



**HAL**  
open science

## Mise au point sur les activateurs de classe II en orthopédie Dento-faciale en 2023

Ulysse Maarek

► **To cite this version:**

Ulysse Maarek. Mise au point sur les activateurs de classe II en orthopédie Dento-faciale en 2023. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04550947

**HAL Id: dumas-04550947**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04550947v1>**

Submitted on 18 Apr 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**UNIVERSITE de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE**

**UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE**

**Année : 2023**

**N°**

**THESE**

en vue de l'Obtention du

**DIPLOME D'ETAT**

**de**

**DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

MAAREK Ulysse

Né(e) le 15 mai 1998

**Mise au point sur les activateurs de classe II en  
Orthopédie Dento-Faciale en 2023**

Présentée et soutenue publiquement le :

Vendredi 15 décembre 2023

**JURY**

**Président** : Pr Julien Braux  
**Directeur** : Dr Louis Bailleul  
**Assesseurs** : Dr Sahar Moussa-Badran  
Dr Isabelle Lopez  
**Membre invité** : Dr Laurence Chocardelle

**UNIVERSITE DE REIMS**

**CHAMPAGNE-ARDENNE**

**PRESIDENT DE L'UNIVERSITE**

Monsieur Guillaume GELLÉ

**1<sup>ER</sup> VICE-PRESIDENT  
(vice-président du CAC)**

Monsieur Christophe CLEMENT

**VICE-PRESIDENT (C.A.)**

Monsieur Olivier DUPERON

**VICES-PRESIDENTS (C.A.C)**

Madame Marie Renée DE BACKER  
Monsieur Christophe CLEMENT

**VICE-PRESIDENTS (C.F.V.U.)**

Madame Marie Renée DE BACKER  
Madame Emmanuelle LECLERCQ

**DIRECTEUR GENERAL DES SERVICES**

Monsieur Etienne DESMET

**UNIVERSITE DE REIMS**

**UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE**

**D'ODONTOLOGIE**

**DIRECTEUR**

Monsieur Pierre MILLET

**DIRECTEUR-ADJOINT**

Monsieur Julien BRAUX

**DIRECTRICE-ADJOINTE**

Madame Marie-Paule GELLÉ

**DIRECTRICE-ADJOINTE**

Madame Marie-Laure JOURDAIN

**CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS**

Madame Sylvie GILLET

**CONSERVATEUR**

Madame Emmanuelle KREMER

**CORPS PROFESSORAL DE**  
**L'U.F.R. D'ODONTOLOGIE DE REIMS**

**Sous-Section (56.01) ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE**

**\* Département Odontologie pédiatrique**

**Chef de département : Professeur M.P. GELLÉ**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier

**M.P. GELLÉ**  
**I. LOPEZ**  
**F. SIU PAREDES**  
**T. CLEMENT**  
**C. GUIDEZ**

**\* Département Orthopédie dento-faciale**

**Chef de département : Docteur A. MAILLOUX**

Maître de Conférences des Universités associé – Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités associé – Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Attachée d'enseignement  
Attachée d'enseignement

**A. MAILLOUX**  
**L. BAILLEUL**  
**M. TERRACINA**  
**M. ANDRE**  
**S. SAMAIN MATTEI**

**Sous-Section (56.02) PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE**

**\* Département prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale**

**Chef de département : Docteur S. MOUSSA BADRAN**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Attaché d'enseignement  
Attaché d'enseignement

**S. MOUSSA-BADRAN**  
**J. BAILLY**  
**J. CAMIAT**  
**T. BRIET**  
**F. SARRAJ**

**Sous-Section (57.01) CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE**

**\* Département Chirurgie orale**

**Chef de département : Docteur S. LAURENCE**

Professeur des Universités Emérite  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier

**B. LEFEVRE**  
**C. BRETAUDEAU**  
**H. HAFIAN**  
**S. LAURENCE**  
**G. EXARTIER-MENARD**  
**C. LEDOUBLE**  
**R. MLINAREVIC**

