

UNIVERSITE DE NANTES

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année : 2017

N° 016

**LE PROPULSEUR UNIVERSEL LIGHT® DANS LE
TRAITEMENT DES CLASSES II SQUELETTIQUES,
CONCEPT ET ILLUSTRATIONS CLINIQUES**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*Présentée
et soutenue publiquement par*

ARBOUIN Guillaume
Né le 15/01/1989

Le 15/06/17 devant le jury ci-dessous

Président : M. le Professeur Y. AMOURIQ
Assesseur : Mme. le Docteur E. ROY
Assesseur : Mme. le Docteur B. GOUGEON

Directeur de thèse : M. le Docteur S. RENAUDIN

UNIVERSITÉ DE NANTES		
Président	Pr LABOUX Olivier	
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE		
Doyen	Pr AMOURIQ Yves	
Assesseurs	Dr LE BARS Pierre Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre	
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.		
Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LESCLOUS Philippe	Madame LICHT Brigitte Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre	
Professeurs des Universités		
Monsieur BOULER Jean-Michel		
Professeurs Emérites		
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain	
Praticiens Hospitaliers		
Madame DUPAS Cécile Madame LEROUXEL Emmanuelle	Madame HYON Isabelle Madame GOEMAERE GALIERE Hélène	
Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.		
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Madame BLERY Pauline Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Madame RENARD Emmanuelle Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D.	
	Monsieur ABBAS Amine Monsieur AUBEUX Davy Madame BERNARD Cécile Monsieur BOUCHET Xavier Madame BRAY Estelle Madame CLOITRE Alexandra Monsieur DRUGEAU Kévin Madame GOUGEON Béatrice Monsieur LE BOURHIS Antoine Monsieur LE GUENNEC Benoît Monsieur LOCHON Damien Madame MAÇON Claire Madame MAIRE-FROMENT Claire-Hélène Madame MERCUSOT Marie-Caroline Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur SARKISSIAN Louis-Emmanuel	
Maître de Conférences		
Madame VINATIER Claire		
Enseignants Associés		
Monsieur KOUADIO Ayepa (Assistant Associé) Madame LOLAH Aoula (MC Associé) Madame RAKIC Mia (PU Associé)	A.T.E.R.	
	Madame BON Nina	

Mise à jour le 04/11/2016

**Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la
Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises
dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être
considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur
donner aucune approbation, ni improbation.**

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Professeur des Universités.

Praticien Hospitalier des Centre de Soins, d'enseignement et de Recherche Dentaires.

Département de Prothèse.

Doyen de la faculté de chirurgie Dentaire.

Chef du service d'Odontologie Restauratrice et Chirurgicale.

-Nantes-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse.

Je vous remercie de la confiance que vous avez bien voulu me témoigner.

Veillez trouver ici l'expression de mon profond respect et l'expression de mes sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Stéphane RENAUDIN

Maître de Conférences des Universités.

Praticien Hospitalier des Centre de soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires.

Département d'Orthopédie Dento-Faciale.

-Nantes-

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse.

Pour la confiance que vous m'avez accordée pour mener à bien ce travail.

Pour vos précieux conseils et votre enseignement tout au long de mon cursus.

Veillez trouver ici l'expression de toute ma reconnaissance et de mes sincères remerciements.

A Madame le Docteur Elisabeth ROY

Maître de conférences des universités,
Praticien hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherches dentaires,
Docteur en Chirurgie Dentaire,
Département de Pédodontie.

-Nantes-

Pour m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury.

Veillez trouver ici l'expression de mon profond respect et l'expression de mes sincères remerciements.

A Madame le Dr. GOUGEON Béatrice

Assistant hospitalo-universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche
dentaire,

Département d'Orthopédie-Dento-Faciale.

-Nantes-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à ce jury

*Veillez trouver ici l'expression de mes sentiments respectueux et de ma profonde
considération.*

A Dr. CALLABE Elie

Spécialiste qualifié en Orthopédie Dento-Faciale diplômé de la faculté de Reims.

Merci pour votre accueil au sein de votre cabinet,

Merci pour m'avoir fait partager votre expérience clinique très enrichissante et de m'avoir permis d'accéder à vos données cliniques.

Veillez accepter toute ma reconnaissance.

Au laboratoire PUL Concept

Pour avoir pris du temps sur votre travail pour répondre à mes interrogations.

A Dr. COLAS ainsi qu'à son équipe soignante

Docteur en chirurgie dentaire diplômé de la faculté de Reims et spécialiste en pédodontie.

Pour m'avoir ouvert vos portes,

Pour m'avoir aidé à trouver ce sujet,

Pour votre gentillesse et votre bonne humeur.

Veillez trouver ici l'expression de mon profond respect et de ma sincère gratitude.

A Dr. REMOUE Fabienne

Spécialiste qualifiée en Orthopédie Dento-Faciale diplômée de la faculté de Rennes.

Pour m'avoir aidé à mener à bien ce travail,

Pour ta disponibilité et tes précieux conseils,

Pour ton soutien tout au long de mon expérience clinique.

Merci de m'avoir laissé à disposition un de tes cas clinique.

Veillez trouver ici l'expression de mes sentiments distingués et de ma profonde reconnaissance.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

I) CROISSANCE MANDIBULAIRE

- 1-1) Rappels anatomiques
- 1-2) Croissance mandibulaire post-natale
- 1-3) Mécanisme de la croissance condylienne

II) EST-IL POSSIBLE DE STIMULER LA CROISSANCE MANDIBULAIRE

III) REVUE DE LITTERATURE SUR LES ACTIVEURS DE CROISSANCE AMOVIBLES

- 3-1) Mode d'action des activateurs de croissance amovibles
- 3-2) Description des principaux systèmes
- 3-3) Analyse de la littérature
 - 3-3-1) L'appareil d'Andresen
 - 3-3-2) L'activateur monobloc rigide de Lautrou
 - 3-3-3) L'appareil de Frankel
 - 3-3-4) L'appareil de Herbst
 - 3-3-5) En résumé

IV) LE PROPULSEUR UNIVERSEL LIGHT 2 REGLABLE (PUL®)

- 4-1) Historique
- 4-2) Publications au sujet du PUL®
- 4-3) Description de l'appareil
 - 4-3-1) Armatures
 - 4-3-1-1) Maxillaire
 - 4-3-1-2) Mandibulaire
 - 4-3-2) Le système de propulsion
 - 4-3-3) Soudure au Laser
- 4-4) Intérêts du propulseur universel light
 - 4-4-1) Avantages
 - 4-4-2) Inconvénients
- 4-5) Indications
- 4-6) Prescriptions

V) CONCEPT DU TRAITEMENT DES CLASSES II PAR LE PROPULSEUR UNIVERSEL LIGHT 2

REGLABLE

5-1) Effets thérapeutiques

5-2) Mécanisme d'action en fonction de la typologie faciale

5-2-1) Chez le sujet hypodivergent ou brachyfacial avec supraclusion

5-2-2) Chez le sujet hyperdivergent ou dolychofacial avec béance

5-3) Séquence thérapeutique

5-3-1) La consultation spécialisée

5-3-2) Conception de l'appareil

5-3-3) Pose de l'appareil et contrôle à 15 jours

5-3-4) Contrôle toutes les 6 à 8 semaines

5-3-5) Obtention de la classe I molaire

5-3-6) Stabilisation 4D

5-3-7) Surveillance et/ou multi-attache de finition

5-3-8) Contention nocturne « 4D anti récidence »

VI) **ILLUSTRATION CLINIQUE** (Avec l'aimable autorisation du Dr. REMOUE F.)

VII) **DISCUSSION**

CONCLUSION

ANNEXES

TABLE DES ILLUSTRATIONS

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

Au sein des cabinets spécialisés en orthopédie dento-faciale, « de toutes les malocclusions, celles de classe II d'Angle sont les plus fréquentes et représentent, selon les auteurs, entre le tiers et la moitié des consultations orthodontiques. » [16] Dans la majorité des cas on retrouve un contexte fonctionnel et esthétique fortement perturbé chez ces patients. Une étude réalisée en 2000 par LE GUEDARD-GIRAULT et coll. [45] montre que les classes II dentaires sont associées dans 87% des cas à une classe II squelettique. Le décalage des bases squelettiques maxillaire et mandibulaire qui caractérise ces dysmorphies sagittales peut être apprécié sur une téléradiographie de profil par l'angle ANB. Lorsque ce dernier est supérieur à 4°, il exprime une classe II squelettique avec une base osseuse supérieure plus avancée que la base osseuse inférieure. Selon la classification de BALLARD :

- Soit la cause incombe à la mandibule et celle-ci occupe une position trop postérieure (ou a une dimension trop faible) par rapport au maxillaire (normomaxillie et rétromandibulie).
- Soit la cause incombe au maxillaire et celui-ci occupe une position trop antérieure (ou a une dimension trop grande) par rapport à la mandibule (promaxillie et normomandibulie).
- Soit le maxillaire et la mandibule sont tous les deux impliqués accentuant en général les désordres (promaxillie et rétromandibulie).

Il est admis de nos jours que la croissance normale tend à réduire le décalage squelettique et que les fonctions ont un rôle important dans l'expression de celle-ci. Linder-Aronson en 1970 disait déjà : « changer la fonction pour changer la forme ». [47]

En fonction de l'âge du patient, de son stade de croissance et de maturité mais aussi selon les étiologies et la gravité de la classe II squelettique, il existe différentes possibilités thérapeutiques mises à la disposition de l'orthodontiste : la prévention et l'orthopédie, réalisée avec ou sans appareillage, l'orthodontie, parfois associée à des extractions compensatrices et la chirurgie orthognatique, qu'il faut savoir intégrer dans les prises en charge tardives et les décalages squelettiques sévères.

Chez les patients âgés de 8 à 11 ans se présentant en consultation avec un potentiel de croissance suffisant et une classe II par rétrognathisme mandibulaire, une des stratégies thérapeutiques, consiste à intervenir de manière précoce en deux phases. L'une en denture mixte au moyen d'appareillage orthopédique d'avancée mandibulaire, l'autre plus tardive par équipement orthodontique multi-attache en denture adolescente.

A l'aide de ces dispositifs orthopédiques, on espère en interceptant prématurément les conditions dysmorpho-fonctionnelles qui peuvent influencer négativement les processus de base de la croissance cranio-faciale et du vieillissement :

- Rétablir un cadre squelettique harmonieux et atteindre un développement équilibré de la face,
- Limiter le recours aux extractions et réduire la fréquence des chirurgies,
- Améliorer l'esthétique du visage et l'estime de soi,
- Pérenniser le système manducateur et limiter la seconde phase en multi-attache à un simple alignement, nivellement des arcades.

Cependant cette approche reste controversée. Bien qu'efficace à court terme dans la résolution de la pathologie il nous est impossible de prouver son efficacité comparativement à un traitement mené en une phase à l'aide d'une mécanique de traction par élastiques montée sur appareil multi-attache.

C'est pourtant dans cette démarche et en offrant une approche globale, fonctionnelle, orthopédique et psychologique que le Dr. Elie CALLABE a conçu et développé le Propulseur Universel Light (PUL®). « Véritable médicament du syndrome médical de la classe II » selon lui, il en traite les causes et les symptômes quel que soit la typologie faciale du patient, brachyfaciale ou dolychofaciale. Universel de par son concept de liberté occlusale, il est prescrit et personnalisé en fonction du diagnostic et des objectifs cliniques individuels de chaque patient.

Selon les études, dans la majorité des cas, le siège d'une classe II squelettique est mandibulaire. MCNAMARA, en 1981, évalue la nécessité d'un recul maxillaire sur une population de 277 sujets ayant une classe II squelettique à 10 % à peine [56]. Quant à F.LAURENT et P. GOUDOT, en 1994, ils « récusent tout excès antéropostérieur au maxillaire dans les classes II » et de ce fait ils jugent rarissime l'indication d'un recul de la base maxillaire [43].

C'est pourquoi, dans un premier temps je m'intéresserai à la croissance mandibulaire et à ses possibilités d'être ou non stimulée. Puis à l'aide d'une revue de littérature, je préciserai l'état des connaissances actuelles à propos de différents moyens orthopédiques pour y parvenir. A la suite de quoi je détaillerai le PUL® 2 réglable ainsi que ses principes d'action dans le traitement de la classe II squelettique. Enfin, la présentation d'un cas clinique sera illustrée et commentée en fin de travail.

La classe II squelettique est un syndrome orthodontique extrêmement polymorphe, il ne s'agit pas de faire du PUL le traitement consensuel de celle-ci mais d'observer que malgré l'absence de preuves scientifiques quant à la possibilité d'accroître la longueur mandibulaire de manière significative il constitue néanmoins chez les patients coopérants un remède efficace susceptible d'améliorer de façon simultanée bon nombre de ses symptômes.

I) CROISSANCE MANDIBULAIRE

La croissance mandibulaire fœtale et post-natale est un phénomène secondaire sans autonomie propre. Elle s'opère d'une part au moyen de la croissance modelante des gaines périostées des muscles portés par cet os et intervenant dans les fonctions oro-faciales [17] et d'autre part grâce à la croissance condylienne. Par rapport au maxillaire, la croissance mandibulaire se termine plus tard et selon Bonnefont et coll. elle procéderait par accélérations successives, en dents de scie, sans corrélation avec la croissance staturale. [7]

1-1) Rappels anatomiques :

La mandibule est un os impair et symétrique formant le massif facial inférieur. C'est le seul os mobile de la face. Elle s'articule avec le massif facial supérieur en arrière, par le biais des articulations temporo-mandibulaire et en avant, par l'intermédiaire des dents. Elle est constituée :

- D'un corps mandibulaire, le corpus, en forme de fer à cheval avec une base « squelettique » inférieure et une arcade alvéolo-dentaire la prolongeant en haut, d'avant en arrière.
- De 2 branches montantes (rami) en forme de quadrilatère aplati. La partie inférieure de chacune de ces branches est reliées à l'extrémité postérieure du corpus au niveau de l'angle mandibulaire. La partie supérieure porte le coroné en avant et le condyle mandibulaire en arrière.

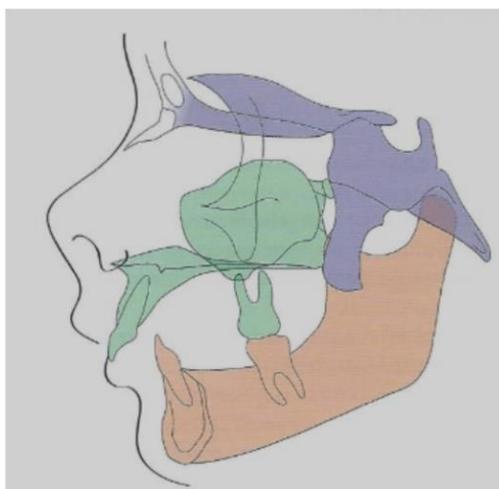


Figure 1 : Relations anatomiques entre la mandibule et la base du crane postérieurement ; entre la mandibule et les dents antérieurement

A la naissance la mandibule en position rétrognathe est immature. Les branches montantes situées dans le prolongement du corpus sont courtes et les articulations temporo-mandibulaire ne sont pas encore complètement formées. La morphologie et les dimensions de cet os sont prédéterminées par la donne génétique que constitue le cartilage de Meckel, véritable tuteur de l'ossification mandibulaire. Il s'agit d'un os extrêmement complexe par son ossification mixte, à la fois membranaire et enchondrale.

Cependant d'autres mécanismes interviennent dans l'accroissement de la mandibule :

- Le déplacement secondaire d'Enlow :

C'est la croissance générale des pièces osseuses environnantes. Elle est sous l'influence de la croissance de la base du crâne dans les trois sens de l'espace. Sagittalement, verticalement et transversalement la croissance basicrânienne entraîne vers le bas et en arrière la mandibule, ce qui déplace les condyles temporaux vers l'extérieur. La croissance adaptative condylienne s'exprime et permet de maintenir les rapports anatomiques pour répondre à la divergence de l'arc mandibulaire.

- La croissance suturale :

Au niveau de la mandibule, elle est unique et située au niveau de la symphyse à la réunion entre les 2 bourgeons mandibulaires. Elle croît sous l'influence des muscles digastriques, génio-glosses et génio-hyoïdiens. Celle-ci est très limitée selon SCOTT cité par AKNIN, car il y a une synostose qui se produit dès la fin de la 1^{ère} année. [2]

- La croissance modelante :

Elle dépend des contraintes mécaniques loco-régionales. Selon la loi LERICHE et POLICARD il y a apposition dans les zones de tension et résorption dans les zones de compression. « La croissance modelante est un phénomène continu, successif, simultané, s'effectuant d'un bout à l'autre de l'os auquel il garde forme et proportion » ENLOW [27]. Elle s'exprime au niveau :

	Par phénomènes d' APPOSITION	Par phénomènes de RESORPTION
du ramus	- Dans le sens antéro-postérieur au niveau du bord postérieur - Dans le sens frontal à la face externe	- Dans le sens antéro-postérieur au niveau du bord antérieur - Dans le sens frontal à la face interne
du coroné qui se positionne donc un peu plus en haut, en arrière et en dedans sous la dépendance morphogénétique du muscle temporal	- à la face postérieure et interne	- à la face antérieure et externe
de l'angle mandibulaire liée à la présence de la sangle musculaire ptérygo-massétéline	- au niveau de l'angle mandibulaire	- au niveau de l'encoche pré-angulaire.
de la symphyse	- due aux muscles génio-glosses et génio-hyoïdiens au niveau de la face postérieure mais aussi en regard du bord inférieur en fonction du type de rotation mandibulaire	- due à la pression sur sa face antérieure de la lèvre inférieure
du corpus (hormis la corticale entre le point B et le pogonion qui reste stable car non soumise à ces phénomènes d'apposition-résorption [1])	- au niveau du rebord basilaire et sur sa face externe et interne, plus particulièrement en regard de la ligne mylo-hyoïdienne par le biais des muscles peauciers, carrés, triangulaires et buccinateurs	- à la face interne au niveau des glandes sous-maxillaire et sublinguale

Tableau 1 : Croissance modelante par apposition / résorption

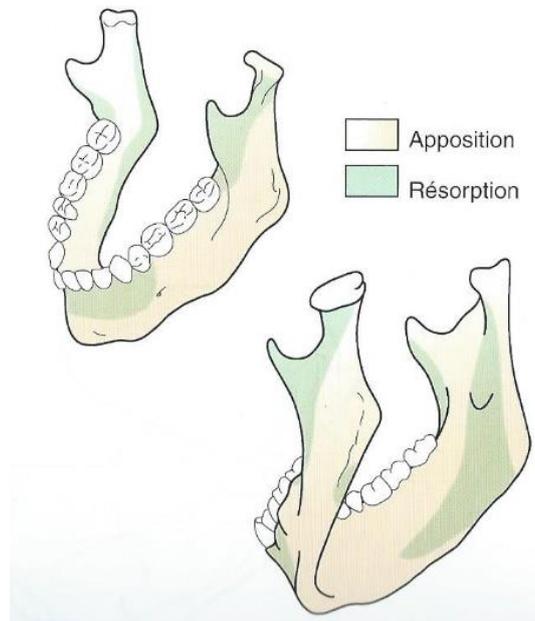


Figure 2 : Phénomène de remodelage au niveau de la mandibule selon Enlow

Ceci concourt à la théorie du V de ENLOW selon laquelle la croissance modelante détermine un accroissement en longueur et en hauteur qui aboutit à un élargissement transversale de l'ensemble mandibulaire.

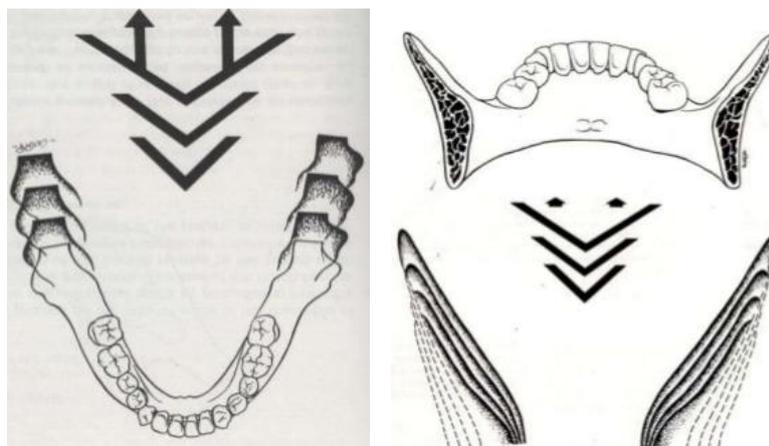


Figure 3 et 4 : Théorie du V de ENLOW

De plus la position du corps mandibulaire selon DELAIRE dépend à la fois :

- De la position des articulations temporo-mandibulaire par rapport aux articulations fronto-maxillaire laquelle dépend de la longueur de la base antérieure du crâne et de la valeur de l'angle sphénoïdal.
- Du degré d'auto-rotation mandibulaire qui avance plus ou moins le corpus et l'arcade inférieure.

Enfin les procès alvéolaires vont jouer un rôle de rattrapage. Ils ne dérivent pas d'un cartilage mais sont associés à la formation et l'éruption des dents. [34] « La croissance des procès alvéolaires est à l'origine des compensations dento-alvéolaires qui limitent et diminuent au niveau occlusal l'importance du décalage des bases. Ce rôle compensateur est vérifiable dans le sens antéro-postérieur, vertical et transversal ». [2]

1-3) Mécanisme de la croissance condylienne : [2]

Le cartilage condylien possède à la fois un rôle de croissance et une fonction articulaire. Sous l'effet des fonctions, des tensions et des contractions qui sont transmises au ménisque et à la coiffe conjonctive, il se produit une réponse mitotique des préchondroblastes ainsi qu'une ossification marginale de rattrapage qui se dirige en haut et en arrière. Le cartilage condylien est constitué de trois zones tissulaires, de la surface vers la profondeur, on retrouve :

- Un fibrocartilage (articulaire),
- Une zone chondroïde (ossification enchondrale) constituée d'une couche préchondroblastique déterminant le mode de croissance principal de type secondaire ou adaptatif puis d'une couche chondroblastique qui elle, est prédéterminée génétiquement et constitue le mode de croissance accessoire de type primaire. Selon DELAIRE, cela expliquera les différences observées entre deux patients pour une même croissance condylienne.
- Et une zone ostéoblastique (ossification membranaire) permettant la fabrication osseuse, sans ébauche cartilagineuse, par apposition et minéralisation de la trame protéique.

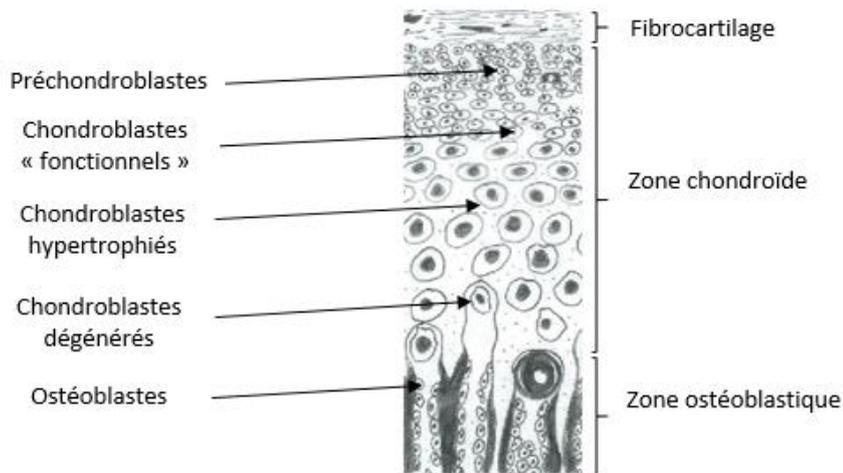


Figure 5 : Schéma d'une coupe histologique d'un cartilage condylien - cartilage de type II :
la croissance peut être pluridirectionnelle

C'est grâce à ces deux modes de croissance, primaire et secondaire, que l'on peut espérer faire croître la mandibule. En effet la spécificité multidirectionnelle de croissance et de remodelage du cartilage condylien lui confère une capacité à s'accroître de façon adaptative :

- En réponse à la croissance des structures adjacentes et ce environ jusqu'à 22 ans chez le garçon et 18 ans chez la fille, [1].
- En répondant de façon secondaire aux signaux généraux (hormonaux par exemple).
- Après une stimulation par des facteurs de croissance locaux. [85]

Ainsi au niveau du condyle on assiste à une apposition à la face interne et une résorption à la face externe. Ce qui participe à un remodelage du col et à un épaissement du condyle selon ENLOW.

Petrovic et Charlier [75, 76] ont démontré par les cultures d'organes que la somatomédine, intermédiaire de l'hormone somatotrope ne stimule que très peu, dans les conditions expérimentales la croissance condylienne.

Or selon Petrovic et Stutzmann, [77] cette substance à tout de même un rôle indirect sur la croissance condylienne. Elle stimule l'accroissement du maxillaire. L'arcade maxillaire est la grandeur à suivre et la mandibule la grandeur à réguler. L'articulation temporo-mandibulaire, par l'intermédiaire du frein ménisco-temporal et de la sensorialité linguale et labiale, est alors un comparateur qui va faire varier l'activité du muscle ptérygoïdien latéral. Il s'agit du servomécanisme de régulation de l'ajustement occlusal. Ceci doit permettre de conserver une articulation dento-dentaire équilibrée entre le maxillaire et la mandibule. C'est la théorie cybernétique de la croissance de PETROVIC. Ainsi, ce cartilage condylien participe de façon très importante à l'accroissement en hauteur et en largeur de la mandibule. Selon BJORK la croissance condylienne est déterminée génétiquement en quantité et direction sous influence de l'environnement.

II) EST-IL POSSIBLE DE STIMULER LA CROISSANCE MANDIBULAIRE

De ce constat sur la croissance mandibulaire et d'après la revue de littérature effectuée par SIMON en 2005 [89], certains auteurs pensent qu'il est possible en plus de permettre la correction des décalages sagittaux de classe II dentaires de stimuler voir réorienter la croissance mandibulaire par l'intermédiaire d'un activateur de classe II.

- Il y a tout d'abord les expérimentations animales

De PETROVIC [78] sur le rat puis celles de McNAMARA [55] sur le singe qui montrent que si l'on fait porter un hyperpropulseur pendant une durée s'étendant de l'enfance à l'âge adulte la croissance mandibulaire totale est augmentée par rapport à ce qu'elle aurait été sans traitement.

- Puis viennent les études cliniques :

De PANCHERZ en 1979 [65] qui note une augmentation de la longueur mandibulaire de 2,2 mm ainsi qu'une ouverture de l'angle goniale grâce au port durant 6 à 8 mois de bielles de Herbst.

De WIESLANDER en 1984 [97] qui observe des résultats analogues avec une association Herbst/Force Extra-Orale (FEO).

De PANCHERZ en 1985 [66] qui constate une croissance mandibulaire chez les patients traités par bielles de Herbst 3 fois supérieures par rapport au groupe témoin.

