

Troubles respiratoires obstructifs du sommeil et orthodontie : *primum non nocere*

Philippe AMAT

19, Place des Comtes du Maine, 72000 Le Mans, France

« Un homme n'est jamais si grand
que lorsqu'il est à genoux pour aider un enfant. »
Pythagore

MOTS CLÉS :

Troubles respiratoires
obstructifs du sommeil /
Syndrome d'apnées
obstructives du sommeil /
Orthodontie /
Dispositif orthopédique
fonctionnel /
Expansion maxillaire rapide /
Expansion bimaxillaire /
Extractions de dents
permanentes

RÉSUMÉ – Introduction : Le syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS) est une affection très répandue et insuffisamment diagnostiquée, ce qui en fait un problème majeur de santé publique et de sécurité. **Objectifs :** Cet article avait pour objectif de préciser quelques éléments fondés de la prise de décision thérapeutique et de l'information délivrée au patient et à sa famille sur le rapport bénéfice-coût-sécurité de plusieurs de ses options thérapeutiques. **Matériels et méthodes :** Les données publiées sur l'efficacité des orthèses et des dispositifs orthopédiques fonctionnels dans le traitement de l'apnée obstructive du sommeil chez l'enfant, sur la pérennité de leurs effets, sur les possibilités thérapeutiques de l'expansion maxillaire ou bimaxillaire, et sur les interrelations entre extractions de dents permanentes et troubles respiratoires obstructifs du sommeil, ont été recherchées et analysées. **Résultats :** D'après les données probantes disponibles, chez les patients en croissance et en malocclusion de classe II, un traitement par dispositif orthopédique fonctionnel peut augmenter le volume des voies oropharyngées et permettre ainsi d'espérer réduire le risque d'apparition d'un SAOS. Une amélioration de l'indice d'apnées-hypopnées et de la plus faible saturation en oxygène, a été observée chez les enfants traités par expansion maxillaire rapide. Les extractions de dents permanentes prescrites pour le traitement d'une dysharmonie dents-arcades chez un patient d'âge orthodontique n'entraînent aucun changement significatif des voies aériques supérieures. **Conclusions :** Le rôle de dépistage et de prise en charge des troubles respiratoires obstructifs du sommeil (TROS) assuré par l'orthodontiste au sein de l'équipe pluridisciplinaire est essentiel. En associant son expérience clinique aux données publiées sur les diverses approches thérapeutiques, l'orthodontiste aide son patient à bénéficier de soins mieux adaptés et au résultat davantage pérenne, tout en tenant compte de ses préférences.

KEYWORDS:

Sleep Disordered
Breathing /
Obstructive sleep apnea
syndrome /
Orthodontics /
Functional orthopaedic
appliance /
Rapid maxillary expansion /
Bimaxillary expansion /
Permanent teeth extractions

ABSTRACT – Obstructive sleep disordered breathing and orthodontics: *primum non nocere*. **Introduction:** Obstructive sleep apnoea syndrome is a widespread and under-diagnosed condition, making it a major public health and safety issue. **Objectives:** The objective of this article was to clarify some of the evidence-based elements of therapeutic decision-making and the information provided to the patient and family on the benefit-cost-security ratio of several of his therapeutic options. **Materials and Methods:** Published data on the effectiveness of oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnea (OSA) in children, the durability of their effects, the therapeutic possibilities of maxillary or bimaxillary expansion, and the interrelationships between permanent teeth extractions and obstructive sleep disordered breathing, were researched and analyzed. **Results:** Based on available evidence, in

*growing patients with Class II malocclusion, treatment with functional orthopedic devices can increase the volume of the pharyngeal airway and thus hopefully reduce the risk of developing OSA. An improvement in the apnea-hypopnea index and lower oxygen saturation was observed in children treated with rapid maxillary expansion. Permanent teeth extractions prescribed for the treatment of teeth crowding in an orthodontic age patient do not result in any significant change in the upper airway. **Conclusions:** The role of the orthodontist in the multidisciplinary team in the screening and management of Obstructive Sleep Disordered Breathing (OSDB) is essential. By combining clinical experience with published data on various therapeutic approaches, the orthodontist helps the patient to benefit from better adapted care and a more sustainable outcome, while taking into account his or her preferences.*

1. Introduction

Les troubles respiratoires obstructifs du sommeil (TROS) sont des affections très répandues, insuffisamment diagnostiquées¹⁰⁷ et aux répercussions majeures sur la santé physique, mentale et sur la qualité de vie des enfants^{2,18,20,28,40,50,56,92,108,120} des adolescents^{45,91,103,121,122} et des adultes^{24,44,47,73,86,89,99,105}. Face à l'importance de ce problème de santé publique et de sécurité^{46,101}, face au développement du rôle de dépistage et de prise en charge des TROS assuré par l'orthodontiste au sein de l'équipe pluridisciplinaire³⁰, les publications (dont les récentes recommandations de bonne pratique de la FFO⁴² sur la place de l'orthodontie dans le dépistage et le traitement du syndrome d'apnées-hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS) chez l'enfant) et les congrès consacrés aux interrelations entre TROS, médecine du sommeil et orthodontie se multiplient. Force est cependant d'observer que diverses approches thérapeutiques font encore débat et que les résultats des études publiées sont parfois contradictoires.

L'objectif de cet article est de préciser quelques éléments fondés de la prise de décision thérapeutique et de l'information délivrée, au patient et à sa famille sur le rapport bénéfice-coût-sécurité de plusieurs des options thérapeutiques.

2. Dispositifs orthopédiques fonctionnels et TROS

Les conclusions de la dernière revue systématique Cochrane consacrée aux « Orthèses et dispositifs orthopédiques fonctionnels pour l'apnée obstructive du sommeil chez les enfants »²⁷, actualisation de celle publiée en 2007²⁶, peuvent nous inciter à nous interroger : est-il pertinent de proposer à Léa, 7 ans, en

malocclusion de classe II 1 avec un surplomb incisif de 7 mm, et à sa famille, un traitement précoce par dispositif orthopédique fonctionnel, avec l'objectif d'accroître le volume de ses voies oropharyngées et de réduire le risque potentiel d'apparition d'un syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS) ?

Les auteurs de la revue systématique Cochrane concluent leur revue en statuant que : « Les données probantes sont insuffisantes pour appuyer ou réfuter l'efficacité des orthèses et des dispositifs orthopédiques fonctionnels dans le traitement de l'apnée obstructive du sommeil chez l'enfant. », même s'ils tempèrent leur avis en exposant que : « Les orthèses et les dispositifs orthopédiques fonctionnels peuvent être utiles dans le cas spécifique du traitement des enfants présentant des anomalies cranio-faciales, qui sont des facteurs de risque d'apnée ».

Face au défi de la décision thérapeutique⁹, en pareil cas et comme souvent en médecine, il n'existe pas de réponse univoque à une question et le clinicien doit éviter deux écueils :

- abandonner tout sens critique, voire tout bon sens clinique, dès lors qu'il lit des faits estampillés *evidence-based* ;
- jeter le bébé avec l'eau du bain et priver son patient de l'apport considérable de la démarche factuelle à l'amélioration des soins^{6,7}.

2.1. Sens critique et bon sens clinique

2.1.1. Recommandations de bonne pratique et éthique

Les données de la littérature, dont les recommandations de bonne pratique (RBP), ne sont pas des standards de soins⁶² et restreindre l'approche fondée sur les faits à une stricte application clinique

des données de la littérature, serait gravement dénaturer cette démarche. La décision clinique⁶ doit rester un modèle à trois composantes : aux données validées, il faut ajouter l'expérience clinique du praticien et les besoins et préférences du patient.

L'éthique aide le chirurgien-dentiste^{11,96}, comme tout autre professionnel de santé, à déterminer la frontière entre le bien et le mal, l'acceptable et l'inacceptable et à respecter l'aphorisme du chef de l'école de Cos : *Primum non nocere*⁵⁹ (« avant tout, ne pas nuire »).

Dans l'entretien qu'il avait accordé à l'Orthodontie Française, J.D. Orthlieb⁸⁸ exprimait sa crainte que les idées non validées se voient refuser l'accès aux revues et aux congrès. Il expliquait qu'en respectant les règles de l'éthique, toutes les opinions sont licites à partir du moment où elles sont exprimées comme une opinion, et que l'opinion inverse puisse également être immédiatement entendue.