**\* Département Parodontologie**

**Chef de département : Professeur J. BRAUX**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier	<b>J. BRAUX</b>
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier	<b>M.L. JOURDAIN</b>
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier	<b>J. SERGHERAERT</b>
Maître de Conférences des Universités Associé	<b>L. PIERRARD</b>

**\* Département Biologie orale**

**Chefs de département : Professeur S. LORIMIER, Professeur C. MAUPRIVEZ**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier	<b>S. LORIMIER</b>
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier	<b>C. MAUPRIVEZ</b>
Professeur des Universités - Biologie cellulaire (CNU 65)	<b>H. KERDJOUJ</b>
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier	<b>S. DERRUAU</b>
Maître de Conférences des Universités Associé	<b>F. LEMAIRE</b>

**Sous-Section (58.01) DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX**

**\* Département Dentisterie restauratrice – Endodontie**

**Chef de département : Docteur C. ÖZCAN**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier	<b>Y. JOSSET</b>
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier	<b>J.H. TUBIANA</b>
Maître de Conférences des Universités associé – Praticien Hospitalier	<b>C. ÖZCAN</b>
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier	<b>A. BAUM</b>
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier	<b>F. CHAINOT</b>
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier	<b>M. ROLIN</b>
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier	<b>P. VAUCHELET</b>
Assistante universitaire Associée	<b>K. CAMPANO ROZAS</b>
Attachée d'enseignement	<b>E. DEMOTIER</b>
Attaché d'enseignement	<b>M. MARTEAU</b>

**\* Département Prothèses**

**Chef de département : Docteur E. SCHITTLY-MEDARD**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier	<b>C. MÉDARD</b>
Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier	<b>E. SCHITTLY-MEDARD</b>
Maître de Conférences des Universités Associé – Praticien Hospitalier	<b>C. MAILLET</b>
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier	<b>R. BADRAN</b>
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier	<b>D. BUREAU</b>
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier	<b>G. DORBEAUX</b>
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier	<b>A.S. JAVONENA</b>

**\* Département Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux****Chef de département : Docteur J. LECLERE**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Maître de Conférences des Universités Associé – Praticien Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Chef de Clinique Universitaire - Assistant Hospitalier  
Attachée d'enseignement

**P. MILLET**  
**J. LECLERE**  
**R. BASTON**  
**G. MOUSSÉ**  
**E. PREAUBERT**

**ANGLAIS**

Professeur Agrégé

**M. CANTENER**

**INFORMATIQUE**

Professeur Certifié

**D. EUDES**

**CORPS PROFESSORAL  
U.F.R. DE MÉDECINE DE REIMS**

**ANATOMIE PATHOLOGIE GENERALE**

Mme le Dr BOULAGNON

**BIOCHIMIE**

M. le Professeur RAMONT

**MICROBIOLOGIE**

M. le Professeur DE CHAMPS DE ST LEGER  
M. le Professeur ANDREOLETTI

**ONCOLOGIE**

Les opinions exprimées dans cette thèse n'engagent que leur  
auteur et en aucun cas l'U.F.R. d'Odontologie de REIMS

**Monsieur Julien BRAUX**

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier dans la sous-section de CHIRURGIE ORALE,  
PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE, Département Parodontologie

Chef du Département de Parodontologie

Directeur Adjoint de l'U.F.R. d'Odontologie de Reims

Chef du Pôle de Médecine Bucco-Dentaire (CHU Reims)

Docteur de l'Université de Reims Champagne Ardenne

Diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches

*Je vous remercie pour l'honneur que vous me faites en acceptant  
de présider cette thèse.*

*Merci pour votre aide et vos conseils, ainsi que pour l'enseignement de  
qualité et votre implication auprès des étudiants.*

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

**Monsieur Louis BAILLEUL**

**Maître de Conférences des Universités associé – Praticien Hospitalier dans la sous-section  
ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE,  
Département Orthopédie Dento-Faciale  
Diplôme d'Études Spécialisées d'Orthopédie Dento-Faciale (DESODF)**

*Je vous remercie pour l'honneur que vous me faites en acceptant  
de diriger cette thèse.*