De FALK [28] qui retrouve à propos des effets dans le sens antéro-postérieur du port d'un régulateur de fonction pendant 6 à 8 ans, une augmentation de la longueur mandibulaire, matérialisée par la distance Ar-Pog, ainsi que du corps mandibulaire, respectivement de 4 mm.

De FRANKEL et FRANKEL [31] qui relèvent grâce au port du régulateur de fonction, dans le sens vertical, une diminution de la divergence faciale par rapport au groupe témoin. Ils signalent d'une part que l'abaissement des condyles, provoqué par la sensation de pression qui s'exerce grâce à la partie postérieure des écrans vestibulaires du régulateur de fonction, permet un allongement vertical de la branche montante. D'autre part ils constatent que la rééducation musculaire menée concomitamment avec cet appareil autorise une rotation antérieure de la mandibule.

D'autres auteurs au contraire par le biais de différentes études pensent que les modifications obtenues sur la mandibule à court terme, disparaissent dans le temps et que les modifications de la croissance mandibulaire tant en quantité qu'en direction entre les patients ayant reçu un traitement par activateur de croissance et un groupe témoin sont quasiment nulles :

- Les études sur l'effet à long terme des bielles de Herbst sur la croissance mandibulaire : PANCHERZ et coll. [67, 68], PANCHERZ [69] et WIESLANDER [98] reconnaissent qu'à long terme il n'y a pas d'effet significatif sur la longueur et la morphologie de la mandibule.
- Les études sur l'effet à long terme des activateurs monoblocs avec ou sans FEO associée : JACOBSSON [38] et DE VINCENZO [22] concluent que les activateurs monoblocs ne permettent pas d'augmenter la longueur de la mandibule mais uniquement de provoquer une avancée condylienne ainsi qu'une augmentation de la dimension verticale.
- L'étude sur l'effet à long terme du régulateur de fonction de Fränkel sur la croissance mandibulaire : CREEKMORE et coll [19] obtiennent par rapport à un groupe témoin 1,1 mm de croissance supplémentaire de la mandibule cependant elle s'exprimerait avec non pas une amélioration du prognatisme mandibulaire mais uniquement par une augmentation de la hauteur antérieure de l'étage inférieur.

Enfin certains pensent que les activateurs de croissance n'ont qu'une action dento-alvéolaire et qu'ils ne permettent pas d'augmenter la croissance mandibulaire mais seulement de corriger les rapports molaires de classe II et l'overjet. La correction de la Classe II squelettique serait en majorité due au surplus de croissance mandibulaire normale par rapport à la croissance maxillaire. Indépendamment de l'occlusion, « la convexité du profil diminue, les plans occlusal et mandibulaire s'horizontalisent et les mâchoires effectuent une rotation antérieure le plus souvent » [10] :

- JOHNSTON [40] rapporte dans son étude, en utilisant des thérapeutiques fixes classiques, censées être dépourvu d'effet sur les bases squelettiques, que dans 9 cas sur 10, la croissance de la mandibule excède celle du maxillaire, prouvant ainsi que les paramètres de croissance sont le plus souvent favorable à la correction des rapports de classe II. L'activateur de croissance permettrait tout simplement selon lui [39] de faire sauter l'articulé de classe II en provoquant une avancée mandibulaire, l'occlusion de classe I retrouvée conserverait ainsi cette avancée jusqu'à ce que la croissance condylienne en arrière permette de retrouver des rapports articulaires normaux avec la fosse glénoïde
- OCHOA et coll. [64] démontrent que pour les garçons comme pour les filles la croissance mandibulaire était deux fois supérieure à celle du maxillaire
- WHITE cité par JOHNSTON en 1986 [39] montre que spontanément et sans traitement les rapports de classe II peuvent être partiellement ou totalement corrigés grâce au différentiel de croissance entre les bases maxillaire et mandibulaire qui est en moyenne de 1,6 mm supplémentaire en faveur de la croissance mandibulaire

Toutefois l'apport d'une thérapeutique en deux phases à l'aide d'appareil orthopédique d'avancée mandibulaire offre néanmoins de nombreux avantages et des indications privilégiées telles que le reconnaissent certains auteurs. [54, 91, 94]

- La diminution des risques traumatiques sur les incisives maxillaires [3, 13, 42, 60, 92] et donc l'amélioration de la qualité de vie [24],
- Une meilleure intégration et un épanouissement psychologique en rapport avec une meilleure estime de soi [42, 62, 63],
- Une réduction de la durée de traitement multi-attache [58],
- La diminution de la difficulté du traitement multi-attache contredit par Tulloch et coll. [94],
- La diminution des résorptions apicales externes [12, 48, 84],
- La prévention et l'amélioration des troubles obstructifs du sommeil (SAHOS) [11, 15, 37, 46],
- L'interception des étiologies fonctionnelles afin d'éviter qu'un décalage basal de classe II de plus grande amplitude ne se crée et réduire ainsi les éventuels besoins en chirurgie à l'âge adulte [96],
- Les facteurs esthétiques concernant les tissus mous [49, 53],
- La notion de perte de chance [6].

III) REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES ACTIVATEURS DE CROISSANCE AMOVIBLES

Dans les classes II squelettiques, on constate souvent un verrouillage mandibulaire empêchant la propulsion de se réaliser du fait de la supraclusion incisive ou d'un surplomb ou de la combinaison des deux. Il en résulte que la mandibule ne joue plus son rôle de moteur de la croissance et ne stimule plus le condyle.

De nos jours, les orthodontistes adoptent de plus en plus les appareillages fixes et les minivis pour la correction de la classe II. Mais l'utilisation d'appareils amovibles dans les thérapeutiques d'orthopédie dentofaciale n'est pas pour autant abandonnée.

Ils sont indiqués dans les classes II squelettiques d'origine fonctionnelle, avec une composante de rétrognathie mandibulaire et une typologie verticale méso ou hypodivergente, sans compensation alvéolaire. Ces dispositifs ont pour vocation de corriger un décalage squelettique et dentaire, cependant il est impossible de contrôler parfaitement les déplacements dento-alvéolaires.

Ils agissent sur la croissance secondaire adaptative du cartilage condylien ainsi que sur le remodelage des branches mandibulaires en induisant « une position mandibulaire inhabituelle, différente de la position de repos ou de la position d'intercuspidation maximale » [47]. Ils s'appuient sur le concept de l'orthopédie fonctionnelle énoncé par TOSUN Y. [93] « pendant lequel les modifications tissulaires nécessaires pour la correction des malpositions dentaires et des dysharmonies intermaxillaires sont réalisées par l'intermédiaire des stimulus fonctionnels liés à ces organes eux-mêmes. Elle est basée sur l'utilisation des fonctions musculaires dans la correction de la forme squelettique. »

Après avoir décrit le mode d'action des activateurs de croissance mandibulaires amovibles ainsi que les principaux systèmes, j'analyserai les articles récents à leurs sujets.

3-1) Mode d'action des activateurs de croissance mandibulaires amovibles

L'analyse de la littérature indique que les activateurs conduisent le patient à adopter une nouvelle position de morsure mandibulaire, ce qui entraîne un déséquilibre entre le squelette mandibulaire et la matrice fonctionnelle. Cela active les composants de l'appareil manducateur (squelettique, musculaire et articulaire) et leurs fonctions, qui en retour, donnent des réponses adaptatives aux modifications de l'environnement, réponses dont les effets contribuent à la correction de la classe II chez le patient en cours de croissance. [26]

Déterminants squelettiques
Il s'agit de facteurs responsables de la croissance, du type facial et de la rotation de croissance. La théorie de Vanlimborgh classe les facteurs responsables de la croissance et distingue, avec une responsabilité variant dans le temps, les facteurs génétiques, épigénétiques et environnementaux. L'activateur de croissance peut s'immiscer dans cet ensemble, en agissant directement sur l'environnement local squelettique et dentaire par les forces qu'il génère, mais aussi en perturbant l'équilibre fonctionnel qui existe entre la matrice et le squelette.
Déterminants musculaires
L'appareil est construit en propulsion au-delà des 2 à 3 mm d'ouverture de la position de repos musculaire et active le réflexe myotatique pour que les forces musculaires permettent de rediriger la croissance et de remodeler les os. En fait, suite à la pose d'un activateur de croissance, les muscles sont sollicités en longueur et en direction et vont répondre à ces sollicitations. Il existe deux réponses musculaires : - La réponse immédiate est une modification de la tension musculaire due à l'étirement résultant de deux activités : la tension active réflexe et la tension passive ou viscoélasticité. - La réponse retardée est une adaptation structurale musculaire, microscopique dans la fibre musculaire elle-même et macroscopique pour la longueur des muscles et de leurs insertions.
Déterminants articulaires
Il existe deux articulations : - L'articulation dento-dentaire et muqueuse, Plus l'équilibre occlusale est stable, plus la force de morsure que peut développer le patient est importante. Il faut donc obtenir une intercuspitation maximale des dents dans la résine pour stimuler l'activité musculaire et recruter un maximum de pressorécepteurs desmodontaux. Pour la muqueuse, les ailettes linguales qui s'appuient, dès que le patient ouvre légèrement la bouche, sur la muqueuse buccale, jouent un rôle de réactivation réflexe de la propulsion mandibulaire. - L'articulation temporomandibulaire, Il est admis, avec un rôle important du muscle ptérygoïdien latéral, du ménisque et du frein méniscal postérieur, que l'exercice d'une fonction articulaire dynamique est indispensable à la bonne santé des structures cartilagineuses condyliennes de croissance.

Tableau 2 : Mode d'action des activateurs de croissance amovibles

Ainsi, Rakosi synthétise le mode d'action des activateurs : « l'appareil orthopédique transfère les forces musculaires d'un endroit de la face à un autre. » [81]

- L'activateur monobloc rigide d'Andresen

De nombreux appareils amovibles à action orthopédique et orthodontique ont été décrits dans la littérature. Pour expliquer leur principe je m'intéresserai à l'activateur monobloc rigide d'Andresen dont l'action a été bien codifiée par Salvadori :

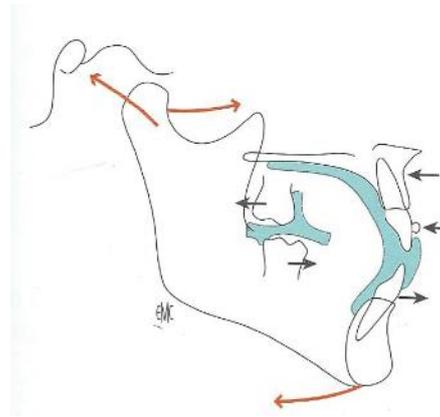


Figure 6 : Mode d'action de l'activateur monobloc rigide d'Andresen selon Salvadori

Cet appareil est conçu en classe I d'Angle et en position de repos (2 à 3mm d'ouverture). Il dispose d'une interposition de résine qui dicte à la mandibule une position de morsure antérieure et isométrique. Cette position de morsure permet d'une part de solliciter la contraction réflexe des muscles élévateurs et propulseurs de la mandibule et d'autre part de transmettre au massif facial la réponse fonctionnelle à la position mandibulaire thérapeutique. « C'est l'effet activateur ».

Les corrections engendrées par l'appareil, vont s'effectuer grâce à la mastication, l'appareil ne délivrant que des forces naturelles, intermittentes et individuelles. Les muscles sont allongés lors de la propulsion avec une modification de leur direction de fonctionnement. Ils vont répondre activement par une contraction réflexe immédiate et de manière passive par leur viscoélasticité. A long terme, on observe des changements de longueur du muscle.

Trois conceptions différentes des activateurs monoblocs existent et selon les différents auteurs les positions divergent au sujet de certains points de l'appareil [44] :

	Intensité et montage de l'appareil en propulsion	Rythme	Effets recherchés
AHLGREN	<ul style="list-style-type: none"> - Légère, - avancée mandibulaire 5 mm, - abaissement 3 mm, 	Jour et nuit	Utiliser le recrutement de la contraction réflexe des muscles propulseurs et élévateurs de la mandibule en demeurant proche de la position de repos et dans la limite de 20% d'étirement ou de raccourcissement des chefs musculaires afin d'obtenir la meilleure réponse active des muscles de manière à profiter au maximum de la contraction musculaire
HERREN	<ul style="list-style-type: none"> - Hyperpropulsion, - en hyper-classe I, - 8 à 10 mm de propulsion, - 2 à 4 mm d'ouverture verticale, 	Nuit	Provoquer une réponse passive et visco-élastique de la musculature masticatrice. En réponse à l'hyperpropulsion durant la nuit, le muscle ptérygoïdien latéral se raccourci alors qu'un certain nombre de muscles sont étirés fortement pour revenir à leurs longueurs initiales. Lorsque l'appareil n'est plus en place, pendant la journée, la mandibule reste en position propulsée de manière réflexe.
HARVOLD et WOODSIDE	<ul style="list-style-type: none"> - Légère, - en bout à bout incisif, - 3 à 5 mm en deçà de la propulsion maximale, - 12 à 15 mm d'ouverture verticale, 	Jour et nuit	Réaliser une gymnastique musculaire en intégrant l'activateur au système de force qui commande la croissance dentaire et alvéolaire afin d'obtenir une "matrice musculaire de contention", d'une part avec la migration des insertions musculaires sur les surfaces osseuses en pleine croissance et d'autre part avec le renforcement du tonus des muscles faciaux et masticateurs étirés (réponses active et passive).

Tableau 3 : Effets des activateurs monoblocs rigides selon les auteurs

- Biomécanique

Le mouvement de propulsion mandibulaire est réalisé grâce à l'action des muscles ptérygoïdiens latéraux, par leurs chefs inférieurs, des faisceaux superficiels des masséters, des muscles temporaux antérieurs et enfin des muscles ptérygoïdiens médians.

Les activateurs de classe II, par leur mouvement de propulsion mandibulaire, vont induire une contraction des muscles masséters superficiels et ptérygoïdiens latéraux et provoquer une tension des muscles rétropulseurs.

Tout se fait en même temps, lorsque le patient mord sur l'appareil une contraction réflexe se produit entraînant une force inverse de recul mandibulaire transmise par l'intermédiaire de l'activateur au maxillaire, alors freiné dans sa croissance sagittale. Simultanément la modification de la posture mandibulaire en hyper-occlusion perturbe la position des muscles et leur tonus ce qui stimule le taux de croissance du cartilage condylien et entraîne un allongement de la mandibule.

- Effets thérapeutiques

Dans le sens sagittal, grâce à l'étirement des muscles rétropulseurs de la mandibule, la force transmise par l'intermédiaire de l'appareil provoque une action orthopédique qui se résume en une croissance maxillaire et mandibulaire ralentie, mais une croissance condylienne augmentée. De plus, il existe en raison de « l'effet tiroir », une action orthodontique de distalisation de l'arcade maxillaire dans son ensemble avec palatoversion des incisives supérieures et rotation des plans palatin et occlusal ainsi qu'une mésialisation dans son ensemble de l'arcade mandibulaire avec vestibuloversion des incisives inférieures.

- Effets parasites

Dans le sens vertical, la résultante des forces exercées par l'activateur provoque une rotation horaire du plan palatin et du plan d'occlusion, une rotation postérieure de la mandibule, un recul du point A, une rétrusion des incisives maxillaires ainsi qu'une vestibuloversion des incisives mandibulaires. Ces effets vont à l'encontre de la correction du rapport squelettique de classe II, pour en limiter l'impact, une force extra-orale peut être ajoutée à l'activateur rigide.

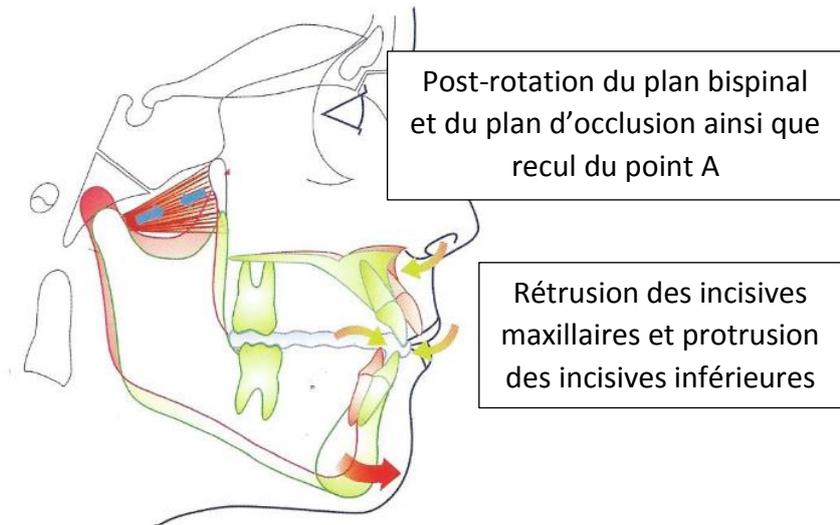


Figure 7 : Effets parasites des activateurs

- Type de propulsion et utilisation

La relation inter-arcade est établie à partir d'une cire de propulsion. L'interposition de résine au niveau inter-dentaire provoque une stimulation proprioceptive parodontale et entraîne une ouverture buccale. Pour certains auteurs, cette ouverture doit rester proche de la position de repos (2 à 3 mm) et pour d'autres, elle peut atteindre 10 à 15mm. De même, la propulsion mandibulaire peut varier, de la classe I au maximum de propulsion en passant par le bout à bout incisif. Cependant bien que ce soit difficilement applicable pour les activateurs monoblocs, il semble que la « réactivation » soit plus efficace car les muscles s'adaptent avec un fonctionnement optimum.

Ainsi, selon Frankel et Frankel l'activateur monobloc ne permet pas de corriger le déséquilibre musculaire qui est à l'origine de la rétrognathie mandibulaire. Cet appareil impose au patient une propulsion trop importante d'emblée. Elle est d'une telle amplitude « qu'elle ne peut entraîner que l'épuisement des muscles propulseurs ». Les mécanismes de régulation du système nerveux central sont surmenés. Les résultats obtenus par ces activateurs ne peuvent être que morphologiques mais pas fonctionnels, ces appareils ne réalisant qu'une simple disjonction articulaire stimulant la croissance condylienne. [31]

Frankel et Frankel [31] et Falk et Frankel [29] démontrent également expérimentalement l'intérêt d'imposer une propulsion très progressive, millimètre par millimètre. Ils comparent deux groupes. Au groupe A, constitué de 60 patients, est imposé une propulsion très progressive, millimètre par millimètre. Les patients du groupe B portent un régulateur de fonctions qui leur impose dès le début une propulsion de 4 à 10 millimètres.

Dans le groupe A : L'augmentation de la longueur mandibulaire Co-Pog était supérieure, l'ouverture de l'angle du plan mandibulaire était moindre, les mouvements de vestibulo-version des incisives inférieures et de palato-version des incisives supérieures étaient inférieurs et les rapports sagittaux des bases étaient significativement améliorés à la différence du groupe B.

Concernant la quantité de propulsion, il semble qu'une surcorrection soit préconisée pour contrecarrer une éventuelle récédive. Cependant plus la propulsion est importante et plus intense est :

- le freinage de la croissance maxillaire,
- la bascule horaire du plan palatin,
- la vestibuloverision des incisives inférieures
- l'ouverture de l'angle goniale.

Pour limiter la vestibuloverision incisive inférieure, les auteurs nous invitent soit à prendre le moins d'appui possible sur l'arcade mandibulaire soit à construire l'appareil avec une propulsion modérée, compensée par une interposition de résine augmentée. Il s'agit d'assurer une sollicitation suffisante des ptérygoïdiens latéraux tout en limitant la tension des rétropulseurs. Il est aussi possible de prévoir des ailettes latérales les plus profondes possibles pour que la propulsion soit assurée par le réflexe d'évitement de Bass ou encore d'adjoindre une force extra-orale à l'appareil comme le préconise Lautrou afin d'obtenir un meilleur contrôle vertical et ainsi limiter la bascule horaire du plan palatin.

Enfin à propos du port de l'appareil, il se crée une réponse réflexe d'étirement le jour (conception d'Ahlgren) et une réponse passive viscoélastique (conception d'Herren) la nuit. Ce sont des dispositifs volumineux qui peuvent perturber l'élocution des patients et qui sollicitent beaucoup leur coopération. Il est demandé au patient de les porter 12 à 14 heures par 24 heures pendant une durée moyenne de 10 à 12 mois.

3-2) Description des principaux systèmes



Figure 8 : Activateur d'Andresen



Figure 9 : Activateur de Lautrou associé à une force extraorale



Figure 10 : Régulateur de fonction de Frankel en vue occlusale



Figure 11 : Régulateur de fonction de Frankel en vue frontale



Figure 12 : Bielle de Herbst selon Dr. Amoric



Figure 13 : Bielle centrale de Martine-Tavernier

Activateurs Monoblocs rigides	
Activateur d'Andresen	<p>monobloc de résine formé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - D'une plaque base maxillaire et d'une plaque base mandibulaire reliées par une interposition de résine, - Un bandeau vestibulaire maxillaire de canine à canine, - Un vérin médian d'expansion transversal,
Activateur de Lautrou	<p>Monobloc fenestré dans la région palatine rétro-incisive, associant une force extraorale noyée dans la résine et comprenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Au maxillaire, un bandeau vestibulaire situé à mi-hauteur des couronnes et deux crochets d'Adams sur 16, 26, - À la mandibule, les incisives bénéficient d'un retour vestibulaire de résine sur leur bord libre sur une hauteur de 2 à 3 mm, - Des ailettes linguales en résine qui descendent profondément le long de la table alvéolaire interne en regard des prémolaires et molaires inférieures afin d'introduire un réflexe muqueux d'avancée de la mandibule lors de l'abaissement mandibulaire,
Activateurs élastiques ou composites	
régulateur de fonction de Frankel	<p>Constitué de 3 différents écrans en résine réunis par des fils métalliques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecrans vestibulaires ou jugaux qui maintiennent les muscles péribuccaux à distance (orbiculaire et buccinateur) et suppriment les pressions sur le vestibule, - Des pelotes labiales mandibulaires qui éloignent l'orbiculaire, - Un écran lingual qui s'appuie sur la muqueuse linguale, <p>Il existe 4 versions de régulateurs de fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le FR I indiqué dans les classes II division 1 d'Angle, - Le FR II indiqué dans les classes II division 2 d'Angle, - Le FR III indiqué dans les classes III, - Le FR IV indiqué dans les cas de béance,
Activateurs propulseurs à butée	
Bielle de Herbst	<p>L'appareil comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une gouttière maxillaire en résine autopolymérisable dans laquelle est incorporé un fil métallique de renfort. Elle peut être totale ou partielle. Elle englobe toutes les dents et s'étend de part et d'autre de la gencive marginale libre vestibulaire et palatine. Des auxiliaires peuvent être adjoints comme un disjoncteur, une barre transpalatine ou des tubes vestibulaires pour permettre le port d'une force extraorale, - Une gouttière mandibulaire en résine comportant également un fil de renfort. Elle recouvre toute l'arcade mandibulaire et présente un volet vestibulaire et lingual le plus bas possible au niveau antérieur afin de mieux répartir les forces développées par les bielles sur l'arcade dentoalvéolaire, - Deux bras télescopiques reliant les deux gouttières qui sont constitués chacun par un tube, une bielle, deux pivots et deux vis,
Bielle de Martine-Tavernier	<p>Cet appareil est constitué d'une bielle centrale portée par deux plaques amovibles, supérieure et inférieure équipées de crochets d'Adams et comportant un bandeau vestibulaire.</p>

Tableau 4 : Description des principaux systèmes d'activateurs

3-3) Analyse de la littérature

J'ai effectué une recherche électronique d'article scientifique en utilisant la base de données bibliographique Pubmed :

Les critères d'inclusion sont	- traitement de la classe II, - effets sur les tissus osseux et dentaire,
Les critères d'exclusion sont	- traitement de la classe III, - effets sur les tissus mous, - effets sur les résorptions,
Les mots clés et filtres suivant ont été sélectionnés :	
« Andresen » « class II » Filtre : 10 dernières années	- 15 articles trouvés - Lecture Titre : 14 articles exclus car ne concernaient pas le traitement des classes II ou étudiant un autre sujet - 1 Article retenu de Grade C (Etude rétrospective)
« Lautrou appliance » Filtre : 10 dernières années	- 1 article trouvé - Lecture Titre : 1 article exclu car ne concernait pas le traitement des classes II ou étudiant un autre sujet - Une recherche manuelle a été réalisée pour trouver 3 articles sur l'appareil de Lautrou dans le traitement des classes II. - 1 Article retenu de Grade C (Etude rétrospective)
« Frankel » « class II » Filtre : 10 dernières années	- 16 articles trouvés - Lecture Titre : 10 articles exclus car ne concernaient pas le traitement des classes II ou étudiant un autre sujet - 6 article retenus dont : Grade A : 1 Meta-analyse et 2 revues systématiques Grade B : 2 études comparatives et 1 étude prospective
« Herbst » « class II » Filtre : 10 dernières années	- 110 articles trouvés - Lecture Titre : 69 articles exclus car ne concernaient pas le traitement des classes II ou étudiant un autre sujet - sur les 41 articles retenus : Lecture du résumé et de l'article : 26 articles exclus - 15 articles retenus dont : Grade A : 1 Meta-analyse et 3 revues systématiques Grade B : 3 Etudes comparatives et 1 Etude prospective Grade C : 4 Etudes rétrospectives, 2 études de cas et 1 « clinical contribution »
« Martine-Tavernier appliance » Filtre : 30 dernières années	- 1 article trouvé - Lecture Titre : article exclu car ne concernait pas le traitement des classes II ou étudiant un autre sujet - Une recherche manuelle a été réalisée pour trouver 1 article sur l'appareil de Martine-Tavernier dans le traitement des classes II - Aucun article retenu

Tableau 5 : Analyse de la littérature des principaux systèmes d'activateurs

Méthodologie :

Après une recherche sur les périodes de 10 à 30 ans selon les appareils, 143 articles ont été trouvés, 48 d'entre eux ont été retenus après lecture du titre, 22 ont été conservés après lecture du résumé et de l'article. Après suppression des doublons il reste 20 articles. De plus une recherche manuelle concernant les termes [« Lautrou » - « class II »], « bielle centrale de Martine-Tavernier » et [« Cozza P » - « systematic review »] a été effectuée incluant 2 articles supplémentaires. Il en ressort 22 articles qui sont répartis en fonction de leur grade de recommandation de la manière suivante :

	Grade A	Grade B	Grade C
Parmi les 22 articles inclus :	- 2 Meta-analyses - 4 revues systématiques	- 5 Etudes comparatives - 2 Etudes prospectives	- 6 Etudes rétrospectives - 2 Etudes de cas - 1 clinical contribution

Le traitement orthopédique mandibulaire de la classe II squelettique par activateurs fonctionnels amovibles est sujet depuis toujours à de nombreuses controverses, mais à la lumière des 22 articles conservés, voici les conclusions apportées par les auteurs :

3-3-1) L'appareil d'Andresen :

Greco et coll. en 2010, dans une étude rétrospective comprenant 42 patients, soulignent que le type squelettique initial influence l'avancée mandibulaire. En effet, les patients de type brachyfacial ont un plus grand déplacement de la mandibule par rapport au type mesiofacial ou dolichofacial. [35]

3-3-2) L'activateur monobloc rigide de Lautrou :

Pezin et coll. en 2010 [79], lors d'une étude céphalométrique rétrospective, comparent 60 patients traités et répartis en 2 groupes, à un groupe de 30 sujets témoins en classe II division I non traités. Pezin et coll. montrent que les rotations faciales sont différemment influencées par les lignes d'action postérieure (groupe I) et antérieure (groupe II) des forces extra-orales associées à l'activateur monobloc rigide de Lautrou. La diagonale mandibulaire subit nettement l'influence de l'effet activateur et ce gain est utilisé au mieux dans le groupe II dont le schéma facial est moins perturbé que celui du groupe I.