Pour ce qui est du patient et de sa famille, il nous semble souhaitable d'appliquer un raisonnement similaire. L'ouverture d'esprit indispensable à l'évolution des connaissances doit présider à toute décision thérapeutique. Nos patients sont en droit de ne pas être privés de thérapeutiques efficaces, quelles qu'elles soient. Pour autant, ils le sont également d'être informés de la différence entre convictions et faits scientifiques⁵. L'approche fondée sur les faits permet au clinicien de concilier ouverture d'esprit, prudence et circonspection, lui évitant ainsi de sombrer dans un prosélytisme béat. Mais, et c'est capital, la démarche factuelle prévoit, aussi et expressément, que nous ne suivions pas aveuglément les conclusions des recommandations de bonne pratique (RBP) ou de revues systématiques, fussent-elles issues de la Collaboration Cochrane.

Force est de constater que le praticien de santé et son patient peuvent parfois être confrontés à une situation paradoxale. La promesse tacite des RBP de proposer les meilleurs soins possibles à un patient donné peut ne pas être tenue et le suivi des RBP peut être même délétère. L'engagement éthique est alors rompu et les RBP ne peuvent avoir force de loi, sauf à prévoir des procédures permettant de les remettre en cause¹¹. Un exemple extrême et tout à fait glaçant nous en est fourni par F. Diévert³⁸. Il explique : « Parmi tant d'autres possibles, seul un exemple sera fourni qui illustre un cas où les RBP peuvent, non seulement ne pas être en accord avec les données acquises de la science, mais être potentiellement dangereuses :

En 2009, l'*European Society of Cardiology (ESC)* a publié des recommandations pour la prise en charge du risque cardiaque peropératoire chez des patients devant avoir une chirurgie non cardiaque.

En 2011, deux ans après cette recommandation, Don Poldermans, qui avait présidé le groupe de travail de la RBP, a été démis de ses fonctions universitaires et hospitalières pour fraude lors de la publication des résultats d'études qui avaient été pris en compte pour établir la RBP. L'exclusion de ces résultats truqués a inversé les conclusions de la RBP et l'ESC a attendu 2014 pour actualiser ses recommandations.

Cette situation scandaleuse a fait l'objet d'un article de la presse grand public aux États-Unis en janvier 2014, et il a été estimé par modélisation, d'après des données transitoirement disponibles sur le site Internet de l'ESC, que le maintien de cette recommandation après que la fraude a été dénoncée pourrait être responsable de 800 000 décès en Europe. »

2.1.2. L'évolution des revues Cochrane

L'écrivain et philosophe américano-hispanique de langue anglaise, George Santayana avait écrit dans *The Life of Reason* (1905) que « Ceux qui ne peuvent se souvenir du passé sont condamnés à le répéter ».

L'aphorisme de George Santayana peut être illustré par l'évolution des données publiées sur le traitement précoce par dispositif orthopédique fonctionnel d'un enfant porteur d'une malocclusion de classe II. Ce traitement peut être prescrit pour atteindre d'autres objectifs⁹ que la seule augmentation du volume de ses voies oropharyngées et de réduction du risque potentiel d'apparition d'un SAOS. Il peut viser notamment les objectifs d'une diminution du risque de résorptions radiculaires¹⁰⁴, de l'amélioration précoce de sa qualité de vie³⁹ et d'une réduction du risque de traumatismes de ses incisives maxillaires¹¹⁸. Ce dernier objectif va nous permettre de montrer qu'absence de preuve ne signifie pas preuve définitive de l'absence et qu'il est prudent de garder à l'esprit que les données publiées ne sont pas gravées dans le marbre, ni même tracées sur le sable.

La première revue systématique Cochrane (RSC) consacrée au « Traitement orthodontique des dents antérieures supérieures proéminentes chez l'enfant » a été publiée en 2007⁵⁸. Elle concluait que les traitements précoces ne semblent pas modifier la prévalence des traumatismes des incisives

maxillaires. Cette conclusion pouvait surprendre le clinicien au fait des corrélations positives entre fréquence des traumatismes incisifs, augmentation du surplomb incisif et incompetence labiale^{23,85}.

La lecture attentive des études de la RSC pouvait apporter des éléments de réponse à cette apparente contradiction. Par exemple, Koroluk, *et al.*⁶⁸ avaient comparé dans un essai clinique randomisé la prévalence des traumatismes incisifs chez des enfants dont la malocclusion de classe II avait été traitée en une ou deux phases de traitement. Même si les auteurs n'avaient pas mis en évidence une différence statistiquement significative, l'accroissement des traumatismes incisifs maxillaires était cependant moins important dans les groupes de patients traités en deux phases que dans le groupe contrôle. Selon les auteurs⁶⁸, l'absence de différence statistiquement significative entre les groupes de l'étude aurait pu n'être qu'apparente et être seulement liée à la relativement petite taille des échantillons.

En 2007, l'orthodontiste pouvait donc ne pas se limiter à la seule conclusion de la RSC, mais tenir compte de son analyse des données de la RSC, de son expérience clinique et de sa connaissance des études exposant des corrélations positives entre fréquence des traumatismes incisifs, augmentation du surplomb incisif et incompetence labiale^{23,85}. Il pouvait ensuite intégrer ces éléments pour conseiller ses patients sur l'utilité d'entreprendre un traitement en deux phases avec l'objectif de diminuer le risque de traumatisme de leurs incisives maxillaires par la réduction de leur surplomb incisif. Il pouvait leur exposer les autres avantages, mais aussi les contraintes, d'un traitement en deux phases⁴ comparativement à une thérapeutique en une seule phase. Si l'enfant et sa famille préféraient n'entreprendre aucun traitement à court terme, il pouvait leur conseiller d'au moins limiter le risque de traumatismes en restreignant d'éventuels comportements à risque de leur enfant et en recommandant le port d'un protège-dent pour la pratique des sports collectifs.

L'actualisation en 2013¹¹⁸ de la revue Cochrane de 2007⁵⁸, a opportunément confirmé le bien-fondé des conseils qu'avait délivré l'orthodontiste à ses patients en 2007. Cette nouvelle RSC concluait que le traitement précoce des incisives maxillaires proéminentes diminue la prévalence des traumatismes des incisives, comparativement à un traitement en une phase à l'adolescence. Cette efficacité d'un traitement précoce pour réduire le risque de trauma incisif a été à nouveau confirmée par les

conclusions de la nouvelle version de la RSC, publiée en 2018¹⁴.

Pour ce qui est de la dernière version de la revue systématique Cochrane consacrée aux « Orthèses et dispositifs orthopédiques fonctionnels pour l'apnée obstructive du sommeil chez les enfants »²⁷, il faut noter qu'elle n'a inclus qu'un seul essai clinique¹²⁵, les 685 autres études ayant été jugées de qualité méthodologique insuffisante. Ses conclusions évolueront peut-être, elles aussi, et la prochaine actualisation de cette RSC établira peut-être, avec de forts éléments de preuve, qu'un traitement précoce par dispositif orthopédique fonctionnel permet d'accroître le volume des voies oropharyngées d'un enfant et de réduire son risque potentiel d'apparition d'un syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS).

2.1.3. Consentement éclairé

Comme en atteste l'exemple exposé supra, l'absence actuelle de preuve ne signifie pas preuve définitive de l'absence, et le principe du *Primum non nocere* et le simple bon sens assignent à l'orthodontiste d'éclairer son patient.

Le praticien peut réaliser une présentation objective et fondée des données probantes permettant d'évaluer le rapport bénéfice-coût-sécurité des diverses options de traitement, avec la possibilité, non seulement d'une augmentation du volume des voies oropharyngées^{29,65,66,100,123,124} (Figs. 1 et 2) et d'une réduction du risque de développer un SAOS^{63,128}, mais également d'une diminution du risque de résorption radiculaire avec les traitements en deux phases^{21,119}, de l'amélioration précoce de la qualité de vie^{35,39}, et d'une réduction du risque de traumatismes des incisives maxillaires¹⁴.

Il peut conclure en expliquant à Léa, 7 ans, en malocclusion de classe II 1 avec un surplomb incisif de 7 mm, et à sa famille, qu'il est pertinent de mettre en œuvre un traitement précoce. Il est souhaitable qu'il leur indique que les conséquences du choix d'une prise en charge précoce ne sont pas neutres¹⁶. La différer longtemps, c'est trop souvent exposer l'enfant à une inutile aggravation de sa pathologie, à un risque accru de traumatisme dentaire et à une prise en charge tardive, avec son cortège de contraintes thérapeutiques à un âge où les conflits de l'adolescence se mêlent à l'augmentation des rythmes scolaires.



