et quelle en est à votre avis l'explication ?*

**J.A. McN :** Selon mon expérience personnelle, pour au moins 25 % des patients en classe III, principalement ceux de gravité légère à modérée, dont le plan de traitement comprenait un disjoncteur avec des crochets de traction pour masque et pour lesquels le port d'un masque facial était initialement prévu, on observe une correction de la classe III simplement en élargissant le maxillaire avec un disjoncteur. De toute évidence, on pourrait supposer qu'un décalage préexistant entre l'occlusion de relation centrée et l'occlusion d'intercuspidie maximale

aurait été mis en évidence lors de la désocclusion induite par la gouttière occlusale du disjoncteur.

Une autre explication nous est apportée par les données publiées, cliniques et expérimentales. Elles montrent que l'un des premiers effets du traitement par disjoncteur est un léger déplacement vers l'avant du maxillaire. Il n'existe cependant pas beaucoup de preuves que le discret déplacement vers l'avant du maxillaire persiste sur le long terme.

Notre protocole est donc de réaliser une expansion maxillaire pendant un mois, puis de planifier le prochain rendez-vous pour la mise en place du masque facial. Mais souvent le port du masque est différé en raison de l'amélioration spontanée de l'occlusion.

**P. A. :** *Vous avez montré [30] que le traitement par protraction avec masque facial associée à une disjonction maxillaire rapide peut corriger à long terme, avec un suivi de 5 ans 1/2, les malocclusions de classe III chez des enfants d'un âge moyen de 8 ans et 3 mois. Pouvez-vous nous indiquer quels enseignements vous en avez tirés ?*

**J.A. McN :** Nous avons effectivement recueillis les données à long terme de plus de 100 patients EMR-masque facial, qui avaient également bénéficié d'une seconde phase de traitement avec des dispositifs multi-attaches, et étaient en fin d'adolescence. Environ 75 % de ces patients gardaient sur le long terme une occlusion acceptable et une face équilibrée. En d'autres termes, leur traitement avait été efficace. Un groupe limitrophe d'environ 10 % avait des visages bien équilibrés, mais leur occlusion avait légèrement évolué vers un bout à bout incisif. Les 15 % restants présentaient à la fois une esthétique faciale et une occlusion défavorables. Un traitement supplémentaire était alors requis, par exemple une chirurgie orthognathique ou l'extraction de deux premières prémolaires ou d'une incisive mandibulaires.

Mais il y a une « bonne nouvelle », qui contrebalance l'occasionnel défaut de stabilité des résultats obtenus avec le masque facial. La plupart des études consacrées aux récurrences en chirurgie orthognathique ont montré que le risque de récurrence est bien plus important lorsque le décalage squelettique maxillo-mandibulaire est supérieur à 8 mm. Pour un déséquilibre squelettique moindre, de 7 mm ou moins, le résultat tend à être davantage stable.

Dans notre échantillon, pour tous les patients dont le traitement avait échoué, le décalage squelettique maxillo-mandibulaire avait quand même été

réduit à 7 mm ou moins, indépendamment de la nature du problème initial. Ainsi, nous pouvons supposer que, même si le traitement par EMR-masque facial n'avait pas réussi totalement, il avait réduit l'ampleur de la chirurgie, qui devrait être mise en œuvre lorsque les patients « à l'issue défavorable » seraient à leur fin d'adolescence ou au début de leur vingtaine.

Ainsi, de mon point de vue aujourd'hui, si je vois un jeune patient présentant une malocclusion de classe III, je suis enclin à lui proposer un protocole mené avec un disjoncteur collé, comportant des crochets de traction pour masque facial. Les tractions élastiques appliquées sur le masque facial, initialement d'une intensité de 200 g, sont progressivement augmentées jusqu'à 350 g puis 600 g, le niveau de force préconisé par Petit.

