

**Fédération  
Française  
d'Orthodontie**

**AFPP**

**CEO**

**CEODF**

**CEPOG**

**CTTD**

**GREAT**

**SBR**

**SFODF**

**SFOL**

**SFOPA**

**SMODMF**

**FFO**

**Classe III : Stratégies  
de prise en charge  
orthodontique chez le  
jeune en cours de  
croissance**

**Recommandations de  
Bonne Pratique**

**Mars 2019**

## SOMMAIRE

Introduction.....	3
Diagnostic différentiel des classes III.....	6
Pronostic d'un traitement précoce de la classe III .....	11
I. Analyse de la croissance et maturation osseuse.....	11
II. Prédicteurs céphalométriques de succès.....	12
III. Tests génétiques.....	16
Traitement précoce de l'occlusion inversée antérieure non squelettique.....	19
Traitement orthopédique de la classe III squelettique : indications et modalités thérapeutiques.....	21
I. Traitement orthopédique précoce avec masque facial/EMR.....	19
II.1. Efficacité du masque facial/EMR.....	21
II.2. Protocoles d'EMR .....	25
II.3. Effets du masque facial sur l'ATM .....	26
II. Autres appareils proposés pour le traitement orthopédique précoce .....	28
II.1. Fronde mentonnière.....	28
II.2. Casque orthodontique mandibulaire.....	30
II.3. Appareil fonctionnel régulateur de Fränkel.....	28
II.4. Appareil Tandem traction bow et appareil mandibular retractor.....	30
II.5. Autres appareils fonctionnels.....	31
Place de l'ancrage squelettique dans le traitement de la classe III.....	35
Synthèse des recommandations.....	43
Méthodologie d'élaboration et participants.....	50

## INTRODUCTION

Au-delà des mouvements dentaires visant à rétablir une occlusion dentaire équilibrée, les orthodontistes se sont longtemps interrogés sur la capacité de leurs thérapeutiques à influencer voire modifier la croissance des maxillaires afin d'obtenir des relations squelettiques proportionnées et limiter les compensations alvéolo-dentaires.

Dans la prise en charge d'une malocclusion de classe III, ce questionnement est particulièrement pertinent et plus d'une centaine d'années de recherches, basées sur des études visant à modifier les rapports squelettiques durant la croissance, ont tenté d'y apporter une réponse.

Les résultats obtenus et leur variabilité ont conduit les professionnels à adopter diverses approches thérapeutiques.

La dysmorphose squelettique de classe III peut se traduire en clinique par une rétromaxillie (rétrognathie maxillaire) souvent associée à une endognathie, par une promandibulie (prognathie mandibulaire) ou par l'association des deux. Des problèmes alvéolo-dentaires sont associés : occlusion antérieure en bout à bout ou occlusion inversée antérieure et/ou postérieure. Des problèmes esthétiques liés à un profil concave et des problèmes fonctionnels avec une fonction limitée aux mouvements verticaux peuvent également être observés. Les composantes squelettiques et dentaires d'une malocclusion de classe III sont identifiées en général dès l'enfance et tendent à s'aggraver avec la croissance.

Comme pour l'ensemble des malocclusions et des dysmorphies dento-faciales, l'origine de ces malocclusions de classe III est multifactorielle et résulte d'une interaction entre des facteurs innés ou génétiques et des facteurs environnementaux (par ex, habitudes nocives, troubles ventilatoires...).

Leur gravité diffère, allant de problèmes strictement dento-alvéolaires avec, dans certains cas, une déviation antérieure fonctionnelle de la mandibule jusqu'à de vrais problèmes squelettiques caractérisés par des dysmorphoses maxillo-mandibulaires sévères.

Le diagnostic différentiel chez le jeune enfant est essentiel pour orienter la décision thérapeutique.

Les objectifs du traitement interceptif sont nombreux :

- Prévenir ou réduire les effets indésirables d'une malocclusion de classe III au niveau dentaire, articulaire et au niveau des tissus mous ainsi que les effets négatifs psychosociaux.
- Créer un environnement favorable pour la croissance et améliorer les relations occlusales en corrigeant l'occlusion inversée et l'esthétique faciale.
- Réduire la complexité du traitement orthodontique et/ou chirurgical après la fin de la croissance.

Toutefois, le traitement précoce peut, pour certains, être discutable en raison de son manque de prédictibilité.

Récemment, le traitement orthopédique avec ancrage squelettique a été proposé, en alternative au traitement orthopédique conventionnel, dans certaines indications.

**Ces recommandations visent à répondre aux questions suivantes :**

- Quels sont les différents types de classe III pouvant bénéficier d'un traitement précoce ?
- Les résultats de ce traitement précoce sont-ils prédictibles ?
- Quelles sont les différentes approches thérapeutiques précoces, leurs indications et leur efficacité ?
- Quelles sont les modalités du traitement : début d'initiation, durée, type d'appareil ?
- Quelle est la place de l'ancrage squelettique dans le traitement orthopédique précoce ?

**Ces recommandations s'adressent aux praticiens en ODF et en ODMF.**

## **ABBREVIATIONS**

AE: Accord Experts

ANAES : Agence Nationale d'Accréditation et Evaluation en Santé

ATM: Articulation Temporo-Mandibulaire

CBCT: Cone Beam Computed Tomography

CVS: Cervical Vertebral State

DTM : Dysfonctions Temporo Mandibulaires

ECR : Etude Contrôlée Randomisée

ECNR : Etude Contrôlée Non Randomisée

EM : Expansion Maxillaire

EMR : Expansion Maxillaire Rapide

FFO : Fédération Française d'Orthodontie

GHR : Growth Hormon Receptor

GTRV : Growth Treatment Response Vector

GT : Groupe de Travail

HAS : Haute Autorité de Santé

CCI : Coefficient de Corrélation Intra-class

MCV : Maturation Cervicale Vertébrale

MF : Masque Facial

OC : Occlusion Centrée

ODF : Orthopédie Dento-Faciale

ODMF : Orthopédie Dento-Maxillo-Faciale

RBP : Recommandations de Bonne Pratique

RC : Relation Centrée

RR : Risque Relatif

SFODF : Société Française d'Orthopédie Dento-Faciale

SFSCMFCO : Société Française de Stomatologie, Chirurgie Maxillo-Faciale et Chirurgie Orale

SMODMF : Société Médicale d'Orthopédie Dento-Maxillo-Faciale

## Diagnostic différentiel des classes III

### I. Conduite du diagnostic en orthodontie : Rappel des recommandations de bonne pratique

Pour rappel, la FFO dans ses recommandations 2017<sup>1</sup> concernant la pertinence et les indications des actes d'orthodontie stipule :

- « La démarche diagnostique s'appuie sur l'anamnèse, l'examen clinique exo et endo-buccal et l'examen fonctionnel. Des examens et des données complémentaires, photographies, moulages dentaires en plâtre ou numériques et radiographies sont recommandés en présence d'une anomalie, d'une malocclusion ou d'une dysmorphose, pour affiner le diagnostic et planifier le traitement ».
- « Au-delà des examens radiographiques de base tels que la radiographie panoramique et/ou la radiographie intra-orale utilisées pour évaluer et dépister des anomalies des dents et des structures associées, le recours à des examens téléradiographiques est recommandé pour préciser les dysmorphoses et planifier le traitement. Le CBCT peut être recommandé dans certaines indications afin d'optimiser la prise en charge (voir recommandations spécifiques FFO 2017 indications du CBCT en orthodontie<sup>2</sup>) ».
- « Afin de mieux appréhender le besoin de traitement, il est recommandé que l'orthodontiste s'appuie sur des critères objectifs morphologiques en lien avec la malocclusion et sur les risques médicaux potentiellement associés (conséquences sur la santé orale et générale). Il est également recommandé de prendre en compte la propre perception du patient sur sa malocclusion afin de mieux appréhender les conséquences sur la qualité de vie du patient ».
- « Il est recommandé de surveiller l'éruption et le développement des dentures temporaire et mixte afin de pouvoir dépister précocement des anomalies dentaires, des malocclusions, la présence de dysfonctions et d'habitudes nocives déformantes (par ex, tics de succion), des problèmes au niveau des voies aériennes, et des dysmorphoses squelettiques en développement. Des mesures préventives ou interceptives pour guider la croissance faciale et prévenir des complications et l'aggravation de dysfonctions (mastication, respiration, déglutition, phonation, position de la langue) peuvent être recommandées ».

La FFO<sup>1</sup> souligne d'autre part la pertinence de la prise en charge des classes III :

- Dans le cadre de la prise en charge pluridisciplinaire des troubles ventilatoires, le traitement orthodontique par EMR est recommandé lorsque le diagnostic d'étréitesse maxillaire basale a été posé chez l'adulte et chez les enfants en période de croissance.

- Afin de normaliser la croissance physiologique des maxillaires, l'efficacité et la performance masticatoire et afin d'améliorer la qualité de vie du patient (dimensions émotionnelles et sociales), il est recommandé de traiter les occlusions inversées antérieures.
- Dans les cas sévères d'occlusion inversée antérieure, le traitement orthodontique est recommandé pour prévenir des traumatismes de la muqueuse et des lésions parodontales des dents.

## II. Diagnostic différentiel des malocclusions de classe III

La conduite du diagnostic différentiel des occlusions inversées antérieures constitue la première étape de la prise en charge des classes III avec l'évaluation de la sévérité de la malocclusion.

Les malocclusions de classe III peuvent se traduire par des problèmes simplement dento-alvéolaires associant une classe III molaire, un surplomb négatif avec des rapports incisifs en bout à bout ou une occlusion inversée antérieure ou encore par des problèmes squelettiques plus complexes.

La classification de Park et Baik<sup>3</sup> basée sur la position du maxillaire par rapport au reste du squelette cranio-facial distingue 3 types de dysmorphoses de classe III squelettique : type A : prognathisme mandibulaire vrai soit maxillaire normal et croissance mandibulaire excessive (promandibulie) ; type B : bi-prognathie avec croissance excessive du maxillaire et de la mandibule et occlusion inversée antérieure ; type C : hypo-développement du maxillaire avec occlusion inversée antérieure. Le type C peut être traité par un traitement orthodontique de compensation.

Le déficit dans la croissance maxillaire et l'excès de croissance mandibulaire ou la combinaison des 2 peuvent être associées à des malformations verticales (par ex, supraclusion) et transversales (par ex, endognathie maxillaire).

Afin de différencier les vraies classes III squelettiques des classes III fonctionnelles et dentaires et ainsi identifier les patients susceptibles de bénéficier d'un traitement orthopédique précoce, différentes étapes sont nécessaires : évaluation héréditaire ou génétique à l'aide d'un questionnaire sur les antécédents familiaux de classe III, évaluation fonctionnelle, évaluation clinique du profil, évaluation dentaire et analyse céphalométrique<sup>4, 5</sup>.

L'évaluation clinique conduite avec le patient assis, tête en position normale, analyse les proportions faciales sagittales et verticales. L'évaluation du profil recherche la position de la mandibule et du maxillaire dans le plan antéro-postérieur en traçant une ligne de la pointe du nez vers la base de la lèvre supérieure et une autre de ce point en descendant vers le menton. Un profil droit ou concave indique une relation squelettique de classe III chez les jeunes patients. Les asymétries transversales faciales et dentaires sont également évaluées.

L'examen clinique de la face chez le jeune enfant porteur de classe III révèle la présence d'un sillon nasogénien marqué, c'est-à-dire une région paranasale ou nasogénienne creuse, alors que normalement chez l'enfant il n'existe pas de dépression à cet endroit<sup>6</sup>.

L'examen clinique évalue également l'ATM, les tissus mous et durs intra-oraux ainsi que l'occlusion inversée antérieure pour déterminer si la relation molaire de classe III s'accompagne d'un surplomb négatif. Un surplomb positif ou une relation incisive en bout à bout avec des incisives mandibulaires inclinées vers l'arrière atteste en général d'une classe III compensée.

L'évaluation fonctionnelle recherche la présence d'une déviation, lors de la fermeture mandibulaire, de l'occlusion centrée (OC) ou de la relation centrée (RC). La position de convenance de la mandibule peut résulter de contacts dentaires anormaux dits prématurés qui forcent la cinétique mandibulaire vers l'avant par proglissement. La suppression du proglissement entre l'OC et l'occlusion de convenance permettra de poser le diagnostic différentiel entre une simple malocclusion de classe I ou une classe III compensée. Dans ces cas, la correction précoce créera des conditions favorables pour la croissance à venir.

L'examen approfondi des fonctions (mastication, respiration, déglutition, phonation) et des postures (labiale, linguale, pharyngée, crano-rachidienne) est fondamental et une attention particulière doit être apportée à la façon dont l'enfant se comporte, parle, évolue, propulse, respire<sup>6</sup>.

L'évaluation clinique doit permettre de dépister, dès le plus jeune âge, des dysfonctions (ventilation, mastication...) et des anomalies de posture impactant la direction de croissance et concourant au développement des anomalies squelettiques. Des troubles de la ventilation avec une hypertrophie amygdalienne isolée chez des enfants avec une respiration buccale<sup>7</sup>, ou encore avec une hypertrophie amygdalienne et une posture antérieure de la langue<sup>8</sup>, ont été observés de façon significative chez les sujets ayant une classe III squelettique.

Des particularités anatomiques, telles que la présence d'un frein lingual court réduisant la mobilité de la langue, ont été également observées chez des jeunes patients avec un type classe III squelettique<sup>9</sup>.

L'analyse céphalométrique prend en compte les relations entre le maxillaire et la mandibule et les relations de chacun d'entre eux avec la base antérieure du crâne.

L'analyse de la longueur du Wits est pour certains une aide à la décision<sup>10</sup>.

Des auteurs, afin de mieux appréhender le taux et la direction de croissance individuelle ainsi que le pronostic du traitement, se sont basés sur l'évaluation céphalométrique en sélectionnant différentes variables céphalométriques pour réaliser des modèles de prédiction (voir chapitre suivant).

L'analyse céphalométrique architecturale peut être complétée par une analyse structurale des tissus durs squelettiques et mous adjacents afin de mieux appréhender les postures et le fonctionnement des lèvres, de la langue, du voile et du pharynx<sup>6</sup>.

#### **Recommandation 1 / AE**

Les classes III ont des origines et des formes cliniques variées. La démarche diagnostique doit différencier la part du squelettique, du dento-alvéolaire et du fonctionnel afin d'orienter la décision thérapeutique.

### Recommandation 2 / AE

Pour conduire le diagnostic différentiel, plusieurs étapes sont nécessaires : questionnaire sur les antécédents familiaux de classe III, évaluation fonctionnelle, exploration de la cinématique mandibulaire, examen clinique extra-oral, évaluation dentaire (relation molaire et incisive), analyse radiologique structurale et analyse céphalométrique des dysmorphoses.

### Recommandation 3 / AE

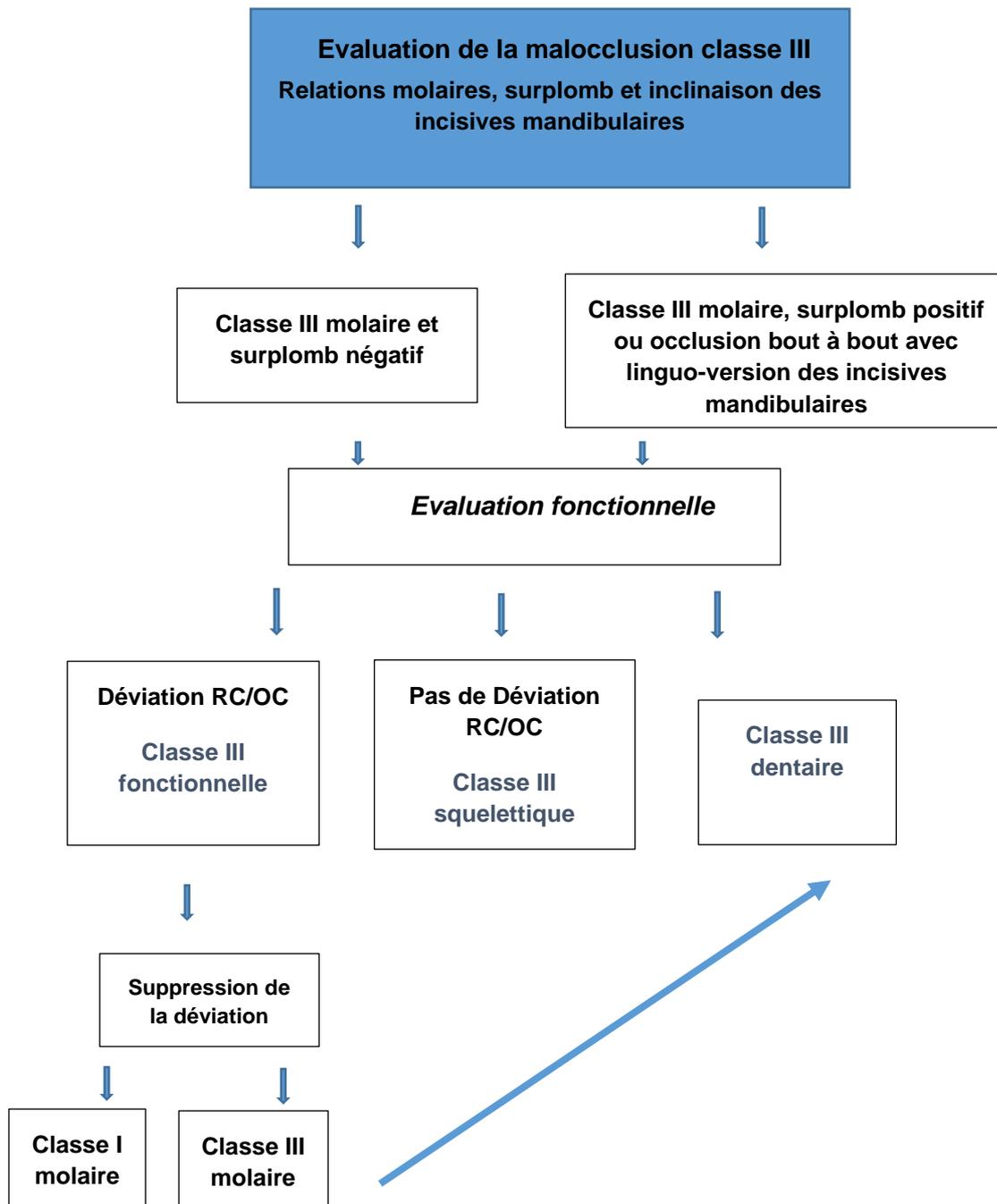
La correction précoce des dysfonctions crée des conditions favorables pour la croissance maxillaire.

Il est recommandé de dépister précocement la présence de troubles de la ventilation nasale, de dysfonctions linguales et des facteurs anatomiques aggravants (par ex, hypertrophie amygdalienne, frein lingual court...) ainsi que la présence d'une déficience masticatoire marquée et d'habitudes nocives déformantes (par ex, tics de succion, persistance de tétine et biberon...).