3-3-3) L'appareil de Frankel :

Une étude comparative réalisée en 2009 par Freeman et coll. [32], conclut que la correction d'une malocclusion de classe II avec l'appareil Frankel produit des changements squelettiques et dento-alvéolaires favorables importants et stables à long terme avec une augmentation de 3 mm de la longueur mandibulaire comparé à un groupe de contrôle en classe II non traité.

Dans une méta-analyse en 2011, Perillo et coll. [72], s'intéressent aux effets du système Frankel. Les auteurs identifient 2859 articles, excluent 2850 articles après lecture du titre et du résumé. La méta-analyse comprend 9 articles qui mettent en exergue les changements mandibulaires suivant :

- Longueur du corpus (Go-Pg, Go-Me et Go-Gn) : Le FR-2 est associé à une augmentation statistiquement significative de la longueur du corpus de l'ordre de 0,40 mm par an.
- Longueur mandibulaire totale (Co-Gn, Ar-Pg, Ar-B, Ar-M, Co-Pg et Ar-Gn) : La longueur totale est augmentée de 1,069 mm par an lors du traitement avec FR-2.
- Taille du ramus (Co-Go et Ar-Go) : une différence significative est obtenue pour les études utilisant la mesure Co-Go, mais aucune différence n'est trouvée pour la mesure (Ar-Go). L'appareil FR-2 est associé à une augmentation significative de la taille du ramus de 0,654 mm par an comparé, à un groupe de patient non traité.

Selon cette méta-analyse, le système Frankel à des effets significatifs sur la croissance mandibulaire. Toutefois la qualité des études incorporées montrent un niveau bas à moyen de preuve et le faible nombre d'études incluses surestiment les résultats. Une seule étude sur les 9 est une étude randomisée contrôlée. Les auteurs montrent également des méthodologies différentes entre les études.

Une étude comparative effectuée par Perillo et coll. en 2011 [73], au sujet des effets dento-squelettiques produits à long terme et pendant le traitement de patients atteints de malocclusion de classe II par rétrognathie mandibulaire montre que l'appareil de Frankel, comparé à un groupe témoin non traité, provoque une diminution significative de l'angle ANB, améliorant la relation squelettique et occlusale intermaxillaire des patients traités.

En 2012 Silvestrini-Biavati et coll. [88] réalisent une étude contrôlée et prospective chez des patients au stade prépubère CS1-2 atteints de rétrognathie mandibulaire. Ils démontrent que l'appareil de Frankel produit à la fois des effets significatifs au niveau de la position des dents mais aussi des modifications squelettiques, comparé à un groupe témoin non traité, bien que la poussée de croissance pubertaire ait lieu au moins deux ans plus tard.

3-3-4) L'appareil de Herbst :

Flores-Mir et coll. en 2007 [29] montrent dans une revue systématique, incluant 3 articles sur les 439 correspondant aux critères d'inclusion, que l'utilisation de l'appareil de Herbst type acrylic-splint dans les traitements de la classe II-1 a produit des changements statistiquement significatifs sur :

- la longueur antéropostérieure de la mandibule,
- la hauteur verticale du ramus,
- la hauteur inférieure du visage,
- la vestibulo-version des incisives inférieures,
- le mouvement mésial des molaires inférieures et le mouvement distal des molaires supérieures.

Malgré certaines différences significatives selon les grandeurs observées statistiquement, les résultats ne sont pas tous cliniquement significatifs. Les auteurs concluent que les changements dentaires sont aussi importants que les modifications squelettiques dans la correction de la malocclusion. La réduction du décalage squelettique va de $-1,5$ à $-2,1^\circ$. Une récurrence du surplomb et des relations molaires sont toutefois à noter au cours du temps. Cependant d'autres essais cliniques randomisés réalisés en double aveugles sont nécessaires pour conforter ces conclusions.

Dans une étude comparative effectuée par Song et coll. [90] incluant l'étude de Franchi en 1999 au sujet de l'appareil de Herbst type acrylic-splint, les auteurs montrent des résultats statistiquement significatifs au niveau des changements sagittaux de ANB, SNB, Go-Gn, Co-Gn, L1-MP et verticaux de N-Me, ANS-ME, S-Go, SN-MP, Co-Go après le traitement de trois appareils fonctionnels différents (Twin Block, activateur et Herbst). Il semble que l'appareil Herbst est le plus efficace dans l'augmentation de L1-MP.

Cependant les effets sur le maxillaire ne sont pas significatifs entre-eux. De plus il n'y a pas de différences statistiquement significatives concernant Ptm-A, OB, N-ME, ANS-Me, S-Go et Co-Go entre les trois appareils étudiés. L'auteur conclut que les effets de ces trois types d'appareils fonctionnels différents sont similaires dans le traitement précoce de la classe II squelettique même si comparé aux autres appareils, l'appareil de Herbst semble avoir plus d'effet sur l'orthopédie d'avancée mandibulaire ainsi que sur la position des incisives inférieures.

Dans une étude de cas de 2009, Schiavoni et coll. [82] rapportent que le traitement de la malocclusion de classe II peut être effectué avec succès avec l'appareil de Herbst type acrylic-splint. De conception simple et peu onéreux, la gestion de l'appareil est facile. Il est bien toléré par les patients. En outre si l'appareil n'a pas été scellé/collé, l'hygiène bucco-dentaire est maintenue et la fréquence des complications ou de casse de l'appareil sont rares. Cependant, quel que soit le type de croissance vertical du patient, il persiste lorsqu'on enlève l'appareil une béance au niveau postérieur que le clinicien peut gérer et maîtriser en technique multi-attaches fixe afin d'obtenir des résultats occlusaux esthétiques et cliniques optimaux. L'auteur conclut que l'appareil de Herbst est efficace dans la correction squelettique de la classe II, il a permis une distraction verticale du condyle avec une augmentation conséquente de la longueur du ramus mandibulaire et la création d'une béance postérieure. Malheureusement il semble impossible d'éviter la vestibuloversion des incisives inférieures confirmant ainsi la difficulté de gérer l'inclinaison des incisives quel que soit le type d'appareil de Herbst utilisé.

En 2009, Baccetti et coll. [5] effectuent une étude comparative réalisée en double aveugle au sujet de l'appareil « Bonded Herbst » (type acrylic-splint collées = HB) suivi d'une phase multi-attache fixe (HB+FA) et de l'appareil « HeadGear appliance » (arc facial à traction = HG) suivi d'appareil fixe avec traction élastique (HG+FA) comparé à un groupe contrôle en classe II non traitée. Les auteurs soulignent que des résultats dento-squelettiques et occlusaux importants sont favorables à la correction de la malocclusion de classe II et que la thérapeutique d'orthopédie fonctionnelle a eu un impact favorable plus important sur l'avancement du menton. Ils rappellent également que les indications cliniques préférentielles de l'utilisation de l'appareil de Herbst au cours de la poussée de croissance pubertaire sont : un petit angle mandibulaire ainsi qu'une mandibule en position rétrusive avant traitement.

Ils constatent que le taux de réussite (correction occlusale complète de la malocclusion après traitement) est de 92,8% dans les deux types de traitement :

- Le traitement HB + FA a montré une augmentation significative de la protrusion mandibulaire. L'augmentation de la longueur mandibulaire (Co-Gn) est significativement plus élevée dans les deux types de traitement par rapport aux changements de croissance naturelle du groupe contrôle en classe II non traitée.
- Ils montrent également de manière significative une plus grande amélioration des relations maxillo-mandibulaire sagittale lorsque le patient est traité par HB + FA.
- Une rétrusion des incisives maxillaires et une mésialisation des molaires mandibulaires est significative dans le groupe HG + FA.
- L'association HB + FA a montrée significativement plus de mouvement antérieur des tissus mous, point B et pogonion par rapport à la fois au groupe HG + FA et au groupe contrôle.

Ils concluent que lorsque les patients sont traités avec HB + FA, ces patients de classe II, ont une plus grande probabilité d'obtenir une amélioration significative de leur profil par avancement des tissus mous du menton.

Une étude rétrospective menée en 2010 par Siara-Olds et coll. [86] au sujet des changements dento-squelettiques produit par différents appareils fonctionnels (Bionator, Herbst type acrylic-splint, Twin block et mandibular anterior repositioning appliance [MARA]) ne montre pas de différences significatives à long terme entre les différents appareils comparé au groupe témoin non traité. En fait même si des différences significatives sur certaines mesures associées à la croissance sont apparues lors de la première phase de traitement fonctionnel elles se sont dissipées à long terme. Lorsque l'on compare les différents appareils entre eux, l'auteur conclut que les appareils de Herbst type acrylic-splint et le MARA ont considérablement limité la croissance maxillaire tout en produisant un plan occlusal plus droit, tandis que le twin block semble plus efficace pour contrôler l'angle du plan mandibulaire et a eu un plus grand effet à long terme sur la vestibulo-version des incisives mandibulaire.

Schiavoni en 2011 [83] rappelle les enjeux majeurs de l'utilisation du système, à la fois dans le choix de la stabilisation mais aussi dans le contrôle de la proversion des incisives mandibulaires. Pour l'auteur, l'utilisation du système de Herbst avec des gouttières acryliques est simple, facile à mettre en place pour le patient (meilleure coopération) et permet de gérer la hauteur de résine en fonction du type de croissance. De plus, ce système peut être utile pour repositionner la mandibule lors d'éventuel dysfonctionnement articulaire. Au niveau du contrôle des incisives, Schiavoni et coll. rappellent qu'une évaluation individuelle neuromusculaire de chaque patient est nécessaire pour évaluer le risque avant le traitement.

En 2012 Manni et coll. [51] montrent que des différences significatives ont été observées dans une étude comparative randomisée à propos du traitement Herbst réalisé chez 25 patients tests traités par une attelle en résine mandibulaire associée à un ancrage mini-vis et 25 patients témoins traités par une attelle de résine acrylique mandibulaire. Les auteurs en concluent que le système Herbst associé aux mini-vis, comparé aux attelles acryliques mandibulaires, permet une correction de la malocclusion de classe II avec une moindre perte d'ancrage inférieur, (vestibulo-version des incisives mandibulaires 2,8° pour le groupe test et 7,4° pour le groupe témoin).

Manni et coll. en 2014 [50] rapportent dans une étude rétrospective que l'appareil de Herbst est l'un des plus efficaces pour effectuer la correction de la malocclusion de classe II. Les auteurs montrent que le Hanks Telescoping Herbst (HT-Herbst sur bague) et l'attelle acrylique Herbst (acrylic-splint Herbst traditionnel) ont la même probabilité de récurrence et le même temps de traitement. Cependant le HT-Herbst semble présenter un moindre risque de défaillance fonctionnelle et une probabilité d'urgence deux fois moins élevée que l'attelle acrylique de Herbst. D'autre part, selon les auteurs la fréquence d'échec avec le HT-Herbst est près de 6 fois moindre qu'avec le Herbst traditionnel. Bien que l'analyse statistique ne peut fournir aucune conclusion certaine à ce sujet, dans les cas où un risque relatif plus élevé d'échec pour le traitement par bielle de Herbst traditionnel a été confirmé, le HT-Herbst s'avère être d'une meilleure efficacité.

Une étude prospective réalisée en 2014 par De Abreu Vigorito et coll. [21] démontre que le traitement avec l'appareil de Herbst type acrylic-splint suivi d'une phase orthodontique par appareillage fixe favorise la croissance mandibulaire de manière significativement plus élevée que le maxillaire, permettant une amélioration de la relation maxillo-mandibulaire sagittale. La relation molaire de classe II et le surplomb ont été corrigés avec succès, une certaine forme de récidence concernant la distalisation des molaires supérieures est à noter, sans toutefois compromettre la correction de la malocclusion. De plus, sur la base des résultats statistiques il est raisonnable de conclure que le plan mandibulaire (SN-PM) a été préservé et que le type facial des patients a été maintenu à long terme.

En 2014, Manni et coll. [52] réalisent une étude rétrospective sur les effets dentaires et squelettiques produits par un appareil Herbst arylic-splint (attelle-acrylique) associé ou non à un ancrage squelettique pour la correction des malocclusions de classe II. Une relation de classe I bilatérale a été obtenue chez tous les patients. Pour l'auteur l'ancrage squelettique associé à l'appareil de Hersbt type acrylic-splint optimise l'effet squelettique mandibulaire et le contrôle de la vestibulo-version de l'incisive mandibulaire. Cependant, il est à noter que de nombreuses variables ne présentent pas de différence significative entre les appareils de Herbst type acrylic splint avec et sans ancrage squelettique.

Une étude de cas réalisée par Desai et coll. en 2014 [23] rappelle qu'une condition préalable importante pour la réussite du traitement orthodontique est la coopération du patient. Ils signalent que l'appareil de Herbst (type acrylic-splint McNamara et Howe) est l'un des appareils les plus efficaces dans la correction de la malocclusion de classe II résultant d'une mandibule rétrusive. Dans cette étude de cas les modifications à la fois dento-alvéolaires et squelettiques à la suite du traitement par l'appareil de Herbst ont été jugées selon les auteurs très favorables. La relation maxillo-mandibulaire est améliorée, du fait d'une réduction de l'angle ANB de 3°. Les changements dento-alvéolaires post-traitement ont montré que les incisives maxillaires se sont palatoversées de manière significative. Les incisives mandibulaires ont été jusqu'à se vestibuloverser de 6°.

Silva et coll. [87] dans une étude rétrospective en 2015 montrent qu'en moyenne, environ 2,5 complications par patients ont été rapportées lors du traitement par appareil de Herbst. Le type d'appareil de Herbst « removable mandibular acrylic splint » (RMS) ou « lower cantilever » (HC) et leur mode de fixation ne semble pas influencer la fréquence des complications pendant le traitement.

Dans une méta-analyse, Yang et coll. en 2016 [99] sélectionnent 12 essais cliniques contrôlés (CCTs) sur 654 articles recherchés. Toutes les études incluses étaient prospectives. Dans l'analyse en sous-groupe « splint herbst appliance » incluant cinq études dont trois s'intéressent plus particulièrement au type acrylic-splint Herbst (Sidhu et coll. 1995, McNamara et coll. 1990, Franchi et coll. 1999) les auteurs constatent que l'appareil est efficace dans le traitement des classes II en agissant sur SNA, ANB, l'overbite, et le point A-Olp. Cependant, concernant SNB, l'angle du plan mandibulaire et le point A-OLP des biais ont été mis en évidence.

Ainsi pour les auteurs, l'appareil de Herbst semble efficace à court terme pour améliorer les relations dentaires ainsi que les positions inter-maxillaires sagittales (rétrusion maxillaire et avancement mandibulaire) des patients atteints de malocclusion de classe II sans effet sur l'angle du plan mandibulaire. Cependant à long terme plus de preuves sont nécessaires afin de tirer des conclusions.

- **Trois revues systématiques incluant l'appareil de Frankel et l'appareil de Herbst type splint-acrylic ont également été analysées :**

En 2006 Cozza et coll. [18] effectuent une revue systématique sur les modifications mandibulaires produites par les appareils fonctionnels au cours du traitement de la malocclusion de classe II. Sur la base de l'analyse des 22 articles qui sont inclus dans l'étude on peut conclure que :

- Le niveau de qualité de ces études variait de faible à moyen
- Deux tiers des échantillons sur les 22 études ont fait état d'un allongement supplémentaire cliniquement significatif de la longueur mandibulaire totale au terme du traitement.
- La croissance mandibulaire supplémentaire semble être significativement plus élevée si le traitement fonctionnel est réalisé au pic pubertaire
- L'appareil Herbst a montré le plus haut coefficient d'efficacité (0,28 mm par mois)
- L'appareil Frankel présente le coefficient d'efficacité le plus bas (0,09 mm par mois)

En 2010, Niu et Coll. [61] effectuent une revue systématique à propos des effets des appareils fonctionnels (Activateur, Twin Block, Herbst, Frankel-II) sur la croissance mandibulaire des patients en classe II squelettique. Les auteurs suggèrent que les appareils fonctionnels peuvent améliorer la croissance mandibulaire due principalement à la croissance du ramus et non à celle de la longueur du corps mandibulaire. En effet les 19 articles inclus dans la revue systématique ont montrés des différences significatives pour les indices Go-Gn, Co-Pg, Co-Gn, Co-Go comparé avec ceux d'un groupe témoin non traité, cependant aucune différence significative n'est apparu concernant les indices SNB et Go-Me.

En 2015 une revue systématique réalisée par D'Anto et coll. [20] sur les traitements orthopédiques fonctionnels de la malocclusion de classe II, montre que parmi les appareils étudiés, il y a des preuves significatives que les appareils, de Frankel FR-2 ainsi que de Herbst splint-acrylic, produisent une réduction de l'overjet et un allongement de la longueur mandibulaire. Cependant la pertinence clinique de ces résultats reste controversée.

3-3-6) En résumé :

Malgré l'absence de donnée concernant l'appareil à bielle centrale de Martine-Tavernier, nous pouvons retenir au sujet des activateurs de croissance mandibulaire amovibles que :

- La coopération des patients est une condition primordiale au succès de la thérapeutique.
- L'amovibilité de l'appareil ne semble pas influencer la fréquence des complications, la probabilité de retraitement ainsi que la durée du traitement. Cependant certains auteurs rapportent une probabilité d'urgence et d'échec de traitement supérieure par rapport aux appareils fixes.
- Les indications cliniques préférentielles de l'utilisation de ce type d'appareils sont un patient en cours de croissance pubertaire présentant une mandibule en position rétrusive avec un petit angle du plan mandibulaire. Les sujets brachyfaciaux semblent répondre plus favorablement à la thérapeutique même si une évaluation individuelle neuromusculaire de chaque patient est nécessaire pour évaluer le risque avant le traitement.
- L'amélioration de la relation maxillo-mandibulaire sagittale dans la correction squelettique de la classe II participe à une amélioration significative du profil des patients par avancement des tissus mous et du menton.
- Les effets dento-alvéolaires semblent aussi important que les modifications squelettiques et ont permis de corriger avec succès la relation molaire de classe II et le surplomb de manière significativement plus favorable qu'un groupe témoin non traité.

- A court terme :

- . La croissance maxillaire paraît limitée et le plan occlusal plus droit,
- . La longueur antéropostérieure de la mandibule est augmentée,
- . La croissance mandibulaire supplémentaire semble être significativement plus élevée si le traitement fonctionnel est réalisé au pic pubertaire,
- . L'amélioration de la croissance mandibulaire est principalement due à la croissance verticale du ramus et non à celle de la longueur du corps mandibulaire ce qui serait sans effet sur l'angle du plan mandibulaire,
- . En comparaison avec un groupe témoin non traité, les mouvements mésiaux des molaires inférieures et distaux des molaires supérieures, induit par ce type d'appareils, sont favorables à la réduction de l'overjet ainsi qu'à l'amélioration des rapports occlusaux sagittaux,
- . La vestibulo-version des incisives mandibulaires semble impossible à éviter,

- A long terme :

- . Les effets squelettiques et dento-avléolaires semblent se dissiper,
- . Le plan mandibulaire et le type facial des patients sont maintenus,
- . L'appareil peut être utile pour repositionner la mandibule lors d'un éventuel dysfonctionnement articulaire,

- Afin d'optimiser les effets squelettiques mandibulaires et le contrôle de la vestibulo-version des incisives inférieures, les activateurs de croissances peuvent être associés à des forces extra-orales ou des mini-vis.

IV) LE PROPULSEUR UNIVERSEL LIGHT 2 REGLABLE (PUL®)



Figure 14 : Propulseur Universel Light® (PUL CONCEPT)

4-1) Historique [14, 80]

C'est à partir de 1997 que Dr Elie CALLABE (orthodontiste) et Mr Jean-Charles MORIN (orthésiste) pensent et conçoivent un nouvel appareil amovible dans le but d'optimiser l'observance aux traitements par avancée mandibulaire chez les patients en cours de croissance. Convaincus des bienfaits à la fois fonctionnel et esthétique de la propulsion mandibulaire et en parti déçu par les activateurs de croissance dans le traitement des classes II squelettiques déjà présents sur le marché. C'est après quatre années d'expérimentation technique et clinique qu'apparaît pour la première fois en France en 2001 le Propulseur Universel Light (PUL®). Au départ il est considéré comme un dispositif de stabilisation, voire même de la dernière chance en cas de non compliance aux tractions par élastiques intermaxillaires dans la thérapeutique des classes II en multi-attaches. Le PUL® 1 télescopique, premier né de la firme PUL-concept® peut être décrit comme une évolution des Bielles de Herbst bilatérale de type Amoric et de l'appareil à bielle centrale de Martine-Tavernier tant par son système de propulsion que par son dispositif d'ancrage. Léger et esthétique encore fallait-il le rendre facile à manipuler c'est dans cet esprit que depuis 2012, le PUL® 2 réglable se développe. Il bénéficie d'améliorations techniques qui lui permettent de corriger le sens sagittal, vertical, transversal et fonctionnel, ce qui lui vaut l'appellation d' « harmoniseur 4D ». La famille PUL® c'est encore agrandi ces dernières années avec l'arrivé du PUL® 3 réglable, du PUL® W de contention et du PUL® Snorlight.

4-2) Publications au sujet du PUL®

La recherche électronique d'articles scientifiques qui a été effectuée en utilisant la base de données bibliographiques Pubmed à l'aide des mots clefs « PUL » et « appliance » permet de faire l'analyse d'un seul article :

- Il s'agit d'une étude pilote réalisée par Migliorati M. et coll en 2013 [57], dont l'objectif est d'évaluer à court terme les changements dento-squelettiques obtenus dans le traitement de la classe II division 1 d'Angle à l'aide d'un appareil fonctionnel nommé le Propulseur Universel Light.
- Seulement 30 patients ont été inclus, dont 17 garçons et 13 filles ce qui en fait une étude de faible puissance.
- Les critères d'inclusions étaient : $ANB \geq 5^\circ$; overjet > 5mm au début du traitement ; pas de dents absentes (extraites ou agénésies) ; stade de poussée de croissance prépubertaire ; pas de syndrome ou d'antécédents médicaux ; aucune utilisation d'autres appareils avant ou pendant la période de traitement fonctionnel.
- 15 patients en classe II division 1 d'Angle, dont 9 garçons et 6 filles, ont été consécutivement traités avec un PUL® et comparés à une collecte longitudinale et rétrospective datant de 2008 constituée de 15 téléradiographies latérales de patients, dont 8 garçons et 7 filles, en classe II division 1 d'Angle non traités.
- Les données à propos du sexe, du stade pubertaire et des malocclusions des patients non traités ont été comparées avec le groupe PUL®.
- Le paramètre «6 inf-MP» a été le seul à avoir montré des différences entre les groupes témoins et les groupes PUL®, alors que le sexe n'a eu aucune influence sur cette différence.
- Même si les sujets parmi les groupes ne présentaient pas l'âge moyen exact, ils étaient similaires au début du traitement et en outre ils avaient les mêmes phases de maturation squelettique évaluées par un opérateur calibré.
- Les autres caractéristiques significatives de cette étude étaient l'analyse céphalométrique en aveugle, l'analyse statistique ANOVA en aveugle (étude à double insu) et la sélection de patients consécutivement traités par un seul opérateur expérimenté.

- La durée du suivi était de 11 mois dans le groupe PUL et de 12 mois dans le groupe témoins. Ce qui dans le domaine de la recherche scientifique en orthodontie semble trop peu.

- Enfin on remarque :

. L'absence de motion : « Conflit d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt. »

. Alors que l'unique opérateur expérimenté n'est autre qu'un des auteurs de l'étude, Dr. CALLABE E. concepteur de l'appareil Propulseur Universel Light. Ce qui constitue un biais indéniable de validité interne de l'étude.

- Les auteurs observent de manière significative, une réduction de l'overjet et de l'angle ANB ainsi qu'une amélioration de Co-Go et de Ar-Go (ramus) chez les 15 patients traités. A court terme les résultats de l'étude préliminaire révèlent que la correction de la malocclusion de classe II squelettique est principalement due au repositionnement ainsi qu'à la croissance additionnelle de la mandibule. Ils concluent que la malocclusion de classe II division 1 a été efficacement traitée à court terme par l'appareil PUL[®], avec des changements à la fois squelettiques et dento-alvéolaires.

Cependant à la lumière de l'analyse critique d'article précédemment effectuée les résultats n'ont qu'un faible niveau de preuve et doivent être nuancés, en effet :

- Bien que l'étude soit de manière générale bien construite et comporte une analyse statistique de qualité avec des opérateurs calibrés et expérimentés.

- La faible puissance de l'effectif, les modalités et la courte durée du suivi du groupe PUL[®] ainsi que la population témoin rétrospective de 2008 et la présence de biais majeur en font une étude comparative comportant des biais importants (niveau de preuve scientifique 4) située au plus bas de la hiérarchie de la preuve, grade C des recommandations.

D'autre part, en effectuant une recherche manuelle, 14 articles de magazines (voir [annexe 1](#)) et 12 études ou mémoires (voir [annexe 2](#)) ont pu être trouvés. Mais en étudiant ces publications, aucune d'entre-elles n'ont été soumises à un comité de lecture constitué d'un jury scientifique et elles n'ont donc aucune valeur de preuve scientifique.

4-3) Description de l'appareil

Il s'agit d'un dispositif amovible. Il est donc étroitement dépendant de la motivation des enfants et de la collaboration des parents. Il permet d'induire une position de morsure mandibulaire inhabituelle, plus antérieure lors des mouvements de fermeture buccale, reproductible et guidée mécaniquement [44]. Il peut être classé parmi les activateurs de classe II dans la famille des propulseurs à butée comme défini selon DUNGLAS et coll. [26]. Ces concepteurs le considèrent comme un régulateur de fonction, car il associe plusieurs actions simultanées aussi bien : au niveau orthopédique, orthodontique que fonctionnel d'où sa dénomination de PUL® « multifonction ». Il est muni d'un système d'ancrage par appui dentaire constitué de deux gouttières, maxillaire et mandibulaire, de type retainers plus ou moins échancrées qui supportent le dispositif actif de propulsion miniaturisé. L'appareil est généralement dépourvu de système de rétention il tient en bouche par sustentation et friction des gouttières. Il bénéficie des dernières avancées technologiques (armature thermoformée allégée, ressorts et alliages spécifiques, soudure au Laser). De nombreux auxiliaires peuvent venir s'adjoindre à la prescription du PUL® afin d'individualiser l'appareil à la situation clinique initiale de chaque patient en fonction des objectifs thérapeutiques à réaliser.