**P. A. :** *Quelle est votre expérience d'autres dispositifs de traitement, comme les tractions intermaxillaires appliquées sur des ancrages squelettiques de type Bollard proposées par Hugo de Clerck, ou encore le récent Carriere Motion pour classe III ?*

**J.A. McN :** Le système d'ancrage par plaques osseuses, développé par Hugo De Clerck en Belgique [7] s'est révélé très prometteur chez un nombre limité de nos patients. J'ai entendu De Clerck exposer sa méthode, pour la première fois, au Symposium Moyers 2007 à Ann Arbor. Les cas de correction non chirurgicale de classes III qu'il a présentés étaient les plus impressionnants que j'avais jamais eu l'occasion de voir.

L'approche de De Clerck consiste à ne pas prendre ancrage sur la denture et à utiliser des plaques d'ancrage osseux vissées au-dessus des premières molaires maxillaires permanentes et en dessous des canines mandibulaires permanentes. Une des limites du système est qu'il ne peut habituellement pas être utilisé avant l'éruption des canines mandibulaires permanentes, de sorte que les patients sont habituellement dans la tranche d'âge 11–13 ans, et sont donc sensiblement plus âgés que les patients traités avec l'approche ERM-masque facial que nous utilisons habituellement vers 6–9 ans.

Une étude, menée conjointement par notre groupe et De Clerck et son groupe de l'Université de Caroline du Nord [6] a montré que les résultats de cette approche de traitement avec le recours à des plaques osseuses sont essentiellement squelettiques. Ainsi, de nombreux patients avec une classe III sévère peuvent encore être traités, non

chirurgicalement, au début de leur adolescence. Les résultats de traitement des quelques patients que nous avons traités à notre cabinet avec cette approche ont été positifs et spectaculaires.

## Traitement des malocclusions de classe II

**P. A. :** *Abordons le traitement des malocclusions de classe II. Quel est pour vous l'âge optimal pour recevoir ces patients en rendez-vous de première consultation ?*

**J.A. McN :** Ma pensée a davantage évolué au cours des 40 dernières années sur le moment du traitement des classes II que sur presque n'importe quel autre sujet, à l'exception, peut-être, des indications de l'expansion maxillaire rapide.

Lorsque j'avais commencé mes études sur les primates à l'aide d'un dispositif de protrusion fonctionnelle (Fig. 1) [17,22,23], j'avais lu tout ce que j'avais pu trouver de la littérature consacrée aux dispositifs fonctionnels. Je ne me souviens pas avoir lu quoi que ce soit traitant du moment de l'intervention. L'accent était plutôt porté sur la myriade de dispositifs, fixes et amovibles, qui étaient alors disponibles pour le traitement des classes II.

Je suis presque certain que la première étude clinique à avoir abordé explicitement le thème du calendrier de traitement des classes II fut celle publiée par notre groupe en 1985 dans *l'American Journal of Orthodontics* [21]. Cette étude portait sur 100 patients traités avec l'appareil de Fränkel par huit cliniciens, s'étant tous formés pour acquérir la compétence nécessaire à l'utilisation clinique de l'appareil FR-2 (Fig. 6). Le groupe contrôle comportait 41 sujets appariés de *l'Etude de croissance de l'Université du Michigan*, qui présentaient une classe II non traitée et avaient été suivis pour la même période de temps. Parce que nous avions un échantillon assez important, j'avais décidé de le diviser en deux, arbitrairement, ce qui était très hasardeux, car l'âge d'inclusion que j'avais choisi était de 10,5 ans en début du traitement. Si les patients étaient âgés de moins de 10,5 ans, ils étaient placés dans le groupe « plus jeune » et, s'ils étaient âgés de 10,5 ans ou davantage, ils étaient placés dans le groupe « plus âgé ». Au début du traitement, l'âge moyen du groupe « jeune » était de 8,8 ans, et celui du groupe « plus âgé » de 11,6.