## REFERENCES

- 1- FFO. Juillet 2017. Recommandations de bonne pratique. Pertinence et indications des actes d'orthodontie
- 2- FFO. Mai 2017. Recommandations de bonne pratique. Indications et champ d'application du Cone Beam (CBCT) en Orthodontie.
- 3- Park JU, Baik SH. Classification of Angle Class III malocclusion and its treatment modalities. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 2001; 16(1):19–29.
- 4- Ngan P. Early treatment of Class III malocclusion: is it worth the burden? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(4): S82–S85.
- 5- Zere et al. Developing Class III malocclusions: challenges and solutions. Review. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry* 2018:10 99–116
- 6- Vesse M: Classes III squelettiques. *Enc. Med-Chir (Elsevier Paris) Odontologie/ Stomatologie* 23 472-G-10, 2007, 33 p.
- 7- Franco LP, Souki BQ, Cheib PL, Abrão M, Pereira TB, Becker HM, Pinto JA. Are distinct etiologies of upper airway obstruction in mouth-breathing children associated with different cephalometric patterns? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2015 Feb; 79(2): 223-8 doi: 10.1016/j.ijporl.2014.12.013. Epub 2014 Dec 19.
- 8- 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 May; 151(5): 929-940 doi: 10.1016/j.ajodo.2016.10.027.
- 9- Jang SJ, Cha BK, Ngan P, Choi DS, Lee SK, Jang I. Relationship between the lingual frenulum and craniofacial morphology in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Apr; 139(4 Suppl):e361-7 doi: 10.1016/j.ajodo.2009.07.017.
- 10- Stellzig-Eisenhauer A, Lux CJ, Schuster G. Treatment decision in adult patients with Class III malocclusion: orthodontic therapy or orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 12 :27-38.

## Schéma 1: Conduite du diagnostic différentiel



## Pronostic d'un traitement précoce de la classe III

Le pronostic d'un traitement précoce de la classe III est lié à plusieurs facteurs : le moment auquel le traitement est initié soit l'âge et la maturation osseuse, les données céphalométriques, le caractère génétique ou non de la classe III et la normalisation des fonctions.

L'analyse de la croissance avec l'estimation de la croissance résiduelle est indispensable avant d'entreprendre le traitement. Des prédictors céphalométriques de succès du traitement peuvent être proposés.

### I. Analyse de la croissance et maturation osseuse

Une vaste étude transversale<sup>1</sup> incluant 1091 patients (caucasiens, 560 femmes, 531 hommes) non traités, a analysé l'évolution de la dysmorphose à 6 périodes consécutives, la maturation des vertèbres cervicales servant d'indicateur de croissance. Elle a mis en évidence une aggravation de la classe III durant la croissance avec une persistance de ce type de croissance au-delà du pic de croissance, à l'adolescence, soit une longue période de croissance mandibulaire active et une absence de rattrapage de la croissance maxillaire. Un changement significatif dans la longueur mandibulaire a été observé dans l'intervalle CVS4-CVS5 (environ 6 mm) et dans l'intervalle CVS5-CVS6 (environ 7mm). Le pic pubertaire dans la croissance mandibulaire a été observé entre 11 ans 4 mois et 12 ans 10 mois pour les filles et entre 12 ans 8 mois et 14 ans 2 mois pour les garçons.

Une direction plus verticale de la croissance faciale, avec une augmentation des mesures verticales à la fois squelettiques et dento-alvéolaires, a été également observée à la fin de l'adolescence, dans la période post-pubertaire, à la fois chez les filles et les garçons.

Cette aggravation de la classe III avec la croissance et sa persistance au-delà du pic de croissance ont conduit les auteurs à recommander de prendre en compte ce type de croissance prolongée pour la durée de contention et pour choisir le bon moment d'évaluation de la stabilité du traitement.

Des résultats comparables sont rapportés dans une étude longitudinale rétrospective<sup>2</sup> incluant 103 patients (69 filles et 34 garçons) et analysant les indices de maturation osseuse obtenus avec l'analyse du stade de développement des vertèbres cervicales et les différents stades de maturation des cartilages de la main et du poignet. Cette étude a mis en évidence des corrélations significatives entre les stades de Björk, MP3=, MP3 cap et MP3 U et les stades de Lamparski CVS 2, CVS 3-4 et CVS 5-6. Les résultats obtenus ont montré une augmentation significative des longueurs mandibulaires dans l'intervalle CVS 4 -CVS 5 soit au stade de croissance staturale pubertaire avec une poursuite de la croissance mandibulaire après le stade MP3 U ou CVS5.

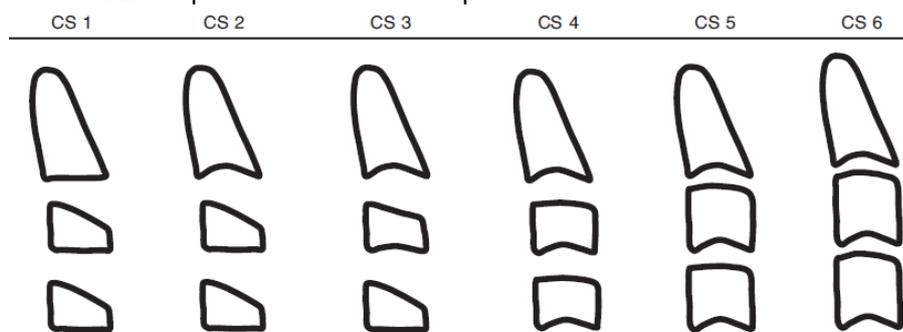
Dans l'ensemble, les études (voir chapitre traitements) montrent que le traitement orthopédique doit être initié avant que la croissance soit achevée, en denture temporaire ou en denture mixte.

Après la fin de la croissance, les possibilités thérapeutiques chez l'adolescent sont limitées à un traitement orthodontique de compensation en une étape ou à un traitement ortho-chirurgical.

Le choix du bon moment pour intervenir doit se baser sur des indicateurs radiologiques permettant d'identifier les stades prépubertaires, pubertaires et postpubertaires tels que la maturation vertébrale cervicale<sup>3</sup>, la maturation de la main/poignet<sup>4</sup> et la maturation de la phalange intermédiaire du 3<sup>ème</sup> doigt<sup>5</sup>.

Des auteurs<sup>6</sup> ont récemment rédigé un guide clinique à destination des orthodontistes permettant l'évaluation dans la pratique quotidienne de la maturation osseuse par la méthode MCV (maturation cervicale vertébrale). Ce guide s'appuie sur la morphologie et les 6 stades de maturation de C2, C3 et C4 visualisées sur une téléradiographie de profil (voir schéma 2). La première étape consiste à évaluer le bord inférieur des corps vertébraux (plats ou concaves) et la seconde étape la forme de C3 et C4. La forme des corps vertébraux se modifie selon une séquence type, allant d'une forme horizontale trapézoïdale à rectangulaire et carrée et une forme verticale rectangulaire. Les stades cervicaux (CS) 1 et 2 sont considérés prépubertaires, CS3 et CS4 pubertaires et CS5 et CS6 postpubertaires.

**Schéma 2** : Représentation schématique des 6 stades de la maturation cervicale vertébrale



## II. Prédicteurs céphalométriques de succès

Le pronostic du traitement orthopédique est lié à la croissance mandibulaire résiduelle. Si une croissance défavorable est attendue, une récurrence des dysmorphoses précédemment corrigées peut survenir.

Bjork<sup>7</sup> en se basant sur une simple analyse céphalométrique a défini 7 signes structuraux dénotant une croissance excessive mandibulaire avec une rotation durant l'étape précoce de développement. Ces signes sont l'inclinaison de la tête condylienne, la courbe du canal mandibulaire, la forme du bord inférieur de la mandibule, la largeur de la symphyse, l'angle inter-incisif, l'angle inter-molaire, la hauteur antérieure de la partie basse faciale.

Quand bien même les 7 signes de la rotation mandibulaire sont retrouvés, prévoir la croissance mandibulaire reste très difficile. Des variations du moment, du degré et de la direction de croissance mandibulaire augmentent la difficulté de prédiction. Ces variations indiquent également que le succès du traitement doit être apprécié après la croissance cranio-faciale et non pas après le pic pubertaire.

Beaucoup d'études ont évalué le succès du traitement avant la fin de la croissance et chacune a utilisé des critères de succès et des populations différentes ; ainsi, les prédicteurs céphalométriques de succès à long terme et leur prédictibilité restent controversés.

Plusieurs prédicteurs et modèles de prédiction ont été proposés (tableau 1 et 2). Les auteurs à l'aide d'un modèle de prédiction, sélectionné et appliqué individuellement à un patient avant le traitement, calculent un score absolu de prédiction permettant d'établir le pronostic en termes de stabilité ou d'instabilité des résultats de traitement d'après le score critique relatif proposé par le modèle.

Une revue systématique<sup>8</sup> a retenu 14 études évaluant des prédicteurs de succès avec un traitement orthopédique/orthodontique conduit durant l'enfance et l'adolescence et ce, afin de mieux discerner les patients pour lesquels une chirurgie orthognathique serait plus appropriée. Cette revue, ayant pour objectif d'évaluer la fiabilité des prédicteurs proposés, a identifié 38 différents prédicteurs de résultats du traitement, 35 céphalométriques dont 20 linéaires, 13 angulaires et 2 rapports ainsi que 3 provenant de l'étude des modèles.

Elle a mis en évidence des modèles de prédiction basés sur 3-4 prédicteurs dans la plupart des études. Les prédicteurs identifiés dans plus d'une étude étaient : l'analyse de Wits dans 3 études, l'angle goniale le plus fréquemment retrouvé (5 études, soit seulement dans 36% des études) ainsi que dans 2 études : la longueur mandibulaire (Co-Pog), la longueur ramus mandibulaire (Co-Goi), l'angle ANB, la supraclusion, l'angle AB-MP et la relation base apicale. Le calcul de la prédiction était basé sur la même méthode dans toutes les études, sauf une. Lors de l'évaluation des résultats à long terme, les patients étaient divisés en deux groupes (succès versus récurrence) ou 3 groupes (succès versus incertain versus récurrence, ou grandement amélioré versus amélioré versus pire/pas de différence) reflétant les différents résultats thérapeutiques obtenus. Puis des variables, en général prétraitement, corrélées avec le succès ou la récurrence étaient retenues et des analyses discriminantes ou de régression étaient conduites pour identifier les variables céphalométriques ayant la plus haute valeur prédictive (modèle de prédiction).

Une approche différente a été proposée en évaluant les analyses céphalométriques juste après la première phase de traitement (EMR+MF) et lors du suivi (3-4 ans). Sur la base des résultats céphalométriques obtenus lors du suivi et après le traitement, les auteurs<sup>9</sup> ont développé le « Growth Treatment Response Vector » (GTRV), un rapport des changements de croissance horizontale maxillaire et mandibulaire en traçant 2 lignes, à partir du point A et du point B, perpendiculaires au plan occlusal (ligne tracée entre le bord libre de l'incisive maxillaire et la pointe cuspidienne mésio-vestibulaire de la molaire maxillaire). Ce rapport apporte des informations sur le degré et la direction de croissance et aide les cliniciens à décider si un traitement orthodontique de compensation ou une chirurgie orthognathique est requis.

Les études étant fort hétérogènes et à haut risque de biais, avec des modèles de prédiction différents et une grande variété de prédicteurs retenus, les auteurs de la revue<sup>8</sup> ont conclu qu'il était difficile de proposer un prédicteur universel de résultats de traitement des malocclusions de classe III.

Des études ultérieures ont proposé d'autres modèles de prédiction et pour certaines, les ont comparés à des modèles antérieurs.

Une étude<sup>10</sup> a conduit une analyse discriminante avec les paramètres céphalométriques retenus en début de traitement ; elle a identifié 2 paramètres prédicteurs de résultats défavorables soit une augmentation de la hauteur de la partie basse de la face associée à une

réduction de l'angle entre l'axe du condyle et le plan mandibulaire (CondAx.MP). La probabilité de prédire le traitement était estimée par les auteurs à 88.5%.

Une étude ultérieure<sup>11</sup> a proposé un autre modèle de prédiction en retenant 3 prédicteurs : analyse de Wits, angle articulaire, angle AB-MP. En comparant rétrospectivement les données initiales des groupes succès et échec, le groupe succès avait des distances plus courtes entre ANS, point A, point B et HRP-Pog, une valeur de Wits plus élevée, des distances N-ANS et M-Me plus courtes, un angle articulaire et un angle AB-plan mandibulaire plus grands. Après le traitement, la plupart des paramètres n'étaient pas significativement différents.

Les auteurs ont conclu que le pronostic était plus favorable avec une valeur de Wits plus élevée, un angle articulaire et un angle AB-plan mandibulaire plus importants soit pour un type squelettique hypodivergent ou en supracclusion.

Les résultats obtenus avec ce modèle<sup>11</sup> ont montré une prédiction de succès de 62.3%, inférieure aux prédictions de succès obtenues avec 4 autres modèles proposés dans des études antérieures<sup>12-15</sup> et respectivement évaluées à 83.3%, 84.4%, 87.5% et 91.1% (tableau 1). Les auteurs<sup>11</sup> ont estimé que les différences de prédiction obtenues étaient liées à des différences dans les critères de succès choisis et les caractéristiques des patients ; les résultats de prédiction des différents modèles ont été recomparés en appliquant la propre population de patients de l'étude aux 4 autres modèles. Les valeurs de prédiction étaient alors comparables et estimées entre 61.0% et 64.4%.

Selon les études, différents prédicteurs céphalométriques de résultats défavorables ont été retenus :

- Un ramus mandibulaire long ou une hauteur faciale postérieure augmentée (Co-Goi), une angulation de la base crânienne plus importante (Ba.T.SBL) et un angle entre le plan mandibulaire et la base du crâne augmenté (PM.SBL)<sup>12</sup>.
- Une distance condyle à la base du crâne plus courte, une longueur du ramus plus courte, une longueur mandibulaire plus longue et un angle goniale augmenté<sup>14</sup>.

Dans une autre étude<sup>15</sup>, l'angle goniale et l'angle entre le plan mandibulaire (Go-Me) et la relation antéro-postérieure entre le maxillaire et la mandibule (AB) ont été retenus comme prédicteurs céphalométriques.

**Tableau 1 : Résultats comparatifs de prédiction, avant traitement et après la contention**

Auteur Année	N	Résultats prédiction T0	Résultats Succès versus échec	Fiabilité de la prédiction		Prédiction (avec Population Choi)	
				Exact	Non exact	Exact	Non exact
Bacetti 2004	42	Favorable Défavorable	86.7% (n=26) vs 25.0% (n=3) 13.3% (n = 4) vs 75.0% (n=9)	83.3% (n=35)	16.7% (n=7)	62.7% (n=37)	37.3% (n=22)
Ghiz 2005	64	Favorable Défavorable	95.5% (n=42) vs 30.0% (n=6) 4.5% (n=2) vs 70.0% (n=14)	87.5% (n=56)	12.5%(n=8)	61.0% (n=36)	39.0% (n=23)
Moon 2005	45	Favorable Défavorable	90.0% (n=27) vs 6.7% (n =1) 10.0% (n=3) vs 93.3% (n=14)	91.1% (n=41)	8.9% (n=4)	62.7% (n=37)	37.3% (n=22)
Yoshida 2006	32	Favorable Défavorable	70.8% (n = 17) 42.9% (n = 15) 29.2% (n = 7) 57.1% (n = 20)	84.4% (n=16)	15.6%(n=16)	64.4% (n=38)	35.6% (n=21)
Choi 2017	59	Favorable Défavorable	86.5% (n=32) vs 77.3% (n=17) 13.5% (n=5) vs 22.7% (n=5)	62.7% (n=37)	37.3%(n=22)	62.7% (n=37)	37.3%(n=22)

N : nombre de patients

**Tableau 2** : Exemples de modèles de prédiction

Auteur Année	Modalités	Modèles de prédiction
Bacetti 2004	EMR+ Masque facial	Score individuel = 0.282 (Co-Goi) + 0.205 (Ba-T-SBL) + 0.120 (ML-SBL) = 29.784. Scores discriminants : groupe succès= -0.542 ; groupe échec = 1.355; critical score = 0.4065.
Ngan 2004	EMR+ Masque facial	$GTRV = \frac{\text{horizontal growth changes of the maxilla}}{\text{horizontal growth changes of the mandible}}$ 0.33<GTRV<0.88 : probabilité de succès traitement orthodontique par compensation GTRV<0.38 : risque future chirurgie
Ghiz 2005	EMR+ Masque facial	$P = 1 / \{1 + \text{Exp}(-L)\}$ P est la probabilité de succès du traitement et $L = 30.557 + 0.196 (\text{Co-GD}) - 0.129 (\text{Co-Pg}) + 0.162 (\text{Co-Goi}) - 0.206 (\text{Ar-Goi-Me})$
Moon 2005	Fronde mentonnière	Score individuel= 0.290 (AB -mandibular plane angle) – 0.501 (N-perpendicular à point A) – 18.349: > 0.752 : bon pronostic ; <-0.904 : faible stabilité occlusale
Yoshida 2006	EMR+ Masque facial	$Z = -0.197 (\text{ANS-Me}) - 0.125 (\text{gonial angle}) + 28.5$ : score critique : -0.098.
Choi 2017	Masque facial	P est la probabilité de succès du traitement et $L = -17.409 + 0.122 (\text{AB - MP angle}) + 0.254 (\text{Wits}) + 0.086 (\text{articular angle})$ . $P = \frac{\text{Exp}(L)}{1 + \text{Exp}(L)}$ Score critique entre les 2 groupes : 0.725. Pronostic favorable P=0.725

Co, Condylion ; Ba, Basion ; Goi, Gonial intersection ; Me, Menton ; Po, Pogonion ; N, Nasion ; Or, Orbitale ; Go, Gonion ; Ar, Articulaire ; ANS, Anterior nasal spine. Lignes: SBL, Stable basal line; ML, Mandibular line; Nperp, N perpendicular line. N-Me (anterior facial height), S-Go (posterior facial height), PP-MP (palatal plane angle), SN-MP (mandibular plane angle), N-S-Ar (saddle angle), S-Ar-Go (articular angle), Ar-Go-Me (gonial angle), N-A-Pog (facial convexity angle), AB-NPog (AB plane angle)

Une étude ultérieure<sup>16</sup> a évalué l'accord en termes de pronostic entre 3 des modèles de prédiction précédemment cités <sup>1,2,3,15</sup>. Le pourcentage global d'accord était de 77.3% pour les modèles 2 et 3 et de 89.3% pour les modèles 1 et 2 et les coefficients correspondants kappa évalués entre 0.099 (modèles 1 et 3) et 0.205 (modèles 2 et 3). Les auteurs ont conclu que l'accord entre ces modèles pour prédire la stabilité et l'instabilité à long terme des traitements était partiel et insatisfaisant quand bien même une association significative entre les scores de prédiction souligne des traits biologiques communs entre les modèles de prédiction.