4-3-1) Armatures

Les armatures sont allégées au maximum et constituées aussi bien au maxillaire qu'à la mandibule de fils métalliques. Ils sont en acier inoxydable et soudés au Laser ce qui permet de renforcer la structure de l'appareil et de soutenir les tiges boules support du système de propulsion. C'est un matériau qui en orthodontie est actuellement très utilisé pour son module d'élasticité élevé [97]. Ces fils métalliques peuvent être soit noyés dans une résine acrylique auto ou chémo-polymérisable, soit le polyméthacrylate de méthyl (PMMA) peut être utilisé pour ses excellentes propriétés de transparence et de rigidité. Les renforts métalliques se retrouvent enchâssés entre deux plaques de PMMA qui sont alors thermoformées sur les moulages [4].

De nombreuses possibilités de personnalisation de la résine sont disponibles que ce soit dans l'adjonction de petit dessin ou en termes de coloris, renforçant l'alliance thérapeutique du patient dans son traitement. Dans tous les cas les surfaces occlusales sont laissées libres permettant le guidage de l'éruption et le nivellement de la courbe de Spee.

4-3-1-1) Maxillaire

On retrouve sur cette unité supérieure en regard des parties vestibulaire et postérieure les tiges boules support du système de propulsion. Au maxillaire il existe deux types d'armature en fonction des objectifs cliniques et de la denture du patient :



Figure 15 : Armature PUL® standard
(PUL CONCEPT)

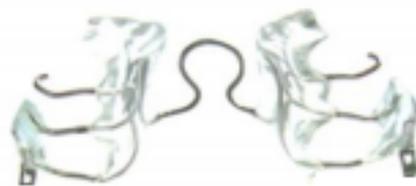


Figure 16 : Armature PUL® ADOS
(PUL CONCEPT)

Que ce soit avec l'armature standard ou l'armature PUL® ADOS selon Dr. Callabe, la mobilité de la plaque palatine est un atout de l'appareil qu'il faut savoir expliquer aux patients pour qu'il puisse l'appivoiser. En effet ceci va contraindre l'utilisateur à adopter une nouvelle posture linguale en haut et en arrière, afin de plaquer l'appareil au palais, levant ainsi les interpositions tout en favorisant l'action expansive de la boîte à langue.

- l'armature standard :

Elle comporte une résine décollée en occlusal qui englobe les dents IV, V et 6 ou bien les 4, 5 et 6 droites et gauches sur leurs versants vestibulaires et palatins. Les fils métalliques de renfort passent alors en mésial des IV ou des 4 ainsi qu'en distal des 6. Elle est préconisée chez les patients en denture mixte afin d'améliorer la stabilité de l'appareil mais aussi dans les cas où il faut augmenter l'ancrage au maxillaire afin d'avoir une réponse mandibulaire maximale notamment dans les cas de full classe II (c'est-à-dire avec 6 à 7mm de décalage entre les rapports molaires normaux soit 12 mm de surplomb).

- l'armature PUL® ADOS :

Elle est constituée d'une résine réduite à son strict minimum en regard des dents de 6 ans tout en laissant libre les surfaces occlusales. Les fils métalliques de renfort passent cette fois-ci en avant et en arrière des premières molaires maxillaires définitives. Des crochets cavaliers peuvent s'ajouter à la prescription entre les 4 et 5 afin d'améliorer la rétention de l'appareil du moins dans les premiers temps du port de l'appareil afin que l'enfant s'habitue et ne se décourage pas. Puis ils seront retirés, en effet il est normal que la gouttière supérieure ne tienne pas bien sur les dents. C'est la langue qui devra venir s'élever et prendre le relais dans le but de maintenir correctement l'appareil. Cette armature doit être privilégiée chez les patients en denture définitive de manière à réduire l'encombrement de l'appareil ou si le collage d'un appareil multi-attaches partiel est nécessaire. Elle est également indiquée lorsque, consultant trop tard le patient a dépassé son « pic » de croissance et que l'objectif clinique est davantage un recul des molaires maxillaires, en particulier dans les cas de classe II division 1 avec biproalvéolie ou de classe II division 2 avec des canines ectopiques.

4-3-1-2) Mandibulaire

A la mandibule il n'existe qu'un seul type d'armature et elle est dessinée de façon à être la plus allégée possible afin de limiter le gonflement de la lèvre inférieure ce qui donnera un aspect inesthétique. On retrouve les tiges boules support du système de propulsion sur la partie vestibulaire et antéro-latérale de l'unité mandibulaire en regard des canines. Les fils métalliques de renfort passent en arrière des dents de six ans et obligatoirement en distal des canines. De plus en l'absence d'auxiliaire spécifique un fil de renfort englobé dans la résine permettra de réunir les parties droite et gauche de l'appareil. Celui-ci devra être placé en appui sur la muqueuse et à distance du cingulum en regard du centre de résistance des incisives afin d'éviter leur vestibulo-version. La résine circonscrit ainsi les six dents mandibulaires IV, V et 6 ou 4, 5 et 6 droites et gauches et tout comme au maxillaire elle ne recouvre pas leurs faces occlusales afin de permettre le guidage de l'éruption et le nivellement de la courbe de Spee.

4-3-2) Le système de propulsion

Conçu de façon à être le moins encombrant possible, il s'agit du dispositif actif de l'appareil. Il offre une propulsion douce et progressive jusqu'à la classe I grâce à un vérin. Il permet de placer la mandibule en antéposition et donc d'obtenir un rattrapage de la croissance en accompagnant celle-ci. [26]. De plus, situé de chaque côté de l'appareil au contact du versant muqueux des joues, ce dispositif permet de limiter l'influence des forces centripètes de la musculature sur les procès alvéolaires.

Contrairement au PUL® 1 télescopique le système de propulsion du PUL® 2 réglable est composé d'une seule pièce à droite comme à gauche. Ceci rend indissociable la partie supérieure de la partie inférieure de l'appareil. Chaque extrémité de cette pièce est reliée par un crochet à une tige boule support, l'une présente à l'armature maxillaire, l'autre à l'armature mandibulaire. Ils retranscrivent une articulation artificielle 3D entre le maxillaire et la mandibule.

Il s'agit d'un système breveté avec ressort intégré qui amortit et respecte la physiologie de fonctionnement de l'articulation temporo-mandibulaire :

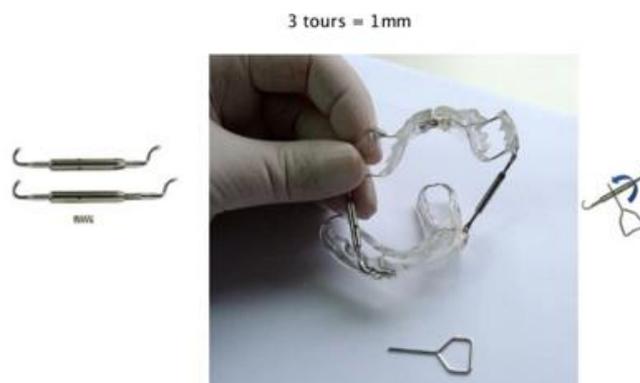


Figure 17 : Système de propulsion du PUL 2 réglable® (PUL CONCEPT)

- Il offre une parfaite liberté de mouvement à la mandibule en propulsion aussi bien en ouverture-fermeture qu'en diduction.
- De plus grâce aux ressorts intégrés au système de propulsion les mouvements rétrusifs sont autorisés décompressant ainsi le ménisque et le condyle en particulier lors de la déglutition, soit 1500 à 2000 bols salivaires par 24 heures.

- Enfin le crochet supérieur mime l'anatomie de l'articulation temporo-mandibulaire physiologique permettant ainsi de diminuer les contraintes exercées sur cette dernière.

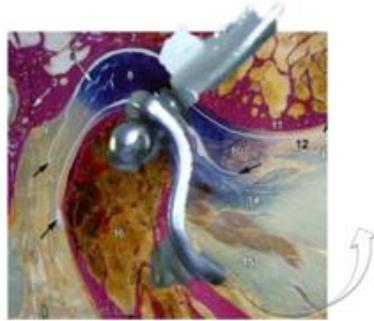


Figure 18 : Tige boule et crochet supérieur du PUL® (PUL CONCEPT)

Facilement réglable par le praticien, il permet la recherche de la propulsion optimale avec une titration infra millimétrique grâce à son vérin et ce jusqu'à 6 mm. Ce système est particulièrement utile lorsqu'il faut recentrer les milieux inter-incisifs ou en cas de subdivision. Contrairement à l'ancien système télescopique on constate moins de doléance concernant l'écrasement ou la fatigue des ressorts.

4-3-3) Soudure au Laser [59]

Véritable innovation en odontologie, la soudure au Laser permet d'alléger le système tout en restant suffisamment rigide pour résister aux forces intra-buccales. Les soudures aux lasers offrent une meilleure biocompatibilité comparativement aux brasures conventionnelles qui ont tendance à se rompre et s'oxyder, relargant des ions métallique à l'origine dans de rare cas d'allergie. Elle présente également l'avantage d'assurer une précision optimale dans la liaison par voie thermique de fils métalliques de diamètres différents tout en conservant leur structure moléculaire intacte. Cependant elle ne permet pas l'assemblage d'alliages différents.

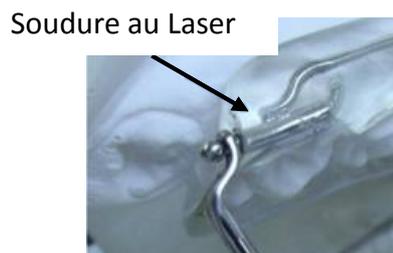


Figure 19 : Soudure au Laser (PUL CONCEPT)

4-3) Intérêts du propulseur universel light

Le propulseur universel light® est un appareil amovible qui nécessite une coopération de tous les jours de la part du jeune patient. Il s'agit donc de bien motiver son utilisation afin d'améliorer l'observance du patient à son traitement. En ce sens, l'appareil permet de traiter une majorité de classe II squelettique sans extraction ce qui présente un double intérêt :

- Esthétique, par respect de l'angle naso-labial et du sourire.
- Fonctionnel, par conservation de la largeur des arcades et la prévention des apnées du sommeil.

4-3-1) Avantages [14, 80]

Selon Dr. CALLABE E. le propulseur universel light® présente des avantages multiples :

- Des résultats rapides et spectaculaires avec une action orthopédique et une action dento-alvéolaire raisonnée. L'absence d'ancrage fixe sur la denture amoindrie les effets dentaires parasites.
- Il est léger et peu encombrant tout en étant robuste grâce à sa résine rigide et renforcée par une armature métallique.
- Il est confortable et discret donc quasiment invisible en bouche, ce qui permet une bonne acceptation par le patient et ce durant une longue période (12 mois généralement).
- Inaudible, après un temps d'adaptation de la part du patient. Il permet une élocution normale et notamment à l'école. Il est donc bien toléré en continu 22h/24 jour et nuit.
- Il est retiré uniquement pour l'alimentation, les sports de contact et pour favoriser les gestes d'hygiène du quotidien,
- Dès la pose de l'appareil, l'esthétique du visage du patient est améliorée ce qui renforce l'estime de soi et évite les brimades des camarades de classe. Le profil est plus harmonieux, la compétence labiale est retrouvée, le sillon labio-mentonnier semble moins marqué.

- La cinématique mandibulaire est très peu perturbée grâce aux crochets à articulation 3D qui permettent de conserver une grande liberté de mouvement et en particulier en latéralité que ce soit en ouverture ou fermeture buccale.
- Il est physiologique et respecte la dynamique articulaire des ATM grâce à son système de propulsion souple et réglable. Il permet une avancée mandibulaire douce et progressive jusqu'à la classe I en permettant des mouvements en rétropulsion.
- Il est universel, aussi bien prescrit en denture mixte qu'en denture permanente, il s'adapte à toutes les typologies de classe II squelettique, contrairement aux autres activateurs de croissances contre-indiqués lors des changements de denture ou chez les dolichofaciaux.
- Il est multifonction car permet d'effectuer plusieurs actions thérapeutiques simultanées orthopédiques, orthodontiques et fonctionnelles : amélioration du sens transversal, maintien du sens vertical, correction du déficit sagittal, rééducation linguale et labiale, rééducation de la fonction ventilatoire.

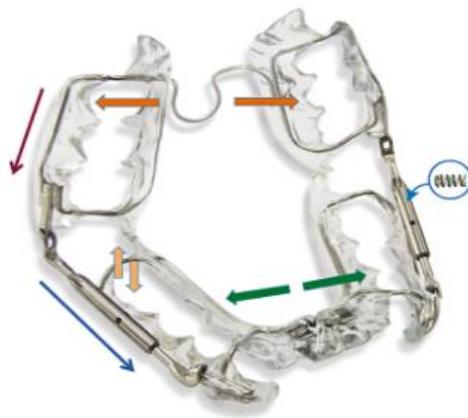


Figure 20 : Les différentes actions du PUL® (PUL CONCEPT)

- Il est possible de l'utiliser chez les ventilateurs oraux (action anti-apnées du sommeil et baisse de la ronchopathie).
- Les gouttières maxillaire et mandibulaire bénéficient de surfaces occlusales décollées qui permettent le maintien du Lee-way et autorisent la chute des dents temporaires avec un moindre inconfort ce qui permet d'éviter une interruption du traitement tout en servant de guide d'éruption pour les dents définitives.
- Il offre une simplicité d'utilisation non seulement pour la mise en place ou le retrait de l'appareil par le patient mais aussi lors des rendez-vous de suivi pour le praticien où la réactivation en propulsion des bielles latérales si besoin, ne nécessite que quelques tours de clef à vérin. Pour l'orthodontiste c'est donc un gain de temps au fauteuil et des rendez-vous plus espacés dans le temps.
- Dans les cas de classe II subdivision ou de problèmes d'ATM et en association avec un traitement postural le PUL permet la mise en place d'une mécanique cohérente avec de bons résultats.

4-3-2) Inconvénients [14, 80]

Quelques inconvénients sont toutefois à prendre en compte :

- Une expansion transversale par appareil bi-bague est très souvent un préalable indispensable à la pose de l'appareil pour corriger les compensations dento-alvéolaires de la classe II squelettique.
- Une deuxième phase plus tardive par appareil orthodontique fixe multi-attache de finalisation est néanmoins nécessaire afin de parfaire l'alignement des axes dentaires et le nivellement des arcades.
- Une certaine difficulté pour parler et avaler sa salive les premiers jours sont à noter.
- La gouttière maxillaire est légèrement mobile en bouche, c'est la langue qui doit la maintenir en place au palais, ce qui peut décourager le patient.
- En appuis sur les dents et la gencive l'appareil peut créer des desmodontites et des douleurs gingivales constatées généralement au réveil.
- La contraction du muscle ptérygoïdien latéral lorsque l'appareil est en bouche peut être source de gêne une fois qu'il est retiré, en particulier lors de la mastication.
- Le temps de confection de l'appareil qui est à l'origine d'un coût final élevé.
- C'est un appareil amovible donc totalement dépendant de la coopération du patient. Il doit être porté le plus possible en journée comme de nuit pour être efficace. C'est une information primordiale qui doit être annoncée dès la démonstration de l'appareil et répétée à chaque rendez-vous de contrôle afin d'éviter toute perte de motivation.

On retrouve également ici les inconvénients des traitements orthopédiques par activateurs de croissance de classe II, cependant selon docteur Elie CALLABE il s'agit plus d'un problème de prescription que d'un véritable effet néfaste de l'appareil :

- Une version corono-palatine des incisives supérieures est mentionnée (effet de rabbiting) avec l'utilisation de l'arc métallique vestibulaire ou d'élastique antérieur maxillaire.
- Une vestibulo-version des incisives inférieures est souvent retrouvée.

4-4) Indications [14, 80]

Le Propulseur Universel Light® est indiqué en cas de dysmorphose de classe II squelettique d'origine secondaire ou acquise se manifestant par une mandibule rétrusive :

- Classe II division 1 d'Angle.
- Classe II division 2 d'Angle avec défaut de longueur mandibulaire. Cependant il faut au préalable lever le verrou occlusal que constituent la supraclusion et la palato-version des incisives supérieures afin de permettre la propulsion mandibulaire. Pour cela soit on adjoint un ressort de schwartz directement au PUL soit on passe par une phase d'alignement par l'intermédiaire d'un dispositif partiel multi-attache.
- En denture mixte ou permanente.
- Chez les patients à croissance dolichofaciale à multi-déficience fonctionnelle : respiratoire, linguale, labiale et masticatoire (hypotonie).
- Chez les patients à croissance méso ou brachyfaciale.
- En traitement d'interception avant la phase d'alignement multi-attaches dans l'objectif d'en réduire la durée et d'éviter les compensations dento-alvéolaires induites par les tractions élastiques de classe II.
- En stabilisation et contention après la mécanique de traction élastique en multi-attaches lorsqu'il persiste un léger décalage de classe II ou bien lorsque l'on doit poursuivre la rééducation fonctionnelle.
- En prévention du syndrome d'apnée obstructive du sommeil (SAOS) léger à modéré chez l'enfant [26]. Cependant selon l'étude Cochrane réalisée en 2016 par Carvalho et Coll. il n'existe pas de preuves suffisantes pour soutenir ou réfuter l'efficacité des appareils oraux et des appareils orthopédiques fonctionnels pour le traitement de l'apnée obstructive du sommeil chez les enfants [15].

4-5) Prescriptions

Lors de la prescription et en fonction des objectifs thérapeutiques spécifiques de chaque situation clinique le praticien est libre d'ajouter différents types d'auxiliaires qu'il juge les plus adaptés au patient. L'orthodontiste renseigne alors la fiche de prescription afin qu'ils soient incorporés à la fabrication de l'appareil. Parmi ces auxiliaires on retrouve :

- Au niveau de la gouttière supérieure, en palatin :

. Un palais en résine : Lorsque l'expansion a été faite au préalable par un disjoncteur ou un quad helix, il permet de limiter la récurrence tout en augmentant la sustentation de l'appareil,

. Un vérin médian d'expansion : Pour Firmin-Vincent et Allouch, le vérin maxillaire semble indispensable car le sens transversal est souvent diminué. Cela permet ainsi un déverrouillage transversal favorable à la propulsion mandibulaire [30]. Il peut être classique avec une action sur les secteurs postérieurs et latéraux. Il nécessite une armature standard dont le dessin recouvre en partie la voûte palatine tout en déchargeant la zone rétro-incisive. Ceci permet une meilleure proprioception de la langue et de ne pas bloquer la correction palatine d'incisive trop vestibulo-versée. Il offre une plus grande surface d'appui utile dans les cas de denture mixte. Il peut également être en 3D offrant ainsi une possibilité supplémentaire d'expansion en secteur antérieur. Il est toutefois encore plus encombrant.

. Une boucle coffre en TMA (titan Molybden Alloy) : Elle présente différentes options avec une ouverture en distale pour réaliser de l'expansion postérieure ou bien une ouverture mésiale pour réaliser de l'expansion plus antérieure. Elle peut être prescrite sur une armature standard ou sur une armature PUL ADOS. Le TMA a été développé par BURSTONE. Il représente un bon compromis entre les fils super-élastiques et les fils d'acier. Son usage permet de restituer une force plus douce et plus continue que l'acier [96].

. Un ressort de Schwartz en TMA : Il offre l'avantage d'être moins encombrant qu'un vérin d'expansion 3D et de permettre une vestibulo-version des incisives notamment dans les cas de classe II division 2. Dans cette situation clinique, la création du surplomb nécessaire à la thérapeutique d'avancée mandibulaire demande certes avec cette technique plus de temps qu'avec un collage partiel. Néanmoins elle offre une alternative pour les patients ne souhaitant pas d'équipement multi-attache fixe.

. Une boucle de contraction TMA : Indiquée dans le syndrome de Brodie ou « scissors bite », elle se rajoute à une armature standard.

- Au niveau de la gouttière supérieure, en vestibulaire :

. Des crochets pour élastique : Ils sont prescrits afin de fermer les diastèmes et de réduire une proversion importante. Ils permettent de renforcer le maintien de l'appareil à l'arcade supérieure. Une attention particulière doit être portée lors de leur conception au laboratoire. En effet ils doivent être en regard du tiers mésial des incisives latérales supérieures pour éviter un effet de « rabbiting » qui viendrait à verrouiller la propulsion mandibulaire dans le temps. Enfin ils sont déconseillés en association avec une boucle coffin car ils ont un effet d'endoalvéolie antérieure néfaste.

. Un appareil multi-attaches d'alignement incisivo-canin partiel : Il permet d'aligner plus rapidement les dents tout en ayant un contrôle dans les trois sens de l'espace. Dr. CALLABE recommande un collage de 4 à 4 ou de IV à IV afin d'avoir un meilleur nivellement [14].

. Un arc vestibulaire en métal : il permet d'augmenter l'ancrage à l'arcade maxillaire afin de favoriser la vestibulo-version des incisives inférieures, c'est l'effet activateur classique qui est ici recherché. Cependant il faut veiller à ce que la résine palatine de l'appareil vienne soutenir le cingulum des incisives supérieures afin de limiter leur palato-version.

- Au niveau de la gouttière inférieure, en lingual :

. Un vérin d'expansion : Il doit être le moins encombrant possible et au plus près de la gencive pour le confort du patient

. Un arc lingual TMA : plus léger il autorise un torque d'expansion

. Un arc lingual avec 2 hélix : il est indiqué dans le syndrome de Brodie ou « Scissors Bite »

. Un ressort de Schwartz : afin de résoudre l'encombrement incisif

- Au niveau de la gouttière inférieure, en vestibulaire :

. Sans bandeau vestibulaire : indiqué dans les cas de classe II division 2 ou la supraclusion et l'absence de surplomb constituent déjà un frein à la propulsion mandibulaire.

. Un bandeau vestibulaire thermoformé : Lorsqu'il n'y a pas d'expansion à réaliser et que l'on souhaite non seulement limiter la vestibulo version des incisives inférieures et augmenter l'ancrage mandibulaire afin d'avoir une réponse maxillaire optimale

. Un bandeau vestibulaire métallique : Pour corriger la proalvéolie inférieure excessive

. Un lip bumper : Afin de contrer la pression de la musculature mentonnière sur la mandibule et mettre à distance la lèvre inférieure dans le but d'optimiser la proversion des incisives inférieures et donc l'effet activateur classique.

V) CONCEPT DU TRAITEMENT DES CLASSES II PAR LE PROPULSEUR UNIVERSEL LIGHT 2

REGLABLE [14, 80]

Selon Dr. Elie CALLABE, chez l'enfant, la cause des syndromes médicaux orthodontiques est généralement une perturbation fonctionnelle. Le concept d'orthopédie avec le PUL® consiste à traiter l'origine de la maladie, c'est-à-dire les causes et symptômes. Il permet donc d'éduquer l'enfant à une nouvelle position mandibulaire par l'intermédiaire d'un appareil multifonction capable d'une « harmonisation globale 4D » : fonctionnelle, sagittale, transversale et verticale qui a des conséquences sur toutes les structures (fonctions, bases squelettiques, dents, muscles, tissus mous, psychisme). L'appareil a été conçu en respectant le cahier des charges des 7 harmonies de Ricketts : faciale, fonctionnelle, psychologique, squelettique, occlusale, nutritionnelle et temporelle de façon à répondre au mieux aux problèmes rencontrés par tous les orthodontistes :

- La coopération : Elle dépend pleinement de la prise de conscience de la malocclusion de la part du patient et des parents à l'aide de schéma sur les téléradiographies de face et de profil, photographies, morphing sur le vieillissement.
- L'hygiène : Les risques carieux et parodontaux qui augmentent avec la durée du traitement multi-attaches.
- La communication : Le dossier orthoclass permet d'éviter la redondance des questions. On y trouve une multitude d'information concernant le résumé du bilan de la consultation spécialisée, les informations relatives au déroulement du traitement et les moyens thérapeutiques mis en œuvre.
- La récurrence : Avec son coût financier (re-traitement gratuit) et moral (image du cabinet et du praticien).

Lorsqu'on observe les appareils orthopédiques disponibles, deux idéologies se dégagent dans la cohérence thérapeutique : correction du sens transversal, vertical puis antéro-postérieur ou bien correction du sens transversal, antéro-postérieur puis vertical :

- Après correction au préalable du sens transversal par disjoncteur ou quad helix,
- La plupart des activateurs de croissance sont constitués d'une interposition de résine entre les arcades qui crée une augmentation du sens vertical.

Or le Propulseur Universel Light® s'attèle en premier lieu à corriger le sens sagittal grâce à son concept de libération occlusale. D'emblée on va dégager les voies aériennes supérieures. Donc par l'augmentation de l'espace pharyngé postérieur on améliore la ventilation diurne et nocturne ce qui constitue le véritable « médicament » du syndrome médical de la classe II selon Dr CALLABE. On sait que chez les enfants 75% de l'hormone de croissance est sécrétée pendant le sommeil profond [14]. En améliorant le sommeil on corrige le syndrome et on harmonise la croissance, le développement de l'enfant est optimisé.

Le concept du traitement des classes II squelettiques par le PUL® peut donc se résumer ainsi :

- Une harmonisation naso-labio-maxillo-mandibulaire
- Une optimisation des fonctions pour changer la forme et améliorer la croissance et le vieillissement
- Une propulsion douce pour arriver progressivement en classe I.
- Hypercorrection de la classe I pour éviter la récurrence, la perte d'ancrage, le dérapage mandibulaire et donc les élastiques intermaxillaires.
- Le patient va répondre en fonction de sa typologie, de sa musculature et de son potentiel de croissance. Il s'agit donc de bien décrypter le tonus musculaire du patient pour en faire un allié. Si la croissance mandibulaire ne s'exprime pas on freine celle des secteurs latéraux maxillaire.
- En général et selon les patients, 12 mois de traitement à l'aide du PUL® sont nécessaires. On réduit la durée du traitement multi-attache et on facilite les traitements de cas difficiles en les transformant en une simple classe 1 sans extraction.

Finalement ce n'est pas tant la correction du décalage squelettique qui nous importe mais bel et bien une harmonisation du fonctionnement oro-facial afin de modifier les conditions anatomiques.

5-1) Effets thérapeutiques

- squelettiques :

Dans la dimension sagittale, selon une étude réalisée par JOULIA C. à propos d'une centaine de cas traités par PUL® pendant environ un an et analysés à l'aide du logiciel Procruste [41], on note une croissance sagittale de la mandibule ainsi qu'un recul ou un freinage de la croissance maxillaire. Cependant, bien que l'avancée mandibulaire soit significative, la dimension sagittale du maxillaire au cours du traitement reste quant à elle stable d'après une étude de GEYSELINCK H. en 2009 sur un échantillon de 30 enfants traités par PUL® en comparaison avec un échantillon témoin de 30 enfants. En effet après traitement on observe une avancée de la projection du point B sur FHs en moyenne de 2,53 mm et un allongement du segment Ar-Pog [33]. Selon cette même étude le décalage maxillo-mandibulaire matérialisé par l'angle ANB et le segment AoBo diminue de manière significative de 1,45° et 2,45° respectivement.