Figure 1

Cas n° 1. Téléradiographie de profil avant traitement. La patiente, âgée de 7 ans et 9 mois, présente une classe II squelettique avec prognathie maxillaire et rétrognathie mandibulaire.

2.2. L'approche factuelle pour déjouer les fausses certitudes

Lorsque la supériorité d'une thérapeutique est démontrée, il est préférable que les cliniciens l'utilisent, patients, facteurs et conditions étant égaux par ailleurs¹². Ne pas le faire pourrait être préjudiciable à nos patients¹⁰⁶ : des recherches portant sur l'évaluation des résultats de soins ont, à maintes reprises, mis en évidence que les patients recevant des traitements s'appuyant sur des données validées ont de meilleurs résultats que ceux qui n'en bénéficient pas^{69,127}.

La démarche factuelle met également à notre disposition les données validées pour répondre aux tentatives de nos autorités de tutelle et des tiers payants de restreindre notre liberté thérapeutique en ne prenant en charge que les seuls soins pour lesquels existe une rigoureuse évidence d'efficacité, au dépend de secteurs de soins où une telle évidence n'est pas encore disponible^{67,111}.

3. Dispositifs orthopédiques fonctionnels et TROS : pérennité des résultats

Les données probantes publiées montrent donc que chez les patients en croissance et en malocclu-



Figure 2

Cas n° 1. Téléradiographie de profil après la première phase de traitement, par Quad-Hélix, puis Correcteur de classe II¹⁰ et rééducation myofonctionnelle orofaciale. Même si l'évaluation des voies aërières supérieures sur des téléradiographies de profil est moins précise que celle réalisée sur Cone Beam⁴¹, nous pouvons noter l'augmentation antéro-postérieure de l'espace rétrobasilingual, partiellement liée au redressement céphalique sur cette téléradiographie.

sion de classe II, un traitement par dispositif orthopédique fonctionnel peut augmenter le volume des voies oropharyngées^{64,65,100,123,124} et permettre ainsi d'espérer réduire le risque d'apparition d'un SAOS^{63,128}. Ce gain thérapeutique est en lien avec la possibilité d'obtenir, par une phase de traitement orthopédique fonctionnel, un accroissement mandibulaire supérieur à celui de sujets non traités^{76,93,102}.

Notons que l'unique essai clinique¹²⁵ inclus dans la revue systématique Cochrane consacrée aux « Orthèses et dispositifs orthopédiques fonctionnels pour l'apnée obstructive du sommeil chez les enfants »²⁷ a montré une diminution statistiquement significative de l'indice d'apnées-hypopnées (IAH) et une amélioration des symptômes diurnes et nocturnes, mais n'a pas fourni d'évaluation à moyen ou long terme de ces résultats.

Rappelons également que les études à long terme consacrées au traitement des malocclusions de classe II ont montré que, si la croissance mandibulaire pouvait être supérieure à celle de sujets non traités au cours de la phase de traitement fonctionnel, elle décroissait ensuite. Seul le rythme de la

croissance, et non sa quantité, semble pouvoir être modifié^{37,79}. Une revue systématique Cochrane¹⁴ a confirmé l'absence de possibilité d'action à long terme sur la croissance mandibulaire. Les résultats des deux dernières revues systématiques^{32,94} publiées sur cette thématique indiquent que les effets squelettiques à long terme d'une première phase de traitement sont, au mieux, faibles et cliniquement non significatifs.

Donc, si la correction d'une classe II molaire et d'un surplomb incisif ne pose pas de difficultés particulières⁷⁹ (Figs. 2 à 8), la correction, non chirurgicale et à long terme, d'une rétrognathie mandibulaire avec un faible potentiel de réponse de croissance mandibulaire, semble un objectif hors de portée thérapeutique^{14,32,37,79,90,94,126}. L'hypothèse, enthousiasmante, d'un traitement/guérison efficace de la rétrognathie mandibulaire a dû laisser la place à un vœu pieux, infirmé, publication après publication, par les données factuelles. Ce véritable changement de paradigme¹⁰ laisse au clinicien la charge de la délicate appréciation du potentiel de croissance mandibulaire^{31,34} et de l'éventuelle nécessité de recourir, parfois, à une chirurgie orthognathique.

Puisque les effets squelettiques à long terme d'une première phase de traitement par orthopédie fonctionnelle sont, au mieux, faibles et cliniquement non significatifs^{14,32,94}, la question est de savoir ce qu'il en est de l'augmentation du volume des voies oropharyngées^{29,65,100,123,124}, à long terme. Est-il possible de modifier la quantité d'accroissement du volume des voies aérifères supérieures ou seulement le rythme de cet accroissement, comme pour la croissance mandibulaire ?

En attendant que des études prospectives à long terme puissent nous apporter des éléments de réponse, le traitement précoce par orthopédie fonctionnelle des patients en croissance et porteurs d'une malocclusion de classe II 1 conserve sa pertinence. La réduction du surplomb incisif permet de recouvrer la compétence labiale indispensable au rétablissement d'une ventilation nasale optimale diurne et nocturne, dont Jacques Talmant^{115,116} et Christian Guilleminault⁵⁴ ont montré qu'il est la ligne d'arrivée, dont seul le franchissement valide la guérison orthodontique ou celle du SAOS.

Christian Guilleminault a montré que la respiration orale induit une « désuétude » de la respiration nasale avec des changements de proprioception, de posture et la perte d'usage du nez⁷¹. La respiration orale chronique, qui est un marqueur clinique important du dysfonctionnement de la musculature orofaciale et qui peut être associée à une restriction de croissance du palais^{52,55,82}, doit donc impérativement être éliminée le plus tôt possible⁵⁴.

D'autres données plaident en faveur d'une prise en charge la plus précoce possible. Ainsi, avec Talmant, *et al.*¹¹⁶, nous avons souligné que les changements structuraux, secondaires aux traumatismes vibratoires engendrés par les ronflements, peuvent toucher chacune des composantes des structures pharyngées, et contribuer à la collapsibilité de ce segment des voies aérifères.

Également, parmi les complications potentielles du SAOS chez l'enfant, les troubles comportementaux et cognitifs semblent quasiment irréversibles^{17,18}.

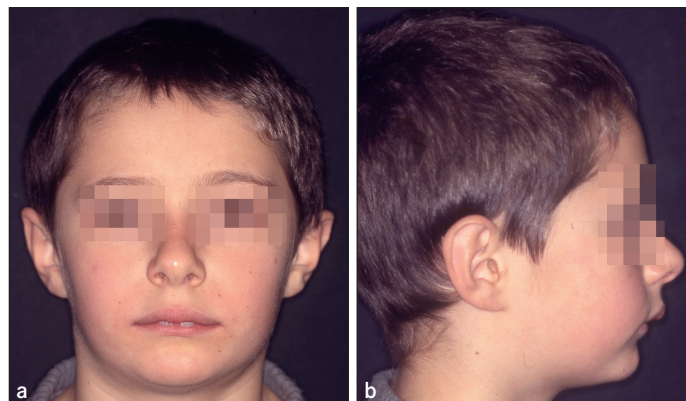


Figure 3

Cas n° 2. Portraits de face (a) et de profil (b) avant traitement.



Figure 4

Cas n° 2. Vues intra-orales vestibulaires de droite (a), de face (b), de gauche (c) et en contreplongée (d) avant traitement. On observe une classe II, division 1, avec classe II molaire et canine complète et un surplomb de 13 mm.



Figure 5

Cas n° 2. Téléradiographie de profil avant traitement. Le patient présente une classe II squelettique avec prognathie maxillaire, rétrognathie mandibulaire et insuffisance verticale antérieure.



Figure 6

Cas n° 2. Téléradiographie de profil à la fin du traitement en deux phases.



Figure 7

Cas n° 2. Vues intra-orales vestibulaires de droite (a), de face (b) et de gauche (c) montrant la correction obtenue à la fin du traitement en deux phases, orthopédique avec Quad-Hélix puis Correcteur de classe II¹⁰ et rééducation myofonctionnelle orofaciale, suivie d'une seconde phase orthodontique avec dispositif multi-attache bimaxillaire et élastofinisiteur. Le port de l'élastofinisiteur va permettre la correction progressive de l'excès de torque corono-lingual des canines maxillaires.



Figure 8

Cas n° 2. Portraits de face (a), de profil (b) et de trois quart (c) à la fin du traitement en deux phases.

