

Classe II
Croissance mandibulaire
Interception

*Class II
Mandibular growth
Interception*

Rétrognathie mandibulaire : traitement précoce ou traitement tardif ?

A. BOUTON, M. DEVIOT

*Mandibular retrognathia:
early treatment or late treatment?*

ANTOINE BOUTON. Docteur en chirurgie dentaire. Spécialiste qualifié en Orthopédie Dento-Faciale (CECSMO Paris VI). **MARC DEVIOT.** Docteur en chirurgie dentaire. Spécialiste qualifié en Orthopédie Dento-Faciale (DES ODF). Assistant Hospitalo-Universitaire.

RÉSUMÉ

Objectif. Rappeler les éléments essentiels du diagnostic d'une classe II par rétromandibulie. Donner les clés permettant d'évaluer la pertinence de son traitement précoce.

Méthode. L'analyse des données récentes de la littérature confrontée à leur expérience clinique ont permis aux auteurs de montrer que l'interception des classes II par rétromandibulie conduit fréquemment à une récurrence et ne paraît pas justifiée dans l'objectif de corriger cette classe II. Traiter précocement une rétrognathie mandibulaire peut être néanmoins indiqué pour protéger les incisives maxillaires face à un risque de trauma ou pour améliorer la qualité de vie d'un jeune patient lorsqu'il y a préjudice esthétique et souffrance.

Conclusion. L'interception de toutes les classes II par rétromandibulie ne se justifie pas. Un diagnostic précis permettra au praticien d'identifier les patients à traiter précocement et ceux pour qui il faut différer l'intervention.

ABSTRACT

Objective. Reviewing the main elements for the diagnosis of a mandibular retrognathia class II. Providing insights to assess the relevance of early treatment.

Method. The analysis of recent data of the literature compared with their clinical experience allowed the authors to show that interception of mandibular retrognathia class II frequently results in a relapse and does not seem effective to correct this defect. However, early treatment of mandibular retrognathia may be indicated to protect maxillary incisors from a risk of trauma or to improve a young patient's quality of life when there are pain and aesthetic damage.

Conclusion. Interceptive treatment for all the cases of mandibular retrognathia class II is not relevant. An accurate diagnosis will allow the practitioner to identify the patients who must be treated early and those for whom the intervention must be postponed.

INTRODUCTION

Les malocclusions de classe II constituent la plupart de nos indications de traitement (59,9 % en France pour l'année 2000) (Matysiak et coll., 2003). Dans cet ensemble, le traitement des classes II par rétrognathie mandibulaire fait débat au sein de la communauté orthodontique (Thiruvengkatachari et coll., 2015). Est-il possible de stimuler la croissance mandibulaire ? Doit-on traiter précocement une rétromandibulie ?

L'objet de cet article est de guider l'omnipraticien dans la prise en charge de cette malocclusion, du diagnostic à la décision thérapeutique. Nous verrons quels outils sont à la disposition du praticien lorsqu'un traitement précoce est indiqué, et quand il est préférable d'opter pour un traitement tardif, confié le plus souvent à un spécialiste.

DIAGNOSTIC POSITIF D'UNE CLASSE II PAR RÉTROMANDIBULIE

La classe II dentaire est définie selon Angle par une distocclusion mandibulaire molaire et/ou canine. La classe II squelettique caractérise, selon Ballard, une position distale de la mandibule par rapport au maxillaire. Elle peut être d'origine maxillaire, mandibulaire ou mixte. On parlera de promaxillie dans le premier cas et de rétromandibulie dans le second. Les répercussions esthétiques et fonctionnelles sont souvent plus sévères dans les formes mixtes. La rétromandibulie est l'origine la plus fréquente des classes II.

ANAMNÈSE

À l'entretien clinique, le praticien recherchera un facteur héréditaire. Si l'un ou les deux parents sont présents à la première consultation, présentent-ils le même décalage ? On recherchera également, lors de l'interrogatoire, une para-fonction : succion du pouce, des doigts, à quelle fréquence ? Enfin, il est du devoir du praticien de déceler une éventuelle souffrance du jeune patient causée par un préjudice esthétique.

L'EXAMEN CLINIQUE

L'examen exo-buccal recherchera : un profil général et sous-nasal convexe, une rétrochéilie inférieure, une lèvre éversée avec sillon labio-mentonnier marqué, une occlusion labiale forcée avec ou non interposition labiale, un menton en retrait dans le profil (**fig. 1a - c**).

L'examen endo-buccal recherchera (**fig. 2a - c**) : une arcade maxillaire étroite, une arcade mandibulaire non concordante, des incisives parfois versées, une classe II d'Angle avec surplomb incisif augmenté (classe II division 1), une classe II d'Angle avec surplomb diminué et supraclusion (classe II division 2).

L'examen fonctionnel recherchera : une déglutition primaire, une respiration buccale, une inoclusion labiale et une interposition au repos, une contraction mentonnière à la déglutition.

INTRODUCTION

Class II malocclusions are the greatest part of indications for treatment (59.9% in France in 2000) (Matysiak et al., 2003). In this group, treatment of mandibular retrognathia class II is still being discussed within the orthodontic community (Thiruvengkatachari et al., 2015). Is it possible to stimulate mandibular growth? Is early treatment of mandibular retrognathia necessary?

The purpose of this article is to guide the general practitioner in the management of this type of malocclusion, from diagnosis to therapeutic decision. We will see what kind of tools are available to the practitioner when early treatment is indicated, and in which cases it is recommended to opt for later treatment, generally performed by a specialist.

POSITIVE DIAGNOSIS OF MANDIBULAR RETROGNATHIA CLASS II

According to Angle, dental class II is defined by molar and/or canine mandibular malocclusion. According to Ballard, in skeletal class II, the mandible is distal to the maxillary. It may be due to the maxillary, to the mandible or to a combination of the two. We speak of maxillary prognathism in the first case and of mandibular retrognathia in the second. Aesthetic and functional repercussions are often more severe in combined cases. Mandibular retrognathia is the most frequent origin of class II malocclusions.

ANAMNESIS

During the clinical consultation, the practitioner will try and detect a hereditary factor. If one or both parents are present, do they have the same defect? During the interrogation, possible parafunctions must be tracked: thumb or finger sucking – how often? Finally, the practitioner will try to find out if the young patient suffers from the aesthetic aspect of malocclusion.

CLINICAL EXAMINATION

*The exo-oral examination may highlight: a general and sub-nasal convex profile, a lower retrochéilie, an everted lower lip with pronounced labiomental crease, forced labial occlusion with or without labial interposition, a retruded chin in profile view (**fig. 1a - c**).*

*The endo-oral examination can highlight (**fig. 2a - c**): a narrow maxillary arch, a misplaced mandibular arch, sometimes inverted incisors, Angle class II with increased incisal overjet (Class II division 1), Angle class II with decreased overjet and supraclusion (Class II division 2).*

The functional examination may help detect: primary deglutition, mouth breathing, labial inoclusion and interposition at rest, chin contraction during deglutition.



Fig. 1a - c. Photos exo-buccales de Pénélope, 10 ans, venue consulter pour motif esthétique.