Dans la dimension verticale : toujours selon l'étude de GEYSELINCK, l'ensemble des modifications concernant les angles FMA et mandibulaire de même que la divergence du plan palatin, de la ligne ML1 et de la diagonale ArPog avec l'axe FHs sont stables au cours de la thérapeutique. On note cependant une fermeture de l'angle maxillo-mandibulaire de 2,23° en moyenne pendant le traitement. Si bien que la correction de la classe II par l'action combinée du port du PUL® et de la croissance sur la période d'observation peut s'observer par un accroissement mandibulaire et une tendance à la rotation postérieure de la mandibule sans influence sur la divergence faciale [33].

Toutefois, les études de JOULIA C. et de GEYSELINCK H. relèvent d'un faible niveau de preuve et l'analyse des résultats concernant trois revues systématiques récentes nous rappelle à long terme que non seulement les effets squelettiques d'une première phase de traitement sont, au mieux, faibles et cliniquement non significatifs [20, 74] et que ladite première phase de traitement ne semble pas apporter de croissance additionnelle de la longueur mandibulaire par rapport à un traitement effectué en une phase au début de l'adolescence [92].

- dento-alvéolaires :

Il apparaît de manière significative selon l'étude de GEYSELINCK un redressement radiculaire de l'incisive maxillaire avec une réduction moyenne de 6,3° de sa proversion, une vestibuloversion de l'incisive mandibulaire de 1,85° par rapport à sa situation initiale et une position plus mésiale de 5,29 mm et plus basse de 4,9 mm de la molaire mandibulaire après traitement par PUL® [33].

Cependant, une nouvelle fois, ces résultats sont à pondérer, le faible niveau de preuve de l'étude rend toute estimation de l'effet du Propulseur Universel Light® au niveau dento-alvéolaire incertaine.

- neuromusculaires [14, 80]

Selon Dr Elie CALLABE la force de propulsion qui s'exerce sur la mandibule à l'aide du PUL, de direction oblique vers le bas et l'avant chez le brachyfacial avec supraclusion provoquerait un étirement des tissus de recouvrement et de l'enveloppe musculaire induisant un changement dans la direction des fibres musculaires du masséter et du temporale. Alors que chez le dolichofacial avec béance, le PUL® permettrait l'amélioration de la contraction réflexe des muscles masséters et temporaux. Ces muscles maintiendraient ainsi le corps mandibulaire vers le haut et l'avant, empêchant une croissance défavorable vers le bas et l'arrière.

Mais au regard des conclusions de la revue de littérature de SIMON Y. [89] il semble qu'aucune étude ne puisse montrer la possibilité d'augmenter ou de réorienter la croissance mandibulaire à long terme avec un traitement dit orthopédique, tel qu'il peut être mené aujourd'hui.

- fonctionnels : [14]

La ventilation diurne et nocturne semble améliorée grâce à la propulsion mandibulaire 22h sur 24. L'augmentation du volume du carrefour aéro-pharyngé et l'amélioration de la compétence labiale favoriseraient la respiration nasale. La propulsion permet de réduire le risque d'apparition de collapsus des voies aériennes supérieures dans le SAOS en renforçant le tonus musculaire vélo-pharyngo-lingual.

La déglutition atypique et l'interposition de la langue entre les arcades sont corrigées grâce à la rééducation linguale. Celle-ci serait favorisée par la faible rétention de la gouttière supérieure qui oblige la base de la langue à effectuer une ascension de façon à plaquer la gouttière maxillaire au palais. La répétition de ce processus participerait de plus à l'expansion de la boîte à langue ainsi qu'à la correction des béances qu'elles soient antérieures ou latérales. Il en résulterait une mastication plus efficace grâce à l'harmonisation des rapports squelettiques et à l'optimisation de l'occlusion.

Néanmoins, il faut là encore modérer les présomptions émises par l'auteur, car l'utilisation à des fins diagnostiques de la radiographie conventionnelle en norme lateralis ne semble pas permettre d'objectiver une augmentation du volume des voies aérifères. En effet les volumes anatomiques examinés en 3D se traduisent par une image plane en 2D rendant discutable leur interprétation.

En pratique, on observe concernant les doléances des patients que la faible rétention de la gouttière maxillaire semble être plus un inconvénient qu'autre chose.

Enfin, encore à l'heure actuelle, aucune étude scientifique ne montre que le PUL® augmente la dimension transversale.

- articulaires : [14]

En propulsant la mandibule, l'appareil serait capable de solliciter et ou de modifier la direction de croissance condylienne en créant un vide au niveau de la cavité glénoïde qui serait alors comblée par tous les éléments nutritifs nécessaires à la morphogénèse condylienne. En retirant l'appareil pour manger, le condyle mandibulaire peut retourner dans la cavité glénoïde chassant alors les éléments nutritifs. On décompresserait ainsi le condyle mandibulaire, le ménisque et la surface articulaire condylienne ce qui potentialiserait la propulsion. De plus la parfaite liberté de mouvement qu'autorise l'appareil en propulsion que ce soit en latéralité, en ouverture-fermeture ou bien même en rétroposition à chaque déglutition participerait au remodelage physiologique de l'articulation temporo-mandibulaire. En effet « rappelons que l'exercice de la fonction articulaire est indispensable à la morphogénèse également articulaire et retarde le processus d'ossification enchondrale en le maintenant jeune et apte à répondre aux sollicitations environnementales, qui sont les conditions indispensables pour stimuler la croissance condylienne » [71]. Enfin l'appareil une fois en bouche limiterait les répercussions des parafunctions telles que le bruxisme ou la contraction exagérée des mâchoires et protégerait les ATM en cas de dysfonctionnement cranio-mandibulaire peu sévère.

Seulement, la revue systématique Cochrane [92] confirme l'absence d'action à long terme sur la croissance mandibulaire et ce qui serait pris pour de la croissance, au moins au début, serait probablement uniquement un déplacement du corps mandibulaire.

- esthétique

Grâce à l'amélioration de la rétrognathie mandibulaire et sans ouverture de l'angle naso-labial, zone clef de l'esthétique du profil selon McNAMARA et GUGINO [70], le profil devient plus harmonieux. De plus selon l'étude de GEYSELINCK en 2009, la lèvre supérieure effectuerait par rapport à la ligne esthétique de Ricketts un recul significatif la plaçant en moyenne dans une position proche de sa position idéale définie par Ricketts [33]. Enfin grâce à la croissance mandibulaire on conserve la largeur des arcades en évitant les extractions dentaires, le sourire paraît davantage respecté.

Toutefois selon la revue systématique de D'ANTO et coll. [20] il semble qu'il n'y ait pas suffisamment de preuves pour déterminer un effet sur les tissus mous résultant d'un traitement orthopédique fonctionnel de classe II.

- psychologique [14]

En intervenant de façon précoce pour favoriser une croissance mandibulaire en rotation antérieure harmonieuse et fonctionnelle l'objectif serait d'éviter des extractions de dents saines. De plus dès le jour de la pose de l'appareil le surplomb est diminué :

- . Le profil est amélioré et l'interposition labiale est levée ce qui concourt à l'épanouissement de l'enfant.
- . La fonction linguale s'adapte, favorisant la respiration nasale et perturbant la déglutition atypique infantile.

Pourtant les résultats d'un essai clinique randomisé en deux phases au sujet des traitements précoces de classe II suggèrent qu'ils ne sont pas cliniquement plus efficaces que le traitement en une phase commencé pendant l'adolescence en dentition permanente précoce. En effet il ne réduirait ni le temps moyen de la seconde phase thérapeutique en multi-attache ni la proportion de traitements complexes impliquant des extractions ou une chirurgie orthognathique [94].

5-2) Mécanisme d'action en fonction de la typologie faciale [14, 80]

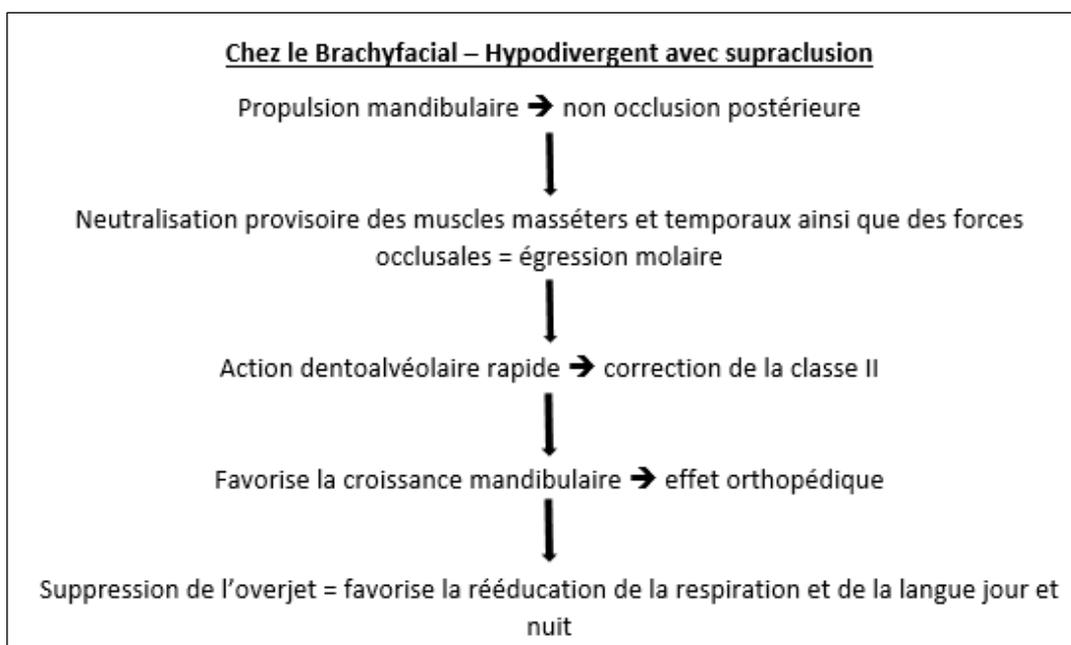
5-2-1) Chez le sujet hypodivergent ou brachyfacial avec supraclusion

Selon Ricketts cette typologie correspond à une face courte et une musculature hypertonique (avec des forces occlusales pouvant atteindre jusqu'à 200 à 300 kg/cm²) entraînant un ancrage naturel élevé avec des racines dentaires proches de la corticale. La correction d'une classe II molaire par mésialisation des molaires inférieures est donc rendu plus délicate. La rotation mandibulaire antérieure décrite par Björk [9] accompagne généralement cette typologie. Afin de retrouver une harmonie faciale au niveau de l'étage inférieur il est primordial d'obtenir une égression molaire postérieure afin de respecter l'angle naso-labial.

- Concept selon Dr. Elie CALLABE :

C'est la neutralisation trigéminal inhibitrice : un muscle ne travaille que dans un plan, on recherche donc avec la propulsion à mettre au repos certains muscles pour que la croissance mandibulaire s'exprime autrement, guidée alors par les seules forces actives du PUL.

La correction de la classe II s'effectue pour 1/3 par expansion maxillaire, 1/3 par propulsion mandibulaire et 1/3 par recul des secteurs latéraux supérieurs.



- Objectif selon Dr. Elie CALLABE :

Par le biais de la désocclusion molaire postérieure qui accompagne la propulsion mandibulaire l'appareil induit une décontraction ou un relâchement musculaire. Ceci entraîne un changement de direction des fibres musculaires temporo-massétérides, une neutralisation temporaire des forces masticatrices occlusales et une réduction de l'activité des muscles élévateurs de la mandibule. Cela favorise l'égression des molaires supérieures et inférieures, la correction rapide de la classe II et la levée de la supraclusion en libérant les contraintes musculaires freinant la croissance mandibulaire. Au niveau des incisives supérieures on a un recul en translation sans égression alors qu'au niveau des incisives inférieures, après une légère vestibuloversion on observe un redressement lingual.

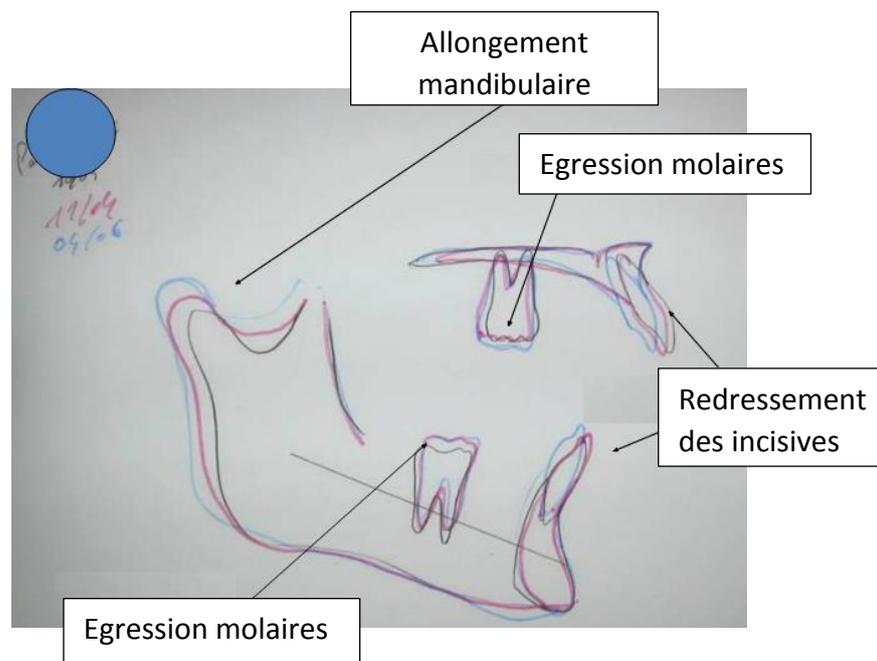


Figure 21 : Action du PUL® chez le patient hypodivergent (Dr. CALLABE E.)

5-2-2) Chez le sujet hyperdivergent ou dolychofacial avec béance

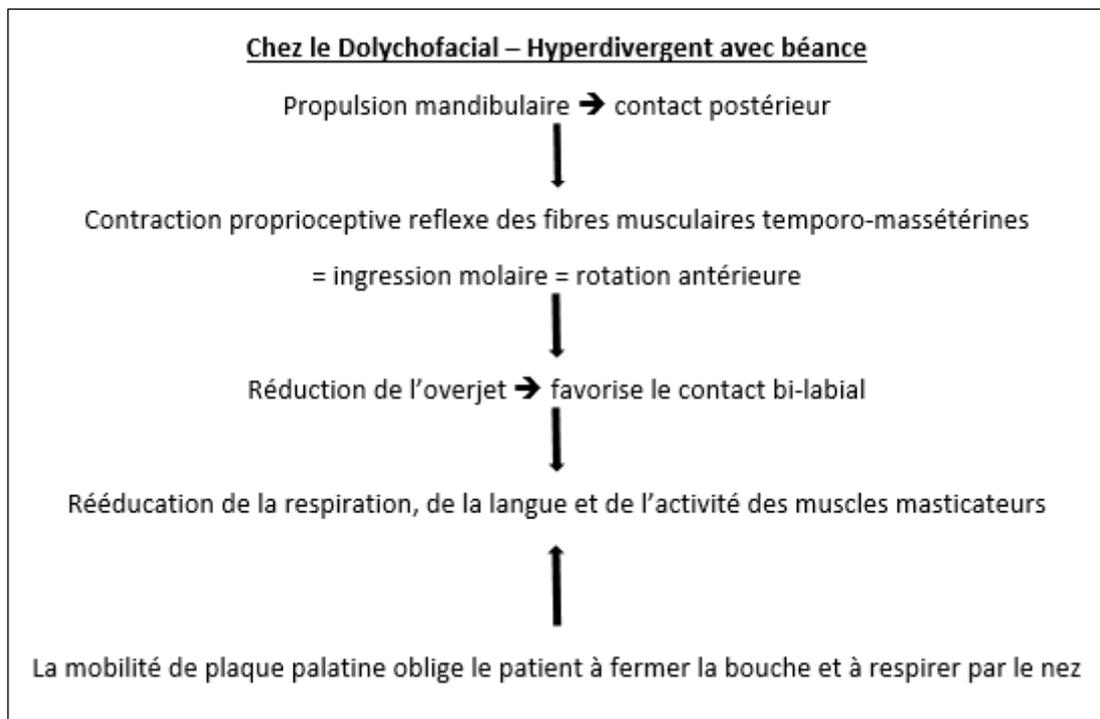
Selon Ricketts cette typologie correspond à une face longue avec une musculature hypotonique et un ancrage naturel faible. La rotation mandibulaire postérieure décrite par Björk [10] y est couramment associée. Bien souvent ces patients présentent une multi-déficience fonctionnelle : respiratoire, linguale, labiale et masticatoire associée à une infraclusion antérieure et une endognathie palatine.

- concept selon Dr. Elie CALLABE :

Dans l'hyperdivergence faciale une des causes principales est l'étiologie fonctionnelle. Le traitement va donc consister à harmoniser les fonctions pour corriger le syndrome médical, ces causes et ses effets cliniques.

« Changer la fonction pour changer la forme » Linder-Aronson [47]

Dans cette typologie, les patients ont fréquemment un potentiel de croissance mandibulaire correct. Plutôt que de laisser grandir la mandibule en bas et en arrière, grâce aux muscles et au PUL® on va la guider en haut et en avant transformant ainsi une croissance faciale défavorable en croissance favorable et harmonieuse, par rotation antérieure de la mandibule sans ouverture de l'axe facial.



- Objectif selon Dr. Elie CALLABE :

Par le biais de la propulsion, seuls les contacts postérieurs sont favorisés ce qui engendre un renforcement du tonus des muscles élévateurs de la mandibule. Il y a des contractions réflexes des fibres musculaires temporo-massétérides et stimulation des propriocepteurs parodontaux molaires. En conséquence, la pression sur les dents postérieures est majorée, l'éruption de ces dents est ralentie et on note une amélioration de la mastication.

En corrigeant le surplomb et en obligeant la base de la langue à se positionner correctement en haut et en arrière pour maintenir l'appareil en bouche, on empêche l'interposition labiale et linguale. Il en découle la rééducation de la langue, l'augmentation de l'espace rétro-pharyngé ainsi que la correction naturelle des béances. De plus, le rétablissement d'un contact bi-labial sans effort améliore la ventilation nasale, diurne et nocturne.

Grâce au concept de liberté occlusale sans interposition de résine entre les arcades, la hauteur de l'étage inférieur n'est pas accentuée.

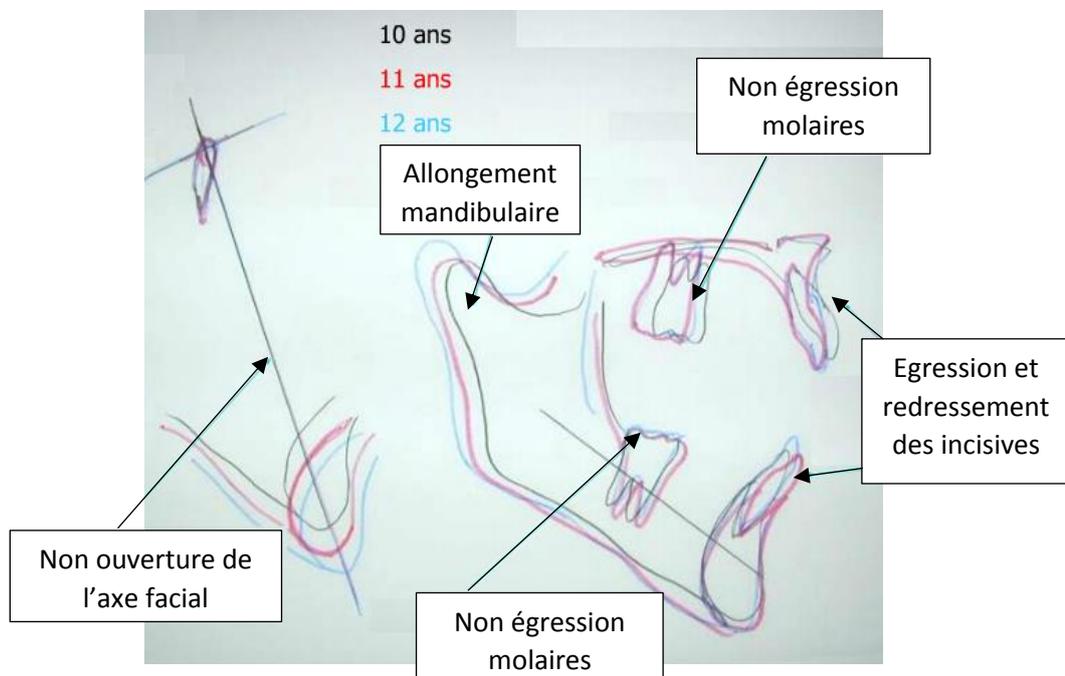


Figure 22 : Action du PUL® chez le patient hyperdivergent (Dr. CALLABE E.)

En résumé :

Le mécanisme d'action du Propulseur Universel Light se situe à la fois au niveau orthopédique et au niveau dento-alvéolaire. Tout se passe comme si c'est le patient qui choisit la façon dont il va répondre à la sollicitation de l'appareil. Ainsi la réponse sera orthopédique si le patient présente un potentiel de croissance suffisant. Dans le cas contraire elle sera dento-alvéolaire raisonnable sans effet néfaste, sous condition de la bonne prescription du PUL® par le praticien auprès d'un prothésiste partenaire qualifié.

Grâce au Propulseur Universel Light® selon Dr. Elie CALLABE on corrige en 6 mois la classe II, en transformant dès que possible un schéma de croissance défavorable et inesthétique, en une classe I sans extraction	
Chez l'hypodivergent avec forte supraclusion la propulsion mandibulaire va induire :	Chez l'hyperdivergent avec une forte infraclusion ou béance, la propulsion mandibulaire va induire :
<ul style="list-style-type: none"> - Un contact incisif antérieur et une inoclusion molaire postérieure favorisant l'égression des molaires et prémolaires afin de retrouver une harmonie faciale de l'étage inférieur tout en respectant l'angle naso-labial. - Un recul des secteurs latéraux supérieurs en même temps qu'une réponse mandibulaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Un contact postérieur qui stimule une contraction musculaire réflexe et qui permet de solliciter les organes naturels que sont les muscles de la respiration, de la déglutition et de la mastication, permettant une harmonisation et une croissance maxillo-faciale fonctionnelle et esthétique. - Une réduction importante de la béance antérieure.
Ainsi l'action principale du PUL® est l'harmonisation fonctionnelle de la respiration, de la mastication et de la déglutition suivie de l'harmonisation dento-maxillaire dans le sens transversal, sagittal et vertical. Il permet en effet une rééducation de la langue en position haute et postérieure ainsi qu'une meilleure occlusion bi-labiale.	

Tableau 6 : mécanisme d'action du PUL®

5-3) Séquence thérapeutique [14]

5-3-1) La consultation spécialisée

Elle est primordiale afin de créer une alliance thérapeutique entre le patient, les parents et l'équipe soignante. Un bilan clinique et radiologique est réalisé ainsi qu'un interrogatoire complet et précis des parafunctions et dysfonctions oro-faciales. Il s'agit de faire participer l'enfant mais aussi les parents à l'établissement du diagnostic. Pour cela le patient est placé allongé sur le fauteuil en position PUL c'est-à-dire en classe I prémolaire ou canine avec écarteur et miroir. En amont l'orthopantomogramme ainsi que les téléradiographies de profil et de face ont été analysées. La motivation et la coopération dépendent de la prise de conscience de la malocclusion par l'enfant et les parents. Des photographies exo et endo-buccale sont réalisées afin de maintenir la collaboration de l'enfant au cours du traitement. L'objectif est de rassurer sur la malocclusion et le traitement à venir. Pour cela il faut bien montrer l'influence des dysfonctions :

Recueillir les informations les plus précises au sujet d'éventuelles : ronflement, bavage, cernes, onychophagie, pouce, tétine...

Montrer en bouche et à l'aide de schéma sur la téléradiographie de profil les répercussions de la spirale dysmorpho-fonctionnelle de la malocclusion :

- Le couloir pharyngé obstrué par des amygdales et végétations hypertrophiques,
- Langue basse, interposition linguale lors de la déglutition, respiration buccale,
- Chez l'hyperdivergent : la ventilation orale entraîne une croissance divergente,
- Chez l'hypodivergent : le tonus musculaire entraîne une croissance convergente avec un vieillissement prématuré par diminution de l'étage inférieur de la face,
- Chez les patients en classe II division 1 : l'angle naso-labial fermé et l'interposition labiale donne bien souvent un profil convexe et rétrusif peu harmonieux,
- Chez le patient en classe II division 2 : le verrouillage mandibulaire provoque dans de nombreux cas des morsures palatines et des récessions gingivales,

En effet ce sont les parents qui devront :

- Expliquer et suggérer à l'ORL que c'est une nécessité d'intervenir en cas d'hypertrophie amygdalienne ou des végétations,
- Motiver leur enfant pour l'arrêt du pouce, tétine, ongles,
- Encourager les exercices de déglutition ou de training musculaire,
- Sensibiliser à la respiration nasale,
- Surveiller et éduquer à l'hygiène bucco-dentaire et alimentaire,

Une fois le diagnostic élaboré il s'agit de proposer et de donner à l'enfant ainsi qu'aux parents une explication claire et adaptée du plan de traitement envisagé en faisant manipuler le PUL[®] et le multi-attache de démonstration afin qu'ils se familiarisent avec ces objets. Le plan de traitement se déroule en 4 étapes :

- Arrêt des parafonctions,
- Harmonisation 4D des maxillaires à l'aide du PUL[®] 22h/24 avec amélioration des dimensions transversale, sagittale, verticale et fonctionnelle,
- Finitions par multi-attaches avec nivellement des arcades et correction de l'alignement dentaire,
- Stabilisation nocturne 4D anti-récidive 12h/24,

A la fin de la consultation, une fiche écrite est fournie concernant le PUL[®]. Il est demandé à l'enfant et aux parents de la lire pour le prochain rendez-vous. Dans un souci de transparence et afin d'obtenir le maximum de collaboration, le praticien présente ces principales contraintes et désagréments :

- L'appareil doit être porté 22h/24 pour obtenir un résultat spectaculaire et rapide (en 6 mois environ) avec des bénéfices immédiats pour le profil, le sommeil et la croissance.
- L'appareil va gêner les premiers jours pour avaler la salive et pour parler.
- C'est normal que la gouttière supérieure ne tienne pas bien sur les dents, c'est la langue qui vient la stabiliser.

5-3-2) Conception de l'appareil

Elle nécessite la réalisation d'une empreinte maxillaire et mandibulaire en alginate, ainsi qu'un enregistrement de l'occlusion prise à l'aide d'une cire en position d'intercuspitation maximale. En fonction des éléments diagnostiques le praticien choisit le type de PUL® et reporte sur la fiche de laboratoire les auxiliaires qu'il désire en adéquation avec les objectifs à atteindre. L'ensemble est alors envoyé à un laboratoire certifié.