4. Expansion maxillaire ou bimaxillaire et TROS

4.1. Expansion maxillaire rapide

Une revue systématique de la littérature avec méta-analyse²⁵ a analysé les résultats de l'étude du sommeil chez des enfants d'âge moyen $7,6 \pm 2,0$ ans qui ont subi une expansion maxillaire rapide (EMR) comme traitement de leur apnée obstructive du sommeil (AOS). Une amélioration de l'IAH et de la plus faible saturation en oxygène a été observée de façon constante chez les enfants traités par EMR, surtout à court terme (suivi < 3 ans). La revue systématique de James A. McNamara, *et al.*⁸³ a montré un élargissement de la base des fosses nasales, sans que les améliorations fonctionnelles soient toujours fortement corrélées avec les modifications anatomiques.

La correction d'une occlusion inversée uni- ou bilatérale vise un double objectif, orthopédique et ventilatoire (Fig. 9 a et b). En l'absence d'occlusion inversée uni- ou bilatérale, l'expansion maxillaire rapide risque de ne pouvoir être totalement compensée par le

redressement corono-vestibulaire des secteurs latéraux mandibulaires et de conduire à une perturbation de l'occlusion, voire à une occlusion de Brodie. Le patient et sa famille doivent en être clairement informés avant de pouvoir donner éventuellement leur consentement éclairé au traitement. Face à ce constat, Bucci, *et al.*²² ont conclu leur revue de revues systématiques en indiquant que si l'expansion maxillaire rapide permet une augmentation significative du volume de la cavité nasale à court et à long terme, l'expansion maxillaire ne peut actuellement être indiquée lorsque le seul objectif est une amélioration des voies aériques supérieures et doit donc être soutenue par une indication orthodontique.

Des réponses ont été proposées à ce défi d'une amélioration de la morphologie des voies aériques sans altération de l'équilibre fonctionnel de l'occlusion.

4.2. Expansion bimaxillaire, par expansion maxillaire rapide et expansion mandibulaire non chirurgicale

Cette première réponse est un traitement d'expansion bimaxillaire, par expansion maxillaire

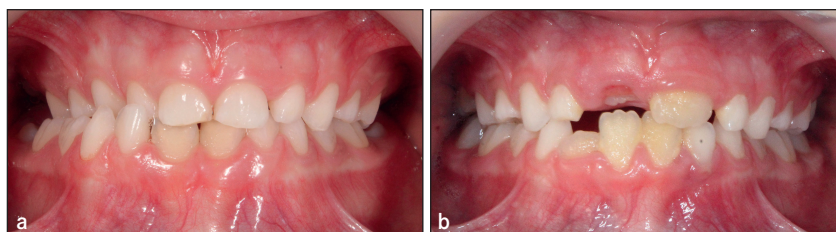


Figure 9

Cas n° 3. Patient âgé de 6 ans et 5 mois. Vues intra-orales vestibulaires de face avant (a) et après (b) correction transversale. À noter une baisse de l'observance au contrôle de plaque dentaire après traitement.

rapide et expansion mandibulaire non chirurgicale⁹⁸. La suture symphysaire étant synostosée dès la première année de vie, il est vain d'espérer une expansion mandibulaire squelettique non chirurgicale. De fait, l'expansion mandibulaire pratiquée dans cette étude⁹⁸ était dento-alvéolaire et sujette à récurrence comme l'ont montré des études longitudinales⁴³, qui ont mis en évidence le potentiel de récurrence lié à l'expansion de la dimension transversale et en particulier de la largeur intercanine mandibulaire.

Les auteurs de l'étude⁹⁸ sur l'expansion « bimaxillaire » ont montré que la majorité des enfants avaient bénéficié d'une amélioration de leurs scores de sommeil et de leurs symptômes après traitement. Cependant, dans le groupe « AOS légère », les patients présentant un angle du plan mandibulaire réduit ou une croissance mandibulaire anti-horaire se sont aggravés lors du traitement, tandis que les patients présentant une croissance mandibulaire horaire ont montré une amélioration plus importante. Dans le groupe « AOS grave », les patients avec une rétrognathie mandibulaire ont bénéficié d'une moindre amélioration de leur IAHS.

4.3. Expansion bimaxillaire, par expansion maxillaire rapide et distraction symphysaire

La seconde réponse est un traitement d'expansion bimaxillaire, par expansion maxillaire rapide et distraction symphysaire. La technique de distraction ostéogénique appliquée à la symphyse¹⁰⁹ permet une expansion mandibulaire squelettique chirurgicalement assistée. La distraction ostéogénique bilatérale d'allongement mandibulaire a également été proposée^{57,112} pour le traitement des TROS.

Christian Guilleminault et Kasey Li ont été les premiers⁵³ à étudier l'amélioration des troubles respiratoires du sommeil obtenue par une distraction symphysaire associée à une disjonction maxillaire ou une distraction maxillaire. Leurs résultats suggèrent que cette technique améliore les TROS chez les patients présentant une constriction maxillaire et mandibulaire et qu'elle peut constituer un traitement valide.

Depuis cette publication de 2004⁵³, Kasey Li a abandonné cette technique au profit de sa technique d'expansion naso-maxillaire chirurgicale assistée par endoscopie⁷², qui répond spécifiquement à l'objectif d'une dilatation de la voie aérifère nasale.

4.4. Expansion naso-maxillaire chirurgicale assistée par endoscopie

La technique d'expansion naso-maxillaire chirurgicale assistée par endoscopie⁷² est donc la troisième et plus récente réponse proposée pour répondre au défi d'une amélioration de la morphologie des voies aérifères sans altération de l'équilibre fonctionnel de l'occlusion. EASE (Endoscopically-assisted surgical expansion) est une intervention ambulatoire d'expansion pure ou presque pure du squelette afin de minimiser les changements dentaires. Les auteurs⁷² ont montré qu'elle améliore la respiration nasale et l'AOS en élargissant le plancher nasal chez les adolescents et les adultes, non pas comme classiquement en forme de V, mais d'une même largeur de l'épine nasale antérieure (ENA) jusqu'à l'épine nasale postérieure (ENP). Comparée aux approches chirurgicales actuelles pour l'expansion maxillaire, cette technique semble considérablement moins invasive et permet d'agrandir les voies aérifères avec un minimum de complications⁷².

5. Extractions et TROS

De nombreuses études^{1,15,74,87,95,113,114,117} ont rapporté des altérations de la morphologie cranio-faciale observées en association avec des agénésies dentaires. Ces altérations pourraient induire un développement moindre et un risque de collapsibilité des voies aérifères supérieures. Une étude consacrée à l'association potentielle entre les agénésies dentaires, les extractions précoces de dents définitives et le développement d'un SAOS chez l'enfant⁵¹ a montré que tous les enfants présentant des agénésies ou des extractions précoces de dents permanentes, avec au moins deux dents permanentes absentes, présentaient des doléances et des signes cliniques évoquant l'AOS. Les auteurs de cette étude recommandent que la recherche de troubles respiratoires du sommeil soit une préoccupation constante chez les jeunes enfants présentant des agénésies, que les orthodontistes soient attentifs au risque potentiel de développement d'une AOS lié à l'absence de dents permanentes et que soient privilégiées les approches de traitement qui évitent les extractions précoces de dents permanentes.

La question du recours éventuel à des avulsions de dents permanentes pour traiter une dysharmonie dents-arcades (DDA) est, elle, de toute autre nature.

Elle se pose à un âge bien postérieur à celui de la prise en charge orthodontique précoce des TROS, par disjonction maxillaire, orthèse d'avancée mandibulaire ou activateur, et rééducation myofonctionnelle orofaciale (RMO), à un âge où le risque d'une éventuelle répercussion sur le développement orofacial est bien moindre.

Contrairement au maxillaire, l'expansion mandibulaire squelettique non chirurgicale est impossible. Seules sont envisageables une expansion dentoalvéolaire et la correction d'une éventuelle coronolinguoersion des secteurs latéraux, dans des limites étroites, afin de ne pas exposer le patient à une récurrence thérapeutique^{60,75} ou des déhiscences gingivales.

L'information du patient et de sa famille sur le rapport bénéfice-coût-sécurité des diverses options thérapeutiques dépendra de la nature de la dysharmonie dents-arcades.

Lorsque la DDA est liée à une macrodontie sans anomalies sagittale ou transversale associées, chez l'adolescent ou l'adulte, l'indication des extractions semble pertinente quand elle a pour objectifs d'éviter de pousser les dents hors des volumes osseux et d'exposer ainsi le patient à un fort risque de récurrence⁸.