À l'époque, je connaissais très bien l'appareil de Fränkel. Je savais par expérience qu'il était

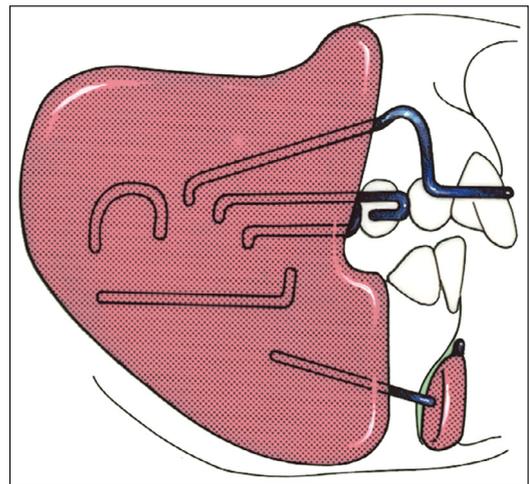


Figure 6  
L'appareil FR-2 de Fränkel.

techniquement difficile à utiliser, et je savais aussi que l'observance des patients était un facteur clé. J'avais émis l'hypothèse que nous allions améliorer le niveau d'observance, en traitant des enfants plus jeunes. Je supposais aussi qu'ils grandiraient davantage que les enfants plus âgés - mais je me trompais. Les mandibules des patients « plus jeunes » traités se sont davantage allongées que ne l'ont fait celles du groupe « plus jeunes » témoin, de 2,2 mm au cours d'une période de deux ans.

Mais la différence entre le groupe des patients « plus âgés » traités et le groupe « plus âgés » contrôle était encore plus importante (3,9 mm). Ainsi, l'examen de mes cas de FR-2 m'a montré que les patients qui répondaient vraiment bien étaient les patients plus âgés.

**P. A. :** *A partir des travaux de Lamparski, vous avez développé le concept de la maturation des premières vertèbres cervicales. Comment ce concept vous aide-t-il à gérer le calendrier thérapeutique de la prise en charge des patients en classe II ? La possibilité d'une réduction du risque de traumatismes incisifs par une correction précoce du surplomb incisif influence-t-elle votre choix de l'âge de début du traitement ?*

**J.A. McN :** Quinze ans après la publication de notre étude FR-2 [21], nous avons découvert et perfectionné la méthode de maturation des vertèbres cervicales (CVM), développée à l'origine en 1972 par le Dr Don Lamparski à l'Université de Pittsburgh [14]. Mes proches amis de l'Université de Florence, les Drs Lorenzo Franchi et Tiziano Baccetti, ont analysé les données de notre étude de 1985, en

utilisant la méthode CVM [2, 25]. Ils ont constaté que la différence de longueur mandibulaire entre les deux groupes « plus jeunes » (CS1 et CS2), traités et témoins, était d'environ 2 mm. La différence entre les groupes « plus anciens » (CS3 et CS4), traités et témoins, était plus proche de 5 mm. La différence de réponse selon le stade de maturation était remarquable.

**P. A. :** *Que pensez-vous des conclusions des trois grands essais cliniques randomisés menés à la fin des années 1980? Ont-ils influencé votre approche thérapeutique ?*

**J.A. McN :** En 1987, l'Institut national de la recherche dentaire a publié une demande de propositions d'études sur le traitement des classes II au moyen de diverses modalités, y compris les tractions extra-orales et l'orthopédie fonctionnelle des mâchoires. J'avais pleinement l'intention de répondre à cette demande. J'y ai renoncé en raison d'un bouleversement de ma vie professionnelle. Au cours de l'été 1987, une réorganisation majeure et inattendue de l'École de dentisterie du Michigan a eu lieu et, pendant les quatre années suivantes, j'ai assumé la fonction de chef par intérim du département, nouvellement créé, d'orthodontie et de dentisterie pédiatrique.

Notre groupe de recherche se serait fixé l'objectif d'identifier les différences liées au calendrier du traitement des malocclusions de classe II, en s'appuyant sur les résultats de notre étude des classes II publiée en 1985. De fait, lorsque l'Institut national de la santé a financé les trois essais cliniques prospectifs en Caroline du Nord, en Floride et en Pennsylvanie, aucune de ces études n'a tenu compte de l'impact du calendrier de traitement, même si elles portaient sur les traitements en une ou deux phases. Le résultat des trois essais cliniques randomisés (ECR) n'a pas montré qu'un traitement précoce des classes II ait beaucoup d'intérêt. De mon point de vue aujourd'hui, la méthodologie utilisée dans les ECR était appropriée, mais les chercheurs auraient également dû porter leur attention sur les patients de classe II traités au moment de la poussée de croissance pubertaire.