A la réception des empreintes le prothésiste procède :

- A la coulée des empreintes sous vide d'air pour obtenir un plâtre dépourvu de bulle. Celle-ci doit être faite rapidement afin d'éviter toute altération dimensionnelle de l'alginate.
- A l'analyse de l'occlusion grâce à la cire d'intercuspitation.
- A la réalisation et l'adaptation des armatures ainsi que la mise en place des crochets boules sur celle-ci, le tout sera soudé au LASER. En fonction de la prescription, des crochets cavaliers peuvent être façonnés.
- A la mise de dépouille à l'aide de cire ajoutée dans les zones le nécessitant ainsi qu'au boxing des modèles en plâtre.
- A l'isolation des modèles afin de permettre le montage de la résine et la mise en place des différents auxiliaires prescrits.
- A la polymérisation et la mise sous pression de l'appareil qui est alors placé dans une cuve hermétique sous une pression de 2 bars pendant 10 minutes.
- Au dégrossissage de la résine ainsi qu'à la découpe des gouttières afin d'obtenir un appareil léger et affiné.
- Aux finitions de l'appareil avec polissage et brillantage.
- Au montage sur articulateur des modèles à partir de rapports sagittaux corrigés en classe I d'Angle.
- Au montage ainsi qu'au réglage du dispositif de propulsion afin d'obtenir l'occlusion de classe I demandée par le praticien.

Si le laboratoire ne possède pas de soudeuse au LASER, des éléments préfabriqués et pré-soudés peuvent être fournis par le laboratoire PUL-Concept®.

Parfois dans les cas sévères de « full classe II » avec une prémolaire de décalage sagittal bilatérale, le réglage du laboratoire en classe I corrigée ne peut être réalisé. L'orthésiste décide donc afin de conserver une propulsion douce de placer l'appareil en bout-à-bout incisif avec un léger recouvrement. La propulsion ne doit pas excéder 3mm au départ, elle sera augmentée par la suite au cours du suivi de façon progressive.

5-3-3) Pose de l'appareil et contrôle à 15 jours

Après réception de l'appareil au cabinet, une inspection s'impose avant la livraison de l'appareil afin de vérifier d'une part que le dispositif respecte bien la prescription demandée, d'autre part qu'il n'y ait pas d'erreur dans sa conception (quantité de propulsion, épaisseur et positionnement de la résine, tracé des armatures, ajustement des auxiliaires et de la résine par rapport aux tissus mous et dentaire).

Avant la livraison de l'appareil :

- Le praticien s'assure que le patient a bien compris pourquoi, comment et combien de temps l'appareil doit être porté.
- Le praticien relit les informations mentionnées dans la fiche PUL et les soulignent en présence des parents et de l'enfant (gênes occasionnées au début et consignes de port de l'appareil, entretien et stockage de l'appareil quand il n'est pas en bouche). Seules les blessures douloureuses sont de réelles urgences, un PUL® bien réglé ne doit pas faire mal.
- Puis vient le temps de la découverte et de la manipulation de l'appareil par l'enfant.
- Démonstration et consigne concernant l'activation du vérin maxillaire (1 activation de $\frac{1}{4}$ de tour par semaine) et ou mandibulaire (1 activation de $\frac{1}{4}$ de tour toutes les 2 semaines). A noter que les activations ne peuvent débuter qu'à partir du moment où l'appareil est porté correctement 22h/24 en bouche.
- Si l'utilisation d'un élastique antérieur est nécessaire, il faut montrer comment le placer et le changer.

Ensuite le praticien procède à l'essayage de l'appareil en bouche en :

- Vérifiant la parfaite adaptation et l'absence de compression muqueuse de la gouttière maxillaire seule puis de la gouttière mandibulaire seule et enfin de l'ensemble en propulsion.
- Meulant si nécessaire les excès de résine pour améliorer le confort de l'appareil.
- S'assurant du centrage des milieux inter-incisifs, de la concordance des freins médians et de l'établissement de la classe I canine ou prémolaire bilatérale.

Puis le patient est invité à s'entraîner pour placer et retirer l'appareil seul. Quelques conseils pour s'y habituer sont prodigués (s'exercer les 5-10 premiers jours en parlant ou en lisant à haute voix, l'appareil est porté alors uniquement la nuit et en dehors du temps scolaire).

Enfin une série de photo inter-arcade avec PUL en bouche est réalisée. Elles seront ajoutées aux photographies prises lors de la consultation spécialisées et fournies au patient avec le classeur orthoclass. Elles permettent de montrer l'amélioration immédiate du profil et l'intérêt du bon port de l'appareil en corrélation avec les objectifs cliniques à atteindre.

Après 15 jours, un contrôle est réalisé afin :

- De recueillir les doléances et d'encourager l'enfant à porter l'appareil 22h/24 en positionnant correctement la langue de façon à ce que celle-ci retienne la plaque supérieure.
- De s'assurer de la bonne utilisation et de l'adaptabilité de l'appareil. Si ce n'est pas le cas de simple meulage de la résine peuvent être réalisés.
- D'effectuer chez les respirateurs buccaux, l'apprentissage d'exercice de ventilation nasale si nécessaire.
- D'enseigner chez les patients présentant un tonus musculaire faible des exercices pour tonifier la musculature élévatrice. Le patient doit prendre conscience de la perception de ces muscles lorsqu'ils se contractent ce qui participe activement au reconditionnement de ceux-ci.
- De débiter l'activation du ou des vérins d'expansion si nécessaire.

5-3-4) Contrôle toutes les 6 à 8 semaines

Il est essentiel de vérifier :

- La coopération, la motivation de l'enfant à chaque rendez-vous et de l'encourager en le félicitant. Pour cela des photographies sans le PUL en bouche seront prises afin de montrer l'amélioration de son état par rapport à la situation initiale.
- Les activations du vérin, de les espacer ou de les arrêter.
- La bonne insertion des gouttières maxillaire et mandibulaire en retouchant si nécessaire les zones de compression muqueuse ou en décolletant la résine pour permettre la chute des dents temporaires ou l'éruption des dents définitives.
- Que l'occlusion soit bien en classe I des deux côtés lorsque l'appareil est en bouche. Si ce n'est pas le cas la propulsion pourra être augmentée de manière uni ou bilatérale. Il suffit alors de dévisser les bielles à l'aide de la clef à vérin de la quantité suffisante afin de retrouver une classe I symétrique.
- Que les freins médians sont toujours correctement centrés pour éviter une croissance asymétrique de la mandibule.

Si l'enfant porte assidûment son appareil, un début de correction de la classe II peut être constaté au bout de deux à trois mois. C'est alors le moment de procéder à la première activation du système de propulsion (de 2 mm au maximum soit 6 tours de clef à vérin). Cette opération sera renouvelée autant de fois que nécessaire tous les 2 à 3 mois jusqu'à l'obtention de la classe I molaire objectivée cliniquement sans l'appareil en bouche.

5-3-5) Obtention de la classe I molaire

Si l'observance du patient à son traitement est respectée, l'obtention de la classe I molaire peut être constatée généralement au bout de 6 à 8 mois de port de l'appareil. Une manipulation en relation centrée est nécessaire afin de s'assurer que la classe I observée ne soit pas le résultat du développement d'une double occlusion (OIM et ORC ne doivent pas différer de plus d'1,5 mm). Une téléradiographie de profil est alors réalisée, ce qui permettra d'objectiver l'engrènement molaire en classe I, la bonne coaptation des condyles dans leur cavité glénoïde et de vérifier une éventuelle distorsion des prémolaires et molaires maxillaire qui serait le signe annonciateur d'une possible récurrence en classe II par mésioversion.

5-3-6) Stabilisation 4D

Une fois l'objectif atteint c'est-à-dire l'hypercorrection de la classe I, une stabilisation du résultat pendant 3 à 6 mois est souhaitable à l'aide du PUL. Le port nocturne de l'appareil 12h/24 est alors préconisé. Chez l'hyperdivergent une stabilisation jusqu'à la mise en occlusion des premières prémolaires est à privilégier.

5-3-7) Surveillance et/ou multi-attaches de finition

Une fois la concordance des arcades retrouvée et la correction de la classe II stabilisée, une interruption du traitement avec une période de surveillance est parfois nécessaire en attendant l'établissement de la denture adolescente.

Cependant lorsque la fin de la stabilisation à l'aide du PUL coïncide avec l'évolution de la denture permanente, la thérapeutique fixe par multi-attaches peut être immédiatement mise en œuvre. L'harmonisation des rapports maxillo-mandibulaires dans les trois dimensions ayant été obtenue lors de la phase interceptive, le traitement orthodontique se résume à un simple alignement et nivellement des arcades dentaires. Ce qui réduit sa durée et limite donc le risque carieux dans le cas d'une hygiène bucco-dentaire déficiente.

5-3-8) Contention nocturne « 4D anti récursive »

En fonction de la croissance résiduelle, du vieillissement des arcades et de facteurs musculaires, parodontaux et dentaires, une certaine proportion de cas de classe II récursive. Ils ont un coût moral et économique non négligeable, (déception des parents et de l'enfant, mécontentement du praticien et de l'équipe soignante) avec reprise du traitement à titre gracieux. Mais peut-on l'éviter ? En plus d'une contention collée de canine à canine maxillaire si l'occlusion le permet et de canine à canine mandibulaire afin de maintenir la correction des axes dentaires, deux possibilités s'offrent à nous lorsque la phase de finition s'achève :

- Si le patient est en classe I molaire le PUL W est la contention idéale, grâce à lui s'il y a récursive de la classe II, un réglage en propulsion jusqu'à 1,5 mm reste possible.
- S'il subsiste une classe II molaire un PUL de contention classe II ados réglable avec boucle d'expansion TMA ouverte en distale s'avère la meilleure solution, il permettra de pallier aux compensations alvéolo-dentaires qui peuvent s'exprimer suite à une récursive de l'endoalvéolie maxillaire.

VI) ILLUSTRATION CLINIQUE (Avec l'aimable autorisation du Dr. REMOUE F.)

Voici le cas d'un patient, A. Nolann, né le 9 mars 2005 qui a sucé le pouce jusqu'à l'âge de 8 ans. Le Docteur F. Remoue le reçoit en consultation orthodontique le 3 février 2015 au cours de laquelle il note une classe II molaire et canine bilatérale ainsi qu'un surplomb de 7 millimètres et le patient est en denture mixte. Le temps de traitement a été de 12 mois.

- Photos avant traitement



Figure 23 : Photos exo-buccales avant traitement



Figure 24 : Photos endo-buccales avant traitement

- Examens complémentaires



Figure 25 : Photos des moulages avant traitement

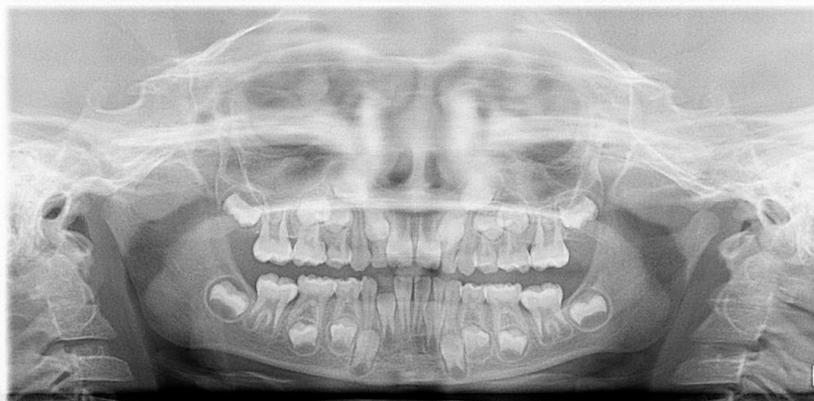


Figure 26 : Orthopantomogramme avant traitement



Figure 27 : téléradiographie de profil avant traitement

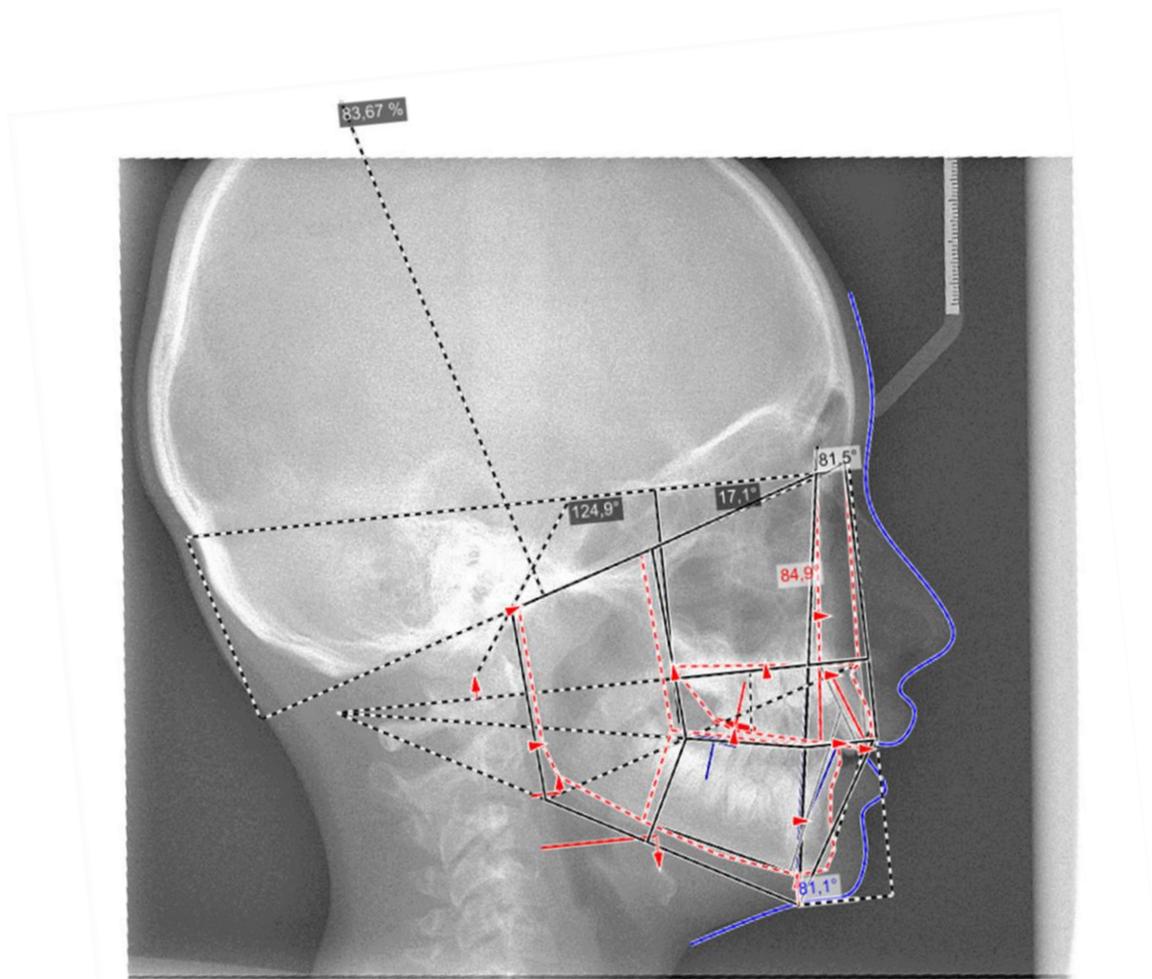


Figure 28 : Tracé de céphalométrie à l'aide du logiciel TriDim 2015® avant traitement

Avant traitement, à l'examen endobuccal, le patient présente :

- Une promaxillie avec endoalvéolie et proalvéolie supérieure,
- Une rétromandibulie avec rétroalvéolie inférieure,

Le 23 mars 2015 l'empreinte est effectuée afin de réaliser un Propulseur Universel Light avec un vérin d'expansion palatin. Le 13 avril 2015, le PUL est livré et mis en place. Le 17 juin 2015 la propulsion est augmentée en dévissant les bielles droite et gauche de 2 mm et les activations du vérin supérieur débutent à raison d'une activation tous les 15 jours. Le 4 novembre 2015 un contrôle est effectué, le PUL® est bien porté et une nouvelle augmentation bilatérale de la propulsion de 1 mm est opérée. Le 6 janvier 2016 la décision est prise de porter le PUL en stabilisation nocturne en stoppant les activations du vérin supérieur. Le 27 avril 2016 le rendez-vous de contrôle révèle un résultat stable et le choix est fait d'interrompre le port de l'appareil tout en maintenant Nolann sous surveillance. La nécessité d'envisager une seconde phase orthodontique fixe pour parfaire l'alignement et le nivellement de sa denture sera réévaluée ultérieurement.

- Photos après le port du PUL® pendant 12 mois



Figure 29 : Photos exo-buccales après traitement



Figure 30 : Photos endo-buccales après traitement

- Examens complémentaires



Figure 31 : Orthopantomogramme après traitement

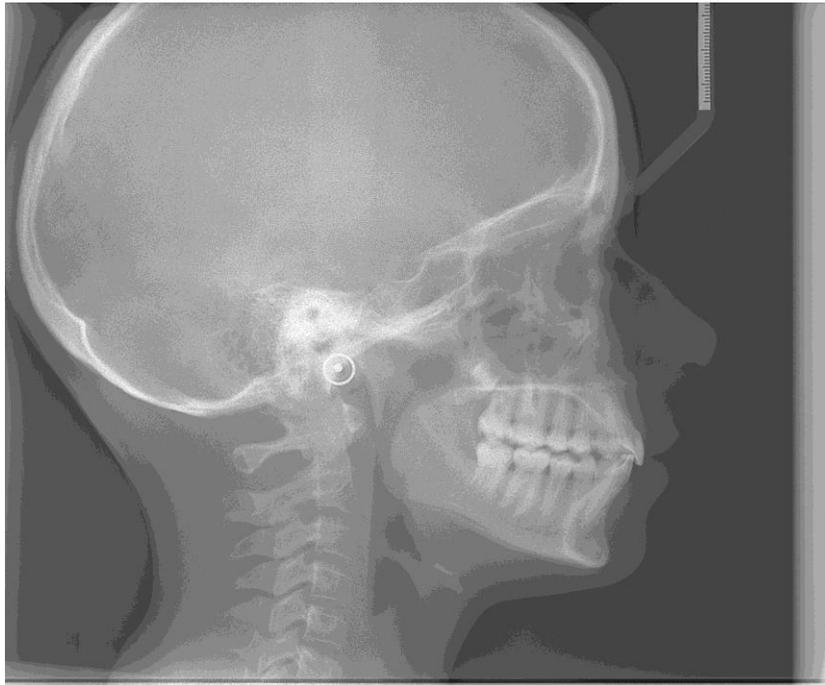


Figure 32 : téléradiographie de profil après traitement

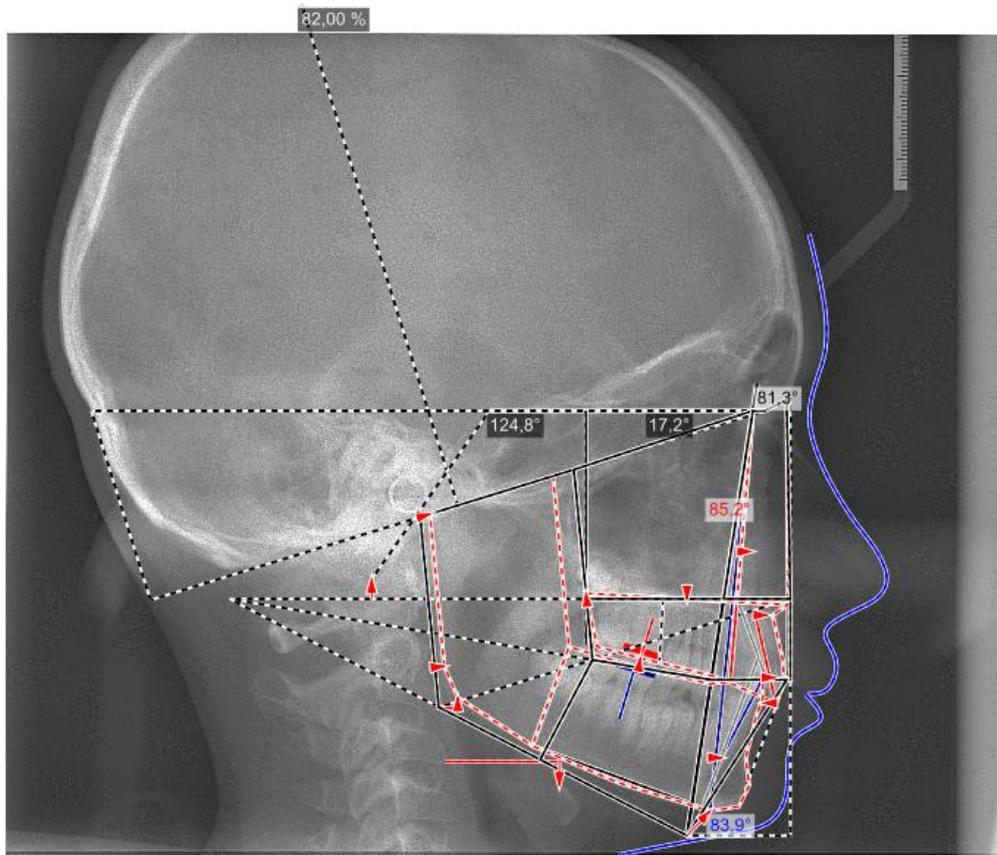


Figure 33 : Tracé de céphalométrie à l'aide du logiciel TriDim 2015® après traitement

	Avant traitement		Après traitement	
C1/C2 (angle antérieur de la base du crâne)	17,1°	tendance cis-frontale	17,2°	tendance cis-frontale
C1/C4 (angle postérieur de la base du crâne)	124,9°		124,8°	
Angle C1/F1 cranio-adapté	81,5°		81°	
Orientation f1M par rapport à F1	3,44°	proversion	3,99°	proversion
Symphyse Sens sagittal (f1m par rapport à F1)	-0,4°	rétromandibulie	2,7°	promandibulie
Angle f1M/f1m	3,9°	classe II squelettique	1,3°	classe II squelettique
Rapport niveau N-ENA/ENA-Me	49,8%/50,2 %		49,9%/50,1 %	
Angle goniale (CP-Go/Go-Me)	125,1°	ouverture	122,9°	fermeture
Longueur mandibulaire totale (Cos-Me)	220,4 mm		235,3 mm	
Orientation de l'incisive supérieure par rapport à 110°	1,9°	vestibuloversion	-7,1°	palatoversion
Position de l'apex de l'incisive supérieure par rapport à d1	3,5 mm	anté-position apicale	6,4 mm	anté-position apicale
Orientation incisive inférieure par rapport à 90°	5°	vestibuloversion	7°	vestibuloversion
Position de l'apex de l'incisive inférieure par rapport à d2	0,0 mm		0,2 mm	
ANB	4°		3°	

Tableau 7 : Résultats de l'analyse céphalométrique de Delaire à l'aide du logiciel Delaire Evolution 2015®, concernant A. Nolann

L'ensemble des documents ainsi que les superpositions (voir annexes 3 à 15) montrent :

- Un allongement de la longueur mandibulaire totale,
- Une réduction de la classe II squelettique
- Une stabilité des proportions faciales verticales,
- Une fermeture de l'angle goniale
- Une palato-version des incisives supérieures,
- Une vestibulo-version des incisives inférieures.

Le freinage de la croissance maxillaire, qui constitue en soit l'effet parasite principal du traitement par activateur dans les classes II squelettiques par rétrognathie mandibulaire, limite l'amplitude de la propulsion et donc l'expression de la croissance mandibulaire normale.

Or dans cette illustration clinique on constate que le décalage maxillo-mandibulaire, bien que peu sévère avant traitement, exprimé par F1M/f1m diminue de 2,6° alors que ANB diminue seulement de 1° après traitement, on peut raisonnablement penser que :

- plus qu'il ne freine la croissance du pré-maxillaire le PUL® harmonise le décalage maxillo-mandibulaire du post-maxillaire,
- une amélioration significative de la croissance mandibulaire s'est produite.

VII) DISCUSSION

Au cours de ces deux dernières années j'ai été salarié d'un cabinet exclusivement réservé aux enfants et adolescents âgés de 0 à 18 ans et spécialisé dans la réalisation de soins pédodontiques et orthodontiques. Lors de cette expérience professionnelle j'ai eu l'occasion de participer à une conférence clinique sur le Propulseur Universel Light ce qui m'a permis de le prescrire ultérieurement. Intéressé par cette solution thérapeutique que je découvrais, j'ai décidé d'approfondir mes connaissances le concernant.

Pour cela il fallait évoquer les principes de la croissance mandibulaire et il semble que même si elle est prédéterminée génétiquement, la croissance n'en demeure pas moins sous l'influence des fonctions. Ce qui me conforte dans l'idée selon laquelle : « Plus vous traitez jeune, plus la face s'adapte à votre concept » [36]. Ainsi plus on débloque précocement les contraintes fonctionnelles et mécaniques qui entravent l'expression normale de la croissance faciale, plus on donne du temps au temps pour un rattrapage des déséquilibres.

En ce qui concerne la revue de littérature au sujet des activateurs de croissance, j'ai fait le choix de me concentrer sur la classification de Lautrou en 1994 [44] et donc de ne pas décrire le Twin-Block, qui est pourtant l'un des appareils orthopédiques les plus utilisés en pratique et notamment par les anglo-saxons. D'autre part il m'a semblé intéressant de présenter l'appareil de Herbst ainsi que celui de Martine-Tavernier, bien que ce dernier soit obsolète de nos jours. En effet le PUL® mêle à la fois les avantages de l'un et de l'autre respectivement (bielle latérale de l'appareil de Herbst et absence de blocage des surfaces occlusales de l'appareil à bielle centrale de Martine-Tavernier) sans leurs inconvénients.

Bien plus qu'un appareil qui réalise une simple disjonction articulaire et qui stimule la croissance condylienne, le Propulseur Universel Light semble supprimer, grâce à son concept de liberté occlusale, aussi bien chez les patients hypodivergents qu'hyperdivergents, les dysfonctionnements neuromusculaires qui sont souvent responsables par la suite de compensations dento-alvéolaires dans les classes II squelettiques.

L'avancée obtenue en maintenant la cinématique mandibulaire fonctionnelle 22h par jours, à l'aide du système de propulsion breveté du PUL 2 réglable, a pour objectif de transformer, sans extraction, un schéma de croissance défavorable et inesthétique en un guide antérieur efficace. Ainsi l'action principale du Propulseur Universel Light serait l'harmonisation fonctionnelle de la respiration, de la mastication et de la déglutition. Il en résulterait une harmonisation dento-maxillaire dans le sens transversal, sagittal et vertical.