Lorsque la DDA ne provient pas d'un volume dentaire en excès mais plutôt d'un déficit transversal de la base mandibulaire et de l'arcade dentoalvéolaire, une distraction symphysaire peut être proposée.

Force est d'observer que la décision d'extraire des dents permanentes, ou pas, est probablement l'aspect de la pratique orthodontique qui a soulevé, et soulève encore, le plus de débats⁸, qui portent sur les conséquences supposées de ces extractions. Le principe du *primum non nocere*, l'éthique³⁶ et le simple bon sens assignent donc à l'orthodontiste d'éclairer son patient. Une présentation objective et fondée des diverses options de traitement, avec tous leurs

avantages et risques, dont l'incidence éventuelle sur la respiration, aidera le patient et sa famille à prendre leur décision.

Une réponse a déjà été apportée aux allégations d'un lien de causalité entre les extractions et l'apparition ou l'aggravation de dysfonctionnements de l'appareil manducateur (DAM)⁹⁷. Si les données publiées^{13,48,78} ont permis de réfuter ces assertions, le sens critique du clinicien lui conseille de rester prudent. Les auteurs de revues systématiques et de méta-analyses en déplorent les limites, par défaut d'homogénéité des méthodes employées dans les études et en raison d'une définition trop imprécise des critères diagnostiques des DAM. Le bon sens clinique du praticien l'incite à témoigner d'une vigilance renforcée en présence d'antécédents de DAM ou de facteurs favorisants, tels que des para-fonctions. Ce même bon sens le pousse à viser l'objectif d'une occlusion thérapeutique, qui réponde aux critères de l'occlusion fonctionnelle.

Des réponses ont également été apportées aux assertions de répercussions esthétiques des extractions. Le recours à des avulsions n'est pas synonyme de rétraction incisive ou de contraction d'arcade. Leur incidence sur le résultat esthétique, positif ou négatif, dépend principalement du choix des sites d'extractions, du contrôle de l'ancrage, de la gestion biomécanique du traitement et de la prise en compte d'une éventuelle typologie faciale défavorable³³. Si le traitement a été mené après un diagnostic complet et une planification minutieuse, le choix d'extraire ou de ne pas extraire ne semble pas affecter l'attractivité du sourire des patients^{49,81}, ni être responsable d'un aplatissement du profil, avec rétrusion des lèvres¹⁹ (Figs. 10 à 13), ou d'une dégradation de la largeur du sourire^{3,80} (Figs. 14 à 16),



Figure 10

Cas n° 4. Vues intra-orales vestibulaires de droite (a), de face (b) et de gauche (c), prises six ans après la fin du traitement d'une malocclusion de classe II2 et DDA, avec l'extraction des quatre premières prémolaires (dont l'état endodontique était moins satisfaisant que celui des secondes prémolaires).

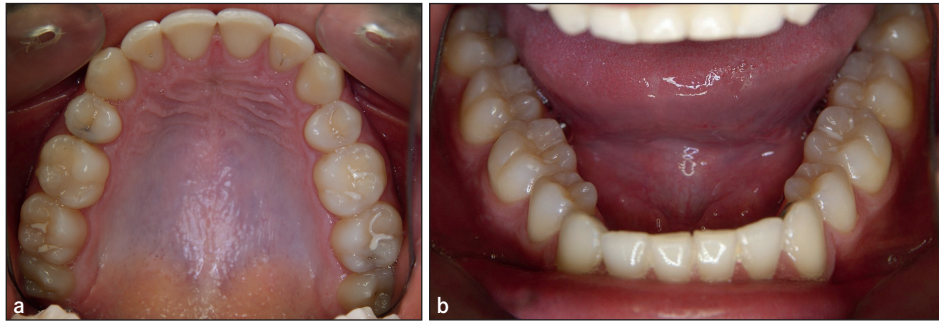


Figure 11

Cas n° 4. Vues intra-orales occlusales des arcades dentaires maxillaire (a) et mandibulaire (b), prises six ans après la fin du traitement. À noter la bonne évolution des troisièmes molaires.



Figure 12

Cas n° 4. Portrait de profil six ans après la fin du traitement. Le modelé labial est harmonieux et la concavité du profil n'est pas liée aux extractions ; elle est uniquement en relation avec la projection nasale et la progénie.



Figure 13

Profil d'une statue grecque du 6^e siècle avant J.-C., montrant également, et évidemment en dehors de tout traitement orthodontique, un profil rétrusif du fait de la projection de la pyramide nasale et de la progénie.



Figure 14

Cas n° 5. Vues intra-orales vestibulaires de droite (a), de face (b) et de gauche (c), prises cinq ans après la fin du traitement d'une malocclusion de classe II 1 et DDA, avec l'extraction des quatre premières prémolaires. À noter, un léger défaut de calage au niveau de 25.

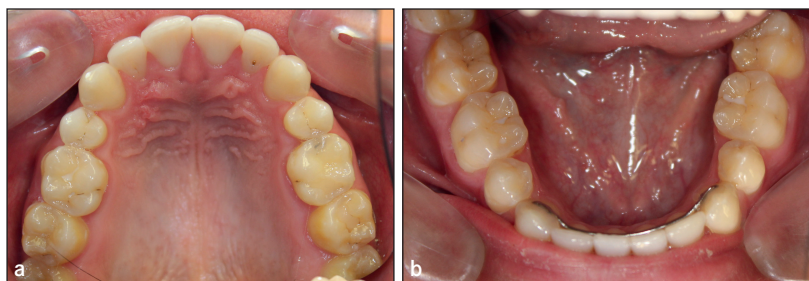


Figure 15

Cas n° 5. Vues intra-orales occlusales des arcades dentaires maxillaire (a) et mandibulaire (b), prises cinq ans après la fin du traitement. À noter la bonne évolution des troisièmes molaires.



Figure 16

Cas n° 5. Portraits de face (a), de profil (b) et de face avec sourire appuyé (c), cinq ans après la fin du traitement. L'esthétique de la face et du sourire est préservée.

Enfin, un autre élément d'information préalable à un consentement éclairé, médicalement le plus important, est l'incidence éventuelle des extractions de dents permanentes sur le volume des voies aériques de patients d'âge orthodontique : la réduction de la longueur d'arcade après extractions diminue-t-elle l'espace disponible pour la langue et, conséquemment, le volume pharyngé ?

Précision liminaire, chez un adolescent ou un adulte présentant une malocclusion de classe II avec rétrognathie mandibulaire et des risques de SAOS, il semble préférable de privilégier une chirurgie orthognathique d'avancée mandibulaire plutôt que de demander l'avulsion de prémolaires maxillaires pour camoufler la malocclusion de classe II^{61,84,129}.

Le débat porte donc et uniquement sur l'incidence ventilatoire éventuelle des avulsions de dents permanentes chez des patients d'âge orthodontique avec l'objectif principal de traiter une DDA, sans chercher la compensation dentoalvéolaire d'une rétrognathie mandibulaire par un recul du secteur incisif maxillaire.

Une étude rétrospective¹¹⁰ a évalué et comparé les modifications tridimensionnelles pharyngées chez des patients, d'âge moyen $12,97 \pm 1,15$ avant traitement, traités sans extractions, ou avec extractions de quatre prémolaires. Les résultats n'ont montré aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes et les auteurs ont conclu que le choix d'un traitement, avec ou sans extractions, n'affecte pas le pharynx.

De même, un traitement orthodontique avec quatre extractions de prémolaires n'a pas été considéré comme un facteur étiologique signifi-

catif de l'AOS⁷⁰. Également, aucun changement significatif des voies aériques n'a été observé après le traitement orthodontique avec les extractions des quatre premières prémolaires chez des adolescents d'âge moyen $14,2 \pm 3,2$ ans avant traitement⁷⁷.

Enfin, une revue systématique⁶¹ a conclu qu'il était difficile de tirer des conclusions fondées sur des données probantes en raison de l'hétérogénéité excessive et de la qualité méthodologique parfois insuffisante des études incluses. Les extractions suivies d'une rétraction importante des dents antérieures dans les cas de protrusion bimaxillaire chez l'adulte pourraient éventuellement entraîner un rétrécissement des voies aériques supérieures. Les extractions avec un mouvement mésial des molaires semblent augmenter l'espace postérieur de la langue et agrandir les dimensions des voies aériques supérieures. L'effet de l'extraction des dents sur la dimension des voies aériques supérieures semble être lié aux indications des extractions et une relation entre la taille des voies aériques supérieures et la fonction respiratoire n'a pas pu être démontrée.