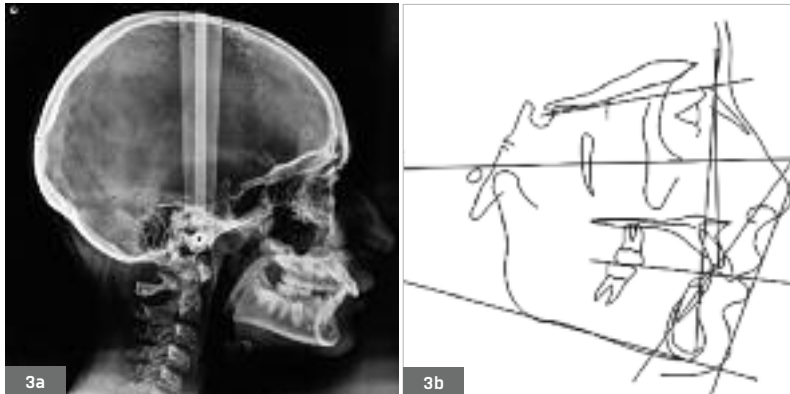
Fig. 1a - c. Exo-buccal photographs of Pénélope, 10 years old, who came to consultation for aesthetic reasons.

Fig. 2a - c. Photos endo-buccales de Pénélope. Classe II division 1 modérée à sévère.

Fig. 2a - c. Endo-buccal photographs of Pénélope. Class II division 1, moderate to severe.

EXAMEN RADIOLOGIQUE

Le diagnostic de rétrognathie s'effectue essentiellement sur la télé-radiographie de profil (**fig. 3a - b**). Certains signes morphologiques permettent au praticien de rapidement repérer le décalage squelettique, le type facial, la version incisive, la croissance à venir.



RADIOLOGICAL EXAMINATION

Mandibular retrognathia is essentially diagnosed with the profile teleroadiography (**fig. 3a - b**). Several morphological signs allow the practitioner to spot quickly the skeletal displacement, the facial type, the incisal drift and future growth.

Fig. 3a - b. Téléradiographie de profil en occlusion et analyse céphalométrique selon Tweed de Pénélope.

Fig. 3a - b. Pénélope's profile teleroadiography in occlusion and cephalometric analysis according to Tweed.

La céphalométrie, par des valeurs chiffrées ou des proportions, apporte un complément à cette évaluation qualitative. Parmi toutes les analyses, le praticien doit choisir celle qu'il maîtrise. L'analyse de Tweed, dont il faut connaître les limites, présente l'avantage d'une grande simplicité d'utilisation en clinique. Par quelques mesures, elle permet rapidement de quantifier une anomalie.

Through numerical values or proportions, the cephalometric analysis provides additional information to the qualitative assessment. Among all the types of analyses, the practitioner must choose the one he knows best. Tweed's analysis, despite its limitations, remains easy to perform in private practice. With a few measurements, it quickly allows to quantify an anomaly.

L'ORTHOPÉDIE DES RÉTROMANDIBULIES : CE QU'IL FAUT SAVOIR

NOTIONS DE CROISSANCE MANDIBULAIRE

Le condyle constitue le plus important centre de croissance mandibulaire. Le principe des dispositifs orthopédiques de classe II est d'imposer une propulsion mandibulaire. L'étirement des structures articulaires et musculaires stimule et réoriente la croissance condylienne déficiente. La croissance du corps et de la branche montante est plus difficilement modifiable par un appareil orthopédique.

ORTHOPEDICS OF MANDIBULAR RETROGNATHIA: KEY FACTS

NOTIONS OF MANDIBULAR GROWTH

The condyle is the most important element in mandibular growth. Mandibular advancement will be imposed by Class II orthopedic appliances. Stretching the articular and muscular structures stimulates and re-orientates the deficient condylar growth. The growth of the mandibular corpus and ramus is more difficult to modify with an orthopedic device.

Pour une réponse optimale, il faut agir près du pic de croissance (Boileau 2011). La méthode CVM (Cervical Vertebral Maturation) fait référence aujourd'hui (Cericato et coll., 2015) pour situer le patient sur sa courbe de croissance (**fig. 4a - b**). Elle repose sur l'évaluation de l'anatomie des quatre premières vertèbres cervicales visibles sur les téléradiographies de profil.

For optimal response, it is necessary to start the treatment around the peak age for growth (Boileau, 2011). The CVM method (Cervical Vertebral Maturation) is now the method of choice (Cericato et al., 2015) to place the patient on his/her growth curve (**fig. 4a - b**). It is based on the assessment of the anatomy of the first four cervical vertebrae that are visible on profile teleroadiographies.

Les signes morphologiques de rotation de Björk permettent d'estimer la quantité et la direction de la croissance (**fig. 5**). La rotation antérieure évolue naturellement dans le sens de correction de la classe II. La rotation postérieure correspond à un développement de la mandibule vers le bas et

Björk's structural signs of mandibular growth rotation allow to quantify growth and to assess its direction (**fig. 5**). The anterior rotation naturally evolves in the direction of class II correction. The posterior rotation relates to a mandibular development downwards and

l'arrière, aggravant la rétrognathie. Des signes trop marqués n'évoluent jamais favorablement et nécessitent fréquemment une intervention chirurgicale.

backwards, aggravating mandibular retrognathia. Very pronounced signs never evolve in the right direction and frequently require surgery.

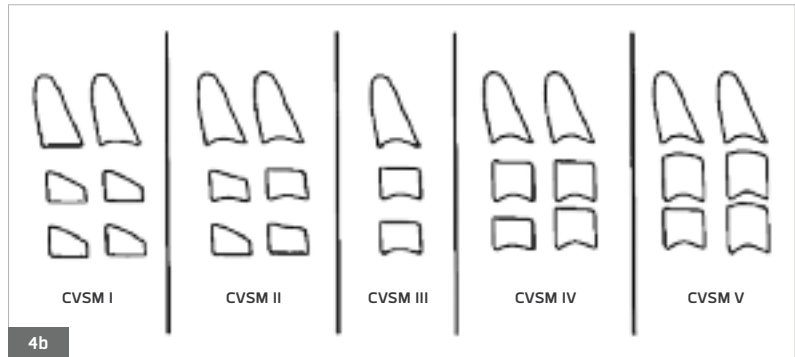
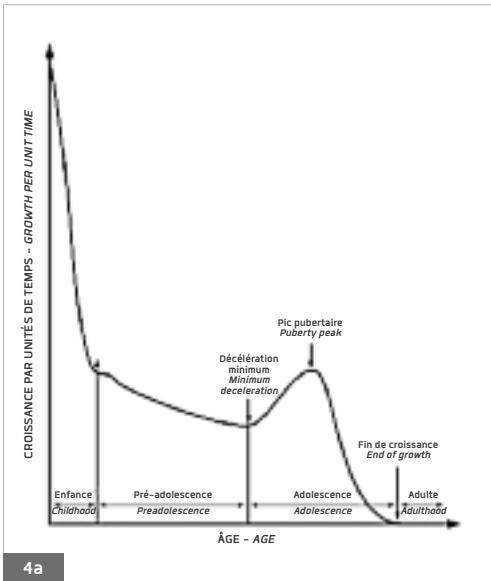
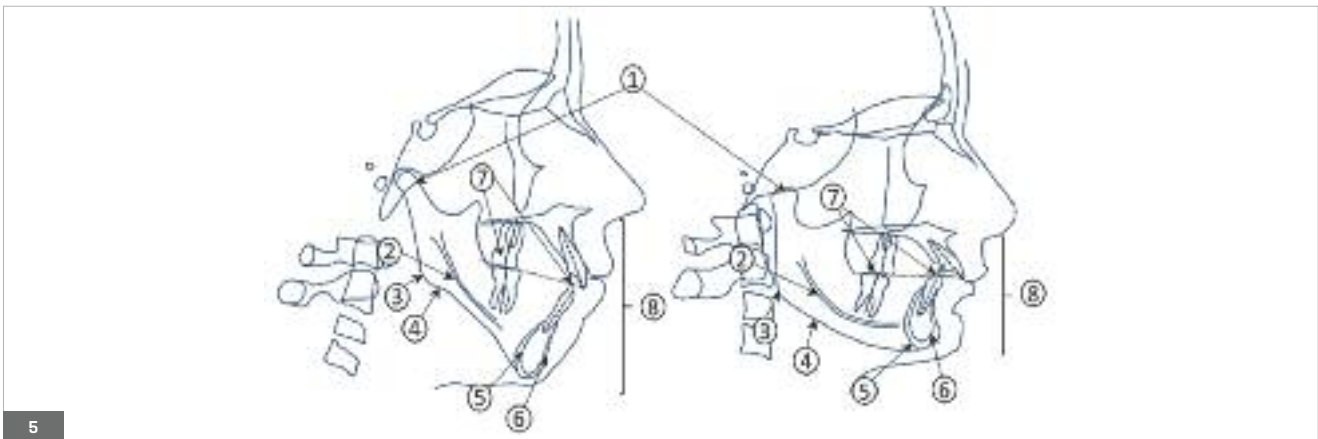