Bien que l'action et l'efficacité des traitements précoces en deux phases ne soient pas remises en cause, les données acquises de la science les estiment moins efficaces que les traitements en une phase. Le polymorphisme de la classe II squelettique ainsi que la difficulté à dissocier les effets de la croissance de ceux de la thérapeutique expliquent certainement encore l'intemporelle controverse qui existe au sein du monde de l'orthodontie au sujet des traitements en deux phases.

Il semble néanmoins que cliniquement la thérapeutique orthopédique d'avancée mandibulaire à l'aide du PUL® 2 réglable soit une solution effective en pratique quotidienne :

- Pour le patient ce serait :
 - . plus de coopération et
 - . moins de temps de traitement en multi-attache fixe,
 - . moins de difficulté avec le contrôle de plaque et le brossage,
 - . moins de risque de caries ou de décalcifications,
 - . moins de traction intermaxillaire par élastique,
- Pour le praticien et son équipe soignante ce serait :
 - . plus de temps au fauteuil donc plus de patient et
 - . moins de RDV (plus espacé),
 - . moins d'urgence ODF,
 - . plus de sérénité professionnelle et
 - . moins de récurrence,
 - . moins de conflits,

Le PUL® semble satisfaire de plus en plus de spécialistes en orthodontie, principalement en France mais aussi en Italie, en Suisse et en Espagne, comme l'indique les données statistiques du laboratoire PUL Concept SARL au sujet de l'évolution du nombre de cas traités à l'aide du PUL 2 réglable depuis 2012 jusqu'à 2016 :

		2012	2013	2014	2015	2016
PUL 2 réglable	Nombre de cas traités	1168	1968	3348	4621	4999
	Evolution en nombre de cas traités par rapport à l'année précédente		800	1380	1273	378
	Evolution en pourcentage par rapport à l'année précédente		68%	70%	38%	8%

Tableau 8 : données statistiques du laboratoire PUL Concept SARL au sujet de l'évolution du nombre de cas traité à l'aide du PUL 2 réglable depuis 2012 jusqu'à 2016 principalement en France et en Europe (Italie, Suisse, Espagne)

Au regard de l'illustration clinique développée, n'oublions pas que la réussite de ces traitements est totalement dépendante de la coopération et de l'observance thérapeutique du patient. La discrétion de l'appareil en bouche et lors de l'élocution en est en grande partie responsable.

De nombreuses critiques au sujet des analyses céphalométriques conventionnelles font état d'une part, de l'absence de considération de la morphologie basi-cranienne spécifique du patient et d'autre part, de l'imprécision de l'angle ANB dans l'interprétation du décalage des bases osseuses. En effet le point A, point le plus déclive du bord antérieur du rebord alvéolaire maxillaire et le point B, point le plus postérieur de la concavité du bord antérieur de la corticale externe de la symphyse mandibulaire, seraient à la fois osseux, alvéolaires et dentaires. C'est pourquoi j'ai fait le choix de réaliser le diagnostic radiologique des téléradiographies de profil avant et après traitement à partir de l'analyse architecturale, squelettique et dento-alvéolaire de Delaire. Elle est basée sur des mesures cranio-adaptées permettant ainsi la comparaison de valeurs individualisées. Selon son concepteur, cette analyse permet à la fois de discerner les effets de la thérapeutique sur le prémaxillaire et le postmaxillaire mais aussi plus de précision dans l'expression du décalage maxillo-mandibulaire grâce à la caractérisation de l'angle F1M/f1m. Etant inexpérimenté au maniement du logiciel d'analyse Delaire Evolution 2015, j'ai pu commettre quelques biais dans le positionnement des points ainsi que dans l'interprétation des résultats de l'analyse.

Bien que l'ensemble des documents relatifs au cas clinique montre que le traitement à l'aide du Propulseur Universel Light harmonise à court terme, sans compromettre l'équilibre des proportions faciales verticales, les rapports sagittaux maxillo-mandibulaires ainsi que les relations occlusales incisives et molaires de classe II. Nous devons toutefois, en l'absence d'éléments de preuve suffisamment fiables au-delà de la période de 12 mois de traitement, rester prudents quant aux résultats mesurés et il serait intéressant à l'avenir de pouvoir disposer d'études randomisées à long terme et de forte puissance incluant une population témoin non traitée prospective afin de corroborer de tels résultats.

CONCLUSION

Les malocclusions de classe II squelettiques représentent généralement l'essentiel de l'activité clinique d'un orthodontiste. Bien entendu, l'avènement des mini-vis d'ancrage risque de modifier le schéma actuel des appareils orthopédiques. En effet, ces mini-vis constituent un ancrage non négligeable pour l'action sur les bases osseuses.

En attendant, les activateurs amovibles de classe II et plus particulièrement le PUL® semble corriger à court terme, sous réserve que le diagnostic soit bien posé et que son indication lors du plan de traitement soit bien adaptée, les décalages occlusaux de classe II et par conséquent ses causes fonctionnelles et ses symptômes dento-maxillaires. Une seconde phase de traitement par multi-attache en denture adolescente s'avère toutefois le plus souvent indispensable afin de niveler les arcades, aligner les axes dentaires et assurer des finitions occlusales optimales.

Cependant, à la suite de l'illustration clinique présentée, nous observons que le PUL® ne semble provoquer à court terme qu'un faible gain squelettique. Dès lors il apparaît que la résolution de la classe II squelettique par rétromandibulie peut être attribuée d'une part à la combinaison d'un allongement de la longueur mandibulaire totale minimale et d'autre part à la correction du surplomb par réduction de la proclivité des incisives maxillaires et vestibuloversion des incisives inférieures.

Enfin, à ce jour au sein de l'EBM (Evidence-based medicine), il n'existe toujours aucune preuve scientifique nous permettant de conclure quant à l'efficacité à long terme de ce type de solution thérapeutique. Peut-être que la considération des différentes variétés phénotypiques des malformations de classe II ainsi que l'étude de fin de traitement des profils cutanés avec PUL® comparé à un groupe témoin non traité, devraient elles aussi faire partie des axes de recherche concernant l'efficacité des thérapeutiques orthopédiques des classes II squelettiques à long terme.

ANNEXES

Articles de magazines		
Auteurs	Titres	magazines et années
Dr. CALLABE E.	A new concept for Class II and Class III treatment	KFO [J. Compr. Dentof. Orthod. + Orthop. (COO) Umf. Dentof. Orthod. u. Kieferorthop. (UOO)] No. 3-4 / 2015 ©, novembre 2015.
Dr. CALLABE E.	Le syndrome de la Classe II division 2	Revue d'Orthodontie Clinique, N°12, Juin 2015.
Dr. BLACK B.	Le nouveau concept PUL Pistes Planas	Ortho Autrement, Mai 2015.
Dr. CALLABE E.	patient's compliance	Dental News, Volume XXII, Number II, 2015.
Dr. CALLABE E.	La canine, l'ado et le concept PUL	Ortho Autrement, Octobre 2014.
Dr. FIRMIN-VINCENT A., Dr. ALLOUCH E.	Le PUL : 10 ans d'utilisation par 2 praticiens - 2ème partie	L'Orthodontie Bioprogressive, Vol 21, Décembre 2013.
Dr. CALLABE E.	Le concept PUL, harmoniseur 4D	Ortho Autrement, Novembre 2013
Dr. CALLABE E.	L'avancée mandibulaire	Ortho Autrement, Avril 2013
Dr. CALLABE E.	La thérapeutique des Classes II : la méthode globale de l'harmonisation 4D	Ortho Autrement, Janvier 2013.
Dr. FIRMIN-VINCENT A., Dr. ALLOUCH E.	Le PUL : 10 ans d'utilisation par 2 praticiens - 1ère partie	L'Orthodontie Bioprogressive, Vol 20 n°2, Décembre 2012.
Dr. CALLABE E.	Neue generation herausnehmbarer apparaturen	Kieferorthopädie Nachrichten Aktuell, n°10, Octobre 2012.
Dr. CALLABE E.	Faut-il encore extraire en 2012 ?	Ortho Autrement, Juillet 2012.
Dr. CALLABE E.	Le syndrome de la Classe II subdivision	Ortho Autrement, Janvier 2012.
Dr. PATTI A., Dr. CALLABE et MORIN JC.	Les propulseurs	Traitement des Classes II, de la prévention à la chirurgie. Edition Quintessence International. Octobre 2010.

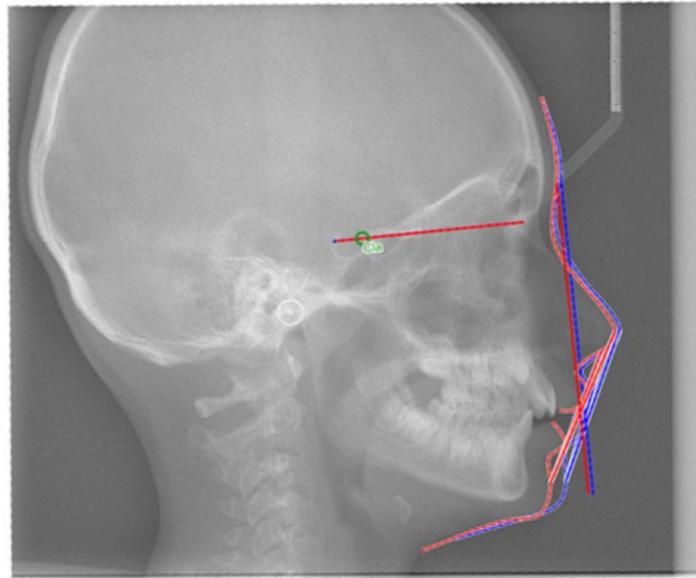
Annexe 1 : publication au sujet du PUL : articles de magazines

Etudes et Mémoires		
Auteurs	Titres	Années
FRAEYMAN M.	Étude rétrospective des modifications dento-alvéolaires et squelettiques à la suite d'un traitement d'interception par PUL chez des patients en Classe II division 1.	Mémoire Cecsмо Université de Paris V, 2015
CAO THI HAI D.	Comparaison de modifications des tissus mous selon 2 protocoles de traitement d'une classe II squelettique avec multibague avec ou sans propulseurs en début de traitement.	Mémoire Cecsмо Faculté de Bordeaux II 2013
CONTREPOIS J.	Correction des classes II squelettiques : étude comparative des effets squelettiques, dento-alvéolaires et esthétiques du système PUL (Propulseur Universel Light) complété par un traitement multi-attaches, par rapport à la thérapie orthodontique conventionnelle.	Mémoire Cecsмо Faculté de Bordeaux II 2013
CASTELAIN C.	Effets du Propulseur Universel Light selon la divergence faciale (étude statistique sur 56 cas).	Thèse de diplôme d'état de Doctorat en Chirurgie Dentaire. Faculté dentaire de Lille II, 2011.
MARTIN S.	Variation de la position de l'incisive mandibulaire dans le sens sagittal chez une population de patients traités par PUL® (étude céphalométrique de 20 cas).	Mémoire Cecsмо Faculté de Montpellier, 2010.
POPELUT R.	Le propulseur universel light (PUL) au travers de deux études rétrospectives.	Mémoire Cecsмо Faculté Paris VII, 2010.
JOULIA C.	Comparaison des effets morphologiques de thérapies fonctionnelles de classe II par la méthode Procuste.	Mémoire Cecsмо Faculté de Reims, 2009.
MELKA V.	Evaluation clinique de la correction du décalage de classe II par un appareil amovible : le Propulseur Universel Light	Mémoire Cecsмо Faculté de Montpellier, 2009.
DUMOTIER A.	Le propulseur universel "light" (PUL) et les activateurs monobloc : descriptif et effets thérapeutiques	Mémoire Cecsмо Faculté de Marseille, 2009.
GEYSELINCK H.	Le Propulseur Universel Light et le traitement des classes II : étude d'efficacité (étude sur 60 cas)	Mémoire Cecsмо Faculté de Lille, 2009.
ESCHARD-CHARBONNIER C.	Analyse des modifications dento-squelettiques apportées par le P.U.L. d'Elie Callabe. Etude rétrospective d'un échantillon de 30 cas traités	Mémoire Cecsмо Université de Reims, 2009.
CAMBIANO A.	Controllo della divergenza nel trattamento delle malocclusioni di II classe.	Tesi di specializzazione in ortodonzia. Università di Palermo ; anno accademico 2006-2007.

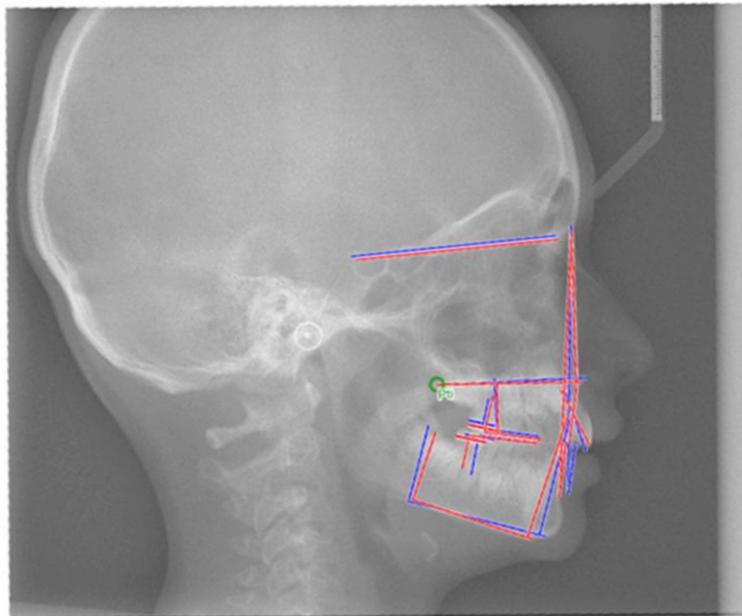
Annexe 2 : publication au sujet du PUL : études et mémoires

— Avant traitement

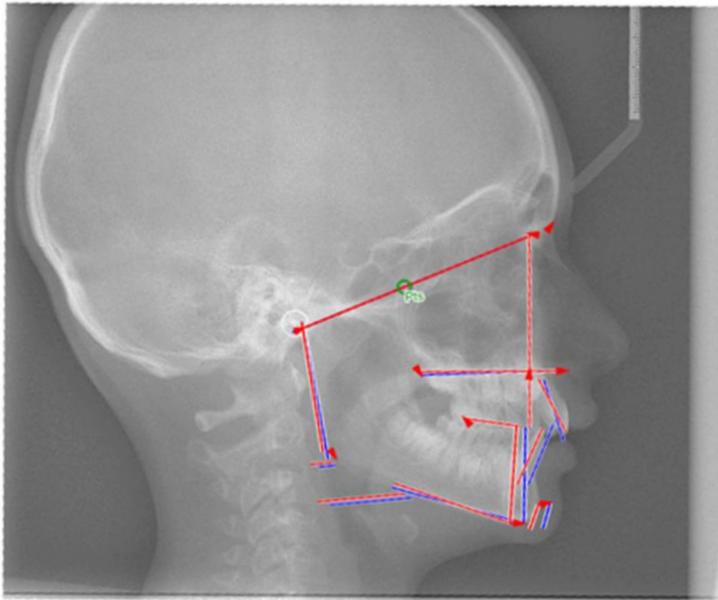
— Après traitement



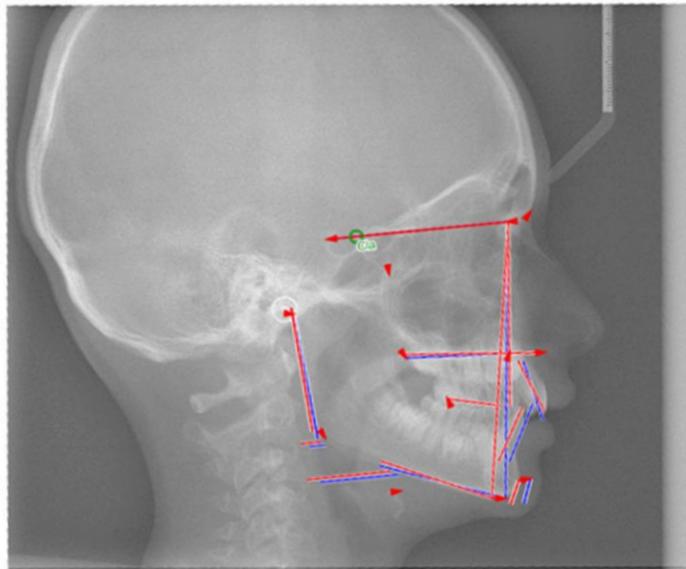
Annexe 3 : Superposition d'Izard C1 par Cla



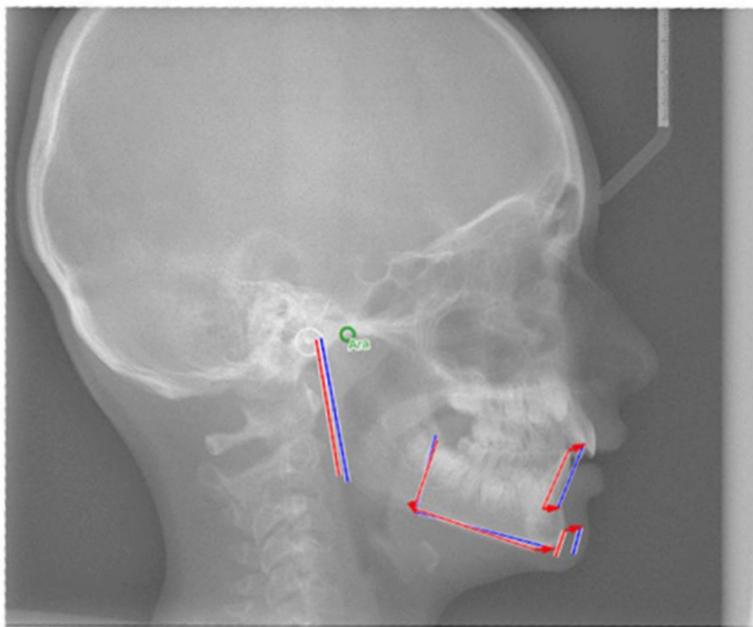
Annexe 4 : Superposition post-maxillaire sur Pti enregistré (AoBo, ANB)



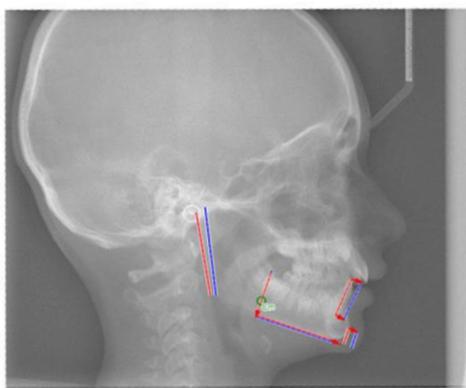
Annexe 5 : Superposition orthognathique globale sur C2 Pts enregistré



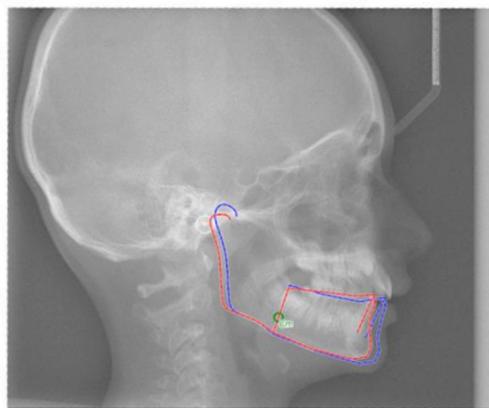
Annexe 6 : Superposition orthognathique globale sur C1 Cla enregistré



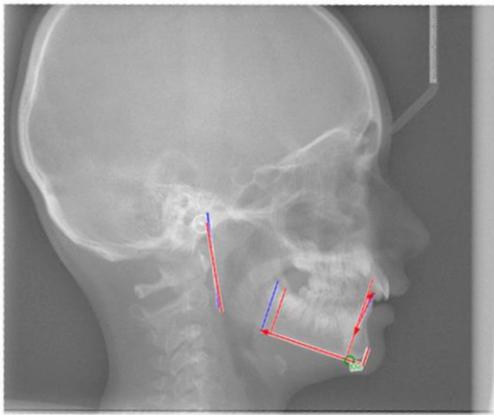
Annexe 7 : Superposition orthognathique mandibulaire sur C2 Ara



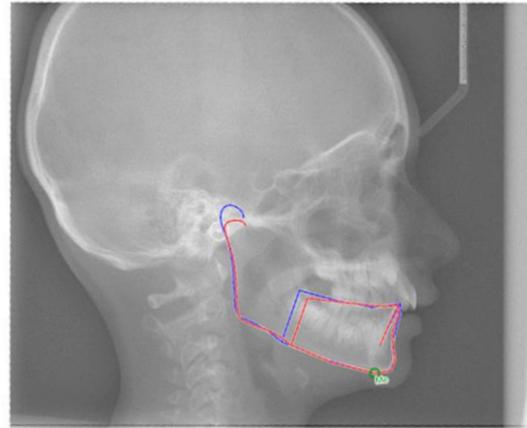
Annexe 8 : Superposition orthognathique mandibulaire sur Ra-No CM enregistré



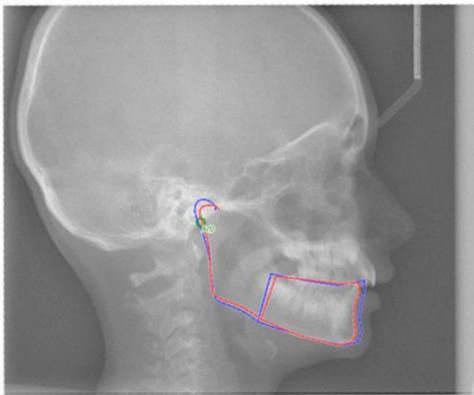
Annexe 9 : Superposition développement mandibulaire sur Ra-No cm enregistré



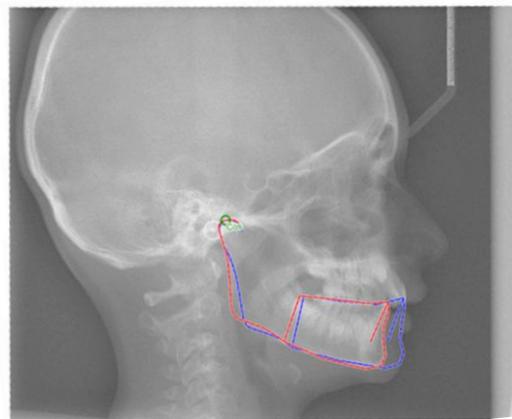
Annexe 10 : Superposition orthognathique mandibulaire sur Me-No Me enregistré



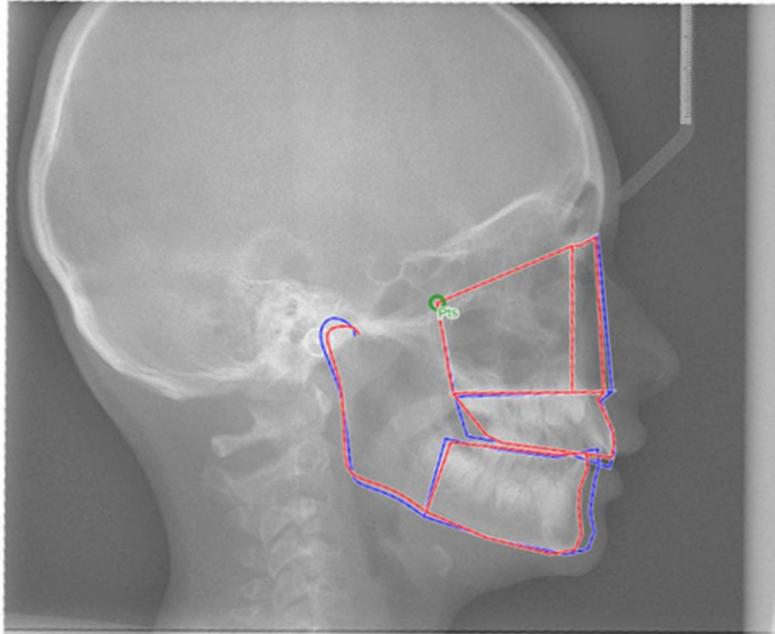
Annexe 11 : Superposition développement mandibulaire sur Me-No Me enregistré



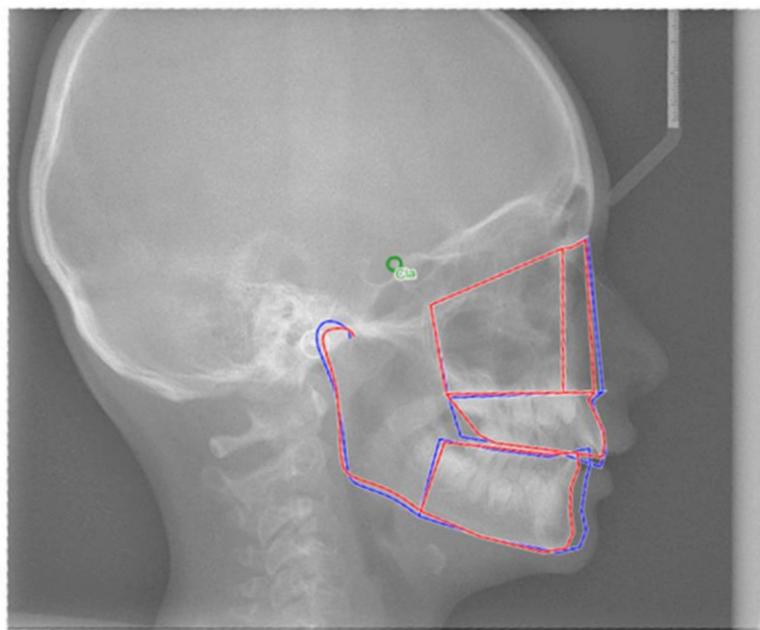
Annexe 12 : Superposition développement mandibulaire sur C2-Arp topographique



Annexe 13 : Superposition développement mandibulaire C2-Cos enregistré



Annexe 14 : Superposition topographique globale sur C2-
Pts enregistré



Annexe 15 : Superposition topographique globale sur
C1-Cla enregistré

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Relations anatomiques entre la mandibule et la base du crane postérieurement ; entre la mandibule et les dents antérieurement [BOILEAU Marie-José, orthodontie de l'enfant et du jeune adulte, Principes et moyens thérapeutiques, Tome 1 figure p45]

Figure 2 : Phénomène de remodelage au niveau de la mandibule selon Enlow [Enlow D. Handbook of facial growth. Philadelphia : Saunders ; 1975] [BOILEAU Marie-José, orthodontie de l'enfant et du jeune adulte, Principes et moyens thérapeutiques, Tome 1 figure p49]

Figure 3 : Source internet :

<http://images.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimage.slidesharecdn.com%2Fcoveredfile17copy-131215010937-phpapp02%2F95%2Ftheories-of-growth-and-development-52-638.jpg%3Fcb%3D1387070079&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.slideshare.net%2Fvertikagupta%2Ftheories-of-growth-and-development&h=479&w=638&tbnid=GYqEwkEfgcdckM%3A&docid=CR3PATtsjI9yLM&ei=jBPYV6acMoezadaluZgE&tbnid=isch&iact=rc&uact=3&dur=364&page=1&start=18&ndsp=24&ved=0ahUKEwimkr6CzYzPAhWHWRoKHVZEDkMQMwgwKBlwEg&bih=667&biw=1366>