À certains égards, les ECR financés par le gouvernement fédéral ont brouillé les pistes en ce qui concerne le traitement précoce. Les approches thérapeutiques étudiées (par exemple, l'orthopédie fonctionnelle des mâchoires, les tractions extra-orales)

ont été utilisées de manière appropriée, mais plus tôt que le stade optimal de maturation du patient (c'est-à-dire CS3 et CS4). En outre, les résultats concernant le calendrier du traitement des classes II ont été généralisés par certains à d'autres types de malocclusions, y compris les malocclusions de classe III et la gestion des problèmes de dysharmonie dents/arcades, une illustration du proverbial « jeter le bébé avec l'eau du bain ».

**P. A. :** *Vous avez décrit la possibilité d'une amélioration spontanée des rapports d'occlusion de classe II après disjonction maxillaire rapide. Pouvez-vous nous rappeler les conclusions et nous indiquer quelles conséquences vous en avez tirées pour le traitement de ces patients ?*

**J.A. McN :** Nous savons que de grandes variations de l'observance des patients existent, quel que soit leur âge. Comme je l'ai mentionné plus tôt, on pourrait penser que les patients plus jeunes, pour faire plaisir à leurs parents aussi bien qu'à d'autres adultes, seraient plus observants que des patients plus âgés.

Par ailleurs, ce que nous avons découvert chez les patients de classe II plus jeunes, même ceux qui sont observants, est la part prépondérante des facteurs biologiques dans le succès du traitement. Le traitement du jeune patient de classe II peut aboutir à un bon résultat occlusal, mais avec un changement qui est davantage d'ordre dentaire que squelettique. J'ai également constaté que si le traitement définitif de classe II est initié chez un patient en denture mixte précoce, même avec un résultat favorable, il y a une forte tendance à la récurrence de l'amélioration occlusale ainsi obtenue.

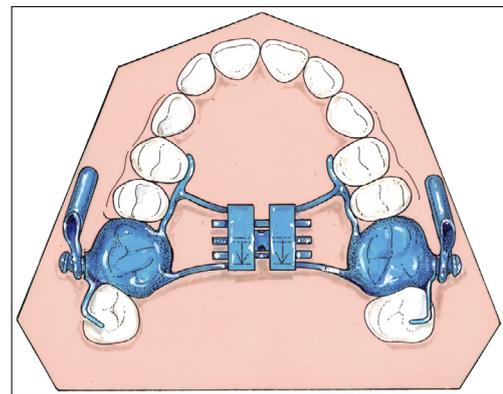
Bien évidemment, cette dernière affirmation conduit à s'interroger sur la pertinence du traitement précoce d'un patient en denture mixte précoce avec un surplomb majeur et une rétrusion squelettique mandibulaire - un enfant de 7, 8 ou 9 ans, qui a ce qu'on peut appeler une « classe II socialement débilite ». Cette situation place l'orthodontiste entre le marteau et l'enclume. D'une part, parce que vous savez que d'un point de vue biologique vous ne le traitez pas au moment idéal pour obtenir la réponse squelettique maximale. D'autre part, vous devez faire face à une forte demande, afin que soient atténuées les répercussions psychosociales négatives de la malocclusion.

J'ai commencé à étudier attentivement nos premiers résultats thérapeutiques au milieu des années 1980. Nous avons commencé avec le disjoncteur collé en 1981 et le dispositif de Schwarz en 1986. Du milieu à la fin des années 1980, nous avons commencé à pouvoir collecter les documents de patients ayant terminé leur traitement de phase II avec des dispositifs multi-attaches. Nous avons été surpris d'observer que, pour certains des patients traités par expansion, une amélioration spontanée de leur malocclusion de classe II avait déjà été obtenue au début de la phase II, avant la mise en place des dispositifs multi-attaches.