Fig. 4a - b. Courbe de croissance selon Björk, classification CVM (1, 5).
Fig. 4a - b. Björk's growth curve, CVM classification.



	ROTATION POSTÉRIEURE - POSTERIOR ROTATION	ROTATION ANTÉRIEURE - ANTERIOR ROTATION
1	Col du condyle dirigé vers l'arrière et relativement fin <i>Condylar neck is relatively thin and directed backward</i>	Col du condyle orienté vers le haut et l'avant <i>Condylar neck directed upward and forward</i>
2	Nerf alvéolaire inférieur dessine un trajet rectiligne <i>Inferior alveolar nerve follows a straight path</i>	Nerf alvéolaire inférieur dessine un trajet courbe <i>Inferior alveolar nerve follows a curved path</i>
3	Angle mandibulaire est ouvert <i>Mandibular angle is open</i>	Angle mandibulaire est fermé <i>Mandibular angle is closed</i>
4	Échancrure préangulaire est marquée <i>Pre-angular notch is marked</i>	Bord basilaire arrondi sans échancrure <i>Round basilar edge with no notch</i>
5	Symphyse est orientée en haut et en arrière <i>Symphysis is placed up- and backwards</i>	Symphyse est orientée vers l'avant, en oignon <i>Symphysis is placed forward</i>
6	La corticale symphysaire est fine <i>Cortical bone in mandibular symphysis is thin</i>	La corticale symphysaire est épaisse <i>Cortical bone in mandibular symphysis is thick</i>
7	L'angulation inter molaire et inter incisive est fermée <i>Interincisal and intermolar angle is closed</i>	L'angulation inter molaire et inter incisive est ouverte <i>Interincisal and intermolar angle is open</i>
8	Augmentation de l'étage inférieure de la face <i>Lower face height is increased</i>	Diminution de l'étage inférieure de la face <i>Lower face height is reduced</i>

Fig. 5. Les huit signes morphologiques rotationnels de Björk.
Fig. 5. Björk's eight structural signs of mandibular growth rotation.

LES APPAREILS ET LEURS EFFETS

Les appareils dits orthopédiques ont pour objet de corriger une affection osseuse : une mandibule trop courte ou trop en retrait, un maxillaire trop en avant. La correction du décalage entre le maxillaire et la mandibule fait appel au potentiel de croissance. Tous les dispositifs orthopédiques nécessitent un port de 12 à 14 heures par jour pendant 8 à 12 mois pour obtenir une réponse satisfaisante (Chiche-Uzan et coll., 2009). L'appareil doit être porté toute la nuit et plusieurs heures en journée. La compliance du patient est ainsi un facteur essentiel pour la réussite du traitement.

On distingue trois types d'appareils orthopédiques : les monoblocs rigides, les propulseurs et les activateurs élastiques ou composites (fig. 6a - b et 7a - b).

APPLIANCES AND THEIR ACTIONS

The so-called orthopedic appliances aim at correcting osseous affections : a mandible that is too short or too receded, a maxilla that is too forward. Correcting a discrepancy between the maxilla and the mandible involves growth potential. All the orthopedic appliances need to be worn 12 to 14 hours a day during 8 to 12 months in order to get a satisfactory response (Chiche-Uzan et al., 2009). The device must be worn all night long and several hours during the day. The patient's commitment is thus an essential factor in the success of the treatment.

There are three types of orthopedic appliances: the rigid monoblock appliances, the thrusting activators and the elastic or composite activators (fig. 6a - b and 7a - b).



Fig. 6a - b. De gauche à droite, activateur de Lautrou et Bielle de Herbst selon Amoric (photo du Dr Stakowski).

Fig. 6a - b. From left to right. Lautrou activator and Herbst appliance according to Amoric (Photograph by Dr Stakowski).



Fig. 7a - b. Phase d'interception Pénélope. Exemple de la mise en place et du réglage d'un activateur de Lautrou.

Fig. 7a - b. Pinterceptive phase for Pénélope. Placement and fitting of a Lautrou activator appliance.

Quel que soit le mode de propulsion mandibulaire la mécanique de propulsion induit (fig. 8) :

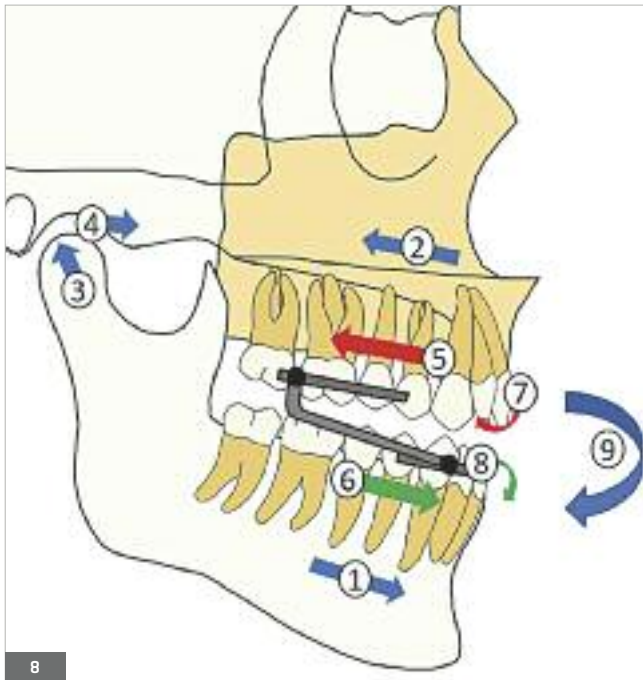
- Une mésialisation de l'arcade mandibulaire pouvant entraîner une vestibuloversion de l'incisive mandibulaire.
- Un ralentissement de la croissance maxillaire, l'action distalante produite est susceptible de provoquer une linguoversion des incisives maxillaires.
- Une bascule horaire du plan d'occlusion.