Enfin, des données rétrospectives récentes<sup>17</sup> ont mis en évidence des changements squelettiques verticaux à long terme après le masque facial /contention, associés à la sévérité de la malocclusion squelettique de classe III, à l'angle plan mandibulaire au début du traitement ainsi qu'au degré de croissance maxillaire vers l'avant durant le traitement et la période de contention. L'angle AB-MP augmenté en début de traitement était un prédicteur significatif (p=.038) de changement de la dimension squelettique verticale à court et long terme ce qui indique que les patients avec un prognathisme modéré et un angle plan mandibulaire réduit sont plus enclins à avoir une croissance verticale avec le traitement. Deux prédicteurs significatifs de rotation horaire mandibulaire étaient identifiés : un angle FMA élevé au départ (p=.007) et un changement de l'angle SNA au cours du traitement (p=.022).

### III. Tests génétiques

Des tests génétiques associés aux prédicteurs céphalométriques pourraient contribuer à affiner le pronostic. Les études menées sur des jumeaux et des familles ont mis en évidence le caractère génétique du prognathisme mandibulaire.

Une revue récente<sup>18</sup>, se basant sur 15 études, a identifié les loci portant des gènes conférant une susceptibilité au prognathisme mandibulaire : loci 1p36, 1q32.2, 1p22.3, 4p16.1, 6q25, 19p13, 14q24.3, 14q31.1 et 14q31.2. Les gènes identifiés semblant fortement associés au prognathisme mandibulaire sont : Matrilin-1, ADAMTS1, COL2A1 et EPB41 tandis que l'association avec GHR est controversée.

Une revue concomitante<sup>19</sup> a mis en évidence des résultats significatifs pour les loci suivants 1p22.1, 1p22.3, 1p32.2, 1p36, 3q26.2, 4p16.1, 6q25, 11q22, 12pter-p12.3, 12q13.13, 12q23, 12q24.11, 14q24.3 à 31.2, et 19p13.2 et pour les gènes suivants : MATN1, EPB41, GHR, COL2A1, COL1A1, MYO1H, DUSP6, ARHGAP21, ADAMTS1, FGF23, FGFR2, TBX5, ALPL, HSPG2, EVC, EVC2, the HoxC gene cluster, insulin-like growth factor 1, PLXNA2, SSX2IP, TGFB3, LTBP2, MMP13/CLG3, KRT7 et FBN3. Quant aux gènes MYH1, MYH2, MYH3, MYH7, MYH8, FOXO3, NFATC1, PTGS2, KAT6B, HDAC4 et RUNX2, ils semblent associés aux processus épigénétiques de régulation de l'expression du phénotype prognathisme mandibulaire.

#### **Conclusions de la littérature**

Les études montrent que le traitement précoce doit être mené en denture temporaire ou mixte, au stade prépubertaire, avant que la croissance soit achevée (méthodes d'évaluation de la maturation vertébrale cervicale, de la maturation de la main/poignet et de la maturation de la phalange intermédiaire du 3<sup>ème</sup> doigt).

Plusieurs prédicteurs céphalométriques de succès ou d'échec du traitement précoce des malocclusions de classe III sont analysés dans les études. Des modèles de prédiction basés sur ces variables céphalométriques, sont proposés.

En l'absence d'homogénéité des populations (ethnicité) et des méthodes utilisées (valeur critique de score, âge de l'évaluation/stade de croissance, critères de succès), il est difficile de comparer la fiabilité de ces modèles de prédiction ; leur accord quant à la prédictibilité du succès ou de l'échec à long terme du traitement reste encore partiel et insatisfaisant.

Les résultats permettent d'estimer la prédictibilité de succès entre 62.7% et 91%, la prédictibilité pour un pronostic défavorable étant relativement basse.

Les études montrent que la classe III squelettique avec prognathisme mandibulaire semble fortement associée à des composants génétiques. Etant donné la variété des populations étudiées et la dispersion des résultats, des recherches sont encore nécessaires pour mieux clarifier la composante génétique de la promandibulie.

A ce jour, aucun modèle de prédiction n'est vraiment validé.

#### Recommandation 4 /Grade C

Il est recommandé d'évaluer la maturation osseuse et de vérifier que la croissance ne soit pas achevée avant d'initier le traitement orthopédique de la malocclusion de classe III.

A cet effet, le recours à des indicateurs radiologiques (méthode d'évaluation de la maturation vertébrale cervicale, maturation de la main/poignet et maturation de la phalange intermédiaire du 3<sup>ème</sup> doigt) peut être utile en fonction de l'âge et du sexe de l'enfant.

#### Recommandation 5 / Grade C

A ce jour, aucun modèle de prédiction universel de résultats du traitement précoce des malocclusions de classe III ne peut être proposé et le choix d'un modèle de prédiction chez le jeune en cours de croissance reste empirique.

Il est toutefois recommandé de prendre en compte la sévérité de la classe III et son caractère génétique éventuel (prognathisme mandibulaire) avant de démarrer le traitement.

#### Recommandation 6 / AE

Il est recommandé que le praticien orthodontiste informe son patient de la difficulté de prédire les résultats du traitement à long terme.

## REFERENCES

- 1- Bacetti T, Franchi L, Mc Namara J: growth in untreated class III subject Sem Orthod 2007; 13: 130-142
- 2- Raberin M, Cozor I, Gobert-Jacquart S. « Les vertèbres cervicales : indicateurs du dynamisme de la croissance mandibulaire ? » Orthod Fr 2012; 83: 45-58
- 3- Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. Semin Orthod. 2005; 11:119–129.
- 4- Flores-Mir C and all. Use of Skeletal Maturation Based on Hand-Wrist Radiographic Analysis as a Predictor of Facial Growth: A Systematic Review Angle Orthod 2004; 74:118–124.)
- 5- Perinetti G. et al. Sagittal and vertical craniofacial growth and attainment of circumpubertal middle phalanx maturation (MPM) stages: A multiple regression study South European Journal of Orthodontics and Dentofacial Research. May 2018. DOI: 10.5937/sejodr5-17436
- 6- McNamara JA, Franchi Jr L. The cervical vertebral maturation method: A user's guide. Angle Orthod. 2018; 88:133–143.)
- 7- Bjork A. Prediction of mandibular growth rotation. Am J Orthod 1969; 55: 585-99
- 8- Fudalej P, Dragan M, Wedrychowska-Szulc B. Prediction of the outcome of orthodontic treatment of class III malocclusions— a systematic review. Eur J Orthod. 2011; 33:190–197.
- 9- Ngan P, Wei SHY. Early treatment of Class III patients to improve facial aesthetics and predict future growth. Hong Kong Dent J 2004; 1: 25-30.
- 10- Nardoni DN, Siqueira DF, Cardoso MA, Capelozza Filho L. Cephalometric variables used to predict the success of interceptive treatment with rapid maxillary expansion and face mask. A longitudinal study. Dental Press J Orthod. 2015 Jan-Feb; 20 (1): 85-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2176-9451.20.1.085-096.oar>

- 11- Choi Yoon Jeong, Chang Jeong Eun, Chooryung J. Chung, Ji Hyun Tahk and Kyung-Ho Kimb. Prediction of long-term success of orthopedic treatment in skeletal Class III malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 152: 193-203
- 12- Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. Cephalometric variables predicting the long-term success or failure of combined rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126:16-22.
- 13- Yoshida I, Yamaguchi N, Mizoguchi I. Prediction of post-treatment outcome after combined treatment with maxillary protraction and chin cap appliances. *Eur J Orthod* 2006; 28: 89-96.
- 14- Ghiz MA, Ngan P, Gunel E. Cephalometric variables to predict future success of early orthopedic Class III treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127: 301-6
- 15- Moon YM, Ahn SJ, Chang YI. Cephalometric predictors of long term stability in the early treatment of Class III malocclusion. *Angle Orthod* 2005; 75:747-53.
- 16- Perinetti G, Bertoli A, Dzemiđić V, Nakas E, Contardo L. Outcome stability of orthopaedic treatment of Skeletal Class III Malocclusion: A study of prognostic agreement between three models. *South Eur J Orthod Dentofac Res.* 2017; 4(2):20-25.
- 17- Kwak H, Park HJ, Kim YJ, Lee DY. Factors associated with long-term vertical skeletal changes induced by facemask therapy in patients with Class III malocclusion. *Angle Orthod.* 2018; 88:157–162.
- 18- Liu H, Wu C, Lin J, Shao J, Chen Q, Luo E. Genetic Etiology in Nonsyndromic Mandibular Prognathism. *J Craniofac Surg.* 2017 Jan; 28(1): 161-169.
- 19- Doraczynska-Kowalik A, Nelke KH, Pawlak W, Sasiadek MM, Gerber H. Genetic Factors Involved in Mandibular Prognathism. *J Craniofac Surg.* 2017 Jul; 28(5): 422-431.

## Traitement précoce de l'occlusion inversée antérieure non squelettique

Pour rappel, la FFO<sup>1</sup> dans ses recommandations 2017 concernant la pertinence et les indications des actes d'orthodontie stipule :

- « Avant de recourir au traitement orthodontique, il est recommandé de prendre en compte la présence de facteurs pouvant interférer sur l'efficacité du traitement : niveaux cognitif et émotionnel du patient, présence de parafunctions et d'habitudes de succion non alimentaires, implication du patient et des parents, compliance, maladies systémiques, pathologies congénitales ».
- « Afin de normaliser la croissance physiologique des maxillaires, l'efficacité et la performance masticatoire et afin d'améliorer la qualité de vie du patient (dimensions émotionnelles et sociales), il est recommandé de traiter les occlusions inversées antérieures. »

La correction de l'occlusion inversée antérieure est recommandée au stade de dentition temporaire ou mixte afin de limiter le risque d'aggravation et de survenue d'une classe III squelettique. L'occlusion inversée antérieure peut concerner une ou plusieurs incisives ; elle peut être associée à une déviation fonctionnelle et les contacts inter-incisifs ne sont possibles qu'en relation centrée.

Plusieurs modalités de traitement peuvent être proposées afin de corriger les occlusions inversées antérieures : appareils amovibles (plan incliné, plan incliné modifié, appareil de Hawley) ou appareils fixes multi-attaches<sup>2</sup>.

En 2011, une revue systématique<sup>3</sup> concluait qu'en l'absence d'ECR, il était difficile de comparer l'efficacité des appareils fixes ou amovibles. Depuis, des données contrôlées randomisées ont été rapportées<sup>4, 7</sup>.

Ainsi, une étude CR suédoise<sup>4</sup> avec 2 groupes parallèles (62 patients) a comparé l'efficacité des 2 modalités de traitement, amovible et fixe, de l'occlusion inversée antérieure (pas de composante squelettique angle ANB>0°), affectant 1 ou plusieurs incisives et associée à une déviation fonctionnelle en denture mixte. Les auteurs ont pris pour critères d'évaluation le taux de succès de la correction de l'occlusion inversée, la durée du traitement, les changements dans le surplomb, le recouvrement et la longueur d'arcade. La durée de traitement incluant les 3 mois de contention était significativement plus courte ( $p<0.05$ ) pour l'appareil fixe soit 5.5 mois ( $\pm 1.41$ ) versus 6.9 mois ( $\pm 2.8$ ) pour l'appareil amovible. L'augmentation du surplomb, de la longueur d'arcade incisive (distance en mm du bord incisif de l'incisive maxillaire en occlusion inversée antérieure à la tangente des pointes cuspidiennes mésio-vestibulaires des 1ères molaires maxillaires) et de la longueur d'arcade gingivale (distance en mm du bord gingival de l'incisive maxillaire en occlusion inversée antérieure à la tangente des pointes cuspidiennes mésio-vestibulaires des 1ères molaires maxillaires) était significativement plus importante avec l'appareil fixe (respectivement  $p<0.01$  et  $p<0.05$ ). Aucune différence significative entre les 2 traitements n'a été observée pour le recouvrement, la longueur d'arcade dentaire maxillaire totale ou maxillaire transversale.

Les mêmes auteurs ont évalué par questionnaire la qualité de vie, la douleur et l'inconfort<sup>5</sup>. Les réponses des 2 groupes de patients ne différaient pas significativement ; les 2 types de traitement étaient dans l'ensemble bien tolérés par les patients<sup>5</sup>. En considérant les résultats et les perspectives à court terme, les auteurs ont conclu que l'occlusion inversée antérieure

affectant 1 ou plusieurs incisives en denture mixte, associée à une déviation fonctionnelle peut être corrigée avec succès, par un appareil fixe ou amovible. Un suivi à 2 ans<sup>6</sup> a permis d'objectiver la stabilité des résultats obtenus à long terme et a conduit les auteurs à conclure que les 2 traitements, fixe ou amovible, pouvaient être recommandés.

Une étude CR ultérieure<sup>7</sup> a comparé 2 protocoles pour corriger l'occlusion inversée antérieure en denture mixte (2 groupes de 15 enfants chacun, âgés de 8 à 10 ans), plaque de morsure maxillaire amovible avec système de ressort (G1) versus cales de morsure en ciment ionomère renforcé de résine sur les premières molaires mandibulaires (G2).

Les résultats ont montré une augmentation significative du surplomb pour G1 et G2 (respectivement  $p < .001$  et  $p < .008$ ), des distances inter-canines maxillaires pour G1 ( $p < .006$ ) et mandibulaires pour G1 et G2 (respectivement  $p < .031$  et  $p < .005$ ) ainsi que de U1NA pour les 2 groupes (respectivement  $p < .002$  et  $p < .001$ ).

L'analyse comparative des résultats n'a pas mis en évidence de différence significative dans les résultats obtenus pour l'ensemble des variables évaluées : surplomb, périmètre arcade maxillaire, distances inter-canines maxillaires et mandibulaires, SNA, SNB, ANB et U1NA.

#### **Recommandation 7 /Grade B**

Pour corriger l'occlusion inversée antérieure en denture temporaire ou mixte, un traitement précoce par dispositifs fixe, amovible ou par l'utilisation de cales de libération occlusale est recommandé afin de limiter le risque d'aggravation et de survenue d'une classe III squelettique.

#### **Recommandation 8 / AE**

Afin d'optimiser le traitement, il est recommandé de corriger toute anomalie de fonction concomitante (ventilatoire, linguale etc).

## **REFERENCES**

- 1- FFO. Juillet 2017. Recommandations de bonne pratique. Pertinence et indications des actes d'orthodontie
- 2- Zere et al. Developing Class III malocclusions: challenges and solutions. Review. Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry 2018;10 99–116
- 3- Borrie F, David Bearn D. Early correction of anterior crossbites: a systematic review, Journal of Orthodontics, 2011, 38:3, 175-184, DOI: 10.1179/14653121141443
- 4- Wiedel AP, Bondemark L. Fixed versus removable orthodontic appliances to correct anterior crossbite in the mixed dentition—a randomized controlled trial. European Journal of Orthodontics, 2015, 123–127  
Doi: 10.1093/ejo/cju005
- 5- Wiedel AP, Bondemark L. Randomized controlled trial of self-perceived pain, discomfort, and impairment of jaw function in children undergoing orthodontic treatment with fixed or removable appliances. Angle Orthod. 2016; 86:324–330
- 6- Wiedel AP, Bondemark L. Stability of anterior crossbite correction: A randomized controlled trial with a 2-year follow-up. Angle Orthodontist, Vol 85, No 2, 2015
- 7- Miamoto CB, Leandro S. Marques, Lucas G. Abreu, and Saul M. Paiva. Comparison of two early treatment protocols for anterior dental crossbite in the mixed dentition: A randomized trial. The Angle Orthodontist : March 2018, Vol. 88, No. 2, pp. 144-150.

## Traitement orthopédique de la classe III squelettique : indications et modalités thérapeutiques

Une revue française<sup>1</sup> a rappelé les bases physiologiques du traitement orthopédique précoce des classes III en reprenant le concept thérapeutique développé par Delaire<sup>2</sup> et en l'illustrant à l'aide de cas cliniques.

Selon Delaire, le recours au traitement orthopédique précoce des classes III squelettiques s'appuie sur des bases physiologiques que sont le développement « adaptatif » de la base du crâne et le « concept cortical ». La croissance cervico-faciale présente des particularités avec 4 territoires de croissance individualisés. Deux d'entre eux se développent avant 6/7 ans selon la même chronologie et la même quantité que les éléments du système nerveux central situés à leur contact immédiat (croissance de type « neural »). Ce sont le territoire sphéno-ethmoïdal et le territoire occipital postérieur. Les deux autres territoires se développent jusqu'à la fin de la croissance staturale comme le reste du squelette. Il s'agit du territoire frontal antérieur et du territoire sphéno-basilaire. Le territoire frontal antérieur est situé entre le foramen caecum et le Nasion. Son développement est fortement influencé par les forces occlusales antéro-latérales qui lui sont transmises par les apophyses montantes maxillaires. Il est souvent insuffisant dans les classes III, suite aux troubles fonctionnels associés à ces dysmorphies.

Cette revue<sup>1</sup> souligne que la correction précoce (idéalement avant 6 ans, âge où les sutures crâniennes sont encore capables de répondre favorablement aux sollicitations dynamiques qui leurs parviennent) des anomalies occlusales, des troubles de la mastication (mastication + déglutition + mouvements des lèvres et des joues) et la suppression des troubles de la ventilation aérienne supérieure, peuvent relancer son accroissement. Le territoire sphéno-basilaire est étendu des processus clinoides postérieurs au Basion. Son développement est directement influencé par les postures cervico-céphaliques qui conditionnent aussi l'état du rachis cervical, du crâne et de la face. La normalisation précoce des troubles posturaux céphaliques, fréquents dans les classes III, contribue à leur correction.

Selon les auteurs le traitement le plus précoce possible des classes III est recommandé. La correction précoce des anomalies et des fonctions occlusales (et plus généralement oro-faciales et cervicales) améliore le développement de ces deux territoires et, dans les meilleurs cas, celui de l'ensemble du squelette cranio-facial.

Cette revue souligne également que les forces linguales et occlusales jouent un rôle essentiel dans le développement expansif du « complexe maxillaire » ce qui explique les effets et les possibilités des traitements orthopédiques précoces basés sur le rôle morphogénétique des tissus mous, des muscles et des fonctions. Comme pour le développement « adaptatif » de la base du crâne, le traitement le plus précoce possible des classes III est recommandé. La normalisation précoce des fonctions oro-faciales participera au développement normal du « complexe maxillaire » et à la stabilité du traitement orthopédique.

### I. Traitement orthopédique précoce avec masque facial/EMR

Le traitement orthopédique précoce de la classe III consiste en une protraction maxillaire soit à l'application d'une force dirigée antérieurement sur les sutures circum-maxillaires avec une

stimulation de l'apposition osseuse au niveau des sutures. Classiquement, la force est transférée à l'arcade maxillaire à l'aide d'un dispositif avec ancrage intra-oral collé sur les dents maxillaires.