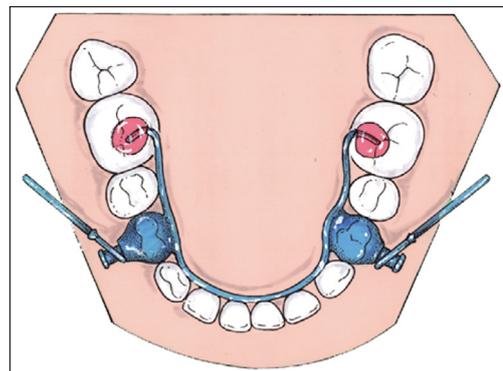
Ces observations cliniques m'ont encouragé à construire une étude clinique consacrée à l'amélioration spontanée des malocclusions de classe II après expansion. C'était une question à laquelle il était difficile de répondre et pour laquelle un grand échantillon de patients traités consécutivement était requis. L'échantillon de 1130 patients, traités consécutivement au sein de notre pratique privée, a trouvé là toute son utilité.

En nous appuyant sur cet ensemble de données, nous avons publié deux articles importants consacrés à l'amélioration spontanée des malocclusions de classe II. Plus encore que notre étude majeure sur un échantillon de 500 patients traités par disjoncteur collé comparé à un groupe de 188 contrôles [26], notre étude la plus intéressante [10] a été celle, également publiée en 2010 par notre groupe, où nous avons examiné les résultats de traitement de 50 patients de classe II appariés à 50 sujets de classe II non traités. Ces patients étaient soit en classe II complète d'une cuspside, soit en classe II de bout en bout, et ils étaient comparés à un échantillon apparié de sujets de classe II non traités de même gravité. Nous avons vraiment comparé des pommes à des pommes.

Environ 50 % des patients ayant bénéficié d'une disjonction présentaient un minimum de 2 mm d'amélioration de leurs rapports d'occlusion molaire entre le temps 1, d'avant traitement, et le temps 2, quatre ans plus tard avant le début de la phase II par dispositif multi-attache, par opposition au groupe contrôle dont aucun des patients n'avait présenté une telle amélioration spontanée. Ainsi, notre recherche a démontré que l'amélioration spontanée de la malocclusion de classe II, suite à une disjonction en denture mixte, était un phénomène réel.



a



b

Figure 7

Le dispositif de Herbst sur couronnes en acier inoxydable. Il comprend une vis d'expansion de type Hyrax et un arc lingual collé sur les premières molaires mandibulaires. (a) Vue de la partie maxillaire. (b) Vue de la partie mandibulaire.

**P. A. :** D'innombrables dispositifs de traitement des malocclusions de classe II ont été proposés. Lesquels votre fille Laurie et vous préférez-vous, et pourquoi ?

**J.A. McN :** Dans les cas en denture adulte jeune, notre dispositif de prédilection est l'appareil de Herbst sur couronnes en acier inoxydable (Fig. 7)

Occasionnellement, nous utilisons le Pendex [13] (Fig. 8) développé par le Dr James Hilgers. Le principe d'action de l'appareil de Pendex semble théoriquement être à l'opposé de celui de l'appareil de Herbst, car il est conçu pour distaler les molaires maxillaires. Nous avons publié plusieurs études sur les effets du traitement par Pendex [4,5]. Nous avons découvert qu'un traitement d'environ 7 mois permet de distaler les molaires maxillaires d'environ 6 mm, avec environ 75 % de distalisation molaire et 25 % de perte d'ancrage des incisives [5]. D'un point de vue de la gestion clinique, nous avons rencontré

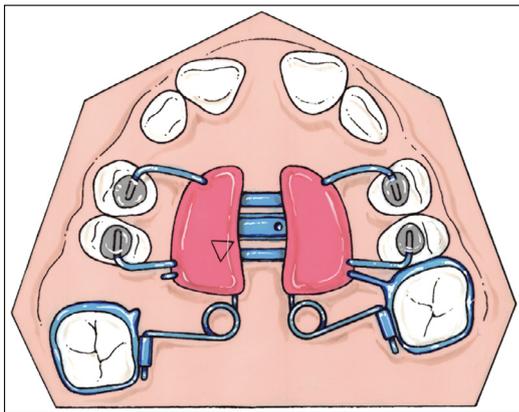


Figure 8

Le dispositif Pendex est utilisé pour distaler les dents postérieures maxillaires. Le côté droit de l'appareil a été activé auparavant.

davantage de problèmes avec le Pendex que nous n'en avons eu avec l'appareil de Herbst sur couronnes acier.