Les différents appareils orthopédiques sont conçus pour tenter de limiter ces effets parasites.

Whatever the mandibular protrusion method, protrusion mechanics involves (fig. 8):

- A mesialization of the mandibular arch that may induce a vestibuloversion of the mandibular incisor.
- A slower mandibular growth, the induced distalization may generate a linguoversion of the maxillary incisors.
- A clockwise tilting of the occlusal plane.

The various orthopedic appliances are designed to limit these undesirable effects.



1	Effet squelettique de stimulation de la croissance mandibulaire <i>Skeletal action of stimulating mandibular growth</i>
2	Effet squelettique de freinage de la croissance maxillaire <i>Skeletal action of slowing down maxillary growth</i>
3	Réorientation de la croissance du condyle en haut en arrière <i>Re-orientation of condylar growth up- and backwards</i>
4	Changement de position de la cavité glénoïde <i>Change of position of glenoid cavity</i>
5	Recul en tiroir de l'os alvéolaire maxillaire <i>Backward movement (headroom like) of the maxillary alveolar bone</i>
6	Avancée en tiroir de l'os alvéolaire mandibulaire <i>Forward movement (headroom like) of the mandibular alveolar bone</i>
7	Palato-version des incisives maxillaires <i>Palatal version of maxillary incisors</i>
8	Vestibulo-version des incisives mandibulaires <i>Vestibular version of mandibular incisors</i>
9	Basculé horaire du plan d'occlusion <i>Clockwise tilting of occlusal plane</i>

Fig. 8. Effets des propulseurs. Ces effets sont plus ou moins bien contrôlés en fonction des appareillages utilisés.

Fig. 8. Thrusting activator actions. These actions are more or less controlled according to the type of appliances.

LES PREUVES

L'idée que ces appareils stimulent la croissance mandibulaire est très contestée. Certains sont en faveur de l'orthopédie. Des études chez le rat et le singe montrent en effet une augmentation de la longueur mandibulaire de 5 à 7 % (McNamara et Bryan, 1987).

D'autres pensent qu'il y a une adaptation neuro-musculaire et que les mouvements obtenus sont alvéolaires donc exposés à récurrence. L'étude emblématique sur l'intérêt d'un traitement fonctionnel précoce est celle de l'Université de Caroline du Nord (Proffit et Tulloch, 2002). Les auteurs comparent un traitement fonctionnel ou par force extra-orale à un groupe témoin. Ils notent l'amélioration du rapport des bases osseuses en comparaison au groupe témoin.

EVIDENCE

The idea that these appliances can stimulate mandibular growth is very controversial. Some are pro orthopedics. Studies on rats and monkeys have indeed shown an increase in the mandibular length of 5 to 7% (McNamara and Bryan, 1987).

Others think that there is a neuromuscular adjustment and that the induced movements are alveolar and thus prone to appear again. The gold standard study on the relevance of early functional treatment was conducted by the University of North Carolina (Proffit and Tulloch, 2002). The authors compared a functional treatment or with extraoral pressure to a control group. They noticed an improvement in the relationships of osseous bases compared to the control group.

Lors de la seconde phase de l'étude (traitement multi-attaches), les résultats obtenus en fin de première phase se sont partiellement, voire totalement estompés. En fin de traitement multi-attaches, les résultats montrent que les trois types de traitements amènent à des résultats semblables avec des effets squelettiques et alvéolaires.

En outre, ils n'ont pas constaté de différence sur le nombre d'extraction nécessaire à la réalisation du traitement multi-attaches. Pancherz et al. confirment ces résultats par une étude à long terme avec des bielles de Herbst (Pancherz et Bjerklin, 2015). Bacetti estime que l'effet squelettique des bielles est plus favorable en denture adolescente avec une correction squelettique évaluée à 67 % contre 55 % en denture lactéale. Lautrou rejoint ces constatations avec une correction squelettique par son activateur de l'ordre de 55 %.

Plus récemment, des essais cliniques et méta-analyses comparent les effets des appareils à butée. Ils montrent l'efficacité des bielles de Herbst à court terme et des résultats (après la phase de multi-attaches) stables après plusieurs années (Bock et coll., 2016, Koretsi et coll., 2015 ; Yang et coll., 2016). Pour le Twin Block, les résultats sont moins nombreux mais présenteraient des effets squelettiques encore plus satisfaisants (Baysal et Uysal, 2014).

Cependant, de nombreux biais sont retrouvés dans ces études. Le critère d'inclusion principal : patient en classe II sans autre précision, en est un. On sait que la forme de la classe II influence la prise en charge et la qualité du résultat espéré (D'Anto et coll., 2015).

Au-delà des techniques, les auteurs concèdent cependant que, sans la pose d'un appareillage, l'intercuspidie aura tendance à compenser les effets de la croissance et à maintenir la malocclusion (Simon et coll., 2006). Cependant, débiter un traitement trop tôt, peut induire un échec à moyen terme. Une intercuspidation imparfaite en fin de traitement serait aussi un facteur de récurrence de la classe II à long terme (Pancherz et Bjerklin, 2015). En revanche, l'augmentation de la longueur mandibulaire, l'amélioration du profil après traitement peinent encore à être démontrés statistiquement (fig. 9a - e).

TRAITEMENT

POURQUOI TRAITER PRÉCOCEMENT ?

Le traitement précoce est défini par l'*American Board of Orthodontics* comme un traitement commencé en denture déciduale ou mixte, visant à améliorer le développement squelettique et dentaire avant l'éruption des dents permanentes.

Dans la littérature scientifique, les preuves de l'utilité de traiter précocement une classe II sont faibles (Thiruvengkatachari et coll., 2015). En clinique, il semble pourtant souvent nécessaire d'intervenir tôt. Il s'agit alors de rompre le processus d'une malocclusion en installation pour améliorer rapidement les conditions esthétiques et fonctionnelles d'un

During the second phase of the study (multiple-attachment treatment), the results obtained at the end of the first phase have partially, and sometimes totally, receded. At the end of multiple-attachment treatment, the results showed that the three types of treatment provided similar results with skeletal and alveolar effects.

Besides, they did not notice any difference concerning the number of extractions required to perform the multiple-attachment treatment. Pancherz et al. have confirmed these results with a long-term study using Herbst appliance (Pancherz and Bjerklin, 2015). Bacetti thinks that the skeletal effect with Herbst appliance is better on adolescent teeth with a skeletal correction assessed at 67% versus 55% on deciduous teeth. Lautrou confirms these observations with a skeletal correction of roughly 55% with his activator.

More recently, clinical trials and meta-analyses have compared the actions of stop appliances. They have shown the efficiency of Herbst appliance in the short term and stable results (after the multiple-attachment phase) after several years (Bock et al., 2016, Koretsi et al., 2015; Yang et al., 2016). For Twin Block, results are fewer but they seem to highlight even more satisfactory skeletal effects (Baysal and Uysal, 2014).