Le masque facial est proposé pour les classes III avec une insuffisance de développement antéro-postérieur (sagittal) du maxillaire. Les rétromaxillies sont souvent associées à une insuffisance de développement transversal du maxillaire (endognathie) ; dans ces cas, l'avancement maxillaire à l'aide d'un masque extra-oral est associé à un protocole d'expansion maxillaire.

Le masque facial a été initialement décrit par Delaire<sup>3</sup> ; il est constitué d'un système d'ancrage intra-oral avec un arc scellé sur les secondes molaires temporaires ou les premières molaires permanentes maxillaires et si une disjonction maxillaire est requise, l'ancrage sera fourni par une gouttière rigide et collée sur les dents des secteurs latéraux, associée à un disjoncteur palatin.

L'objectif principal du masque facial est d'améliorer le déplacement vers l'avant du maxillaire grâce à la croissance des sutures. Il est donc important d'intervenir tant que la suture inter-maxillaire est active durant l'enfance (en moyenne 8-9 ans). Ainsi, la plupart des études préconisent la protraction maxillaire en denture temporaire, mixte, et permanente au stade précoce et recommandent le traitement orthopédique précoce de la malocclusion classe III squelettique avant le pic de croissance pubertaire car les problèmes peuvent s'amplifier durant cette période en l'absence de traitement.

Pour certains auteurs<sup>4</sup>, un suivi céphalométrique sur des téléradiographies de profil doit être conduit pendant 3-4 ans après la protraction pour calculer le ratio GTRV. L'analyse du ratio et vecteur de croissance apporte des informations sur la direction et la quantité de croissance afin de décider si la malocclusion de classe III peut être traitée par un traitement orthodontique de compensation ou par une chirurgie orthognathique.

Des revues systématiques et méta-analyses sur le traitement des malocclusions de classe III squelettiques ont été publiées ces dernières années (2013-2018). Elles ont pour objectif d'évaluer si le traitement précoce des malocclusions de classe III chez des patients en phase de croissance par un appareillage orthopédique, apporte des améliorations squelettiques, dentaires ou au niveau des tissus mous, par rapport à l'absence de traitement.

Pour chaque chapitre, les revues identifiées les plus récentes ont été retenues et analysées. Ces revues évaluent l'efficacité, à court et long terme, des méthodes orthodontiques/orthopédiques utilisées pour le traitement précoce des malocclusions de classe III squelettiques.

### ***1.1. Efficacité du masque facial/EMR***

#### **➤ Revues systématiques/méta-analyses**

Une revue systématique<sup>5</sup> a identifié 3 études contrôlées randomisées<sup>6-8</sup> évaluant l'efficacité du masque facial versus absence de traitement (tableau 3). Pour les 3 études, les résultats étaient en faveur du masque facial pour l'angle ANB (différence moyenne 3.90° ; IC95% [3,54-4,25], p=0.0001).

Une de ces études<sup>7</sup> a comparé les résultats obtenus avec le masque facial, associé ou non à une expansion ; elle n'a pas montré de différence significative entre les 2 groupes pour ANB (différence moyenne -0.13 ; IC95% [-0.60 à 0.34] p=0.59). Les auteurs ont conclu que l'EMR n'influçait pas le succès de la protraction.

Une autre de ces études<sup>8</sup> a évalué les résultats à plus long terme soit à 3 ans ; elle a mis en évidence une différence moyenne significative pour l'occlusion antérieure inversée (2,5mm ; IC95% [1,21-3,79], p=0.0001) et non significative pour les scores estime de soi et impact esthétique oral.

**Tableau 3** : Revue systématique/méta-analyse de Woon<sup>5</sup>

Auteur Année	Etudes retenues	Population	Critères de jugement	Résultats
Woon 2017	Recherche documentaire Jusqu'à avril 2016  3 ECR Xu Vaughan Mandall	141 patients  7-12 ans	ANB Correction surplomb inversé Piers-Harris score OASIS.	Pour les 3 études : Changement ANB significatif : 3.90° ; IC95% [3.54-4.25] ; p<0.0001 ; I <sup>2</sup> 82%  Etude de Mandall à 3 ans Correction surplomb inversé : 2,5mm ; IC95% [1,21-3,79], p=0.0001 Piers Harris score NS : DM : 0.60 ; IC95%, [-2.57-3.77] ; p=0.71 OASIS : NS ; DM : 3.40; IC95% [-7.99-1.19] ; p= 0.15

I<sup>2</sup> : hétérogénéité ; DM : différence moyenne ; OASIS : Oral Aesthetic Subjective Impact Score

En 2017, une autre revue systématique<sup>9</sup> a tenté de conduire une méta-analyse en incluant des ECR mais également des études non randomisées prospectives et rétrospectives.

Ces études (n=14) étaient hétérogènes au regard des critères d'inclusion (âge 5-13 ans) et des critères d'évaluation des résultats (critères basés uniquement sur des paramètres dentaires pour certaines études, données céphalométriques et évaluation des tissus mous (profil) pour d'autres. Les protocoles (avec ou sans traitement concomitant tel que des extractions ou un appareillage fixe), la durée de traitement, les forces appliquées et le temps de port étaient très différents selon les études.

Les résultats (tableau 4) ont mis en évidence des changements squelettiques sagittaux significatifs à court terme au niveau des angles ANB et SNA ainsi qu'une augmentation de la longueur maxillaire. Les paramètres SNB et longueur mandibulaire ont mis en évidence un contrôle significatif de la mandibule toutefois il est nécessaire de souligner l'influence de la rotation horaire de la mandibule qui peut augmenter le degré apparent d'effet sagittal. Une augmentation de la divergence mandibulaire était associée à un âge plus avancé.

Dans les études concernées, les résultats ont également montré une amélioration au niveau des tissus mous (changements positifs du profil et de la position de la lèvre supérieure) et au niveau dentaire avec une supraclusion diminuée et un surplomb corrigé.

Les auteurs ont toutefois conclu que les niveaux de preuve des études étaient pour la plupart faibles à modérés et qu'il n'était pas possible d'évaluer les résultats à long terme soit la stabilité et l'utilité du masque facial, en l'absence de données suffisantes.

**Tableau 4** : Résultats méta-analyse de Rondo<sup>9</sup>

<b>Résultats méta-analyse</b> <b>Masque facial versus absence de traitement (différence moyenne)</b>	
<b>Modifications squelettiques</b>	<p>208 patients versus 259  <b>ANB</b> : 3.65 (2.86-4.44) p&lt;0.001 ; I<sup>2</sup> : 89.6%  <b>SNA</b> : 2.09 (1.51-2.66) p&lt;0.001 I<sup>2</sup> : 87.3%  <b>SNB</b> : -1.49 (-1.82,-1.15) p=0.016 ; I<sup>2</sup> : 66.8%</p> <p>273 patients vs 221  <b>Longueur Maxillaire</b> : 1.70 (1.07-2.33) p&lt;0.001 ; I<sup>2</sup>:89.0%  <b>Longueur Mandibulaire</b> : -0.50 (-0.77,-0.23) p=0.51 ; I<sup>2</sup>:53.3%</p> <p>308 patients vs 259  <b>Divergence mandibulaire</b> : 1.03 (0.64-1.42) : p=0.031 ; I<sup>2</sup>:77.5%</p>
<b>Changements dentaires</b>	<p>109 patients versus 98  <b>Surplomb</b> : 9.16 (4.74-13.58) p&lt;0.001 ; I<sup>2</sup> : 96.4.6%            74 patients versus 60  <b>Supraclusion</b> : -3.32 (-4.99,-1.66) p&lt;0.001 ; I<sup>2</sup> : 89.8%</p> <p>291 patients versus 242  <b>Inclinaison Incisives&gt;</b> : 0.62 (0.25-1.00) p=0.001 ; I<sup>2</sup> : 76.2%            234 patients 211  <b>Inclinaison Incisives&lt;</b> : -0.27 (-0.63-0.08) p=0.128 ; I<sup>2</sup> : 69.7%</p>
<b>Changements tissus mous/profil</b>	<p>128 patients versus 101  <b>Position lèvres&gt;</b> : 1.89 (1.08-2.70) p&lt;0.001 ; I<sup>2</sup> : 84.4%            99 patients versus 84)  <b>Position lèvres&lt;</b> : -0.38 (-0.68,-0.09) p=0.010 ; I<sup>2</sup>:0%</p> <p>46 patients versus 34  <b>Profil</b> : -2.29 (-2.85,-1.72) p=0.001 ; I<sup>2</sup>:0%</p>

I<sup>2</sup> : hétérogénéité

➤ **Données à long terme**

Une ECR analysée dans les revues précédentes a poursuivi une évaluation à long terme (tableau 5). Cette étude CR multicentrique<sup>10</sup> (8 services d'orthodontie hospitaliers britanniques) incluant des enfants (7-9 ans) avec une rétrusion de la face moyenne associée à une occlusion inversée des incisives pour la plupart permanentes, a évalué à plusieurs moments les résultats d'un traitement précoce avec expansion maxillaire et masque (n=33) versus absence de traitement (n=32). Aucune contention n'était réalisée après la phase active. Un traitement orthodontique avec appareillage fixe était conduit à 12-13 ans chez certains patients du groupe MF et du groupe contrôle.

L'évaluation à 6 ans de suivi (âge 15 ans) avait pour objectif d'analyser le besoin de chirurgie orthodontique. Elle a montré que la protraction précoce avec un casque orthodontique réduisait le besoin perçu de chirurgie de 2/3 (groupe non traité) à 1/3 (groupe traité).

Les améliorations squelettiques à court terme (SNA, SNB et ANB) n'étaient pas maintenues à 6 ans de suivi mais une rotation horaire significative maxillaire et mandibulaire était retrouvée dans le groupe traité et 68% des patients de ce groupe avaient un surplomb positif à 15 ans. Les résultats n'ont pas mis en évidence de bénéfices psychosociaux avec le traitement précoce avec masque facial.

En distinguant différents groupes de patients, patients ayant reçu ou non un traitement orthodontique avec un appareillage fixe au niveau de l'arcade maxillaire après le traitement

actif avec MF, patients ayant eu une extraction ou non, aucune différence significative n'a été observée entre les groupes ( $p=0.75$ ).

Les auteurs ont conclu que le traitement précoce avec un masque facial de protraction réduit le besoin en chirurgie orthognathique. Ils soulignent toutefois que cet effet n'est pas corrélé avec le maintien des changements céphalométriques squelettiques SNA, SNB et ANB.

**Tableau 5** : Données complémentaires masque facial<sup>10</sup>

Auteur Année Etude	Caractéristiques Patients Protocole	Suivi	Résultats
Mandall 2016	N : 73 au départ, 8 perdus de vue	6 ans	<b>GMF versus GC</b> Besoin de chirurgie 36% vs 66% $p=0.027$ (OR= 3.34, 95% CI 1.21–9.24)
ECR	GT : 33 EMR+masque (14h/j ; 400g) jusqu'à classe I ou surplomb positif GC : 32  7-9 ans au départ		Changements squelettiques SNA, SNB et ANB : NS  Rotation horaire maxillaire (2.7°) pour GMF** et anti-horaire (5.5°) pour GC* (coefficient de régression 8.24 (SE 0.75); 95% CI 6.73–9.75; $p < 0.001$ ) et rotation horaire mand (1.4°) pour GMF** et anti-horaire (5.4°) pour GC* (coefficient de régression 6.72 (SE 0.73); 95% CI 5.27–8.18; $p < 0.001$ ). Surplomb positif : 68% vs 48% $p= 0.20$  Différences scores Piers Harris et OASIS : NS

GC: Groupe Contrôle; \*Rotation upwards and forwards/anti-clockwise; \*\*Rotation downwards and backwards/ clockwise.

Des données à long terme ont été également rapportées pour le traitement orthopédique avec le masque facial suivi du traitement orthodontique edgewise.

Dans une première étude<sup>11</sup>, les effets à long terme du traitement initial avec MF+EMR (34 patients) conduit avant le pic de croissance (8 ans  $\pm 3$  mois) et suivi d'un traitement orthodontique edgewise, ont été comparés avec les données céphalométriques obtenues pour un groupe non traité à l'âge moyen de 14 ans et 10 mois (phase de croissance déclinante déterminée par MCV).

Après 10 mois de traitement actif, des changements significatifs en faveur du groupe traité ont été observés : avancée maxillaire (+1.8mm), projection mandibulaire (-3mm) et amélioration de la dysmorphose intermaxillaire (amélioration Wits : 4.3mm). Durant la période post traitement, la croissance était similaire pour les 2 groupes ; pour le groupe MF/EMR, les relations squelettiques maxillo-mandibulaires demeuraient inchangées tandis que pour le groupe non traité, la dysmorphose augmentait de 3mm. A long terme, on observait pour le groupe traité une augmentation de la longueur de la face moyenne légèrement plus importante (1.6mm), une diminution de la distance point A-Nasion (-1.2mm), une moindre augmentation de la longueur mandibulaire (-2.4mm) et une moindre projection mandibulaire relative au Nasion (-3mm). Le changement dans l'analyse de Wits était de +3.4mm pour le groupe traité versus -2.7mm pour le groupe contrôle. Les changements squelettiques favorables observés avec le traitement orthopédique MF/EMR ont conduit les auteurs à préconiser un traitement « agressif » de la malocclusion voire une sur-correction avec l'obtention d'une supraclusion et d'un surplomb positif pour assurer la stabilité à long terme.

Une étude ultérieure à long terme, contrôlée prospective<sup>12</sup>, incluant 22 patients (âge moyen : 9.2 ans  $\pm 1.6$ ) a évalué la stabilité des résultats à la fin de la 2<sup>ème</sup> phase de traitement avec un appareillage fixe (âge moyen 14.5 ans  $\pm 1.9$ ) et à plus long terme soit 8.5 ans après le traitement

MF/EMR (âge moyen : 18.7 ans±2.1). A long terme, aucune différence significative n'a été observée pour le maxillaire entre les groupes traités et non traités ; par contre, la protrusion mandibulaire était moindre pour le groupe traité et les paramètres squelettiques sagittaux maxillo-mandibulaires significativement améliorés. Les auteurs estimaient le taux de succès du traitement à long terme à 73%.

### 1.2. Protocoles d'expansion maxillaire

Dans la plupart des études, le masque facial est associé à un protocole traditionnel d'expansion maxillaire.

Un nouveau protocole, le protocole original Alt-RAMEC consiste en une expansion maxillaire (1mm/j) durant la première semaine suivie d'une constriction (1mm/j) durant la semaine suivante. Cette procédure est renouvelée durant 7-9 semaines afin d'obtenir une désarticulation maximale des sutures maxillaires sans une surexpansion<sup>13</sup>.

En 2018, une revue<sup>14</sup> a conduit une méta-analyse en retenant 4 ECR pour évaluer l'efficacité du protocole Alt-RAMEC versus protraction maxillaire/EMR en termes de changements squelettiques et dento-alvéolaires chez des enfants chinois en phase de croissance. Les résultats comparatifs (tableau 6) ont mis en évidence des petites différences bien que significatives pour la correction du surplomb ; par contre aucune différence significative n'a été observée pour les autres modifications dentaires obtenues avec les 2 protocoles.

Les auteurs ont conclu que, dans la population chinoise en cours de croissance, les données à court terme concernant l'amélioration du surplomb, du profil, des paramètres squelettiques sagittaux (protraction maxillaire améliorée et moins de rotation horaire mandibulaire) ainsi que les changements des inclinaisons incisives n'étaient pas suffisantes pour affirmer que cette technique était supérieure à la technique d'expansion traditionnelle.

**Tableau 6** : Résultats revue Alt-RAMEC/PMF vs EMR/PMF<sup>14</sup>

Auteur/ Année	Critères de jugement	Résultats méta-analyse Différence moyenne (IC 95%)
Chen 2012 Liu 2015 Xiong 2017 Yao 2015	Modifications squelettiques et dentaires SNA SNB ANB	<b>Différence Significative en faveur protocole Alt-RAMEC (4E)</b> SNA : 1.16° ; 95% CI 0.65 -1.66 ; I <sup>2</sup> : 16% ; p < 0.00001 SNB : 0.67° ; 95% CI 0.32 - 1.02 ; I <sup>2</sup> : 0% ; p = 0.0002 ANB : 0.66° ; 95% CI 0.08 - 1.25 ; I <sup>2</sup> : 36% ; p = 0.03
	MP-SN L1-MnP U1-MxP	<b>Non significatifs (3E)</b> MP-SN : -0.21° ; 95% CI [-1.73 à 1.3] ; I <sup>2</sup> : 71% ; p = 0.78 L1-MnP : 0.38° ; 95% CI [-0.76 à 1.52] ; I <sup>2</sup> : 0% ; p = 0.51 U1-MxP : 0.02° ; 95% CI [-1.56 à 1.6] ; I <sup>2</sup> : 0% ; p = 0.98 (2E)

Alt-RAMEC, alternating rapid maxillary expansion and constriction; PMF: Protraction masque facial; EMR: expansion maxillaire rapide; MP-SN: Mandibular plane angle; L1-MnP Lower incisor angulation; U1-MxP Upper incisor angulation

### 1.3. Effets du masque facial sur l'ATM

Une revue systématique récente<sup>15</sup> a analysé si le masque facial conduisait à une adaptation morphologique de l'ATM, s'il provoquait un déplacement du condyle et enfin, s'il était responsable de la survenue de dysfonctions temporo-mandibulaires (DTM) (tableau 7).

Cette revue a conclu que l'ATM s'adaptait au port du masque facial avec un remodelage morphologique de l'articulation et un déplacement du condyle. Les auteurs ont également conclu qu'aucune preuve suffisante ne permettait d'affirmer que le masque était un facteur de

risque de développement de DTM à court et long terme ; toutefois, ils soulignent que l'évaluation des tissus mous et le recours à une méthode de mesure standardisée pour quantifier les changements articulaires liés au masque, sont nécessaires dans l'avenir afin d'apporter des conclusions définitives.

**Tableau 7** : Effets du masque sur l'ATM<sup>15</sup>

Auteur Année	Objectifs	Etudes retenues	Résultats	Conclusions
Huang 2018	1- Evaluer adaptation morpho ATM	5 E cohorte prospectives  2 E rétrospectives	Augmentation significative CondAx-SBL et diminution significative CondAx-ML : Croissance condyle vers avant et haut et rotation horaire mand  Compression horizontale région condyle : inhibition croissance condyle dans plan sagittal	Adaptation morphologique à court terme avec remodelage osseux du condyle
	2- Evaluer déplacement condyle	2 ECR 1 E cohorte prospective 2 E prospectives 1 E rétrospective	Déplacement du condyle vers le haut et vers l'arrière (5E) et vers l'arrière et vers le bas (1E)	Déplacement du condyle à court terme voire plus long terme
	3- Evaluer survenue DTM	2 ECR 2 E prospectives	Prévalence signes et symptômes DTM faible voire soulagement	Pas de preuve suffisante de risque DTM

### Conclusions de la littérature

Les résultats des études montrent que le traitement précoce par masque facial, initié entre 6 et 10 ans, corrige la malocclusion de classe III squelettique avec rétromaxillie à court terme, en apportant des améliorations à la fois squelettiques (avancement maxillaire et rotation antihoraire du plan maxillaire, diminution du prognathisme mandibulaire et rotation horaire du plan mandibulaire), dento-alvéolaires et au niveau des tissus mous : amélioration significative des paramètres sagittaux, du surplomb incisif et du profil facial.