**P. A. :** Quelles différences de résultats avez-vous observées entre les traitements conduits par Pendex et ceux menés avec des bielles de Herbst, sur gouttières acryliques ou couronnes en acier ?

**J.A. McN :** En 2001, mon ancien associé, le Dr Donald Burkhardt, et notre groupe avons publié une étude [4] dans laquelle nous avons comparé l'appareil Pendex à deux types d'appareils de Herbst : l'appareil de Herbst sur gouttières acryliques, que nous avons développé 20 ans plus tôt [24] et l'appareil de Herbst sur couronnes en acier inoxydable.

Les résultats de notre enquête ont beaucoup différé de ceux que j'avais anticipés. L'appareil de Herbst a été porté pendant environ 12 mois, et environ 4,5 mm de croissance mandibulaire a été observée, soit environ 2,5 mm de plus que dans les témoins de classe II non traités et appariés.

Les patients traités par Pendex ont porté le dispositif pendant 7 mois et nous avons obtenu une quantité moyenne de croissance mandibulaire (1,4 mm). La différence mesurée entre les deux groupes traités par Herbst et le groupe traité par Pendex pendant la phase I est patente même en tenant compte de l'inégalité de la durée de cette phase I (12 mois pour les deux groupes de Herbst et 7 mois pour le groupe de Pendex).

Cependant, après la phase II avec dispositif multi-attache, aucune différence de longueur mandibulaire n'a été mise en évidence entre les patients traités par Pendex, dispositifs de Herbst sur gout-

tières acryliques ou couronnes en acier, ce qui m'a surpris !

Nous avons constaté que les patients traités par dispositif de Herbst, dont la croissance mandibulaire s'était accélérée au cours de la phase I, ont effectivement bénéficié d'une croissance moindre que la normale pendant la phase II. Ainsi, à la fin du traitement, la longueur mandibulaire des patients dans les trois groupes avait augmenté d'environ 6,4 mm, apparus au cours des 2,5 années du traitement global. La seule différence observée entre les groupes était une légère augmentation de la hauteur faciale inférieure dans le groupe traité par Pendex, par rapport aux deux groupes traités par Herbst, ce qui s'exprimait par une pointe du menton légèrement plus reculée dans l'échantillon traité par Pendex.

**P. A. :** Vous fixez-vous l'objectif de contrôler, par la rééducation, l'influence délétère des dysfonctions orofaciales, particulièrement celle de la ventilation orale ? Si oui, quel protocole suivez-vous, et qui est chargé de cette rééducation ?

**J.A. McN :** Depuis longtemps, je porte un grand intérêt aux problèmes des voies aériques et comment, par exemple, les amygdales et les végétations adénoïdes hypertrophiées peuvent influencer la croissance faciale des enfants. Ma curiosité avait été piquée par ma découverte du travail d'Egil Harvold, lorsque j'étais encore étudiant en orthodontie à l'UCSF. J'avais écrit un article de synthèse, publié dans l'*Angle Orthodontist* en 1981 [19] qui résumait le travail expérimental d'E. Harvold sur des primates non humains. Dans cet article, j'avais également présenté plusieurs cas de patients qui présentaient des difficultés ventilatoires. Avec des chercheurs de l'Hôpital pour enfants de Pittsburgh, nous avons aussi conduit une étude consacrée à la croissance craniofaciale d'enfants présentant une hypertrophie des amygdales et / ou des végétations adénoïdes [18,29].

Aujourd'hui, j'observe un regain d'intérêt pour la fonction naso-ventilatoire en raison de la reconnaissance accrue du rôle des voies aériques dans l'apnée obstructive du sommeil chez les enfants et les adultes. Avec la poursuite du développement des protocoles d'analyse CBCT, je crois que ce sujet sera l'un des principaux axes de la recherche future en orthodontie.

Une autre question, à laquelle est confronté l'orthodontiste, est la gestion des problèmes fonctionnels associés à la langue. Je ne suis pas un partisan

du traitement de la pulsion linguale, qui était populaire dans les années 1960. En fait, au cours de ma carrière clinique, je n'ai jamais utilisé la thérapie myofonctionnelle, en tant qu'élément important de notre pratique.