However, many biases were found in these studies. Starting with the main inclusion criterion: patient in class II with no other precision. We perfectly know that the type of class II impacts the management and the expected results (D'Anto et al., 2015).

Beyond techniques, the authors nevertheless admit that, when no appliance is placed, the intercuspidation will tend to compensate for the effects of growth and maintain malocclusion (Simon et al., 2006). However, starting a treatment too early may result in a medium-term failure. An imperfect intercuspidal position at the end of the treatment may also be a risk factor for a relapse of class II in the long term (Pancherz and Bjerklin, 2015). On the other hand, the increase of the mandibular length and the profile improvement after treatment remain difficult to prove statistically (fig. 9a - e).

TREATMENT

WHY IS IT NECESSARY TO TREAT EARLY?

The early treatment is defined by the *American Board of Orthodontics* as a treatment started on deciduous or mixed teeth, to improve the skeletal and dental development before the eruption of permanent teeth.

In the scientific literature, the necessity to start an early treatment of class II has not been clearly proven (Thiruvengkatachari et al., 2015). In private practice however, it seems often necessary to intervene early. The aim is to break the process of an emerging malocclusion in order to improve quickly the aesthetics

jeune patient. Lorsque son indication est posée, ce type de traitement doit se faire par des moyens simples et sur un temps court (un ou deux semestres). On parle de traitement d'interception. Les outils thérapeutiques utilisés sont présentés ici selon les quatre grands objectifs qu'ils permettent de remplir.

and functions of a young patient. When it is needed, this type of treatment must be performed with simple techniques and in a short period of time (one or two semesters). This is what we call interceptive treatment. Therapeutic tools are described below according to four main objectives they tend to achieve.

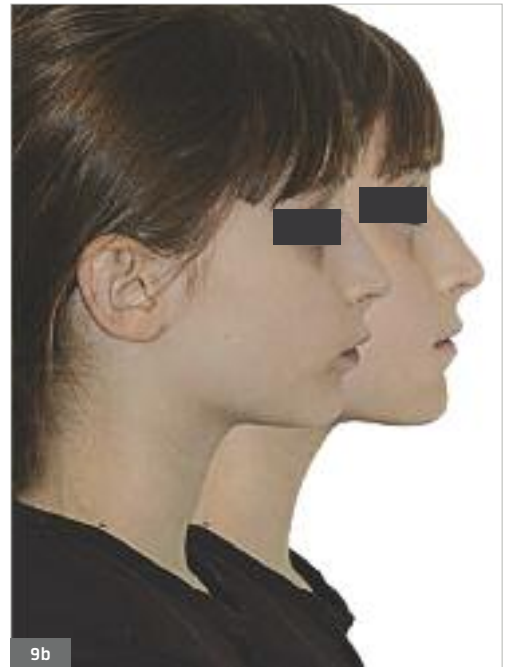


Fig. 9a - e. Documents de réévaluation après interception de Pénélope. L'interception a permis d'obtenir quasiment une classe I molaire. La version de l'incisive inférieure limite ici la propulsion. Comme souvent, l'intercuspitation est imparfaite en fin d'interception, le traitement multi-attaches de finition doit succéder au traitement précoce pour ne pas perdre, par récurrence, le gain de cette première phase.

Fig. 9a - e. Re-assessment documents after interceptive treatment of Pénélope. The interception allowed to nearly achieve a class I molar relationship. Here, the drift of the lower incisor limits the propulsion movement. As it is often the case, the intercuspital position is imperfect at the end of interception, the multiple-attachment treatment must complete the early treatment to avoid losing, the good results of the first phase in case of a recurrence.

LEVER LES VERROUS

VERROUS FONCTIONNELS

Supprimer les parafonctions. La parafonction retrouvée le plus souvent dans les classes II par rétro-mandibulie est la succion digitale. Elle bloque la mandibule en rétro-position et induit une posture basse de la langue qui empêche le développement transversal de l'arcade maxillaire. La plupart du temps, elle provoque aussi une proalvéolie des incisives maxillaires. Le diagnostic de classe II division 1 est alors évident. Chez le jeune enfant, l'arrêt d'une parafonction est d'autant plus difficile à obtenir que le lien affectif parental est fort. Il convient d'en parler, de responsabiliser l'enfant et les parents.

Corriger une dysfonction. Selon Moss, la croissance osseuse répond à une fonction (Moss 1962). L'environnement fonctionnel exerce une grande influence sur l'installation et l'aggravation d'une classe II par rétro-mandibulie. Il est du devoir du praticien effectuant la première consultation (pédodontiste, chirurgien-dentiste omnipraticien, orthodontiste...) de dépister un environnement fonctionnel défavorable (McNamara 1980 ; Proffit 1978). Les fonctions linguales, respiratoires et labiales sont souvent interdépendantes et participent simultanément à l'apparition et l'entretien d'une rétro-mandibulie. Le tableau dysfonctionnel débute par la persistance d'une déglutition infantile ne permettant pas au maxillaire et fosses nasales d'atteindre une dimension transversale normale. La respiration devient buccale. Un schéma moteur favorisant les abaisseurs et rétropulseurs de la mandibule s'installe. Le développement des végétations adénoïdes, en s'opposant à toute respiration nasale, accentue encore cette situation mandibulo-linguale trop postérieure. Une étude récente établit un lien entre l'obstruction des voies aériennes supérieures et l'installation d'une malocclusion. La résistance nasale, le volume des tonsilles, une langue basse sont autant de facteurs qui contribuent à son installation (Iwasaki et coll., 2017).

Pour rompre ce cercle vicieux, le praticien doit savoir :

- Adresser à un ORL qui confirmera l'obstruction des voies aériennes supérieures par les tonsilles et décidera d'une éventuelle intervention, chirurgicale ou non.
- Indiquer un allongement du frein de langue lorsque l'examen clinique révèle une brièveté interdisant sa mobilité physiologique.
- Prescrire une rééducation linguale détaillée afin d'adresser au kinésithérapeute ou à l'orthophoniste.
- Mettre en place un appareil à action linguale : écrans linguaux, Enveloppe Linguale Nocturne, éducateurs fonctionnels.

VERROUS OCCLUSAUX

Les compensations dentaires d'une rétro-mandibulie figent le rapport entre les deux arcades dentaires en classe II. Il est important de comprendre, comme l'explique L. Johnston, qu'elles ne bloquent pas la croissance mandibulaire. Ce potentiel existe ou non selon le patient (Baccetti et coll., 2005 ; Johnston 1998). Mais, dans ce rapport, la croissance mandibulaire emporte le maxillaire tant que les compensations existent, la mandibule ne

ELIMINATING CONSTRAINTS

FUNCTIONAL CONSTRAINTS

Eliminating parafunctions. The most frequent parafunction in mandibular retrognathia class II is thumb sucking. It blocks the mandible in retro-position and induces a low posture of the tongue which hinders the transverse development of the maxillary arch. Most of the time, it also generates a proclination of maxillary incisors. The diagnosis of class II division 1 is then obvious. At the young child, getting rid of a parafunction is all the more difficult that the emotional bond with parents is strong. It is highly recommended to speak about it and to involve both children and parents.