Les données à long terme sont peu nombreuses ; elles mettent en évidence que dans environ 70% des cas, les patients traités avec le masque facial précoce gardent un surplomb positif et n'ont pas besoin de chirurgie orthognathique sans pour autant maintenir systématiquement les changements squelettiques.

La rétromaxillie est fréquemment associée à une endognathie et le masque est alors combiné à une expansion maxillaire ; les résultats sont comparables, quelle que soit la méthode d'expansion proposée (traditionnelle ou alternance expansion/constriction : protocole Alt-RAMEC).

Aucune donnée ne permet d'affirmer que le masque facial est un facteur de risque de dysfonctions temporo-mandibulaires.

### **Recommandation 9/ Grade C**

Le recours à un traitement précoce de la malocclusion de classe III avec un masque facial de protraction peut être recommandé, principalement dans les cas de malocclusion squelettique avec une rétrognathie maxillaire, afin de prévenir les complications et réduire la sévérité de la malocclusion et la complexité d'un futur traitement orthodontique et/ou chirurgical à un âge plus avancé.

### **Recommandation 10 /Grade C**

Il est recommandé d'associer un protocole d'EMR à la protraction maxillaire en présence d'une endognathie maxillaire.

### **Recommandation 11 / Grade C**

L'initiation du traitement orthopédique avec le masque facial/ERM est recommandée chez l'enfant, en cours de croissance et avant le pic de croissance, avec pour objectif thérapeutique l'amélioration de la classe III squelettique, la correction de l'occlusion inversée antérieure avec l'obtention d'un surplomb positif dentaire et l'amélioration du profil.

## **II. Autres appareils proposés pour le traitement orthopédique précoce**

### **II.1. Fronde mentonnière**

Une revue systématique<sup>16</sup> a inclus 5 études comparatives<sup>17-21</sup> pour conduire une méta-analyse (tableau 8). Les résultats ont montré que les patients traités avec la fronde mentonnière versus absence de traitement, avaient une réduction significative de SNB indiquant une action réductrice sur la croissance mandibulaire et une amélioration significative de l'angle ANB et Wits. Une rotation horaire de la mandibule, une augmentation de la hauteur faciale antérieure et du surplomb étaient observées.

Les auteurs ont toutefois souligné le faible nombre d'études, leur hétérogénéité et ont conclu que les preuves n'étaient pas suffisantes pour pouvoir faire des recommandations définitives sur la fronde mentonnière. Des études avec une meilleure qualité méthodologique et avec des résultats à long terme sont nécessaires.

Dans une revue systématique ultérieure<sup>9</sup> incluant 3 études<sup>18, 20, 21</sup> (tableau 9), des changements significatifs ont été observés avec la fronde mentonnière pour ANB, SNA, SNB mais aucun effet n'a été observé au niveau de la longueur mandibulaire. Une rotation horaire de la mandibule a également été retrouvée. Aucune donnée n'a été identifiée pour le recouvrement et le surplomb ; les données concernant les inclinaisons dentaires étaient peu nombreuses et de faible niveau de preuve.

**Tableau 8 : Résultats méta-analyse<sup>16</sup>**

Etudes	Résultats méta-analyse CC versus absence de traitement	
Abdelnaby Altug Barett Gökalp Tuncer	<b>Modifications squelettiques</b>	<b>ANB</b> : +2.48, CI = 1.36 - 3.61, p = 0.000 <b>Wits</b> : 3.62, CI = 1.32 - 5.92, p = 0.002 <b>SNB</b> : -1.97, CI = -3.09 à -0.84, p = 0.001  <b>SN-ML</b> : +1.17, CI = 0.48 - 1.86, p = 0.001 <b>Angle goniale</b> : -0.80, CI = -1.52 à -0.08, p = 0.030 <b>N-Me</b> : +1.39, CI = 0.59 - 2.18, p = 0.001  NS : SNA, Co-Gn
	<b>Changements dentaires</b>	<b>Surplomb</b> : + 2.62, CI = 1.06 à 4.19, p = 0.001  NS : UFH, LAFH, overbite, Co-Go

NS : non significatif

**Tableau 9 : Résultats revue systématique/méta-analyse<sup>9</sup>**

Etudes	Résultats méta-analyse CC versus absence de traitement	
Abdelnaby Arun Tuncer	<b>Modifications squelettiques</b>	80 patients/ 50 <b>ANB</b> : 2.59 (1.34-3.85) p<0.001 ; I <sup>2</sup> : 84.3% 60 patients/ 50 <b>SNA</b> : 0.59 (0.11-1.06) p=0.015 ; I <sup>2</sup> : 0% 80 patients/ 50 <b>SNB</b> : -2.23 (-3.31,-1.14) hétérogénéité : p=0.001 ; I <sup>2</sup> : 80.8%  60 patients/ 30 <b>Longueur Mand</b> : -0.26 (-0.83,-0.30) p=0.363 ; I <sup>2</sup> :26.6% <b>Divergence mand</b> : 1.66 (1.14-2.18) ; p=0.001 ; I <sup>2</sup> :0%
	<b>Changements dentaires</b>	40 patients/ 0 <b>Inclinaison Incisives sup</b> : 0.87 (0.16-1.59) p=0.017 ; I <sup>2</sup> : 0% <b>Inclinaison Incisives inf</b> : -2.14 (-2.95-1.32) p<0.001 ; I <sup>2</sup> : 0%

Une revue<sup>5</sup>, prenant en compte une étude<sup>18</sup> comparant la fronde mentonnière avec force de 600g versus 300g, n'a pas mis en évidence de différence significative dans les valeurs de l'angle ANB et Wits.

Des données rétrospectives<sup>23</sup> comparant le protocole MF/EMR et le protocole fronde mentonnière avec 2 gouttières occlusales + élastiques classe III (SEC III) avec l'absence de traitement, ont mis en évidence l'efficacité à court terme des 2 protocoles avec toutefois un meilleur contrôle des relations maxillo-mandibulaires verticales avec la fronde. Le traitement était conduit jusqu'à l'obtention d'un surplomb positif soit environ 1 an.

En comparant avec l'absence de traitement, les résultats obtenus avec la fronde mentonnière étaient les suivants : avancement maxillaire (SNA : +1.2°), contrôle de la position mandibulaire (SNB : -1.3°) et des relations maxillo-mandibulaires sagittales (ANB : +2.6° et Wits : +3.7 mm). A l'inverse, aucune différence verticale significative n'était observée et la divergence maxillo-mandibulaire n'était pas modifiée (PP-MP : +0.3°).

Les modifications squelettiques obtenues avec le MF étaient comparables pour l'avancement maxillaire (SNA : +1.4°), le contrôle de la position mandibulaire (SNB : -1.4°) et les relations maxillo-mandibulaires sagittales (ANB : +2.9° et Wits : +2.6 mm) mais la divergence maxillo-mandibulaire était augmentée par rapport à la fronde mentonnière (PP-MP : +2°).

Les résultats du traitement à long terme (25 ans) ont été analysés en fonction de l'âge d'initiation du traitement, avant ou après 9 ans, avant le pic pubertaire<sup>24</sup>. Les données comparatives observées ont montré un taux de succès de 74% pour les patients traités avant 9 ans et de 64% pour les patients traités après 9 ans. Les résultats obtenus avec le traitement précoce montraient des changements squelettiques significativement plus importants particulièrement en termes de longueur mandibulaire, longueur du ramus et direction de croissance (angle goniale) et moins de compensation dentaire.

Les auteurs soulignent toutefois que ces données doivent être interprétées avec prudence vu le caractère rétrospectif de l'étude et le faible nombre de patients.

### ***II.2. Casque orthodontique mandibulaire (mandibular cervical headgear)***

Des données céphalométriques comparatives pre et post traitement<sup>25, 26</sup> ont évalué l'efficacité du *mandibular cervical headgear* suivi d'un traitement edgewise versus absence de traitement. Les patients (21, âge au début du traitement : 10 ans et 2 mois) traités avant le pic pubertaire ont été revus après la puberté à 15 ans 3 mois (phase de décroissance objectivée par MVC). Les effets squelettiques favorables obtenus avec le casque étaient une plus petite augmentation de la longueur et de l'avancée mandibulaire par rapport au groupe non traité avec une amélioration significative des paramètres squelettiques (Wits : +4mm) et dentaires (surplomb : +2.7mm, relations molaires : -4.4mm). Une rotation significative vers le bas de la mandibule était également observée (2.8°). Aucune action thérapeutique sur le maxillaire n'a été observée.

Les auteurs ont souligné que le traitement actif et la contention ont été menés sans discontinuité jusqu'à la période postpubertaire (évaluée par CS4 à CS6) ce qui pourrait expliquer la stabilité des résultats obtenus.

### ***II.3. Appareil fonctionnel régulateur de Fränkel***

Une revue systématique<sup>27</sup> a sélectionné 7 études de cohorte pour évaluer l'efficacité de l'appareil fonctionnel régulateur de Fränkel sur la malocclusion de classe III. La méta-analyse n'a pas montré de différence à court terme et à long terme pour SNA, respectivement (0.43; IC 95%, -0.52 à 1.39) et (0.37; IC 95%I, -0.29 à 1.03) ; par contre, les changements étaient significativement différents pour SNB, à court terme (-1.62 ; IC 95% CI, -2.62 à -0.62) et à long terme (-1.50 ; IC 95%I, -2.12 à -0.88). Pour MPA, aucun changement n'a été observé à court terme (0.55; IC 95% -0.74 à 1.84).

Les auteurs ont conclu que l'appareil de Fränkel réduirait la croissance mandibulaire mais ne stimulerait pas l'avancement maxillaire. Toutefois, des études de haut niveau de preuve sont nécessaires pour confirmer ces données d'efficacité.

### ***II.4. Appareil Tandem traction bow et appareil mandibular retractor.***

Une revue systématique<sup>5</sup> a identifié 2 études CR, l'une<sup>28</sup> concernant l'appareil *Tandem traction bow* et l'autre<sup>29</sup> l'appareil amovible *mandibular retractor*.

Pour une étude<sup>28</sup>, les résultats de l'analyse d'efficacité appareil *Tandem traction bow* versus absence de traitement ont mis en évidence des changements significatifs au niveau de ANB (1.7° ; IC 95%, 1.54°-1.86° ; p<0.00001) ainsi qu'au niveau de la correction du surplomb (3.30mm ; IC95%, 3.08-3.52 ; p<0.00001). Pour l'autre étude<sup>29</sup>, les résultats de l'analyse d'efficacité appareil amovible *mandibular retractor* versus absence de traitement ont mis en évidence des changements linéaires du point A et du point B, respectivement (1.47; IC95%, 1.20-1.74 ; p<0.00001) et (-1.87 ; IC 95%, -2.03 à -1.71 ; p<0.00001). Les auteurs ont conclu qu'il y avait des preuves d'efficacité à court terme des 2 appareils mais que des données complémentaires à long terme étaient nécessaires pour confirmer ces bénéfices obtenus.

## **II.5. Autres appareils fonctionnels**

En France, des approches thérapeutiques ont été proposées afin de mieux contrôler la tridimensionnalité du plan occlusal et promouvoir la croissance maxillaire. Des séries de cas ont décrit des protocoles de prise en charge précoce des classes III chez l'enfant en denture temporaire ou mixte :

- Dispositifs visant à réorienter le plan occlusal : gouttières de disjonction (correction du sens transversal), associées au masque facial (traction postéro-antérieure) et meulées pour le déplacement vertical du plan occlusal<sup>30</sup>.
- Appareils de surélévation molaire, visant à réhabiliter la mastication et stimuler la croissance maxillaire dans les trois sens de l'espace<sup>31</sup>.

### **Conclusions de la littérature**

Les revues systématiques s'appuyant sur des études contrôlées de faible niveau de preuve montrent que les patients traités avec une fronde mentonnière versus absence de traitement, ont une amélioration de leur classe III squelettique avec un effet réducteur sur la croissance mandibulaire à court terme. Une rotation horaire de la mandibule, une augmentation de la hauteur faciale antérieure et du surplomb sont observées.

Les auteurs soulignent toutefois le faible nombre d'études, leur hétérogénéité et concluent que les preuves ne sont pas suffisantes pour pouvoir faire des recommandations définitives sur la fronde mentonnière. Des études avec une meilleure qualité méthodologique et avec des résultats à long terme sont nécessaires.

D'autres appareils orthopédiques, casque mandibulaire/traitement orthodontique edgewise, appareil fonctionnel de Fränkel ont été évalués versus absence de traitement. Ils réduisent la croissance mandibulaire mais n'ont pas d'effet thérapeutique sur le maxillaire.

Des études de haut niveau de preuve sont toutefois nécessaires pour confirmer ces données d'efficacité.

Pour d'autres appareils tels que *Tandem traction bow* et *mandibular retractor*, les données sont très peu nombreuses ; elles montrent des preuves d'efficacité à court terme mais des données complémentaires et à long terme sont nécessaires pour confirmer ces bénéfices obtenus.

### **Avis des experts du Groupe de travail**

Les experts du groupe de travail soulignent l'hétérogénéité et le faible nombre d'études concernant la fronde mentonnière et ne recommandent pas le recours à ce type d'appareil.

Les experts précisent aussi que les appareils fonctionnels décrits dans la littérature sont utilisés majoritairement dans le monde anglo-saxon. D'autres approches thérapeutiques ont été décrites par des auteurs français.

Le groupe de travail souligne que le traitement orthopédique précoce de la classe III permet un traitement morphologique et fonctionnel et le déplacement antéro-postérieur des maxillaires par l'action combinée des appareils et des phénomènes de croissance doit permettre de réhabiliter la fonction masticatrice en orientant correctement le plan d'occlusion. La correction des distorsions d'orientation du plan occlusal est indispensable pour la pérennité des résultats ; cet objectif occlusal et fonctionnel justifie le choix et l'utilisation des appareils.

D'un point de vue occlusal, les déplacements liés aux appareils doivent être considérés dans les 3 sens de l'espace. Le déplacement sagittal du plan d'occlusion par traction postéro-antérieure du maxillaire, associé à un déplacement transversal du plan par expansion maxillaire, est conjugué à un déplacement vertical du plan d'occlusion qui compose un mouvement de rotation horaire du plan d'occlusion. Pour contrôler la tridimensionnalité, des gouttières de disjonction, associées au masque facial, peuvent être utilisées et adaptées pour réorienter le plan occlusal.

Des traitements fonctionnels avec des plaques de surélévation molaires amovibles, associées ou non à d'autres appareils, ont pour objectif de majorer la dimension verticale d'occlusion fonctionnelle chez l'enfant avec la mise en fonction de toutes les dents maxillaires. Cette plaque empêche tout contact prématuré à l'origine des déviations du chemin de fermeture, proglissement et latéro-déviations ; elle favorise ainsi la croissance maxillaire.

### **Recommandation 12 /AE**

En l'absence de données homogènes et de résultats à long terme, le groupe de travail ne recommande pas l'utilisation de la fronde mentonnière

### **Recommandations 13/Grade C**

Pour les jeunes patients avec un prognathisme mandibulaire, plus particulièrement associé à une face courte, des appareils orthopédiques peuvent être proposés pour contrôler la croissance mandibulaire ; toutefois, l'absence de données à long terme doit être prise en compte avant d'initier le traitement.

## Recommandation 14/ AE

Pour le traitement orthopédique précoce de la classe III, le groupe de travail recommande l'utilisation d'appareils fonctionnels, isolés ou associés à d'autres dispositifs, permettant à la fois une correction morphologique et fonctionnelle tels que des appareils de surélévation molaire ou encore des appareils visant à réorienter le plan occlusal.

Le groupe de travail recommande de démarrer le traitement de la classe III squelettique le plus tôt possible et souligne la nécessité de normaliser la cinématique mandibulaire ainsi que toutes les fonctions (fonction linguale, ventilation...).

La motivation du patient doit être prise en compte et un suivi du traitement et de son observance est indispensable.

## REFERENCES

- 1- Amat P, Delaire J. Traitement précoce des malocclusions de classe III : les convictions. *Orthod Fr* 2013; 84:53–70
- 2- Delaire J. Considérations sur la croissance faciale. Dédutions thérapeutiques. *Rev Stomatol* 1971 ;72 (1) :57-76
- 3- Delaire J. L'emploi physiologique des tractions extraorales postéro-antérieures sur masque orthopédique dans le traitement des Classes III. *Orthod Fr* 1988; 59:577–589.
- 4- Ngan P, Wei SHY. Early treatment of Class III patients to improve facial aesthetics and predict future growth. *Hong Kong Dent J* 2004; 1: 25-30
- 5- Woon See Choong, Thiruvengkatachari Badri. Early orthodontic treatment for Class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151:28-52
- 6- Xu B, Lin J. The orthopedic treatment of skeletal class III malocclusion with maxillary protraction therapy. *Chin J Stomatol* 2001; 36: 401-3
- 7- Vaughn GA, Mason B, Moon HB, Turley PK. The effects of maxillary protraction therapy with or without rapid palatal expansion: a prospective, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128: 299-309.
- 8- Mandall NA, Cousley R, DiBiase A, Dyer F, Littlewood S, Mattick R, et al. Is early class III protraction facemask treatment effective? A multicentre, randomized, controlled trial: 3-year follow-up. *J Orthod* 2012; 39:176-85.
- 9- Rongo, Roberto & D'Antò, Vincenzo & Bucci, Rosaria & Polito, Ilaria & Martina, Roberto & Michelotti, Ambrosina. (2017). Skeletal and dental effects of Class III orthopaedic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Rehabilitation*. 10.1111/joor.12495.
- 10- Mandall N, Cousley R, DiBiase A, Dyer F, Littlewood S, Mattick R. Early class III protraction facemask treatment reduces the need for orthognathic surgery. A multicentre, two-arm parallel randomized controlled trial. *J Orthod* 2016. 43: 164–175.
- 11- Westwood PV, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L, Sarver DM. Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003; 123:306–320.
- 12- Masucci C, Franchi L, Defraia E, Mucedero M, Cozza P, Baccetti T. Stability of rapid maxillary expansion and facemask therapy: a long-term controlled study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Oct; 140(4):493-500 doi: 10.1016/j.ajodo.2010.09.031.
- 13- Liou EJW, Tsai WC. 2005. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate- Craniofac J*. 42(2):121–127.