6. Conclusion

La forte prévalence des TROS et leurs répercussions majeures sur la santé physique, mentale et sur la qualité de vie des patients en font un problème majeur de santé publique et de sécurité. Le rôle de dépistage et de prise en charge des TROS assuré par l'orthodontiste au sein de l'équipe pluridisciplinaire est essentiel. En associant son expérience clinique aux données publiées sur les diverses approches

thérapeutiques, l'orthodontiste aide son patient à bénéficier de soins mieux adaptés et au résultat davantage pérenne, tout en tenant compte de ses préférences.

Conflits d'intérêt

L'auteur déclare n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.

Bibliographie

- Acharya PN, Jones SP, Moles D, Gill D, Hunt NP. A cephalometric study to investigate the skeletal relationships in patients with increasing severity of hypodontia. *Angle Orthod* 2010;80(4):511-518.
- Ahuja S, Chen RK, Kam K, Pettibone WD, Osorio RS, Varga AW. Role of normal sleep and sleep apnea in human memory processing. *Nat Sci Sleep* 2018;10:255-269.
- Akyalcin S, Erdinc AE, Dincer B, Nanda RS. Do longterm changes in relative maxillary arch width affect buccal-corridor ratios in extraction and nonextraction treatment ? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:356-361.
- Amat P. Contribution of a functional and orthopaedic splint to the treatment of Class II malocclusions. 103rd Annual Session of the American Association of Orthodontists 2003 May 2-6; Honolulu, Hawaii.
- Amat P. What would you choose: evidence-based treatment or an exciting, risky alternative? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:724-725.
- Amat P. Dentisterie fondée sur les faits : en omnipratique et en orthodontie. Paris : Éditions CdP, 2012.
- Amat P. Traitement précoce en orthopédie dento-faciale : *primum non nocere*. *Orthod Fr* 2013;84:3-8.
- Amat P. Extractions et orthodontie : *primum non nocere*. *Rev Orthop Dento Faciale* 2014;48:103-116.
- Amat P. À la recherche d'un équilibre dans les décisions thérapeutiques. L'exemple du traitement des malocclusions de classe II chez l'enfant et l'adolescent. *Orthod Fr* 2016;87:375-392.
- Amat P. Le changement de paradigme du traitement des malocclusions de classe II chez l'enfant et l'adolescent. *Rev Orthop Dento Faciale* 2017;51:49-91.
- Amat P. Approche éthique et juridique des résorptions radiculaires en orthodontie. Mémoire pour le diplôme universitaire d'expertise en médecine dentaire. Paris Univ. Diderot - Paris 7, 2018.
- Bader JD. The fourth phase. *J Evid Base Dent Pract* 2004;4:12-15.
- Bartala M, Boileau MJ. Conséquences occlusales et articulaires des extractions de prémolaires : revue de littérature. *Rev Orthop Dento Faciale* 2001;35:223-243.
- Batista KBSL, Thiruvencatachari B, Harrison JE, O'Brien KD. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;3:CD003452.
- Ben-Bassat Y, Brin I. Skeletal and dental patterns in patients with severe congenital absence of teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(3):349-356.
- Béry A. En l'absence d'un traitement orthodontique précoce, y a-t-il perte de chance ? *Orthod Fr* 2006; 77:327-333.
- Biggs SN, Vlahandonis A, Anderson V, Bourke R, Nixon GM, Davey MJ, Horne RS. Long-term changes in neurocognition and behavior following treatment of sleep disordered breathing in school-aged children. *Sleep* 2014;37(1):77-84.
- Biggs SN, Walter LM, Jackman AR, Nisbet LC, Weichard AJ, Hollis SL, *et al*. Long-term cognitive and behavioral outcomes following resolution of sleep disordered breathing in preschool children. *PLoS One* 2015;10(9):e0139142.
- Boley JC, Pontier JP, Smith S, Fulbright M. Facial changes in extraction and nonextraction patients. *Angle Orthod* 1998;68:539-546.
- Bonuck K, Parikh S, Bassila M. Growth failure and sleep disordered breathing: a review of the literature. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70(5):769-778.
- Brin I, Tulloch JFC, Koroluk L, Phillips C. External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1-versus 2-phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:151-156.
- Bucci R, Montanaro D, Rongo R, Valletta R, Michelotti A, D'Antò V. Effects of maxillary expansion on the upper airways: Evidence from systematic reviews and meta-analyses. *J Oral Rehabil* 2019;46(4):377-387.
- Burden DJ. An investigation of the association between overjet size, lip coverage, and traumatic injury to maxillary incisors. *Eur J Orthod* 1995;17:513-517.
- Butler MP, Emch JT, Rueschman M, Sands SA, Shea SA, Wellman A, *et al*. Apnea-hypopnea event duration predicts mortality in men and women in the sleep heart health study. *Am J Resp Crit Care Med* 2019;199(7):903-912.
- Camacho M, Chang ET, Song SA, Abdu llatif J, Zaghi S, Pirelli P, *et al*. Rapid maxillary expansion for pediatric obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope* 2017;127(7):1712-1719.
- Carvalho FR, Lentini-Oliveira D, Machado MA, Prado GF, Prado LB, Saconato H. Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnea in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;2:CD005520.
- Carvalho FR, Lentini-Oliveira DA, Prado LBF, Prado GF, Carvalho LBC. Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnoea in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;10:CD005520.
- Cassano M, Russo G, Granieri C, Ciavarella D. Modification of growth, immunologic and feeding parameters in children with OSAS after adenotonsillectomy. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2018;38(2):124-130.
- Chuang LC, Hwang YJ, Lian YC, Hervy-Auboiron M, Pirelli P, Huang YS, Guilleminault C. Changes in craniofacial and airway morphology as well as quality of life after passive myofunctional therapy in children with obstructive sleep apnea: a comparative cohort study. *Sleep Breath* 2019. doi: 10.1007/s11325-019-01929-w [Epub ahead of print].
- Cobo Plana J, de Carlos Villafranca F, Macias Escalada E. Orthodontie et voies aërières supérieures. *Orthod Fr* 2004;75(1):31-37.
- Cocconi R, Raffaini M, Amat P. De l'orthodontie à la chirurgie ortho-faciale. Entretien avec Renato Cocconi et Mirco Raffaini. *Orthod Fr* 2016;87:247-271.
- D'Antò V, Bucci R, Franchi L, Rongo R, Michelotti A, Martina R. Class II functional orthopaedic treatment: a systematic review of systematic reviews. *J Oral Rehabil* 2015;42:624-642.
- De Brondeau E, Boileau MJ, Duhart AM. Impact esthétique des extractions. *Rev Orthop Dento Faciale* 2001;35:251-273.