Correcting dysfunctions. according to Moss, osseous growth responds to a function (Moss 1962). The functional environment has a significant impact on the appearance and the aggravation of mandibular retrognathia class II. During the first consultation, the practitioner (pediatric dentist, dental surgeon, general practitioner, orthodontist) must detect the signs of any unfavorable functional environment (McNamara, 1980; Proffit, 1978). Lingual, respiratory and labial functions are often interdependent and simultaneously contribute to the appearance and preservation of mandibular retrognathia. The dysfunctional picture begins with the persistence of infantile deglutition preventing the maxillary and the nasal cavities from having a normal transverse size. Mouth breathing appears. A movement pattern favoring the mandible levator and retrusion muscles settles down. The development of adenoid vegetations, resisting nasal breathing, also strengthens the mandibular-lingual position which is already too pronounced. A recent study has highlighted a link between obstructed upper airways and the development of malocclusion. Nasal resistance, tonsillar volume and a low tongue posture all contribute to its appearance (Iwasaki et al., 2017).

To break this vicious circle, the practitioner needs to, according to cases:

- Send his/her patients to an ENT specialist who will confirm the upper airway obstruction by enlarged tonsils and will possibly prescribe a surgical procedure.
- Indicate lingual frenectomy when the clinical examination shows the frenulum is too short, preventing proper physiological mobility of the tongue.
- Prescribe detailed lingual reeducation and send the patient to a physiotherapist or to a speech therapist.
- Place a tongue thrust appliance: tongue crib, Enveloppe Linguale Nocturne (ELN – removable night appliance), functional appliances for lingual reeducation.

OCCLUSAL CONSTRAINTS

Dental compensations due to mandibular retrognathia block the relationship between both dental arches in class II. It is important to understand, according to L. Johnston's explanations, that they do not stop the mandibular growth. This potential does or does not exist depending on patients (Baccetti et al., 2005; Johnston, 1998). In this relationship however, mandibular growth

rattrape pas le maxillaire. On parle de verrous occlusaux. Ce sont : la supraclusion incisive, l'insuffisance transversale maxillaire, la rotation méso-palatine des premières molaires maxillaires.

Par des moyens simples, le praticien peut lever ces verrous :

- Une insuffisance transversale maxillaire sera corrigée par expansion à l'aide d'un disjoncteur, d'une plaque de Hawley à vérin médian ou d'un quadhélix.
- La correction des rotations molaires est parfois spontanée après expansion. Si l'on opte pour un quadhélix, elle peut être corrigée simultanément à l'expansion. Si un autre appareil a été choisi, elle peut s'effectuer dans un second temps par un arc transpalatin.
- Enfin, la correction de la supraclusion peut être amorcée précocement par nivellement de la courbe de Spee et/ou version des incisives maxillaires (cas particulier des classe II division 2). Dans le cas d'une plaque de Hawley, on ajoutera alors un plan rétro-incisif et/ou des ressorts antérieurs de version.
- Si la maturité radiculaire et amélaire l'autorise, le multi-attache partiel (Quatre incisives et deux premières molaires, « *two for four* ») permet de réaliser tous ces mouvements simultanément et reste l'appareil de choix.

PROTÉGER LES INCISIVES MAXILLAIRES

Les trois études de plus haut niveau de preuves traitant de l'effet du traitement précoce des classe II division 1 sur l'incidence des traumatismes n'aboutissent pas à la même conclusion. Deux études américaines (Chen et coll., 2011 ; Koroluk et coll., 2003) enregistrent la fréquence des traumatismes selon leurs degrés de sévérité. Elles concluent que le traitement précoce pour prévenir les traumatismes est très discutable car la plupart des chocs observés avant et pendant les traitements orthodontiques sont mineurs (fêlures ou fractures amélaire le plus souvent). Le rapport coût/bénéfice du traitement orthodontique précoce pour prévenir les traumatismes incisifs est défavorable. Pour l'étude britannique, où l'on relève la présence ou l'absence de trauma, (Thiruvengkatachari et coll., 2013) le traitement en deux phases semble réduire significativement le risque de traumatismes incisifs. C'est l'unique justification d'une phase précoce dans le traitement des classe II division 1. La réactualisation de ces 3 études, publiée en 2015 (Thiruvengkatachari et coll., 2015) fait pencher la balance en faveur de l'étude britannique.

En clinique, ces dernières conclusions guident le praticien. Il est en effet difficile, pour des raisons statistiques, de faire prendre un risque de traumatisme incisif, aussi minime soit-il, à un jeune patient. Celui-ci est d'autant plus important que la valeur du surplomb incisif augmente (Baccetti et coll., 2005 ; Elkhadem 2015 ; Koroluk et coll., 2003).

Face à une classe II division 1, le praticien doit pouvoir :

- Évaluer le risque de fracture incisive en fonction du surplomb observé.
- Poser l'indication de traitement lorsqu'il repère un risque.
- Proposer la mécanique la plus appropriée pour intercepter.

takes on the maxillary as long as compensations exist and the mandible does not catch up the maxillary. These occlusal locks are : incisal overbite, maxillary transverse deficiency, mesiopalatal rotation of the maxillary first molars.

With simple techniques, practitioners can remove these locks:

- *Maxillary transverse insufficiency will be corrected with an expander, with a Hawley retainer or a Quad Helix appliance.*
- *The correction of molar rotation may occur spontaneously after expansion. If we opt for Quad Helix, correction of molar rotation and expansion can be done simultaneously. If another appliance was chosen, it can be done in a second step with a transpalatal bar.*
- *Finally, the correction of supraclusion can start early by leveling the curve of Spee and/or changing the inclination of maxillary incisors (specific case of class II division 2). With a Hawley retainer, a retroincisal plane and/or anterior auxiliary springs will be added.*
- *If radicular and enamel maturity are sufficient, the partial multiple-attachment appliance (four incisors and first two molars. "Two for four") allows to trigger all these movements simultaneously, thus remaining the device of choice.*

PROTECTING MAXILLARY INCISORS

The three studies with the highest level of evidence dealing with the action of Class II division 1 early treatment on the incidence of traumas did not lead to the same conclusions. Two American studies (Chen et al., 2011; Koroluk et al., 2003) have recorded the frequency of traumas according to their degrees of severity. They concluded that early treatment to prevent traumas is highly questionable because most of the shocks observed before and during orthodontic treatments are minor (cracks or enamel fractures most of the time). The benefit-cost ratio of early orthodontic treatment to prevent incisal trauma is unfavorable. For the British study, which recorded the presence or the absence of trauma, (Thiruvengkatachari et al., 2013), the treatment in two phases seems to significantly reduce the risk of incisal trauma. It is the only justification for an early phase in the treatment of Class II division 1. The update of these 3 studies, published in 2015 (Thiruvengkatachari et al., 2015) tilted the balance in favor of the British study.

In private practice, these latest conclusions can guide the practitioner. It is indeed difficult, for statistical reasons, to let incisal trauma occur in a young patient, even when the risk is small. And it is even more important when the value of incisal overbite increases (Baccetti et al., 2005; Elkhadem, 2015; Koroluk et al., 2003).