- 14- Almuzian M, McConnell E, M. Darendeliler A, Alharbi F, Hisham M (2018): The effectiveness of Alt-RAMEC combined with maxillary protraction in the treatment of patients with a class III malocclusion: a systematic review and meta-analysis, *Journal of Orthodontics*, DOI: 10.1080/14653125.2018.1518187
- 15- Huang et al. Effect of protraction facemask on the temporomandibular joint: a systematic review. *BMC Oral Health* (2018) 18:38 <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0503-9>
16. Chatzoudi et al. Clinical effectiveness of chin cup treatment for the management of Class III malocclusion in pre-pubertal patients: a systematic review and meta-analysis. *Progress in Orthodontics* 2014, 15:62 <http://www.progressinorthodontics.com/content/15/1/62>
17. Barrett AA, Baccetti T, McNamara JA. Treatment effects of the light-force chin cup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138:468–76.
18. Abdelnaby YL, Nassar EA. Chin cup effects using two different force magnitudes in the management of Class III malocclusions. *Angle Orthod.* 2010; 80:957–62.
19. Gökalp H, Kurt G. Magnetic resonance imaging of the condylar growth pattern and disk position after chin cup therapy: a preliminary study. *Angle Orthod.* 2005; 75:568–75.
20. Tuncer BB, Kaygisiz E, Tuncer C, Yüksel S. Pharyngeal airway dimensions after chin cup treatment in Class III malocclusion subjects. *J Oral Rehabil.* 2009; 36:110–17.
21. Altuğ Z, Erdem D, Rübendüz M. Investigation of the functional treatment effects of the skeletal and dental Class III anomalies on the skeletal region. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi dergisi.* 1989; 16:447–52. Rondo
22. Arun T, Erverdi N. A cephalometric comparison of mandibular headgear and chin-cap appliances in orthodontic and orthopaedic view points. *J Marmara Univ Dent Fac.* 1994; 2: 392–398.
23. Perillo L et al. Comparisons of two protocols for the early treatment of Class III dentoskeletal disharmony *European Journal of Orthodontics*, 2016, 51–56 doi:10.1093/ejo/cjv010
24. Wendl, A.P. Muchitsch, H. Winsauer, A.Walter, H. Droschl, N. Jakse, M. Wendl, and T. Wendl. Long-term success of early vs. late Class III treatment. *J Orofac Orthop* (2017) 78:201–210
25. Baccetti T, Rey D, Oberti G, Stalh F, Mc Namara J. Long-Term Outcomes of Class III Treatment with Mandibular Cervical Headgear Followed by Fixed Appliances *Angle Orthod.* 2009; 79:828–834
26. Rey D, Angel D, Oberti G, Baccetti T. Treatment and posttreatment effects of mandibular cervical headgear followed by fixed appliances in Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Mar; 133(3):371-8; quiz 476.e1. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.04.043.
27. Yang X, Li C, Bai D, Su N, Chen T, Xu Y et al. Treatment effectiveness of Frankel function regulator on the class III malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 201 4; 146:143–154.
28. Atalay Z, Tortop T. Dentofacial effects of a modified tandem traction bow appliance. *European Journal of Orthodontics* 2010; 32(6):655–61.
29. Saleh M., Hajeer M.Y., Al-Jundi A. Short-term soft- and hard-tissue changes following Class III treatment using a removable mandibular retractor: a randomized controlled trial *Orthod Craniofac Res* 2013; 16: 75–86.
30. Raymond JL, Matern O, Grollemund B, Bacon W. Treatment of class III malocclusion : the key role of the occlusal plane. *Progress in Orthodontics.* 11, 2010 ; 53-61
31. Ben-Younés-Uzan C. Traitement orthopédique des classes III par stimulation de la croissance du maxillaire. *AOS.* N° 287. 2018

## Place de l'ancrage squelettique dans le traitement de la classe III

Une nouvelle approche orthopédique des classes III s'est développée en introduisant un système mécanique de traction inter-arcade avec ancrage osseux pour tenter de réduire les effets indésirables dento-alvéolaires notamment de compensation, liés aux appareils orthopédiques type masque de Delaire.

En 2015, une revue<sup>1</sup> a rapporté les données concernant les possibilités de modifier la croissance pour les différents types de malocclusion et plus particulièrement pour la classe III avec des élastiques sur des ancrages osseux.

Les données ont fait apparaître que :

- L'expansion transversale maxillaire est facile avant l'adolescence mais elle requiert des forces lourdes pour provoquer des micro-fractures lors de l'adolescence. Après l'adolescence, l'expansion transversale maxillaire ne peut être accomplie que par une ostéotomie chirurgicale partielle ou totale.
- Les tentatives pour limiter la croissance mandibulaire chez le patient en classe III à l'aide de forces externes, entraînent une rotation de la mandibule en arrière et vers le bas. Avancer le maxillaire avec des forces externes est possible avant l'adolescence ; avancer le maxillaire et simultanément limiter la croissance mandibulaire vers l'avant est possible sans rotation de la mâchoire durant l'adolescence avec une traction inter-arcade et ancrage osseux. Les changements squelettiques avec cette approche s'étendent à la face moyenne et les effets à court terme sur les 2 mâchoires sont meilleurs que ceux obtenus avec les autres approches. Toutefois, il existe des variations individuelles dans le rapport des réponses mandibule/maxillaire et il est encore impossible de prédire les résultats.

### I. Revues systématiques

Une revue systématique<sup>2</sup> a conduit une méta-analyse en 2017 (tableau 10).

Neuf études comparatives ont été retenues dans cette revue systématique<sup>3-11</sup>. Quatre ont comparé le traitement avec ancrage versus absence de traitement<sup>3-6</sup> et les cinq autres<sup>7-11</sup> ont comparé le traitement avec ancrage osseux versus traitement avec masque facial et EMR.

Les patients inclus dans ces études avaient une malocclusion squelettique et molaire de classe III, avec une analyse de Wits  $\leq 1$ , une occlusion antérieure inversée et/ou contact bout à bout et un signe montrant que la croissance était en cours tel qu'une dentition mixte ou un stade de maturation cervicale CS1-CS3. Les études soulignent que le traitement avec ancrage est démarré en moyenne autour de 10 ans pour faciliter la pose osseuse et obtenir une meilleure stabilité ce qui est un peu plus tardif que la méthode traditionnelle débutée à environ 8 ans.

Dans 2 études, l'ancrage consistait en des mini vis placées des 2 côtés de la suture inter-maxillaire<sup>5</sup> ou au niveau du processus zygomatique<sup>8</sup> ; dans les 7 autres études, l'ancrage consistait en des mini plaques. Six spécifiaient leur location : cloison nasale latérale et symphyse mentonnière<sup>4</sup>, processus zygomatique du maxillaire<sup>9</sup>, zygomatique et mandibule entre les incisives latérales et les canines mandibulaires<sup>3, 6, 7, 10</sup>.

Dans les études identifiées, les variables retenues pour évaluer les effets squelettiques étaient variées et nombreuses ; les plus fréquentes étaient Wits, surplomb, ANB, SNA et SNB.

Les résultats ont montré que toutes ces variables s'amélioreraient avec les groupes traités par ancrage squelettique versus absence de traitement.

En comparant les groupes traités avec ancrage versus groupes traités avec un masque conventionnel+EMR, aucune différence significative n'a été observée pour le surplomb, pour ANB et SNB ; des différences significatives bien que légères ont été observées pour Wits et SNA uniquement. Toutefois, les auteurs soulignent le faible nombre d'études et leur hétérogénéité, la variabilité des méthodes et des protocoles et concluent que les preuves ne sont pas suffisantes pour affirmer que l'efficacité de la méthode de protraction par ancrage squelettique est supérieure à la méthode traditionnelle avec masque facial et EMR. Les auteurs soulignent également qu'il serait intéressant de faire des analyses en sous-groupe afin d'analyser la compliance du patient (qui influe sur le succès du traitement) et d'évaluer la qualité de vie.

**Tableau 10** : Résultats méta-analyse<sup>2</sup>

Résultats méta-analyse Différence moyenne pondérée				
Paramètres	Auteurs/Etudes Hétérogénéité	Masque facial versus absence de traitement	Etudes Hétérogénéité	Masque facial versus ancrage squelettique
<b>Wits</b>	De Clerck Sar Niemkemper I <sup>2</sup> : 95%	7.80 (IC 95% 7.19-8.41) p=0.000	Cevinades Ge I <sup>2</sup> : 86%	1.28 mm (IC 95% 0.28- 2.28) p = 0.012
<b>ANB</b>	Sar Niemkemper Sar Niemkemper I <sup>2</sup> : 95%	6.07° (IC95% 5.56-6.58) p = 0.000	Cha Ge Koh I <sup>2</sup> : 0%	0.29° (IC95% -0.28 à 0.87) p = 0.314 NS
<b>SNA</b>	Sar Niemkemper I <sup>2</sup> : 0%	2.70° (IC95% 2.16-3.24) p = 0.000	Cha Ge Koh I <sup>2</sup> : 64%	0.60° (IC95% 0.13-1.07) p = 0.013
<b>SNB</b>	Sar Niemkemper I <sup>2</sup> : 66%	-3.07° (IC95% -3.52 à - 2.62) p = 0.000	Cha Ge Koh I <sup>2</sup> : 48%	0.06° (IC95% -0.32 à 0.44) p = 0.764 NS
<b>Surplomb</b>	De Clerck Sar Niemkemper I <sup>2</sup> : 95%	6.52 mm (IC95% 6.17-6.88) p = 0.000	Cevinades Ge I <sup>2</sup> : 69%	-0,03 mm (IC 95% CI -0,70 à 0,64) p = 0.923 NS

I<sup>2</sup> : hétérogénéité

Deux revues ultérieures<sup>12, 13</sup> ont comparé l'efficacité avec ancrage squelettique versus protraction conventionnelle avec masque facial et EMR. Par rapport à la revue systématique de 2017<sup>2</sup>, une revue<sup>12</sup> a analysé 4 études supplémentaires<sup>14-17</sup> et l'autre revue<sup>13</sup> 5 études supplémentaires<sup>14-18</sup>.

Ces revues ont d'emblée souligné la variabilité des critères de diagnostic de la classe III ; paramètres squelettiques : ANB, Wits, occlusion antérieure inversée ou contact bout à bout, classe I molaire ; surplomb négatif ; maturation squelettique avec la radiographie main-poignet ; maturation cervicale vertébrale. Le moment d'initiation du traitement variait également selon les études allant de la phase de croissance prépubertaire au pic de croissance pubertaire et à la phase de croissance pubertaire.

L'âge moyen des patients était estimé en début de traitement à 8.1-11.2 ans dans le groupe traité avec le masque facial conventionnel et à 9.6-11.9 ans dans le groupe ancrage squelettique.

Une des revues<sup>12</sup> a analysé 3 groupes d'ancrage distincts : masque de protraction avec ancrage squelettique au niveau du maxillaire (G1)<sup>4, 8, 15, 16</sup>, protraction maxillaire avec ancrage osseux au niveau maxillaire et mandibulaire (G2)<sup>7, 10, 14</sup> et protraction maxillaire avec mini vis au niveau maxillaire et mandibulaire (G3)<sup>17</sup>. Différents types d'ancrage squelettique, mini-plaques ou mini vis, ont été utilisés dans des zones variées (ancrage maxillaire au niveau des piliers zygomatiques, maxillaire au niveau de la paroi latérale nasale, maxillaire au niveau du palais, au niveau de la symphyse mandibulaire).

Le protocole conventionnel consistait à porter le masque 12-16h/j avec une force de 300-800g par côté et un vecteur force de 15-30° dirigé en bas vers le plan occlusal. Dans le groupe protraction avec ancrage avec masque facial, les forces de protraction exercées au travers du masque étaient de 250-400g ; dans le groupe protraction avec ancrage squelettique, celles exercées par les élastiques de classe III (portés à temps plein) étaient de 200-250g.

Les résultats à court terme ont montré : pour G1 : une meilleure efficacité squelettique sagittale et moins de changements dento-alvéolaires pour les ancrages mais non avec les mini vis ; pour G2 : une meilleure efficacité squelettique sagittale et moins de changements dento-alvéolaires pour les ancrages et/ou les mini vis. Moins de changements verticaux (autorotation de la mandibule) avec ancrages seulement ; pour G3 : pas de différence squelettique (sagittale et verticale) et dento-alvéolaire sauf pour la position des incisives mandibulaires. Les auteurs ont conclu qu'à court terme, les ancrages osseux entraînent plus d'effets squelettiques, moins de compensation dento-alvéolaire et moins de changements verticaux indésirables. Les mini-vis en tant qu'ancrages osseux ne semblent pas plus efficaces au niveau squelettique mais ils diminuent les effets dentaires indésirables au niveau du maxillaire.

Une des revues<sup>13</sup> a confirmé que les études s'accordent sur le fait que le traitement des classes III avec ancrage squelettique conduit à une réponse squelettique d'avancement maxillaire plus importante que celle obtenue avec le masque facial conventionnel ; elle réduit les effets indésirables dento-alvéolaires tels qu'une pro-inclinaison significative des incisives maxillaires ainsi que la rotation horaire de la mandibule.

Les résultats sont contradictoires pour les incisives mandibulaires : version linguale avec le masque conventionnel ou masque avec ancrage<sup>4, 8, 18</sup> et version vestibulaire pour ancrage (mini plaques mandibulaires) avec élastiques classe III<sup>10, 14</sup>. Les molaires maxillaires montrent une mésialisation plus importante avec le masque +EMR<sup>16, 18</sup>.

Cette revue précise que des réponses squelettiques peuvent être obtenues avec l'ancrage osseux soit au-delà de la phase prépubertaire soit au moment du pic pubertaire. Cette revue souligne également qu'avant de recourir à l'ancrage squelettique, il est important de considérer l'inflammation voire l'irritation tissulaire possible au niveau des mini vis ainsi que l'âge et la dentition du patient qui en limite les indications. Par exemple, la présence des canines sur l'arcade est nécessaire pour la pose d'une mini plaque à la mandibule ou encore d'une mini plaque au niveau des murs nasaux latéraux afin de ne pas interférer sur l'éruption des canines définitives.

Les données obtenues ont conduit les auteurs<sup>13</sup> à formuler des conclusions au regard des implications cliniques. Ainsi, le recours à l'ancrage squelettique pourrait être considéré dans certaines situations :

- Chez le jeune, au stade précoce, comme alternative au masque facial pour maximiser les effets squelettiques et minimiser les effets dentaires par exemple chez le sujet jeune avec une classe III sévère ou avec une perte précoce des dents temporaires (puisque le masque conventionnel a des effets indésirables tels que l'inclinaison vestibulaire des incisives maxillaires et la mésialisation des molaires avec une fermeture des espaces).
- Chez le jeune, au moment du pic pubertaire, il semble indiqué de recourir à l'ancrage squelettique afin d'exploiter la croissance maxillaire résiduelle plutôt que de traiter la malocclusion uniquement par compensation dentaire.
- Enfin, plus tard, durant l'étape thérapeutique fixe, la présence d'ancrage squelettique peut permettre de distaler les molaires maxillaires et/ou augmenter l'espace au niveau de l'arcade maxillaire.

## II. Etudes complémentaires

Des études complémentaires<sup>19, 23</sup> ont mis en évidence l'efficacité de la protraction maxillaire avec ancrage squelettique, au stade tardif de la dentition mixte ou précoce de la dentition permanente (tableau 11).

Une étude<sup>19</sup> a comparé les résultats obtenus avec le dispositif d'EMR Hybrid-Hyrax avec 2 implants palatins paramédians et antérieurs reliés par des élastiques au masque facial versus EMR identique relié par élastiques à Mentoplate inséré dans la partie sous apicale des incisives mandibulaires avant l'éruption de la canine. Les résultats obtenus en termes de protraction maxillaire et d'absence d'effets indésirables dento-alvéolaires étaient comparables entre les 2 groupes ; toutefois, le contrôle de la dimension verticale était meilleur avec l'ancrage squelettique avec des plaques dans la région symphysaire ce qui a conduit les auteurs à suggérer que ce protocole pourrait être un traitement de choix pour les patients avec hyperdivergence.

D'autres données comparatives<sup>20</sup> ont mis en évidence l'efficacité de la protraction avec ancrage squelettique en termes d'avancement maxillaire et absence de changements alvéolo-dentaires, et ce quel que soit le protocole, mini plaques+ masque (forces lourdes non continues) ou mini plaques + élastiques (forces légères constantes). Par contre en l'absence d'EMR, aucune modification transversale maxillaire n'était obtenue et les auteurs ont conclu qu'une EMR devait être associée à la protraction en présence d'une déficience transversale. Le recours à un autre protocole<sup>21</sup> basé sur un ancrage maxillaire avec mini vis et un appareil fonctionnel fixe inversé FRD (Forsus fatigue-resistant device) a montré une avancée vers l'avant et une rotation horaire du plan occlusal, une version linguale des incisives mandibulaires moindre et une amélioration du profil facial (avec rétrusion lèvre inférieure et protrusion lèvre supérieure) sans toutefois empêcher la distalisation des dents mandibulaires avec intrusion des molaires mandibulaires et maxillaires.

Une étude rétrospective<sup>22</sup> concernant le traitement de la classe III par protraction maxillaire avec ancrage squelettique et expansion maxillaire avec le dispositif hybride MARPE (mini-implant-supported rapid maxillary expansion) activé avec le protocole Alt-RAMEC, a mis en évidence des améliorations significatives squelettiques et dento-alvéolaires après 9 semaines de traitement.

Des données ultérieures rétrospectives multicentriques<sup>23</sup> ont montré une correction de la classe III ; toutefois, les résultats squelettiques obtenus étaient moins importants que ceux obtenus dans les études précédentes.