D'autre part, j'ai vu un petit nombre de patients qui présentaient ce que j'ai appelé une « langue tremblante ». Cette condition est généralement associée à une béance antérieure ou latérale. J'ai comparé l'apparence de ce type de langue à « un sac de vers constamment en mouvement ». Chez ces patients, il n'est pas surprenant que même le traitement chirurgical de la béance tende à récidiver. Le concept de « langue tremblante » est un autre sujet digne de futures recherches.

## Conclusion

**P. A. :** *Pour clore cet entretien, pourriez-vous nous faire partager votre vision de l'évolution future des traitements précoces en orthopédie dento-faciale ?*

**J.A. McN :** Je suis satisfait de la plupart des protocoles de traitement que nous, et d'autres, avons développés pour le jeune patient orthodontique. Le moment optimal du traitement des divers problèmes, squelettiques et dentaires, est maintenant beaucoup mieux défini. Permettez-moi de résumer notre approche.

Nous commençons rarement à traiter un patient en denture temporaire pour au moins deux raisons, qui sont le défaut d'une observance suffisante du patient et la médiocrité de l'ancrage fourni par les dents temporaires.

Habituellement, nous choisissons d'intervenir après l'éruption des premières molaires permanentes maxillaires, des incisives centrales maxillaires et des quatre incisives mandibulaires. Un début de traitement en denture mixte précoce est indiqué pour les patients en classe III (EMR et masque facial) et dans les dysharmonies dents/arcades (disjoncteur sur gouttière acrylique collée et éventuelles extractions sériées).

En denture mixte intermédiaire, une plaque palatine amovible est portée à l'arcade maxillaire, suivie d'un arc transpalatin et, dans environ 30 % des cas, d'un arc lingual mandibulaire. Pendant ce temps, nous constatons souvent une amélioration spontanée des rapports sous-jacents de classe II.

L'achèvement de la correction de la classe II, si elle est encore nécessaire, est mise en œuvre en denture

mixte tardive ou en denture adulte jeune. Comme je l'ai mentionné plus tôt, notre correcteur de classe II le plus fiable est l'appareil de Herbst sur couronnes en acier inoxydable. Au cours des dernières années, cependant, nous avons ajouté l'appareil Carriere Motion à notre arsenal thérapeutique. Nous l'utilisons pour la correction des classes II et des classes III chez les patients en croissance, ou pas. Je pressens que l'utilisation de ce dispositif augmentera de façon exponentielle, au fur et à mesure que lui seront consacrées des études cliniques prospectives. L'utilisation de l'appareil de Carriere est l'un des principaux axes de recherche suivis par notre groupe du Michigan et dans notre cabinet privé.

Si le passé est garant de l'avenir, je suis sûr que, d'ici une ou deux décennies, apparaîtront d'autres protocoles de traitement précoce, dont nous n'avons pas encore idée actuellement. L'exercice orthodontique n'est jamais ennuyeux, ce qui est l'une des raisons pour lesquelles je reste un participant actif en pratique clinique et dans la recherche, et je suis toujours aussi enthousiaste après 50 ans d'activité !

**P. A. :** *Merci, Professeur McNamara, d'avoir partagé avec les lecteurs de l'Orthodontie Française ces aspects importants des traitements, orthodontiques et orthopédiques, chez les patients en croissance.*

## Bibliographie

- [1] Amat P, Delaire J. Traitement précoce des malocclusions de classe III : les convictions. Orthod Fr 2013;84: 53–70.
- [2] Baccetti T, Franchi L. Maximizing esthetic and functional changes in Class II treatment by appropriate treatment timing. In: McNamara JA, Jr, Kelly KA, editors. Frontiers of dental and facial esthetics. Ann Arbor: Monograph 38, Craniofacial Growth Series, Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry and Center for Human Growth and Development, The University of Michigan 2001. p. 237–251.
- [3] Burke S, Silveira A, Goldsmith L, Yancey J, Van Stewart A, Scarfe W. A meta-analysis of mandibular intercanine width in treatment and postretention. Angle Orthod 1998;68:53–60.
- [4] Burkhardt DR, McNamara JA, Jr, Baccetti T. Maxillary molar distalization or mandibular enhancement: A cephalometric comparison of the Pendulum and Herbst appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;123:108–116.
- [5] Bussick TJ, McNamara JA, Jr. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000;117:333–343.