Faced with class II division 1, the practitioner must be able to:

- *Assess the risk of incisal fracture according to the existing overjet.*
- *Prescribe a treatment when an actual risk is detected.*
- *Define the most adequate interceptive treatment.*

On choisira une mécanique de propulsion mandibulaire, avec ou sans rétraction incisive. La présence de diastèmes antérieurs oriente vers une rétraction. Elle s'effectue à l'aide d'un bandeau élastique ajouté à l'appareil de propulsion. S'il n'existe pas de diastème ou si la proalvéolie incisive est faible à modérée, la rétraction incisive doit être évitée. Il s'agit d'utiliser au maximum le surplomb pour la propulsion mandibulaire (fig. 10a - c).

We will choose mandibular protruding mechanics, with or without incisor retraction. The presence of anterior diastemas may indicate the necessity of retraction. It is performed with an elastic band added to the protrusion appliance. If there is no diastema or if the incisor proclination is slight to moderate, the incisor retraction must be avoided. The overjet must be as much as possible involved in the mandibular protrusion movement (fig. 10a - c).



Fig. 10a - c. Suite du traitement de Pénélope. Traitement multi-attaches bi-maxillaire. Fermeture des espaces et finitions.

Fig. 10a - c. Following steps of Pénélope's treatment: bi-maxillary multiple attachment treatment.

RÉPONDRE À UNE DEMANDE :

PRÉJUDICE ESTHÉTIQUE, ESTIME DE SOI ET HARCÈLEMENT À L'ÉCOLE

Le défaut esthétique causé par des malpositions dentaires serait la justification évidente d'un traitement d'orthodontie (Richmond et coll., 1995). C'est souvent le principal motif de consultation du jeune patient et de ses parents. Le besoin d'améliorer l'esthétique faciale est souvent affiché comme une demande urgente. Le préjudice esthétique causé par la malocclusion porte directement atteinte à l'estime de soi et ainsi à la qualité de vie du patient (*Oral Health Related Quality of Life : OHRQoL*). Ce dernier peut notamment se présenter comme victime de harcèlement à l'école (Rusanen et coll., 2010). Selon Olweus (Olweus 1994), le harcèlement à l'école peut être défini comme une forme spécifique de comportement agressif correspondant à une situation où un élève est exposé de manière récurrente à des actions négatives de la part d'un ou d'autres élèves. Des études récentes ont montré le lien entre le harcèlement et les malocclusions. La classe II division 1, l'augmentation du surplomb (+ 4 mm)

MEETING THE PATIENT'S DEMANDS:
AESTHETIC ALTERATION, SELF-RESPECT
AND SCHOOL BULLYING

The aesthetic defect caused by dental malpositions is the obvious justification for an orthodontic treatment (Richmond et al., 1995). It is often the main motive for consultation of young patients and their parents. The need to improve facial aesthetics is often presented as an urgent demand. The aesthetic damage due to malocclusion directly alters the patient's self-respect and thus his/her quality of life (Oral Health Related Quality of Life: OHRQoL). These young patients can for example be bullied at school (Rusanen et al., 2010). According to Olweus (Olweus, 1994), school bullying can be described as a specific type of aggressive behavior referring to a situation where a child is the victim of recurrent negative actions from one or several schoolchildren. Recent studies have highlighted the link between bullying and malocclusions. Malocclusions such as Class II division 1, increased overjet (+ 4 mm) and overbite are

et du recouvrement font partie des malocclusions responsables de harcèlement (Seehra et coll., 2013).

Ici encore, les appareils de choix sont les activateurs. Les résultats esthétiques obtenus, même si temporaires parce que récidivants, améliorent l'estime de soi en diminuant la fréquence des moqueries.

QUAND PRÉFÉRER UN TRAITEMENT TARDIF ?

Un traitement tardif, par opposition au traitement précoce est entrepris à l'adolescence, en denture adulte jeune. Plusieurs situations peuvent conduire le praticien à attendre ce moment pour débiter le traitement.

RAPPORT COÛT/BÉNÉFICE DÉFAVORABLE

En présence d'une classe II par rétromandibulie faible à modérée, si le risque de trauma est faible et si aucun préjudice esthétique ne déclenche une demande, le praticien devrait s'abstenir de traiter tôt. Les données scientifiques le montrent, une première phase est presque systématiquement suivie d'une seconde et au minimum, de finitions. Un traitement en deux phases est toujours plus long. Aussi, dans un souci d'efficacité, il est préférable d'agir en une seule phase réalisée en denture permanente à l'aide d'un appareil multi-attaches et d'une mécanique de classe II (fig. 11a - e).

frequently involved in bullying cases (Seehra et al., 2013).

Here again, activators are the appliances of choice. The aesthetic results, even temporary because of relapse, improve the patient's self-esteem since he/she is no longer the object of permanent mockery.

WHEN IS IT PREFERABLE TO POSTPONE THE TREATMENT?

Unlike the early treatment, a late treatment plan starts at the adolescence, on young definitive teeth. Several situations can incite the practitioner to wait until this moment to begin the treatment.

UNFAVORABLE BENEFIT-COST RATIO

In the presence of a slight to moderate case of mandibular retrognathia class II, when the risk of trauma is low and if the patient has no aesthetic demands, the practitioner should refrain from starting an early treatment. As shown by scientific data, a first phase is almost systematically followed by a second one or at least by a finishing phase. A treatment in two phases is always longer. For the sake of efficiency, it is thus better to act in a single phase performed on permanent teeth with a multiple attachment appliance and class II mechanics (fig. 11a - e).





11c



11d



11e

Fig. 11a - e. Documents de fin de traitement de Pénélope. La seconde phase a permis d'obtenir un résultat satisfaisant.

Fig. 11a - e. Pénélope's end of treatment. The second phase allowed to achieve satisfactory results.

CAS SÉVÈRE

Devant une rétromandibulie sévère à composante héréditaire, lorsque le schéma facial à forte croissance verticale rend le pronostic défavorable, les chances de succès d'un traitement orthopédique et/ou orthodontique sont minces. Une thérapeutique ortho-chirurgicale doit être envisagée. Si aucune demande n'est formulée par le patient, le traitement débutera, en général, tardivement (proche des 16 ans) afin de s'éloigner d'une croissance résiduelle qui pourrait perturber un bon résultat chirurgical.

DYSHARMONIE DENTO-MAXILLAIRE ASSOCIÉE

Lorsque la rétromandibulie n'est pas la caractéristique principale de la malocclusion mais qu'elle est associée à une dysharmonie dento-maxillaire importante, le praticien doit penser à des extractions futures de dents permanentes pour traiter la malocclusion. Dans ce cas, son intervention précoce se limite à une surveillance de l'évolution des dents permanentes sur l'arcade dans un contexte où la place est limitée. Le pilotage orthodontique (extractions pilotées) est de plus en plus rare et se limite à des cas de DDM très sévères.

CONCLUSION

Tous les patients présentant une rétrognathie mandibulaire ne sont pas à traiter précocement. Le praticien doit accorder une importance particulière à effectuer un diagnostic précis qui permettra d'évaluer la pertinence d'un traitement d'interception. Lorsqu'il indique ce traitement, il doit savoir

SEVERE CASES

In a severe case of mandibular retrognathia with a heredity factor, when the vertical facial growth pattern induces an unfavorable prognosis, the probability of success of an orthopedic and/or orthodontic treatment is small. An orthosurgical treatment should be considered. If the patient has no specific demand, the treatment will generally begin late (around 16 years old) in order to get rid of residual growth which could disrupt good surgical results.