34. Delaire J. L'évaluation « morphologique » du potentiel de croissance de la mandibule (les signes du « turfiste »). *Orthod Fr* 1995;66:465-478.
35. Demirovic K, Habibovic J, Dzemic V, Tiro A, Nakas E. Comparison of Oral Health-Related Quality of Life in Treated and Non-Treated Orthodontic Patients. *Med Arch* 2019;73(2):113-117.
36. Deniaud J, Béry A, Hervé C, Talmant J. Les extractions de dents saines permanentes en orthopédie dento-faciale : réflexion éthique. *Rev Orthop Dento Faciale* 2000;34:629-648.
37. DeVincenzo JP. Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:241-257.
38. Diévert F. Les recommandations de bonne pratique: vers une situation potentiellement paradoxale ? *Réalités Cardiológicas* 2014;300:8-12.
39. Dimberg L, Arnrup K, Bondemark L. The impact of malocclusion on the quality of life among children and adolescents: a systematic review of quantitative studies. *Eur J Orthod* 2015;37:238-247.
40. Ehsan Z, Ishman SL, Kimball TR, Zhang N, Zou Y, Amin RS. Longitudinal cardiovascular outcomes of sleep disordered breathing in children: a meta-analysis and systematic review. *Sleep* 2017;40(3).
41. Eslami E, Katz ES, Baghdady M, Abramovitch K, Masoud MI. Are three-dimensional airway evaluations obtained through computed and cone-beam computed tomography scans predictable from lateral cephalograms ? A systematic review of evidence. *Angle Orthod* 2017;87(1):159-167.
42. FFO. Place de l'orthodontie dans le dépistage et le traitement du syndrome d'apnées hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS) chez l'enfant. Mai 2018.
43. Fleming PS, Dibiase AT, Lee RT. Arch form and dimensional changes in orthodontics. *Prog Orthod* 2008;9(2):66-73.
44. Floras JS. Sleep Apnea and Cardiovascular Disease: An Enigmatic Risk Factor. *Circ Res* 2018;122(12):1741-1764.
45. Frye SS, Fernandez-Mendoza J, Calhoun SL, Gaines J, Sawyer MD, He F, Liao D, Vgontzas AN, Bixler EO. Neurocognitive and behavioral functioning in adolescents with sleep-disordered breathing: a population-based, dual-energy X-ray absorptiometry study. *Int J Obes (Lond)* 2018;42(1):95-101.
46. Garbarino S. Excessive daytime sleepiness in obstructive sleep apnea: implications for driving licenses. *Sleep Breath* 2019. doi: 10.1007/s11325-019-01903-6 [Epub ahead of print].
47. Ge X, Han F, Huang Y, Zhang Y, Yang T, Bai C, Guo X. Is obstructive sleep apnea associated with cardiovascular and all-cause mortality ? *PLoS One* 2013;8(7):e69432.
48. Gebeile-Chauty S, Robin O, Messaoudi Y, Aknin JJ. Le traitement orthodontique peut-il générer des algies et/ou dysfonctionnements articulaires ou musculaires (ADAM) ? Une revue de littérature *Orthod Fr* 2010;81:85-93.
49. Ghaffar F, Fida M. Effect of extraction of first four premolars on smile aesthetics. *Eur J Orthod* 2011;33:679-683.
50. Gileles-Hillel A, Kheirandish-Gozal L, Gozal D. Biological plausibility linking sleep apnoea and metabolic dysfunction. *Nat Rev Endocrinol* 2016;12(5):290-298.
51. Guillemainault C, Abad VC, Chiu HY, Peters B, Quo S. Missing teeth and pediatric obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2016;20(2):561-568.
52. Guillemainault C, Huang YS. From oral facial dysfunction to dysmorphism and the onset of pediatric OSA. *Sleep Med Rev* 2018;40:203-214.
53. Guillemainault C, Li KK. Maxillomandibular expansion for the treatment of sleep-disordered breathing : preliminary result. *Laryngoscope* 2004;114(5):893-896.
54. Guillemainault C, Sullivan SS. Toward restauration of continuous nasal breathing as the ultimate treatment goal in pediatric obstructive sleep apnea. *Pediatr Neonatol Biol* 2014;1:1-7.
55. Guillemainault C, Sullivan SS, Huang YS. Sleep-Disordered Breathing, Orofacial Growth, and Prevention of Obstructive Sleep Apnea. *Sleep Med Clin* 2019;14(1):13-20.
56. Hakim F, Kheirandish-Gozal L, Gozal D. Obesity and altered sleep: a pathway to metabolic derangements in children ? *Semin Pediatr Neurol* 2015;22(2):77-85.
57. Hammoudeh J, Bindingavele VK, Davis B, Davidson Ward SL, Sanchez-Lara PA, Kleiber G, *et al*. Neonatal and infant mandibular distraction as an alternative to tracheostomy in severe obstructive sleep apnea. *Cleft Palate Craniofac J* 2012;49(1):32-38.
58. Harrison JE, O'Brien KD, Worthington HV. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;(3):CD003452.
59. Hippocrate. *Traité des Épidémies* (I, 5). Environ, 410 av. J.-C.
60. Housley JA, Nanda RS, Currier GF, McCune DE. Stability of transverse expansion in the mandibular arch. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124(3):288-293.
61. Hu Z, Yin X, Liao J, Zhou C, Yang Z, Zou S. The effect of teeth extraction for orthodontic treatment on the upper airway: a systematic review. *Sleep Breath* 2015;19(2):441-451.
62. Huang GJ. Fasten your seat belts for the bumpy ride to evidence-based practice. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:4-5.
63. Huynh NT, Desplats E, Almeida FR. Orthodontics treatments for managing obstructive sleep apnea syndrome in children: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2016;25:84-94.
64. Isidor S, Di Carlo G, Cornelis MA, Isidor F, Cattaneo PM. Three-dimensional evaluation of changes in upper airway volume in growing skeletal Class II patients following mandibular advancement treatment with functional orthopedic appliances. *Angle Orthod* 2018;88:552-559.
65. Iwasaki T, Takemoto Y, Inada E, Sato H, Saitoh I, Kakuno E, Yamasaki Y. Three-dimensional cone-beam computed tomography analysis of enlargement of the pharyngeal airway by the Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;146:776-785.
66. Kannan A, Sathyanarayana HP, Padmanabhan S. Effect of functional appliances on the airway dimensions in patients with skeletal class II malocclusion : a systematic review. *J Orthod Sci* 2017;6:54-64.
67. Kerridge I, Lowe M, Henry D. Ethics and evidence-based medicine. *Brit Med J* 1998;316:1151-1153.
68. Koroluk LD, Tulloch JFC, Phillips C. Incisor trauma and early treatment for Class II Division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:117-126.
69. Krumholz HM, Radford MJ, Wang Y, Chen J, Helat A, Marciniak TA. National use and effectiveness of betablockers for the treatment of elderly patients after acute myocardial infarction. *National Cooperative Cardiovascular Project JAMA* 1998;280:623-629.
70. Larsen AJ, Rindal DB, Hatch JP, Kane S, Asche SE, Carvalho C, Rugh J. Evidence supports no relationship