**Tableau 11** : Etudes complémentaires ancrage squelettique

Auteur Année	Caractéristiques population	Protocoles	Résultats
<b>Willman 2018 ECNR</b>	Groupe MF : 17 8.74 ± 1.20 ans  Groupe mini plaque mentonnaire : 17 9.43 ± 0.95 ans	EMR dispositif Hybrid-Hyrax*  Groupe MF : forces élastiques 400 g ; 14–16 h/j. Vecteur de forces élastiques entre MF et Hybrid-Hyrax ajusté pour inclinaison 20–30° /plan O  Groupe Mentoplate : forces élastiques 200 g entre plaque et Hybrid-Hyrax avec inclinaison 10-15°/plan O ; 24h/j.	Groupe masque vs Groupe Mentoplate Différence moyenne SNA : + 2.23° ± 1.30° versus 2.23° ± 1.43° ; p =0.995 NS SNB : -1.51° ± 1.1° versus - 0.30° ± 0.9° ; p= 0.002 ML-NL : +1.86° ± 1.65° versus 0.12 ± 2.11 ; p =0.005 NSL-ML : + 1.17° ± 1.48 versus - 0.55 ± 1.09 ; p=0.001  Durée de traitement 0.79 ± 0.26 vs 0.87 ± 0.25 NS
<b>Eissa 2018 ECNR</b>	GT : 16 12.45 ±0.87 ans  GC : 16 11.95±1.04 ans	GT : Ancrage avec minivis entre canine et 1 <sup>ère</sup> PM/ dispositif fonctionnel fixe FRD inversé (inséré en mésial au niveau appareil extraoral mand et en distal au niveau bracket canine sup)  6.4 6 ±1.46 mois	SNA : 1.73 ± 0.53, p< .5 U1 à NA : -0.39 ± 0.33, p> .5 L1 à NB : 1.65 ± 0.83, p< .5  Profil/ lèvres p<.05
<b>Elnagar 2017 ECNR</b>	G1 :10 11.9 ± 1.3 ans G2 : 10 12.24 ± 1 ans G3 :10 11.7 ± 1.6 ans	G1 : masque facial/ancrage miniplaques arc zygomatique forces 400 -500 g 30°/plan O G2 : élastiques classe III entre miniplaques infra-zygomatique et miniplaques symphyse mand /250g/24h/j G3 : absence de traitement	NS : Profondeur arc mandibulaire G1 : -0.56 p=0.027 G3 : -0.3mm p=0.039 G2 : -0.19 ; p=0.73553 NS changements dentoalvéolaires excepté déviation max transversale ; p = 0.026 Déplacement max : G1 vs G3 :4.87 mm G2vs G3 : 5.81 mm
<b>AIMozany 2017 ER</b>	14 patients 12.05 ± 1.09 ans Maturation verticale cervicale 2 ou 3	Dispositif RME sur implant (Hybrid MARPE)/Alt-Ramec/9 semaines  Protraction max avec élastiques 400g/ancrage osseux /8.5 semaines	SNA : 1.87°± 1.06° ; Vert.T-A 3.29± 1.54 mm p < 0.001 SNB: -2.03° ± 0.85°, p < 0.001 Vert.T-B : - 3.43± 4.47 mm, p0.05 ANB : 3.95°± 0.57°, p < 0.001; Wits : 5.15± 1.51 mm, p < 0.001 AxeY : 1.95° ± 1.11°, p < 0.001 Proinclinaison Inc> : + 2.98°± 2.71°, p < 0.01 et rétroinclinaison inc < :- 3.2°± 3.4°, p < 0.05 Surplomb : 5.62± 1.36 mm, p < 0.001
<b>Van Hevele 2018 ER</b>	52 patients parmi les 218 traités 11.4 ans	Ancrage squelettique avec 4 miniplaques ; 22.9 mois de traction/ 100 puis 250 g avec élastiques 38 orthodontistes	Différence moyenne SNA : +1.9° SNB : +0.4° ANB : +1.4° Wits : +1.3mm.

\* : 2 minimplants paramédians au niveau palatin antérieur, activation de la vis Hyrax à 90°4 fois/j soit expansion 0.8mm/j, Point T: The most superior point of the anterior wall of the sella turcica at the junction with tuberculum sellae, Vert T: Line perpendicular to SBL and passing through point T, Vert T-A: Horizontal distance traced from the perpendicular line from Vert T to point A, and Vert-B: Horizontal distance traced from the perpendicular line from Vert T to point B

### **Conclusions de la littérature**

La plupart des études ont montré qu'à court terme, le traitement des classes III avec ancrage squelettique conduit à une réponse squelettique d'avancée maxillaire plus importante que celle obtenue avec le masque facial conventionnel et réduit les effets indésirables dentoalvéolaires tels qu'une vestibulo-version des incisives maxillaires ainsi que la rotation horaire de la mandibule.

Les résultats sont comparables en termes d'avancée maxillaire et absence de changements alvéolo-dentaires avec ceux obtenus par un traitement de protraction maxillaire conduit avec des ancrages osseux, quel que soit le protocole, ancrage osseux avec masque ou ancrage osseux avec élastiques. Les résultats sont plus contradictoires pour les incisives mandibulaires : version linguale avec le masque conventionnel ou masque avec ancrage et version vestibulaire pour ancrage (mini plaques mandibulaires) avec élastiques classe III. Les molaires maxillaires montrent une mésialisation plus importante avec le masque.

Le traitement avec ancrage est démarré en moyenne autour de 10 ans pour faciliter la pose osseuse et obtenir une meilleure stabilité ce qui est un peu plus tardif que la méthode traditionnelle plus précoce.

Les auteurs soulignent toutefois, le faible nombre d'études et leur hétérogénéité, la variabilité des méthodes et des protocoles et concluent que des études contrôlées randomisées, à long terme, sont nécessaires pour confirmer les effets et la stabilité des traitements interceptifs de la classe III avec ancrage osseux. De même, des données complémentaires sont nécessaires pour évaluer les bénéfices potentiels au regard des besoins en chirurgie et en termes de qualité de vie et satisfaction du patient.

Les auteurs soulignent également que la méthode d'ancrage est invasive (2 interventions sous anesthésie générale/sédation) et qu'il serait intéressant de faire des analyses en sous-groupe afin d'analyser la compliance du patient qui influe sur le succès du traitement.

### **Recommandation 15 /AE**

Le traitement de première intention de la classe III est le traitement conventionnel orthopédique précoce.

### **Recommandation 16/Grade C**

Le recours aux ancrages osseux peut être recommandé comme alternative au traitement de protraction maxillaire conventionnel (masque facial) chez le jeune autour du pic de croissance si l'on souhaite exploiter rapidement la croissance résiduelle.

### Recommandation 17/Grade C

Différents protocoles peuvent être proposés : ancrages squelettiques et masque facial ou ancrages squelettiques et élastiques de classe III ; ces protocoles sont associés à l'EMR en présence d'une déficience transversale maxillaire.

### Recommandation 18/AE

Il est recommandé d'informer le patient sur la possibilité d'instabilité des résultats à long terme et sur les désavantages, coût, caractère invasif de la méthode (2 interventions sous sédation/anesthésie générale).

### Recommandation 19/AE

Le recours aux ancrages squelettiques et le succès de la méthode nécessitent une équipe avec une formation adéquate (procédure chirurgicale) et un environnement technique adapté (imagerie 3D, plateau technique...).

## REFERENCES

1. De Clerck HJ, Proffit WR. Growth modification of the face: A current perspective with emphasis on Class III treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148:37- 46.
2. Rodrõguez de Guzman-Barrera J, Saez Martinez C, Boronat-Catala M, Montiel-Company JM, Paredes-Gallardo V, Gandõa-Franco JL, et al. (2017) Effectiveness of interceptive treatment of class III malocclusions with skeletal anchorage : A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 12(3): 0173875.
3. De Clerck EE, Swennen GR. Success rate of miniplate anchorage for bone anchored maxillary protraction. *Angle Orthod* 2011; 81, 1010-3.
4. Sar C, Sahinođlu Z, Ėirpici AA, Ėkan S. Dentofacial effects of skeletal anchored treatment modalities for the correction of maxillary retrognathia. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 145, 41-54.
5. Nienkemper M, Wilmes B, Franchi L, Drescher D. Effectiveness of maxillary protraction using a hybrid hyrax-facemask combination : a controlled clinical study. *Angle Orthod* 2015; 85,764-70.
6. Baccetti T, De Clerck HJ, Cevidanes LH, Franchi L. Morphometric analysis of treatment effects of bone anchored maxillary protraction in growing Class III patients. *Eur J Orthod* 2011; 33:121-5.
7. Hino CT, Cevidanes LH, Nguyen TT, De Clerck HJ, Franchi L, McNamara JA Jr. Three-dimensional analysis of maxillary changes associated with facemask and rapid maxillary expansion compared with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144,705-14.
8. Ge YS, Liu J, Chen L, Han JL, Guo X. Dentofacial effects of two facemask therapies for maxillary protraction. Miniscrew implants versus rapid maxillary expanders. *Angle Orthod* 2012; 82, 1083-91.
9. Cha BK, Ngan PW. Skeletal Anchorage for Orthopedic Correction of Growing Class III Patients. *Semin Orthod* 2011; 17,124-37.

10. Cevidanes L, Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. Jr, De Clerck H. Comparison of two protocols for maxillary protraction: bone anchors versus face mask with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2010; 80:799-806.
11. Koh SD, Chung DH. Comparison of skeletal anchorage facemask and tooth-borne facemask according to vertical skeletal pattern and growth stage. *Angle Orthod* 2014; 84:628-33.
12. Meyns J, Brasil DM, Mazzi-Chaves JF, Politis C, Jacobs R : The clinical outcome of skeletal anchorage in interceptive treatment (in growing patients) for class III malocclusion. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2018; 47: 1003–1010.
13. Clemente Luca Contardo, Christian Greco, Roberto Di Lenarda, Giuseppe Perinetti Class III Treatment with Skeletal and Dental Anchorage: A Review of Comparative Effects *BioMed Research International* Volume 2018, Article ID 7946019, 10 pages <https://doi.org/10.1155/2018/7946019>
14. Aglarci C, Esenlik E, Flndlk Y. Comparison of short-term effects between face mask and skeletal anchorage therapy with intermaxillary elastics in patients with maxillary retrognathia. *Eur J Orthod* 2016; 38(3):313–23. <http://dx.doi.org/10.1093/ejo/cjv053>
15. Lee N-K, Yang I-H, Baek S-H. The short-term treatment effects of face mask therapy in Class III patients based on the anchorage device: miniplates vs rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2012; 82(5):846–52. <http://dx.doi.org/10.2319/090811-584.1>.
16. Ngan P, Wilmes B, Drescher D, Martin C, Weaver B, Gunel E. Comparison of two maxillary protraction protocols : tooth-borne versus bone-anchored protraction facemask treatment. *Prog Orthod* 2015; 16(1). <http://dx.doi.org/10.1186/s40510-015-0096-7>.
17. Jamilian A, Haraji A, Showkatbakhsh R, Valaee N. The effects of miniscrew with Class III traction in growing patients with maxillary deficiency. *Int J Orthod Milwaukee* 2011; 22 (2):25–30
18. Tripathi, P. Rai, N. Singh, and S. Kalra, "A comparative evaluation of skeletal, dental, and soft tissue changes with skeletal anchored and conventional facemask protraction therapy," *Journal of Orthodontic Science*, vol. 5, no. 3, p. 92, 2016.
19. Willmann JH, Nienkemper M, Tarraf NE, Wilmes B, Drescher D. Early Class III treatment with Hybrid-Hyrax - Facemask in comparison to Hybrid-Hyrax-Mentoplate - skeletal and dental outcomes. *Prog Orthod.* 2018 Oct 22; 19(1):42 doi: 10.1186/s40510-018-0239-8.
20. Elnagar MH, Elshourbagy E, Ghobashy S, Khedr M, Evans CA. Dentoalveolar and arch dimension changes in patients treated with miniplate-anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017. Jun; 151(6):1092-1106 doi: 10.1016/j.ajodo.2016.10.038.
21. Eissa O, El-Shennawy M, Gaballah S, El-Mehy G, El-Bialy T. Treatment of Class III malocclusion using miniscrew-anchored inverted Forsus FRD: Controlled clinical trial. *Angle Orthod.* 2018 Nov;88(6):692-701 doi: 10.2319/110717-760.1. Epub 2018 Jun 18.
22. Al-Mozany SA, Dalci O, Almuzian M, Gonzalez C, Tarraf NE, Ali Darendeliler M. A novel method for treatment of Class III malocclusion in growing patients. *Prog Orthod.* 2017 Dec 11; 18(1):40 doi: 10.1186/s40510-017-0192-y.
23. Van Hevele Jeroen, Nout Erik, Claeys Thomas, Meyns Joeri, Scheerlinck Jan, Politis Constantinus. Bone-anchored maxillary protraction to correct a class III skeletal relationship: A multicenter retrospective analysis of 218 patients. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 46 (2018) 1800-1806

## SYNTHESE

### Diagnostic différentiel de la classe III

---

La démarche diagnostique en orthodontie a été largement décrite dans les recommandations de bonne pratique. Elle s'appuie sur l'anamnèse, l'examen clinique exo et endo-buccal et l'examen fonctionnel. Des examens et des données complémentaires, photographies, moulages dentaires en plâtre ou numériques et radiographies sont recommandés en présence d'une anomalie, d'une malocclusion ou d'une dysmorphose, pour affiner le diagnostic et planifier le traitement. Au-delà des examens radiographiques de base tels que la radiographie panoramique et/ou la radiographie intra-orale utilisées pour évaluer et dépister des anomalies des dents et des structures associées, le recours à des examens téléradiographiques est recommandé pour préciser les dysmorphoses et planifier le traitement. Le CBCT peut être recommandé dans certaines indications afin d'optimiser la prise en charge.

Pour les occlusions inversées antérieures, la conduite du diagnostic différentiel constitue la première étape de la prise en charge des classes III avec l'évaluation de la sévérité de la malocclusion ; en effet, les malocclusions de classe III peuvent se traduire par des problèmes simplement dento-alvéolaires associant une classe III molaire, un surplomb négatif avec une occlusion incisive en bout à bout ou une occlusion inversée antérieure ou encore par des problèmes squelettiques plus complexes.

Afin de différencier les vraies classes III squelettiques des classes III fonctionnelles et dentaires et ainsi identifier les patients susceptibles de bénéficier d'un traitement orthopédique précoce, différentes étapes sont nécessaires : l'évaluation héréditaire ou génétique à l'aide d'un questionnaire sur les antécédents familiaux de classe III, l'examen clinique de la face et du profil, l'évaluation dentaire, l'évaluation fonctionnelle et l'analyse céphalométrique et structurale.

Des troubles de la ventilation avec hypertrophie amygdalienne, une posture antérieure de la langue et des particularités anatomiques, telles que la présence d'un frein lingual court réduisant la mobilité de la langue, ont été observés chez des jeunes patients avec un type classe III squelettique.

#### Recommandation 1 / AE

Les classes III ont des origines et des formes cliniques variées. La démarche diagnostique doit différencier la part du squelettique, du dentoalvéolaire et du fonctionnel afin d'orienter la décision thérapeutique.

#### Recommandation 2 / AE

Pour conduire le diagnostic différentiel, plusieurs étapes sont nécessaires : questionnaire sur les antécédents familiaux de classe III, évaluation fonctionnelle, exploration de la cinématique mandibulaire, examen clinique extra-oral, évaluation dentaire (relation molaire et incisive), analyse radiologique structurale et analyse céphalométrique des dysmorphoses.

### **Recommandation 3 / AE**

La correction précoce des dysfonctions crée des conditions favorables pour la croissance maxillaire.

Il est recommandé de dépister précocement la présence de troubles de la ventilation nasale, de dysfonctions linguales et des facteurs anatomiques aggravants (par ex, hypertrophie amygdalienne, frein lingual court) ainsi que la présence d'une déficience masticatoire marquée et d'habitudes nocives déformantes (par ex, tics de succion, persistance de tétine et biberon...).

## **Pronostic d'un traitement précoce de la classe III**

---

Les études montrent que le traitement précoce doit être mené en denture temporaire ou mixte, au stade prépubertaire, avant que la croissance soit achevée (méthodes d'évaluation de la maturation vertébrale cervicale, de la maturation de la main/poignet et de la maturation de la phalange intermédiaire du 3<sup>ème</sup> doigt).

Plusieurs prédicteurs céphalométriques de succès ou d'échec du traitement précoce des malocclusions de classe III sont analysés dans les études. Des modèles de prédiction basés sur ces variables céphalométriques, sont proposés.

En l'absence d'homogénéité des populations (ethnicité) et des méthodes utilisées (valeur critique de score, âge de l'évaluation/stade de croissance, critères de succès), il est difficile de comparer la fiabilité de ces modèles de prédiction ; leur accord quant à la prédictibilité du succès ou de l'échec à long terme du traitement reste encore partiel et insatisfaisant.

Les résultats permettent d'estimer la prédictibilité de succès entre 62.7% et 91%, la prédictibilité pour un pronostic défavorable étant relativement basse.

Les études montrent que la classe III squelettique avec prognathisme mandibulaire semble fortement associée à des composants génétiques. Etant donné la variété des populations étudiées et la dispersion des résultats, des recherches sont encore nécessaires pour mieux clarifier la composante génétique de la promandibulie.

A ce jour, aucun modèle de prédiction n'est vraiment validé.

### **Recommandation 4/Grade C**

Il est recommandé d'évaluer la maturation osseuse et de vérifier que la croissance ne soit pas achevée avant d'initier le traitement orthopédique de la malocclusion de classe III.

A cet effet, le recours à des indicateurs radiologiques (méthode d'évaluation de la maturation vertébrale cervicale, maturation de la main/poignet et maturation de la phalange intermédiaire du 3<sup>ème</sup> doigt) peut être utile en fonction de l'âge et du sexe de l'enfant.

#### **Recommandation 5 / Grade C**

A ce jour, aucun modèle de prédiction universel de résultats du traitement précoce des malocclusions de classe III ne peut être proposé et le choix d'un modèle de prédiction chez le jeune en cours de croissance reste empirique.

Il est toutefois recommandé de prendre en compte la sévérité de la classe III et son caractère génétique éventuel (prognathisme mandibulaire) avant de démarrer le traitement.

#### **Recommandation 6 / AE**

Il est recommandé que le praticien orthodontiste informe son patient de la difficulté de prédire les résultats du traitement à long terme.

### **Traitement précoce de l'occlusion inversée antérieure non squelettique**

---

La correction de l'occlusion inversée antérieure est recommandée au stade de dentition temporaire ou mixte afin de limiter le risque d'aggravation et de survenue d'une classe III squelettique.

Plusieurs modalités de traitement peuvent être proposées afin de corriger les occlusions inversées antérieures : appareils amovibles (plan incliné, plan incliné modifié, appareil de Hawley), appareils fixes multi-attaches, cales de libération occlusale.

#### **Recommandation 7 /Grade B**

Pour corriger l'occlusion inversée antérieure en denture temporaire ou mixte, un traitement précoce par dispositifs fixe, amovible ou par l'utilisation de cales de libération occlusale est recommandé afin de limiter le risque d'aggravation et de survenue d'une classe III squelettique.

#### **Recommandation 8 / AE**

Afin d'optimiser le traitement, il est recommandé de corriger toute anomalie de fonction concomitante (ventilatoire, linguale etc..).

### **Traitement orthopédique précoce de la classe III squelettique : indications et modalités thérapeutiques**

---

#### **I. Traitement orthopédique précoce avec le masque facial**

Les résultats des études montrent que le traitement précoce par masque facial, initié entre 6 et 10 ans, corrige la malocclusion de classe III squelettique avec rétromaxillie à court terme, en apportant des améliorations à la fois squelettiques (avancement maxillaire et rotation antihoraire du plan maxillaire, diminution du prognathisme mandibulaire et rotation horaire du

plan mandibulaire), dento-alvéolaires et au niveau des tissus mous : amélioration significative des paramètres sagittaux, du surplomb incisif et du profil facial.

Les données à long terme sont peu nombreuses ; elles mettent en évidence que dans environ 70% des cas, les patients traités avec le masque facial précoce gardent un surplomb positif et n'ont pas besoin de chirurgie orthognathique sans pour autant maintenir systématiquement les changements squelettiques.