ASSOCIATED DENTOMAXILLARY DISHARMONY

When mandibular retrognathia is not the main characteristic of malocclusion because it is associated with significant dentomaxillary disharmony, the practitioner must schedule future extractions of permanent teeth in order to manage the malocclusion. In this case, the early management consists in checking the evolution of permanent teeth on the arch with limited space. The decision to remove teeth to facilitate the orthodontic treatment is more and more rarely made and is only used in cases of very severe dentomaxillary disharmony.

CONCLUSION

All the patients suffering from mandibular retrognathia do not need to be treated early. Practitioners must first make a very precise diagnosis which will allow to assess the relevance of interceptive treatment. When they indicate this kind of treatment, they must know why

pourquoi il le fait. Selon les données actuelles, protéger les incisives maxillaires, répondre à une demande face à un préjudice esthétique sont deux bonnes raisons d'intervenir tôt. Corriger une classe II ne semble pas en être une. La classe I d'Angle obtenue en fin de première phase est bien souvent transitoire. L'irréversible récurrence lui faisant suite impose une seconde phase de traitement rendant cette option moins efficace qu'un traitement tardif, réalisé en une seule phase.

they're doing it. According to the current data, protecting the maxillary incisors and meeting a demand related to aesthetic damage are two good reasons for starting early treatment. Correcting a class II does not seem to be one. The Angle class I obtained at the end of the first phase is very often temporary. The unavoidable relapse after the first phase requires a second phase of treatment which reduces the efficiency of this option, compared to a late treatment performed in one single phase.

Traduction : Marie Chabin

BIBLIOGRAPHIE

- BACCETTI T., FRANCHI L., MCNAMARA J.A. – The Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin. Orthod.* 2005;11:119-129.
- BACCETTI T., GIUNTINI V., VANGELISTI A., DARENDELILIER M.A., FRANCHI L. – Diagnostic performance of increased overjet in class II division 1 malocclusion and incisor trauma. *Prog. Orthod.* 2010;11:145-150.
- BAYSAL A., UYSAL T. – Dentoskeletal effects of Twin Block and Herbst appliances in patients with Class II division 1 mandibular retrognathia. *Eur. J. Orthod.* 2014;36:164-172.
- BOCK N.C., VON BREMEN J., RUF S. – Stability of Class II fixed functional appliance therapy: a systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Orthod.* 2016;38:129-139.
- BOILEAU M.J. – Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte. Principes et moyens thérapeutiques. Ed: Elsevier 2011;1.
- CERICATO G.O., BITTENCOURT M.A. V., PARANHOS L.R. – Validity of the assessment method of skeletal maturation by cervical vertebrae: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2015;44-2014:02-70.
- CHEN D.R., MCGORRAY S.P., DOLCE C., WHEELER T.T. – Effect of early Class II treatment on the incidence of incisor trauma. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2011;140:155-160.
- CHICHE-UZAN L., LEGALL M., SALVADORI A. – Appareils amovibles à action orthopédique et à action orthodontique. *EMC Odontol. dentofaciale* 2009;1-41.
- 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.
- ELKHADEM A. – Large overjet may double the risk of dental trauma. *Evid. Based. Dent.* 2015;16:56.
- IWASAKI T., SATO H., SUGA H., TAKEMOTO Y., INADA E., SAITOH I., KAKUNO E., KANOMI R., YAMASAKI Y. – Relationships among nasal resistance, adenoids, tonsils, and tongue posture and maxillofacial form in Class II and Class III children. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2017;151:929-940.
- JOHNSTON L.E. – Growth and the Class II patient: rendering unto Caesar. *Semin. Orthod.* 1998;4:59-62.
- KORETSI V., ZYMPERDIKAS V.F., PAPAGEORGIOU S.N., PAPADOPOULOS M.A. – Treatment effects of removable functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Orthod.* 2015;37:418-434.
- KOROLUK L.D., TULLOCH J.F.C., PHILLIPS C. – Incisor trauma and early treatment for Class II Division 1 malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2003;123:117-125.
- MATYSIAK M., BROCHARD P., FOUILLEUL T., JL M., PEYROT B., ROUCH M. – Orthopédie dento-faciale: fréquences, répartitions géographiques et durées de traitement des dysmorphoses dento-maxillaires. Étude nationale à partir des données du régime général d'assurance maladie. *Rev. Médicale l'Assurance Mal.* 2003;34:23-32.
- MCNAMARA J.A. – Functional determinants of craniofacial size and shape. *Eur. J. Orthod.* 1980;2:131-159.
- MCNAMARA J.A., BRYAN F.A. – Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in Macaca mulatta. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1987;92:98-108.
- MOSS M.L. – « The functional matrix » in Kraus BS, Riedel RA, editors. *Vistas of orthodontics*. Philadelphia. Lea and Febiger 1962.
- OLWEUS D. – Bullying at school: Basic facts and effects of a school based intervention program. *J. Child Psychol. Psychiatry* 1994;35:1171-1190.
- PANCHERZ H. – The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the Herbst appliance. *Semin. Orthod.* 1997;3:232-243.
- PANCHERZ H., BJERKLIN K. – The Herbst appliance 32 years after treatment. *J. Clin. Orthod.* 2015;49:442-451.
- PROFFIT W.R. – Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod.* 1978;48:175-186.
- PROFFIT W.R., TULLOCH J.F.C. – Preadolescent Class II problems: treat now or wait? *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2002;121:560-562.
- RICHMOND S., SHAW W.C., O'BRIEN K.D., BUCHANAN I.B., STEPHENS C.D., ANDREWS M., ROBERTS C.T. – The relationship between the index of orthodontic treatment need and consensus opinion of a panel of 74 dentists. *Br. Dent. J.* 1995; 178:370-374.
- RUSANEN J., LAHTI S., TOLVANEN M., PIIRTINIEMI P. – Quality of life in patients with severe malocclusion before treatment. *Eur. J. Orthod.* 2010;32:43-48.
- SEEHRA J., NEWTON J.T., DIBIASE A.T. – Interceptive orthodontic treatment in bullied adolescents and its impact on self-esteem and oral-health-related quality of life. *Eur. J. Orthod.* 2013;35:615-621.
- SIMON Y., CHABRE C., LAUTROU A. – Activateurs orthopédiques de croissance et malocclusion de classe II. *Orthod. Fr.* 2006;77:151-162.
- THIRUVENKATACHARI B., HARRISON J., WORTHINGTON H., O'BRIEN K. – Early orthodontic treatment for Class II malocclusion reduces the chance of incisal trauma: Results of a Cochrane systematic review. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2015;148:47-59.
- THIRUVENKATACHARI B., HARRISON J.E., WORTHINGTON H., O'BRIEN K.D. – Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2013. CD003452.
- YANG X., ZHU Y., LONG H., ZHOU Y., JIAN F., YE N., GAO M., LAI W. – The effectiveness of the Herbst appliance for patients with Class II malocclusion: a meta-analysis. *Eur. J. Orthod.* 2016;38:324-333.