Figure 4 : Source internet :

<http://images.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimage.slidesharecdn.com%2Fcoveredfile17copy-131215010937-phpapp02%2F95%2Ftheories-of-growth-and-development-51-638.jpg%3Fcb%3D1387070079&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.slideshare.net%2Fvertikagupta%2Ftheories-of-growth-and-development&h=479&w=638&tbnid=rPOFkiYzRVnLBM%3A&docid=CR3PATtsjI9yLM&ei=jBPYV6acMoezadaluZgE&tbnid=isch&iact=rc&uact=3&dur=419&page=1&start=18&ndsp=24&ved=0ahUKEwimkr6CzYzPAhWHWRoKHVZEDkMQMwg9KbgwGA&bih=667&biw=1366>

Figure 5 : Schéma d'une coupe histologique d'un cartilage condylien – cartilage de type II : la croissance peut être pluridirectionnelle

Figure 6 : Mode d'action de l'activateur monobloc rigide d'Andresen selon Salvadori

Figure 7 : Effets parasites des activateurs

Figure 8 : Activateur d'Andresen : E-Learning clinique PUL concept :

[http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere PARTIE Conference Clinique le Concept PUL voix francaise/Presentation Files/index.html](http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere%20PARTIE%20Conference%20Clinique%20le%20Concept%20PUL%20voix%20francaise/Presentation%20Files/index.html)

Figure 9 : Activateur de Lautrou associé à une force extraorale [PATTI A. Traitement des classes II de la prévention à la chirurgie. Edition Quintessence international p222]

Figure 10 : Régulateur de fonction de Frankel en vue occlusale [PATTI A. Traitement des classes II de la prévention à la chirurgie. Edition Quintessence international p232]

Figure 11 : Régulateur de fonction de Frankel en vue frontale [PATTI A. Traitement des classes II de la prévention à la chirurgie. Edition Quintessence international p232]

Figure 12 : Bielle de Herbst selon Dr. Amoric : E-Learning clinique PUL concept :

http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere_PARTIE_Conference_Clinique_le_Concept_PUL_voix_francaise/Presentation_Files/index.html

Figure 13 : Bielle centrale de Martine-Tavernier : E-Learning clinique PUL concept :

http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere_PARTIE_Conference_Clinique_le_Concept_PUL_voix_francaise/Presentation_Files/index.html

Figure 14 : Propulseur Universel Light® (PUL CONCEPT) : <http://www.pulconcept.com/fr/>

Figure 15 : Armature PUL standard (PUL CONCEPT) : <http://www.pulconcept.com/fr/>

Figure 16 : Armature PUL ADOS (PUL CONCEPT) : <http://www.pulconcept.com/fr/>

Figure 17 : Système de propulsion du PUL 2 réglable® (PUL CONCEPT) : E-Learning clinique

http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere_PARTIE_Conference_Clinique_le_Concept_PUL_voix_francaise/Presentation_Files/index.html

Figure 18 : Tige boule et crochet supérieur du PUL® (PUL CONCEPT) : E-Learning clinique

http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere_PARTIE_Conference_Clinique_le_Concept_PUL_voix_francaise/Presentation_Files/index.html

Figure 19 : Soudure au Laser (PUL CONCEPT) : E-Learning clinique

http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere_PARTIE_Conference_Clinique_le_Concept_PUL_voix_francaise/Presentation_Files/index.html

Figure 20 : Les différentes actions du PUL® (PUL CONCEPT) : <http://www.pulconcept.com/fr/>

Figure 21 : Action du PUL chez le patient hypodivergent (Dr. CALLABE E.) : E-Learning clinique

http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere_PARTIE_Conference_Clinique_le_Concept_PUL_voix_francaise/Presentation_Files/index.html

Figure 22 : Action du PUL chez le patient hyperdivergent (Dr. CALLABE E.) : E-Learning clinique

http://www.pulconcept.com/media/diaporamas/1ere_PARTIE_Conference_Clinique_le_Concept_PUL_voix_francaise/Presentation_Files/index.html

Figure 23 : Photos exo-buccales avant traitement (Cas n°1 : Avec l'aimable autorisation du Dr. REMOUE F.)

Figure 24 : Photos endo-buccales avant traitement

Figure 25 : Photos des moulages avant traitement

Figure 26 : Orthopantomogramme avant traitement

Figure 27 : téléradiographie de profil avant traitement

Figure 28 : Tracé de céphalométrie à l'aide du logiciel Delaire Evolution 2015® avant traitement

Figure 29 : Photos exo-buccales après traitement

Figure 30 : Photos endo-buccales après traitement

Figure 31 : Orthopantomogramme après traitement

Figure 32 : téléradiographie de profil après traitement

Figure 33 : Tracé de céphalométrie à l'aide du logiciel Delaire Evolution 2015® après traitement

TABLEAUX

Tableau 1 : croissance modelante par apposition / résorption

Tableau 2 : Mode d'action des activateurs de croissance amovibles

Tableau 3 : Effets des activateurs monoblocs rigides selon les auteurs

Tableau 4 : Description des principaux systèmes d'activateurs

Tableau 5 : Analyse de la littérature des principaux systèmes d'activateurs

Tableau 6 : mécanisme d'action du PUL

Tableau 7 : Résultats de l'analyse céphalométrique de Delaire à l'aide du logiciel Delaire Evolution 2015[®], concernant A. Nolann

Tableau 8 : données statistiques du laboratoire PUL Concept SARL au sujet de l'évolution du nombre de cas traité à l'aide du PUL 2 réglable depuis 2012 jusqu'à 2016 principalement en France et en Europe (Italie, Suisse, Espagne)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AKNIN JJ.

Effets des thérapeutiques sur la croissance mandibulaire.
Encycl Méd Chir (Paris), Orthopédie dentofaciale, 23498 D¹⁰, 2003.

2. AKNIN JJ.

Croissance cranio-faciale.
Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie/Orthopédie dentofaciale, 23455 C¹⁰, 2008.

3. ARTUN J, BEHBEHANI F, AL-JAME B et coll.

Incisor trauma in an adolescent Arabe population: prevalence, severity and occlusal risk factors.
AmJ Orthod Dentofac Orthop 2005;**128**(3):347-352.

4. AVERLANT-DUBOIS C.

Les polymères de thermoformage.
Orthod Fr 2009;**80**(1):69-78.

5. BACCETTI T, FRANCHI L, STAHL F.

Comparison of 2 comprehensive Class II treatment protocols including the bonded Herbst and headgear appliances: a double-blind study of consecutively treated patients at puberty.
AmJ Orthod Dentofac Orthop 2009;**135**(6):698.e1-10, discussion 698-9.

6. BERY A.

En l'absence d'un traitement orthodontique précoce, y a-t-il perte de chance ?
Orthod Fr 2006;**77**(2):327-333.

7. BONNEFONT R, GUYOMARD F.

A propos des rythmes de croissance staturale et faciale.
Orthod Fr 1995;**66**:15-160.

8. BJORK A.

Facial growth in man, studied with the metallic implants.
Acta Odontol Scand 1955;**13**(1):9-34.

9. BJORK A.

Variation du type de croissance de la mandibule. Etude radiographique longitudinale par la méthode des implants.
Rev Orthop Dento Faciale 1969;**3**(4):293-307.

10. BJORK A et SKIELLER V.

Croissance mandibulaire normale et pathologique. Synthèse d'études céphalométriques longitudinales à l'aide d'implants, sur une période de 25 ans.
Rev Orthop Dentofac 1984;**18**:9-63.

11. BRAME JC.

Le SAHOS et les ronchopathies : effets attendus et indésirables de l'orthèse d'avancée mandibulaire. Exemple du Snorlight.

Thèse de diplôme d'état de Docteur en Chirurgie Dentaire. Faculté de Lille 2, 2012.

12. BRIN I, TULLOCH JF, KOROLUK L et coll.

External apical root resorption in class II malocclusion : a retrospective review of 1- versus 2-phase treatment.

AmJ Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(2):151-156.

13. BURDEN DJ.

An investigation of the association between overjet size, lip coverage, and traumatic injury to maxillary incisors.

Eur J Orthod 1995;**17**(6):513-517.

14. CALLABE E.

« PUL CONFERENCE » : Symposium du 5 décembre 2015

<http://www.pulconcept.com/fr/espace-praticiens/e-learning-clinique>

15. CARVALHO FR, LENTINI-OLIVEIRA DA, PRADO LB et coll.

Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnoea in children.

Cochrane Database Syst Rev 2016;**10**:CD005520.

16. CHABRE C.

Le préalable orthopédique : le traitement des classes II.

In : LEJOYEUX E, FLAGEUL F. Orthopédie dento-faciale : une approche bioprogressive.

Paris : Quintessence International, 1999:81-103.

17. COULY G.

Croissance crânio-faciale du fœtus et du jeune enfant.

Encycl Méd Chir, (Paris), Stomatologie, 22001 A³⁰, pédiatrie et maladies infectieuses, 4014 C⁵⁰, 2002.

18. COZZA P, BACCETTI T, FRANCHI L et coll.

Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review.

AmJ Orthod Dentofac Orthop 2006;**129**(5):599.e1-12; discussion e1-6.

19. CREEKMORE TD, RADNEY IJ.

Fränkel appliance therapy : orthopedic and orthodontic ?

AmJ Orthod 1983;**83**(2):89-108.

20. D'ANTO V, BUCCI R, FRANCHI L et coll.

Class II functional orthopaedic treatment: a systematic review of systematic reviews.

J Oral Rehabil 2015;**42**(8):624-42.

- 21. DE ABREU VIGORITO F, DOMINGUEZ GC et DE ARRUDA AIDAR LA.**
Dental and skeletal changes in patients with mandibular retrognathism following treatment with Herbst and pre-adjusted fixed appliance.
Dent Press J Orthod 2014;**19**(1):46-54.
- 22. DE VINCENZO JP.**
Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions, using a functional appliance.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1991;**99**(3):241-57.
- 23. DESAI AL, HEGDE M, DINESH MR et coll.**
Integration of the Herbst and Begg appliance in the management of severe Class II malocclusion.
Contemp Clin Dent 2014;**5**(4):528-31.
- 24. DIMBERG L, ARNRUP K, BONDEMARK L.**
The impact of malocclusion on the quality of life among children and adolescents : a systematic review of quantitative studies.
Eur J Orthod 2015;**37**(3):238-247
- 25. DUMOTIER A.**
Le Propulseur Universel Light : descriptif et effets thérapeutiques. Comparatif avec les Bielles de Herbst et les activateurs monoblocs.
Mémoire : Certificat d'Etudes Cliniques Spéciales Mention Orthodontie, Marseille, 2009.
- 26. DUNGLAS C, LAUTROU A.**
Orthopédie fonctionnelle. Activateurs de croissance.
Encycl Méd Chir (Paris), Orthopédie Dento-faciale, 23494 A¹⁰, 2002.
- 27. ENLOW DH.**
Facial growth. 3rd ed.
Philadelphia: WB Saunders, 1990.
- 28. FALK F.**
Kephalemtrische Längsschnittuntersuchung über Behandlungsergebnisse der mandibulären Retrognathie mit Funktionsrelern im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.
Med Diss (B), Berlin, 1985.
- 29. FLORES-MIR C, AYEH A, GOSWANI A et coll.**
Skeletal and dental changes in Class II division 1 malocclusions treated with splint-type Herbst appliances. A systematic review.
Angle Orthod 2007;**77**(2):376-81.
- 30. FIRMIN-VINCENT A, ALLOUCH E.**
Le PUL (Propulseur Universel Light) : 10 ans d'utilisation par 2 praticiens.
Orthod Bioprogram 2012;**20**(2):41-47.

31. FRANKEL R, FRANKEL C.

A functional approach to treatment of skeletal open bite.
Am J Orthod Dentofac Orthop 1983;**84**(1):54-68.

32. FREEMAN DC, MCNAMARA JA Jr, BACCETTI T et coll.

Long-term treatment effects of the FR-2 appliance of Fränkel.
Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**135**(5):570.e1-6; discussion 570-1.

33. GEYSELINCK H.

Le Propulseur Universel Light et le traitement des classes II : étude d'efficacité.
Mémoire : Certificat d'Etudes Cliniques Spéciales Mention Orthodontie, Lille, 2009.

34. GOLDBERG M, OPSAHL VITAL S et BARBET P.

Embryologie craniofaciale (II). Embryologie de la face et des structures squelettiques céphaliques : morphogénèse des maxillaires, de la mandibule et du crâne.
Encycl Méd Chir (Paris), Médecine buccale, 28085 U³¹, 2011.

35. GRECO M, FICHERA G, CALTABIANO M et coll.

Short-term effects of the activator in skeletal class II division 1 patients with different vertical skeletal pattern. A retrospective study.
Minerva Stomatol 2010;**59**(3):61-74.

36. GUGINO CF et DUS I.

Les concepts du déverrouillage : l'interaction entre forme et fonction.
Rev Orthop Dentofac 2000;**34**(1): 83-108.

37. HÄNGGI MP, TEUSCHER UM, ROOS M et coll.

Long terme changes in pharyngeal airway dimensions following activator-headgear and fixed appliance treatment.
Eur J Orthod 2008;**30**(6):598-605.

38. JACOBSSON SO.

Cephalometric evaluation of treatment effect of Herbst appliance: a cephalometric long-term study.
AmJ Orthod Dentofac Orthop 1967;**53**(7):446-57.

39. JOHNSTON LE Jr.

A comparative analysis of class II treatments.
In: McNamara JA Jr, Carlson DS, Vig PS, Ribbens KA, Eds.: Science and clinical judgment in orthodontics. Monograph 18, Craniofacial Growth Series.
Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, 1986:103-148.

40. JOHNSTON LE Jr.

Growth and the Class II patients: Rendering unto Caesar.
Semin Orthod 1998;**4**(1):59-62.

41. JOULIA C.

Comparaison des effets morphogénétiques de thérapeutiques fonctionnelles de classe II par la méthode Procuste.

Mémoire : Certificat d'Etudes Cliniques Spéciales Mention Orthodontie, Reims, 2009.

42. KALHA AS

Early orthodontic treatment reduced incisal trauma in children with class II malocclusion.

Evid Based Dent 2014;**15**(1):18-20.

43. LAURENT F, GOUDOT P.

Chirurgie orthognatique et croissance : notre expérience.

Rev Orthop Dento Faciale 1994;**28**(4):501-511.

44. LAUTROU A.

Le mode d'action des activateurs dans le traitement des malocclusions de classe II : proposition d'une classification des activateurs.

Rev Orthop Dento Faciale 1994;**28**(1):85-113.

45. LE GUEDARD-GIRAULT I, BEDHET N, MANIERE-EZVAN A et coll.

Proposition d'une classification des classes II division 1, contribution de l'analyse de Delaire.

Orthod Fr 2000;**71**(4):267-276.

46. LI Y.

Early orthodontic treatment of skeletal class II malocclusion may be effective to prevent the potential for OSAHS and snoring.

Med Hypotheses 2009;**73**(4):594-595.

47. LINDER-ARONSON S.

Adenoids: their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition.

Acta Otolaryngol 1970;**265**(Suppl.):1-132.

48. LINGE L, LINGE D.

Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment.

AmJ Orthod Dentofac Orthop 1991;**99**(1):35-43.

49. MALTA LA, BACCETTI T, FRANCHI L et coll

Long-term dentoskeletal effects and facial profile changes induced by bionator therapy.

Angle Orthod 2010;**80**(1):10-17.

50. MANNI A, COZZANI M, MAZZOTTA L et coll.

Acrylic splint Herbst and Hanks telescoping Herbst: a retrospective study of emergencies, retreatments, treatment times and failures.

Int Orthod 2014;**12**(1):100-10.

51. MANNI A, PASINI M et MAURO C.

Comparison between Herbst appliances with or without miniscrew anchorage.
Dent Res J (Isfahan) 2012;**9**(Suppl 2):S216-21.

52. MANNI A, PASINI M, MAZZOTTA L et coll.

Comparison between an acrylic splint herbst and an acrylic splint miniscrew-herbst for mandibular incisors proclination control.
Int J Dent 2014;**2014**:173-187.

53. MARSAN G.

Effects of activator and high-pull headgear combination therapy: skeletal, dentoalveolar, and soft tissue profile changes.
Eur J Orthod 2007;**29**(2):140-148.

54. MARSICO E, GATTO E, BURRASCANO M et coll.

Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term.
AmJ Orthod Dentofac Orthop 2011;**139**(1):24-36.

55. MCNAMARA JA Jr, BRYAN FA.

Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study Maccaca mulatta.
AmJ Orthod Dentofac Orthop 1987;**92**(2):98-108.

56. McNAMARA JA Jr, BRUDON WL.

Orthodontic and orthopedic treatments in the mixed dentition. 1st Ed.
Ann Arbor: Needham Press, 1993.

57. MIGLIORATI M, CLAZOLARI C, SILVESTRINI-BIAVATI A et coll.

Evaluation of the cephalometrics modification of growing Class II Division 1 patients after treatment with the PUL appliance: a pilot study.
Minerva Stomatol 2013;**62**(9):307-319.

58. MIGUEL JA, CUNHA DL, CALHEIROS ADE A et coll.

Rationale for referring class II patients for early orthodontic treatment.
J Appl Oral Sci 2005;**13**(3):312-317.

59. NEMAYER AF, TRONET J.

Brasure et soudure
Orthod Fr 2009;**80**(1):29-30.

60. NGUYEN QV, BEZEMER PD, HABETS L et coll.

Systematic review of the relationship between over jet size and traumatic dental injuries.
Eur J Orthod 1999;**21**(5):503-515.

61. NIU Y, ZHOU H.

Effect on functional appliances on mandibular growth on skeletal Class II malocclusion: a systematic review.

Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi, 2011;**29**(4):384-8.

62. O'BRIEN K, MACFARLANE T, WRIGHT J et coll.

Early treatment for class II malocclusion and perceived improvements in facial profile.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**135**(5):580-585.

63. O'BRIEN K, WRIGHT J, CONBOY F et coll.

Effectiveness of early orthodontic treatment with the twin block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 2: psychosocial effects.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;**124**(5):488-495.

64. OCHOA BK, NANDA RS.

Comparison of maxillary and mandibular growth.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2004;**125**(2):148-159.

65. PANCHERZ H.

Treatment of class II malocclusion by jumping the bite with Herbst appliance. A cephalometric investigation.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1979;**76**(4):423-442.

66. PANCHERZ H.

The Herbst appliance. Its biologic effects and clinical use.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1985;**87**(1):1-20.

67. PANCHERZ H, FACKEL U,

The skeletofacial growth pattern pre- and post-dentofacial orthopedics. A long term study of class II malocclusions treated with the Herbst appliance.

Eur J Orthod 1990;**12**(2):209-218.

68. PANCHERZ H, ANEHUS-PANCHERZ M.

The headgear effect of Herbst appliance: a cephalometric long-term study.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1993;**103**(6):510-520.

69. PANCHERZ H.

The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with a headgear-Herbst appliance.

Semin Orthod 1997;**3**(4):232-243.

70. PATTI A.

Traitement des classes II : de la prévention à la chirurgie.

Edition Quintessence international Paris, 2010 : 138.

71. PATTI A.

Traitement des classes II : de la prévention à la chirurgie.
Edition Quintessence international Paris, 2010 : 285.

72. PERILLO L, CANNAVALE R, FERRO F et coll.

Meta-analysis of skeletal mandibular changes during Frankel appliance treatment.
Eur J Orthod 2011;**33**(1):84-92.

73. PERILLO L, CASTALDO MI, CANNAVALE R et coll.

Evaluation of long-term effects in patients treated with Fränkel-2 appliance.
Eur J Paediatr Dent 2011;**12**(4):261-6.

74. PERRINETTI G, PROZIE J, FRANCHI L et coll.

Treatment effects of removable functional appliances in pre-pubertal and pubertal Class II patients: A systematic review and Meta-analysis of controlled studies.
PLoS One 2015;**10**(10):e0141198.

75. PETROVIC A, CHARLIER JP.

Recherches sur la mandibule de rat en culture d'organes : le cartilage condylien a-t-il un potentiel de croissance indépendant ?
Orthod Fr 1967;**38**:165-175.

76. PETROVIC A, CHARLIER JP.

La synchondrose sphéno-occipitale de jeunes rats en culture d'organes : mise en évidence d'un potentiel de croissance indépendant ?
C R Acad Sc Paris 1967;13;**265**(20):1511-3.

77. PETROVIC A, STUTZMANN J.

Le muscle ptérygoïdien externe et la croissance du condyle mandibulaire. Recherche expérimentale chez le jeune rat.
Orthod Fr 1972;**43**:271-85.

78. PETROVIC AG, STUTZMANN JJ et GASSON N.

The final length of the mandible: Is it genetically determined ?
In: Carlson DS, ed. Cranio-facial Biology. Monograph 10. Cranio-facial Growth Series.
Ann Arbor: Center for human Growth and development, The university of Michigan, 1981.

79. PEZIN F, SIMON Y, LAUTROU A.

Effets de l'activateur associé à une force extra-orale sur les rotations de croissance.
Rev Orthop Dento-Faciale 2005;**39**(4):427-438.

80. PROPULSEUR UNIVERSEL LIGHT

PUL Concept SARL

<http://www.pulconcept.com/>

81. RAKOSI T, GRABER TM ET PETROVIC AG.

Dentofacial orthopedics with functional appliances. 2nd ed.
Saint Louis : Mosby, 1997.

82. SCHIAVONI R, GRENGA V.

Management of the Herbst splint appliance in Class II malocclusion with different growth pattern.
Prog Orthod 2009;**10**(1):48-57.

83. SCHIAVONI R.

The Herbst appliance updated.
Prog Orthod 2011;**12**(2):149-60.

84. SEGAL GR, SCHIFFMAN PH, TUNCAY OC

Meta-analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption.
Orthod Craniofac Res 2004;**7**(2):71-78.

85. SHEN G, DARENDELILER MA.

Le remodelage adaptatif du cartilage condylien. De la chondrogenèse à l'ostéogenèse.
Rev Orthop Dento-Faciale 2008;**42**(1):89-104.

86. SIARA-OLDS NJ, PANGRAZIO-KULBERSH V, BERGER J et coll.

Long-term dentoskeletal changes with the Bionator, Herbst, Twin Block, and MARA functional appliances.
Angle Orthod 2010;**80**(1):18-29.

87. SILVA JF, GERSZEWSKI C, MORESCA RC et coll.

Retrospective study of clinical complications during orthodontic treatment with either a removable mandibular acrylic splint Herbst or with a cantilever Herbst.
Angle Orthod 2015;**85**(1):64-71.

88. SILVESTRINI-BIAVATI A, ALBERTI G, SILVESTRINI BIAVATI F et coll.

Early functional treatment in Class II division 1 subjects with mandibular retrognathia using Fränkel II appliance. A prospective controlled study.
Eur J Paediatr Dent 2012;**13**(4):301-6.

89. SIMON Y.

Est-il possible de stimuler la croissance mandibulaire ?
Int Orthod 2005;**3**(4):307-327.

90. SONG Y, YU YL, SHEN H et coll.

Comparative study of the clinical effects of three different functional appliances on the treatment of skeletal class II malocclusion.
Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 2008;**26**(4):406-8.

91. STANDERWICK RG.

Not all class II patients alike.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2009;**136**(2):143.

92. THIRUVENKATACHARI B, HARRISON JE, WORTTHINGTON HV et coll.

Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children.

Cochrane Database Of systematic Reviews 2013, Issue 11. Art. No.:CD003452.

93. TOSUN Y.

Orthopédie fonctionnelle : activateurs de croissance

Encycl Med Chir (Paris), Odontologie/ODF, 23494 A¹⁰, 2002.

94. TULLOCH JF, PROFFIT WR et PHILLIPS C.

Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early class II treatment.

Am J Orthod Dentofac Orthop 2004;**125**(6):657-567.

95. VEERASAMY K, LAWNICZAK H.

Les fils et les arcs.

Orthod Fr 2009;**80**(1):11-22.

96. VESSE M.

A quel âge commencer un traitement orthodontique ? Approche d'un consensus.

Rev Odontostomatol 2001;**30**(3):131-141.

97. WIESLANDER L.

Intensive treatment of severe Class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1984;**86**(1):1-13.

98. WIESLANDERL.

Long term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition.

Am J Orthod Dentofac Orthop 1993;**104**(4):319-329.

99. YANG X, ZHU Y, LONG H et coll.

The effectiveness of the Herbst appliance for patients with Class II malocclusion: a meta-analysis.

Eur J Orthod 2016;**38**(3):324-33.

ARBOUIN (Guillaume) – le Propulseur Universel Light® dans le traitement des classes II squelettiques, concept et illustrations cliniques.

115 f. ; ill. ; tabl. ; 99 réf. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2017)

RESUME

La malocclusion de classe II est la plus fréquemment diagnostiquée lors des consultations orthodontiques. Très souvent elle est associée à un déficit de croissance mandibulaire perturbant l'harmonie esthétique, fonctionnelle et musculaire de l'individu.

Plusieurs options thérapeutiques existent, en une ou deux phases, avec ou sans chirurgie.

L'une d'elle consiste à traiter chez l'enfant en période de croissance les causes et symptômes de la classe II squelettique à l'aide du Propulseur Universel Light 2 réglable® développé par Dr. Callabe et de limiter la phase orthodontique en multi-attache fixe à un simple alignement-nivellement des arcades.

Le PUL® est un appareil orthopédique amovible multi-actions. Il agit, en fonction des objectifs cliniques discutés avec le patient et retenus par le praticien, dans le but de parvenir à une harmonisation naso-maxillo-mandibulaire, fonctionnelle et esthétique.

Cependant, après un rappel sur la croissance mandibulaire, l'analyse bibliographique récente met en évidence que le traitement en deux phases des malocclusions de classe II squelettiques, ne semble pas apporter à long terme de croissance additionnelle de la longueur mandibulaire. Il en résulte que les effets squelettiques sont, au mieux, faibles ou cliniquement non significatifs.

A l'aide d'une description détaillée de l'appareil et sur la base d'un cas clinique, l'objectif de ce travail est d'illustrer qu'à défaut d'être efficient scientifiquement à long terme comparativement à un traitement mené en un temps au début de l'adolescence, le Propulseur Universel Light® n'en demeure pas moins cliniquement un appareil orthopédique d'avancée mandibulaire efficace à court terme et bien accepté par le patient.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT

Orthopédie Dento-Faciale

MOTS CLES MESH

Orthodontie – *Orthodontics*

Croissance – *Growth*

Appareils Orthodontiques – *Orthodontics Appliances*

Malocclusion de classe II – *Malocclusion angle class II*

JURY

Président ; Professeur Amouriq Y.

Assesseur :

Directeur : Dr Renaudin S.

ADRESSES DE L'AUTEUR

27, Rue Blanche – 79000 Niort

guillaumearbouin@gmail.com