- between obstructive sleep apnea and premolar extraction: an electronic health records review. *J Clin Sleep Med* 2015;11(12):1443-1448.
71. Lee SY, Guilleminault C, Chiu HY, Sullivan SS. Mouth breathing, "nasal disuse", and pediatric sleep-disordered breathing. *Sleep Breath* 2015;19(4):1257-1264.
 72. Li K, Quo S, Guilleminault C. Endoscopically-assisted surgical expansion (EASE) for the treatment of obstructive sleep apnea. *Sleep Med* 2019;60:53-59.
 73. Linz D, Woehrle H, Bitter T, Fox H, Cowie MR, Böhm M, *et al.* The importance of sleep-disordered breathing in cardiovascular disease. *Clin Res Cardiol* 2015;104(9):705-718.
 74. Lisson JA, Scholtes S. Investigation of craniofacial morphology in patients with hypo- and oligodontia. *J Orofac Orthop* 2005;66(3):197-207.
 75. Little RM, Riedel RA, Stein A. Mandibular arch length increase during the mixed dentition : postretention evaluation of stability and relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97(5):393-404.
 76. Marsico E, Gatto E, Burrascano M, Matares G, Cordasco G. Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:24-36.
 77. Maurya MRK, Kumar CP, Sharma LCM, Nehra LCK, Singh H, Chaudhari PK. Cephalometric appraisal of the effects of orthodontic treatment on total airway dimensions in adolescents. *J Oral Biol Craniofac Res* 2019;9(1):51-56.
 78. McLaughlin RP, Bennett JC. The extraction-nonextraction dilemma as it relates to TMD. *Angle Orthod* 1995;65:175-186.
 79. Meikle MC. Guest editorial: what do prospective randomized clinical trials tell us about the treatment of class II malocclusions ? A personal viewpoint. *Eur J Orthod* 2005;27(2):105-114.
 80. Meyer AH, Woods MG, Manton DJ. Maxillary arch width and buccal corridor changes with orthodontic treatment. Part 1: differences between premolar extraction and nonextraction treatment outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:207-216.
 81. Meyer AH, Woods MG, Manton DJ. Maxillary arch width and buccal corridor changes with orthodontic treatment. Part 2: Attractiveness of the frontal facial smile in extraction and nonextraction outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:296-304.
 82. Morais-Almeida M, Wandalsen GF, Solé D. Growth and mouth breathers. *J Pediatr (Rio J)* 2019;95:S66-S71.
 83. Namara Mc, Lione R, Franchi L, Angelieri F, Cevidanés L, Darendeliler M, *et al.* The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health. *Prog Orthod* 2015;16:33.
 84. Ng JH Song YL, Yap AUJ. Effects of bicuspid extractions and incisor retraction on upper airway of Asian adults and late adolescents: A systematic review. *Oral Rehabil* 2019;46(11):1071-1087.
 85. Nguyen QV, Bezemer PD, Habets L, Prahler-Anderesen B. A systematic review of the relationship between overjet size and traumatic dental injuries. *Eur J Orthod* 1999;21:503-515.
 86. Nieto FJ, Peppard PE, Young T, Finn L, Hla KM, Farre R. Sleep-disordered breathing and cancer mortality: results from the Wisconsin Sleep Cohort Study. *Am J Resp Crit Care Med* 2012;186(2):190-194.
 87. Nodal M, Kjaer I, Solow B. Craniofacial morphology in patients with multiple congenitally missing permanent teeth. *Eur J Orthod* 1994;16(2):104-109.
 88. Orthlieb JD, Amat P. Relations occlusodontie-orthodontie : entretien avec Jean-Daniel Orthlieb. *Orthod Fr* 2010;81:167-188.
 89. Owens RL, Gold KA, Gozal D, Peppard PE, Jun JC, Dannenberg AJ, *et al.* Sleep and Breathing... and Cancer? *Cancer Prev Res (Phila)* 2016;9(11):821-827.
 90. Pancherz H. The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the Herbst appliance. *Semin Orthod* 1997;3(4):232-243.
 91. Patinkin ZW, Feinn R, Santos M. Metabolic consequences of obstructive sleep apnea in adolescents with obesity: a systematic literature review and meta-analysis. *Child Obes* 2017;13(2):102-110.
 92. Perfect MM, Archbold K, Goodwin JL, Levine-Donnerstein D, Quan SF. Risk of behavioral and adaptive functioning difficulties in youth with previous and current sleep disordered breathing. *Sleep* 2013;36(4):517-525B.
 93. Perillo L, Cannavale R, Ferro F, Franchi L, Masucci C, Chiodini P, Baccetti T. Meta-analysis of skeletal mandibular changes during Frankel appliance treatment. *Eur J Orthod* 2011;33(1):84-92.
 94. Perinetti G, Primožič J, Franchi L, Contardo L. Treatment Effects of Removable Functional Appliances in Pre-Pubertal and Pubertal Class II Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies. *PLoS One* 2015;10(10):e0141198.
 95. Pinho T, Lemos C. Dental repercussions of maxillary lateral incisor agenesis. *Eur J Orthod* 2012;34(6):698-703.
 96. Pirnay P. L'éthique en médecine bucco-dentaire. Paris, Éditions : Espace ID, 2015.
 97. Pollack B. Cases of note: Michigan jury awards \$ 850,000 in ortho case: A tempest in a teapot. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:358-359.
 98. Quo SD, Hyunh N, Guilleminault C. Bimaxillary expansion therapy for pediatric sleep-disordered breathing. *Sleep Med* 2017;30:45-51.
 99. Redline S, Yenokyan G, Gottlieb DJ, Shahar E, O'Connor GT, Resnick HE, *et al.* Obstructive sleep apnea-hypopnea and incident stroke: the sleep heart health study. *Am J Resp Crit Care Med* 2010;182(2):269-277.
 100. Rizk S, Kulbersh VP, al-Qawasmi R. Changes in the oropharyngeal airway of class II patients treated with the mandibular anterior repositioning appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;148:618-627.
 101. Sanna A. Obstructive sleep apnoea, motor vehicle accidents, and work performance. *Chron Respir Dis* 2013;10(1):29-33.
 102. Santamaría-Villegas A, Manrique-Hernandez R, Alvarez-Varela E, Restrepo-Serna C. Effect of removable functional appliances on mandibular length in patients with class II with retrognathism: systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* 2017;17(1):52.
 103. Sedky K, Bennett DS, Carvalho KS. Attention deficit hyperactivity disorder and sleep disordered breathing in pediatric populations : a meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2014;18(4):349-356.
 104. Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res* 2004;7(2):71-78.
 105. Sillah A, Watson NF, Schwartz SM, Gozal D, Phipps AI. Sleep apnea and subsequent cancer incidence. *Cancer Causes Control* 2018;29(10):987-994.

106. Simonsen RJ. A plea for clinical trials-belief is not enough. *Quintessence Int* 1992;23:375.
107. Simpson L, Hillman DR, Cooper MN, Ward KL, Hunter M, Cullen S, James A, Palmer LJ, Mukherjee S, Eastwood P. High prevalence of undiagnosed obstructive sleep apnoea in the general population and methods for screening for representative controls. *Sleep Breath* 2013;17(3):967-973.
108. Smith DF, Amin RS. OSA and cardiovascular risk in pediatrics. *Chest* 2019;156(2):402-413.
109. Starch-Jensen T, Kjellerup AD, Blæhr TL. Mandibular Midline Distraction Osteogenesis with a Bone-borne, Tooth-borne or Hybrid Distraction Appliance: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res* 2018;9(3):e1.
110. Stefanovic N, El H, Chenin DL, Glisic B, Palomo JM. Three-dimensional pharyngeal airway changes in orthodontic patients treated with and without extractions. *Orthod Craniofac Res* 2013;16:87-96.
111. Stone EG. Evidence-Based Medicine and Bioethics: Implications for Health Care Organizations, Clinicians, and Patients. *Perm J* 2018;22:18-030.
112. Tahiri Y, Viezel-Mathieu A, Aldekhayel S, Lee J, Gilardino M. The effectiveness of mandibular distraction in improving airway obstruction in the pediatric population. *Plast Reconstr Surg* 2014;133(3):352e-359e.
113. Takahashi Y, Higashihori N, Yasuda Y, Takada JI, Moriyama K. Examination of craniofacial morphology in Japanese patients with congenitally missing teeth: a cross-sectional study. *Prog Orthod* 2018;19(1):38.
114. Talmant J, Deniaud J. Du rôle des incisives maxillaires dans le développement de la base du nez. Applications en orthopédie dento-faciale. *Orthod Fr* 2006;77:19-62.
115. Talmant J, Deniaud J. Approche actuelle du traitement des troubles de la ventilation nasale de l'enfant et de l'adolescent. *Rev Orthop Dento Faciale* 2010;44:285-302.
116. Talmant J, Talmant JC, Deniaud J, Amat P. Du traitement étiologique des AOS. *Rev Orthop Dento Faciale* 2009;43:253-259.
117. Tavajohi-Kermani H, Kapur R, Sciote JJ. Tooth agenesis and craniofacial morphology in an orthodontic population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122(1):39-47.
118. Thiruvengkatachari B, Harrison JE, Worthington HV, O'Brien KD. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;(11):CD003452.
119. Tieu LD, Saltaji H, Normando D, Flores-Mir C. Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division I malocclusion: a systematic review. *Prog Orthod* 2014;15:48.
120. Trosman I, Trosman SJ. Cognitive and behavioral consequences of sleep disordered breathing in children. *Med Sci (Basel)* 2017;5(4). pii: E30.
121. Tseng WC, Liang YC, Su MH, Chen YL, Yang HJ, Kuo PH. Sleep apnea may be associated with suicidal ideation in adolescents. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2019;28(5):635-643.
122. Tzeng NS, Chung CH, Chang HA, Chang CC, Lu RB, Yeh HW, *et al*. Obstructive sleep apnea in children and adolescents and the risk of major adverse cardiovascular events : a nationwide cohort study in Taiwan. *J Clin Sleep Med* 2019;15(2):275-283.
123. Ulusoy C, Canigur Bavbek N, Tuncer B, Tuncer C, Turkoz C, Gencturk Z. Evaluation of airway dimensions and changes in hyoid bone position following Class II functional therapy with activator. *Acta Odontol Scand* 2014;72:917-925.
124. Verma G, Nagar A, Singh G, Singh A, Tandon P. Cephalometric evaluation of hyoid bone position and pharyngeal spaces following treatment with Twin-block appliance. *J Orthod Sci* 2012;1:77-82.
125. Villa MP, Bernkopf E, Pagani J, Broia V, Montesano M, Ronchetti R. Randomized controlled study of an oral jaw-positioning appliance for the treatment of obstructive sleep apnea in children with malocclusion. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:123-127.
126. Wieslander L. Long-term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. Stability or relapse ? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104(4):319-329.
127. Wong JH, Findlay JM, Suarez-Almazor ME. Regional performance of carotid endarterectomy. Appropriateness, outcomes and risk factors for complications. *Stroke* 1997;28:891-898.
128. Xiang M, Hu B, Liu Y, Sun J, Song J. Changes in airway dimensions following functional appliances in growing patients with skeletal class II malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2017;97:170-180.
129. Zhang J, Chen G, Li W, Xu T, Gao X. Upper airway changes after orthodontic extraction treatment in adults: a preliminary study using Cone Beam Computed Tomography. *PLoS One* 2015;10(11): e0143233.