La rétromaxillie est fréquemment associée à une endognathie et le masque est alors combiné à une expansion maxillaire ; les résultats sont comparables, quelle que soit la méthode d'expansion proposée (traditionnelle ou alternance expansion/constriction : protocole Alt-RAMEC).

Aucune donnée ne permet d'affirmer que le masque facial est un facteur de risque de dysfonctions temporomandibulaires.

#### **Recommandation 9/ Grade C**

Le recours à un traitement précoce de la malocclusion de classe III avec un masque facial de protraction peut être recommandé, principalement dans les cas de malocclusion squelettique avec une rétrognathie maxillaire, afin de prévenir les complications et réduire la sévérité de la malocclusion et la complexité d'un futur traitement orthodontique et/ou chirurgical à un âge plus avancé.

#### **Recommandation 10 /Grade C**

Il est recommandé d'associer un protocole d'EMR à la protraction maxillaire en présence d'une endognathie maxillaire.

#### **Recommandation 11 / Grade C**

L'initiation du traitement orthopédique avec le masque facial/ERM est recommandée chez l'enfant, en cours de croissance et avant le pic de croissance, avec pour objectif thérapeutique l'amélioration de la classe III squelettique, la correction de l'occlusion inversée antérieure avec l'obtention d'un surplomb positif dentaire et l'amélioration du profil.

## **II. Autres appareils utilisés pour le traitement orthopédique précoce**

### **Conclusions de la littérature**

Les revues systématiques s'appuyant sur des études contrôlées de faible niveau de preuve montrent que les patients traités avec une fronde mentonnière versus absence de traitement, ont une amélioration de leur classe III squelettique avec un effet réducteur sur la croissance mandibulaire à court terme. Une rotation horaire de la mandibule, une augmentation de la hauteur faciale antérieure et du surplomb sont observées.

Les auteurs soulignent toutefois le faible nombre d'études, leur hétérogénéité et concluent que les preuves ne sont pas suffisantes pour pouvoir faire des recommandations définitives sur la fronde mentonnière. Des études avec une meilleure qualité méthodologique et avec des résultats à long terme sont nécessaires.

D'autres appareils orthopédiques, casque mandibulaire/traitement orthodontique edgewise, appareil fonctionnel de Fränkel ont été évalués versus absence de traitement. Ils réduisent la croissance mandibulaire mais n'ont pas d'effet thérapeutique sur le maxillaire.

Des études de haut niveau de preuve sont toutefois nécessaires pour confirmer ces données d'efficacité.

Pour d'autres appareils tels que *Tandem traction bow* et *mandibular retractor*, les données sont très peu nombreuses ; elles montrent des preuves d'efficacité à court terme mais des données complémentaires et à long terme sont nécessaires pour confirmer ces bénéfices obtenus.

### **Avis des experts du Groupe de travail**

Les experts du groupe de travail soulignent l'hétérogénéité et le faible nombre d'études concernant la fronde mentonnière et ne recommandent pas le recours à ce type d'appareil.

Les experts précisent aussi que les appareils fonctionnels décrits dans la littérature sont utilisés majoritairement dans le monde anglo-saxon. D'autres approches thérapeutiques ont été décrites par des auteurs français.

Le groupe de travail souligne que le traitement orthopédique précoce de la classe III permet un traitement morphologique et fonctionnel et le déplacement antéro-postérieur des maxillaires par l'action combinée des appareils et des phénomènes de croissance doit permettre de réhabiliter la fonction masticatrice en orientant correctement le plan d'occlusion. La correction des distorsions d'orientation du plan occlusal est indispensable pour la pérennité des résultats ; cet objectif occlusal et fonctionnel justifie le choix et l'utilisation des appareils.

D'un point de vue occlusal, les déplacements liés aux appareils doivent être considérés dans les 3 sens de l'espace. Le déplacement sagittal du plan d'occlusion par traction postéro-antérieure du maxillaire, associé à un déplacement transversal du plan par expansion maxillaire, est conjugué à un déplacement vertical du plan d'occlusion qui compose un mouvement de rotation horaire du plan d'occlusion. Pour contrôler la tridimensionnalité, des gouttières de disjonction, associées au masque facial, peuvent être utilisées et adaptées pour réorienter le plan occlusal.

Des traitements fonctionnels avec des plaques de surélévation molaires amovibles, associées ou non à d'autres appareils, ont pour objectif de majorer la dimension verticale d'occlusion fonctionnelle chez l'enfant avec la mise en fonction de toutes les dents maxillaires. Cette plaque empêche tout contact prématuré à l'origine des déviations du chemin de fermeture, proglissement et latéro-déviations ; elle favorise ainsi la croissance maxillaire.

#### **Recommandation 12 /AE**

En l'absence de données homogènes et de résultats à long terme, le groupe de travail ne recommande pas l'utilisation de la fronde mentonnière.

### **Recommandations 13/Grade C**

Pour les jeunes patients avec un prognathisme mandibulaire, plus particulièrement associé à une face courte, des appareils orthopédiques peuvent être proposés pour contrôler la croissance mandibulaire ; toutefois, l'absence de données à long terme doit être prise en compte avant d'initier le traitement.

### **Recommandation 14/ AE**

Pour le traitement orthopédique précoce de la classe III, le groupe de travail recommande l'utilisation d'appareils fonctionnels, isolés ou associés à d'autres dispositifs, permettant à la fois une correction morphologique et fonctionnelle tels que des appareils de surélévation molaire ou encore des appareils visant à réorienter le plan occlusal.

Le groupe de travail recommande de démarrer le traitement de la classe III squelettique le plus tôt possible et souligne la nécessité de normaliser la cinématique mandibulaire ainsi que toutes les fonctions (fonction linguale, ventilation).

La motivation du patient doit être prise en compte et un suivi du traitement et de son observance est indispensable.

## **Place de l'ancrage squelettique dans le traitement de la classe III**

La plupart des études ont montré qu'à court terme, le traitement des classes III avec ancrage squelettique conduit à une réponse squelettique d'avancée maxillaire plus importante que celle obtenue avec le masque facial conventionnel et réduit les effets indésirables dento-alvéolaires tels qu'une vestibulo-version des incisives maxillaires ainsi que la rotation horaire de la mandibule.

Les résultats sont comparables en termes d'avancée maxillaire et absence de changements alvéolo-dentaires avec ceux obtenus par un traitement de protraction maxillaire conduit avec des ancrages osseux, quel que soit le protocole, ancrage osseux avec masque ou ancrage osseux avec élastiques. Les résultats sont plus contradictoires pour les incisives mandibulaires : version linguale avec le masque conventionnel ou masque avec ancrage et version vestibulaire pour ancrage (mini plaques mandibulaires) avec élastiques classe III. Les molaires maxillaires montrent une mésialisation plus importante avec le masque.

Le traitement avec ancrage est démarré en moyenne autour de 10 ans pour faciliter la pose osseuse et obtenir une meilleure stabilité ce qui est un peu plus tardif que la méthode traditionnelle plus précoce.

Les auteurs soulignent toutefois, le faible nombre d'études et leur hétérogénéité, la variabilité des méthodes et des protocoles et concluent que des études contrôlées randomisées, à long terme, sont nécessaires pour confirmer les effets et la stabilité des traitements interceptifs de la classe III avec ancrage osseux. De même, des données complémentaires sont nécessaires pour évaluer les bénéfices potentiels au regard des besoins en chirurgie et en termes de qualité de vie et satisfaction du patient.

Les auteurs soulignent également que la méthode d'ancrage est invasive (2 interventions sous anesthésie générale/sédation) et qu'il serait intéressant de faire des analyses en sous-groupe afin d'analyser la compliance du patient qui influe sur le succès du traitement.

#### **Recommandation 15 /AE**

Le traitement de première intention de la classe III est le traitement conventionnel orthopédique précoce.

#### **Recommandation 16/Grade C**

Le recours aux ancrages osseux peut être recommandé comme alternative au traitement de protraction maxillaire conventionnel (masque facial) chez le jeune autour du pic de croissance si l'on souhaite exploiter rapidement la croissance résiduelle.

#### **Recommandation 17/Grade C**

Différents protocoles peuvent être proposés : ancrages squelettiques et masque facial ou ancrages squelettiques et élastiques de classe III ; ces protocoles sont associés à l'EMR en présence d'une déficience transversale maxillaire.

#### **Recommandation 18/AE**

Il est recommandé d'informer le patient sur la possibilité d'instabilité des résultats à long terme et sur les désavantages, coût, caractère invasif de la méthode (2 interventions sous sédation/anesthésie générale).

#### **Recommandation 19/AE**

Le recours aux ancrages squelettiques et le succès de la méthode nécessitent une équipe avec une formation adéquate (procédure chirurgicale) et un environnement technique adapté (imagerie 3D, plateau technique...).

# METHODOLOGIE D'ELABORATION ET PARTICIPANTS

## I. METHODOLOGIE D'ELABORATION

Ces recommandations professionnelles ont été élaborées en s'appuyant sur plusieurs étapes :

- cadrage du thème avec le comité de pilotage ;
- phase de revue systématique de la littérature et synthèse critique des données identifiées ;
- rédaction de l'argumentaire / version initiale des recommandations, concises et gradées selon les niveaux de preuve identifiés ;
- soumission à un groupe pluridisciplinaire ; discussion et validation des recommandations proposées à l'issue de la réunion de travail ;
- phase de lecture externe avec un groupe de lecture pluridisciplinaire dont chaque membre rend un avis consultatif, à titre individuel ;
- finalisation et diffusion.

Ces recommandations sont donc basées sur l'analyse des données identifiées dans la littérature scientifique, sur l'avis d'experts réunis en groupe de travail et sur la consultation d'un groupe de lecture.

**Pour rappel, les recommandations de bonne pratique (RBP) sont définies dans le champ de la santé comme des « propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à rechercher les soins les plus appropriés dans des circonstances cliniques données ».**

**Les RBP sont des synthèses rigoureuses de l'état de l'art et des données de la science à un temps donné, décrites dans l'argumentaire scientifique. Elles ne sauraient dispenser le professionnel de santé de faire preuve de discernement dans la prise en charge du patient, qui doit être celle qu'il estime la plus appropriée, en fonction de ses propres constatations et des préférences des patients.**

## I. Rédaction de l'argumentaire scientifique et des recommandations

La rédaction de l'argumentaire scientifique et des recommandations a été menée conformément au guide « Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations. Paris : ANAES /HAS ; 2000 ».

Elle est basée sur une synthèse critique, concise et hiérarchisée de la littérature, avec mention des niveaux de preuve. En l'absence de littérature, les recommandations ne sont pas gradées mais fondées sur un accord professionnel (voir tableau grade des recommandations).

L'absence de gradation ne signifie pas que les recommandations ne sont pas pertinentes et utiles. Elle doit, en revanche, inciter à engager des études complémentaires.

Grade des recommandations	
<b>A</b>	<b>Preuve scientifique établie</b> Fondée sur des études de fort niveau de preuve (niveau de preuve 1) : essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur ou méta-analyse d'essais comparatifs randomisés, analyse de décision basée sur des études bien menées
<b>B</b>	<b>Présomption scientifique</b> Fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (niveau de preuve 2), comme des essais comparatifs randomisés de faible puissance, des études comparatives non randomisées bien menées, des études de cohorte
<b>C</b>	<b>Faible niveau de preuve</b> Fondée sur des études de moindre niveau de preuve, comme des études cas témoins (niveau de preuve 3), des études rétrospectives, des séries de cas, des études comparatives comportant des biais importants (niveau de preuve 4).
<b>AE</b>	<b>Accord d'experts</b> En l'absence d'études, les recommandations sont fondées sur un accord entre experts du groupe de travail, après consultation du groupe de lecture. L'absence de gradation ne signifie pas que les recommandations ne sont pas pertinentes et utiles. Elle doit, en revanche, inciter à engager des études complémentaires.

## II. Recherche documentaire

Une revue systématique de la littérature a été conduite en sélectionnant préférentiellement les articles avec le meilleur niveau de preuve, les plus récents, et en privilégiant les essais contrôlés randomisés, les revues systématiques, les méta-analyses et les recommandations.

Les banques de données bibliographiques (PubMed, Embase, National Guideline Clearinghouse, Cochrane, NosoBase, BDSP (Banque de données en santé publique) ont été consultées ainsi que de très nombreux sites internet de différents organismes (autorités sanitaires et agences d'évaluation, sociétés savantes nationales et internationales etc.) de façon à identifier les rapports ou les recommandations de bonne pratique non publiées sur les bases automatisées de données bibliographiques.

La recherche a été limitée aux publications en langue anglaise et française, sur la période 2010-février 2019 (quelques études antérieures identifiées ont toutefois été également retenues). L'interrogation de la base de données Pubmed a été menée en utilisant soit des termes issus de thésaurus (descripteurs), soit des termes libres (du titre ou du résumé) combinés.

Les termes utilisés, combinés à l'aide des opérateurs « ET » « OU », étaient les suivants :

*Angle class III, class III malocclusion, mandibular prognathism, skeletal class III malocclusion, maxillary retrusion, maxillary hypoplasia, mandibular protrusion, mandibular hyperplasia, maxillary retrusion, maxillary hypoplasia, mandibular protrusion*

*Facial growth, growth facial pattern, prediction, prognostic*

*Class III treatment, orthopaedic treatment, interceptive treatment, early treatment, orthopedic treatment, interceptive orthodontic treatment*

*Orthodontic Appliances; removable orthodontic appliance, functional orthodontic device, extraoral traction appliances, chin-cup therapy, reverse-pull headgear, orthodontic appliances, facemask, protraction facemask; palatal expansion*

*Skeletal anchorage, orthodontic anchorage procedures, orthodontic anchorage technique, bone anchor, miniscrew, miniplate, mini implant, bone screw, bone plate, bone-anchored maxillary protraction*

Cette recherche a été complétée par les références citées dans les documents analysés.

Aucune recommandation de bonne pratique concernant le traitement de la classe III n'a été identifiée. Les revues systématiques identifiées sont nombreuses ; les plus récentes ont été retenues. Il est à noter que ces revues sont basées sur des études avec un faible niveau de preuve.

### **III. Groupe de travail**

Le groupe de travail constitué de 10 experts s'est réuni le 14 mars 2019.

Préalablement à la réunion de travail, chaque professionnel a reçu, par voie électronique, la version initiale de l'argumentaire scientifique et la liste de propositions de recommandations. Les commentaires reçus préalablement à la réunion ont été pris en compte et intégrés dans le document provisoire.

Lors de la réunion, chaque membre a donné son avis sur le caractère approprié ou non de chacune des propositions de recommandations. Les points de vue basés sur l'expérience des participants ont été partagés et après discussion, un accord a été formalisé afin de finaliser les recommandations.

Après la réunion de travail, le document finalisé a été envoyé à tous les experts pour approbation avant validation.

### **IV. Relecture externe**

Le texte a été soumis à un groupe de lecture. Les experts de ce groupe de lecture ont rendu un avis consultatif individuel, par voie électronique, à l'aide d'une grille de lecture globale permettant d'apprécier la qualité méthodologique et la validité scientifique des recommandations, ainsi que la lisibilité, la faisabilité et l'applicabilité du texte et à l'aide d'une grille de cotation, échelle numérique, graduée de 1 à 9 et plage de commentaires libres en regard de chaque recommandation formulée.

La prise en compte des avis des relecteurs a été basée sur la méthode suivante :

- ✓ Pour les recommandations fondées sur un niveau de preuve élevé (grade A ou B) ou encore réglementation ou norme :
  - Prise en compte des commentaires pertinents pour améliorer la forme ;
  - Modifications sur le fond, s'il y a lieu, en fonction de nouvelles données fournies avec modification du grade de la recommandation si nécessaire.
- ✓ Pour les recommandations fondées sur un faible niveau de preuve (grade C) ou sur un accord d'experts :
  - Lorsque le groupe de lecture confirme le caractère approprié de la recommandation ( $\geq 90\%$  des réponses du groupe de lecture dans l'intervalle [5 – 9]), la recommandation est conservée et les commentaires pertinents sont pris en compte pour améliorer la forme ;
  - Lorsque le groupe de lecture est plus largement indécis ou en désaccord avec la recommandation initiale ( $< 90\%$  des réponses du groupe de lecture dans l'intervalle [5

– 9]), la pertinence des commentaires est analysée et s'il y a lieu la recommandation est modifiée.

## **II. PARTICIPANTS**

### **Comité de pilotage**

Docteur Alain BERY. Administrateur FFO. Paris  
Docteur Jean Michel FOUCART. Coordonnateur. Orthodontie. Eaubonne  
Docteur Françoise SAINT-PIERRE. Méthodologie. Paris

### **Groupe de travail**

Docteur Carine BEN YOUNES-UZAN. Orthodontie. Paris  
Docteur Alain BERY. Orthodontie. Paris  
Docteur Claude BOURDILLAT-MIKOL. Orthodontie - Paris  
Docteur Jean Michel FOUCART. Orthodontie. Eaubonne  
Docteur Sandrine HERMER. Orthodontie. Compiègne  
Docteur Jean Louis RAYMOND. Orthodontie. Saint Laurent De La Salanque  
Docteur Martial RUIZ. Orthodontie. Cenon  
Docteur Françoise SAINT-PIERRE. Méthodologie. Paris  
Docteur Yves SOYER. Orthodontie. Montgeron  
Docteur Yves TRIN. Orthodontie. Paris

### **Groupe de lecture**

Docteur Eric ALLOUCH. Orthodontie. Levallois-Perret  
Docteur Philippe AMAT. Orthodontie. La Mans  
Docteur Guillaume BIDANGE. Orthodontie. Bollene  
Docteur Damien BREZULIER. Orthodontie. Rennes  
Docteur François DARQUE. Orthodontie. Bordeaux  
Docteur Romain De PAPÉ. Orthodontie. Strasbourg  
Docteur Aurélie FIRMIN VINCENT. Orthodontie. Saint Maur des Fossés  
Docteur Pascal GARREC. Orthodontie. Montrouge  
Docteur Guillaume LECOCQ. Orthodontie. Valenciennes  
Docteur Sylvie LEGRIS. Orthodontie. Beauvais  
Docteur Yassine MESSAOUDI. Orthodontie. Lyon  
Professeur Michel-Christian OUAYOUN. ORL. Chirurgie Face et Cou. Suresnes  
Docteur Christian PAULUS. Chirurgie Maxillo-faciale. Bron  
Docteur Claire PERNIER. Orthodontie. Caluire-et-Cuire  
Docteur Laurent PETITPAS. Orthodontie. Pont à Mousson  
Docteur Martine PHILIPPART-ROCHAIX. Orthodontie. Boulogne-Billancourt  
Docteur Stéphane RENGIER. Orthodontie. Saint-Louis

Aucun expert n'a déclaré de conflits d'intérêts en rapport avec le thème des recommandations.