- [6] Cevidanes L, Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr, DeClerck H. Comparison of 2 protocols for maxillary protraction: bone anchors and face mask with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2010;80:799–806.
- [7] De Clerck H, Cevidanes LHS, Baccetti T. Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: A controlled study of consecutively treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:577–581.
- [8] Fenderson FA, McNamara JA, Jr, Baccetti T, Veith CJ. A long-term study on the expansion effects of the cervical-pull facebow with and without rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2004;74:439–449.
- [9] Geran RG, McNamara JA, Jr, Baccetti T, Franchi L, Shapiro LM. A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:631–640.
- [10] Guest SS, McNamara JA, Jr, Baccetti T, Franchi L. Improving Class II malocclusion as a side-effect of rapid maxillary expansion: A prospective clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138.
- [11] Harvold EP. The role of function in the etiology and treatment of malocclusion. *Am J Orthod* 1968;54:883–898.
- [12] Harvold EP, Vargervik K, Chierici G. Primate experiments on oral sensation and dental malocclusions. *Am J Orthod* 1973;63:494–508.
- [13] Hilgers JJ. The pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. *J Clin Orthod* 1992;26:706–714.
- [14] Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Pittsburgh: Unpublished Master's thesis, Department of Orthodontics, University of Pittsburgh; 1972.
- [15] Lineberger MW, McNamara JA, Jr, Baccetti T, Herberger TA, Franchi L. Effects of maxillary expansion in hyperdivergent patients? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:60–69.
- [16] McDougall PD, McNamara JA, Jr, Dierkes JM. Arch width development in Class II patients treated with the Fränkel appliance. *Am J Orthod* 1982;82:10–22.
- [17] McNamara JA Jr. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod* 1973;64:578–606.
- [18] McNamara JA Jr. Nasorespiratory function and craniofacial growth. Ann Arbor: Monograph 9, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development, University of Michigan 1979.
- [19] McNamara JA Jr. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod* 1981;51:269–300.
- [20] McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: A long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod* 2003;73:344–353.
- [21] McNamara JA Jr, Bookstein FL, Shaughnessy TG. Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on Class II patients. *Am J Orthod* 1985;88:91–110.
- [22] McNamara JA Jr, Bryan FA. Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:98–108.
- [23] McNamara JA Jr, Carlson DS. Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function. *Am J Orthod* 1979;76:593–611.
- [24] McNamara JA Jr, Howe RP. Clinical management of the acrylic splint Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:142–149.
- [25] McNamara JA Jr, McNamara McClatchey L, Graber L. Optimizing Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Treatment Timing and Mixed Dentition Therapy. In: (6th edition), (eds). St. Louis: Elsevier. In: *Orthodontics: Current principles and techniques*, Graber L, Vanarsdall R, Vig K, Huang G, editors. St. Louis: Elsevier; 2017, p. 403–436.
- [26] McNamara JA Jr, Sigler LM, Franchi L, Guest SS, Baccetti T. Changes in occlusal relationship in mixed dentition patients treated with rapid maxillary expansion: A prospective clinical study. *Angle Orthod* 2010;80:230–238.
- [27] O'Grady PW, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L. A Long-term evaluation of the mandibular Schwarz appliance and the acrylic splint expander in early mixed dentition patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:202–213.
- [28] Petré S, Bjerklín K, Bondemark L. Stability of unilateral posterior crossbite correction in the mixed dentition: a randomized clinical trial with a 3-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:e73–e81.
- [29] Trotman CA, McNamara JA Jr., Dibbets JMH, van der Wiele LT. Association of lip posture and the dimensions of the tonsils and sagittal airway with facial morphology. *Angle Orthod* 1997;67:425–432.
- [30] Westwood PV, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM. Long-term effects of early Class III treatment with rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:306–320.