*Je tiens à vous remercier sincèrement pour votre soutien précieux tout au  
long de ma thèse. Votre expertise, conseils et encouragement ont été  
essentiels pour la réussite de ce projet.*

*Je suis reconnaissant d'avoir eu l'opportunité de travailler sous votre  
direction inspirante.*

*Merci infiniment.*

**Madame Isabelle LOPEZ**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier dans la sous-section  
ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE,  
Département Odontologie Pédiatrique  
Docteur de l'Université de Reims Champagne-Ardenne

*Je vous remercie pour l'honneur que vous me faites en acceptant  
d'assister à cette thèse.*

*Je tiens à vous remercier chaleureusement pour votre soutien exceptionnel tout  
au long de notre collaboration au pôle handicap de l'hôpital.*

*Votre expertise et votre guidance ont grandement enrichi mon expérience en  
sixième année. C'était un privilège de travailler avec vous.*

*Un grand merci*

**Madame Sahar MOUSSA-BADRAN**

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier dans la sous-section PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE, Département Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale  
Chef du département Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale  
D.E.A. Dynamique cellulaire et Biocompatibilité  
Master II Pro, Droit de l'Expertise appliqué à l'Odontostomatologie  
Doctorat d'Université en Droit Médical et Droit de la Santé de l'Université de Paris 8

*Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements au Dr Moussa pour sa contribution significative tout au long de mon cursus dentaire.*

*Votre implication dans le travail au pôle handicap, ainsi que nos échanges ont profondément marqué mon parcours. Votre expertise et votre mentorat ont été des piliers essentiels.*

*C'est un honneur de collaborer avec vous, et je vous suis profondément reconnaissant pour votre inspiration et votre soutien constant.*

*Merci beaucoup*

**Madame Laurence CHOCARDELLE**

Attachée hospitalier dans la sous-section ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chirurgien-dentiste spécialiste qualifié en ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE, Diplômée de la faculté de Reims – C.E.C.S.M.O.

C.E.S. de Biologie Buccale- Maîtrise des Sciences Biologie Médicale

*Des bisous dans les coins.*

## Remerciements

Pour **Sarah-Lou**, ma sœur avec qui j'ai toujours beaucoup partagé, je suis si fier de toi et de tout ce que tu fais. Ça n'a pas toujours été facile entre nous mais je suis heureux que nous nous soyons rapprochés. Je remerciais volontiers ton ex-copain, sans qui nous ne nous serions pas rapprochés autant durant le confinement. Ces dernières années ont été pour moi les plus chaleureuses en ta compagnie, que ce soit en Espagne, à Londres ou encore au fond de l'océan, j'ai hâte de voir nos prochaines aventures.

Pour mes parents, mon père et ma mère qui m'ont tout donné, sans qui je ne serais pas là où je suis à l'heure actuelle. Merci d'avoir toujours été présents, même si les aléas font que chacun prend un chemin différent.

Merci **papa**, j'ai beaucoup de choses à te dire, je ne pourrai pas tout écrire ici, alors je te dirai simplement merci. Merci pour m'avoir inculqué tes valeurs, merci pour m'avoir emmené au rugby et de m'avoir filmé tous les dimanches, merci pour toutes nos balades en vélo, aux après-midi en skiski ou en planche à voile ou même merci pour les visios tous les soirs en première année. J'ai probablement oublié beaucoup de choses, mais je ne peux que te dire merci d'avoir été là.

Merci **maman**, je ne pense pas réellement pouvoir te remercier suffisamment, il y a tellement de choses à dire... Tu as toujours été là pour m'aider, même dans les moments difficiles, avec des conversations qui finissent tard le soir à refaire le monde encore et encore, des voyages jusqu'au bout du monde à passer des moments formidables, ou pour tout en fait. A tel point finalement que je te remercie déjà une deuxième fois !

Pour **papi et mamie Dada**, mes grands-parents des Ardennes, qui préparent la meilleure crème aux œufs du monde (désolé maman), qui m'ont élevé au champagne, qui préparent mes saucisses préférées et qui me laissaient monter en tracteur, merci pour tous ces dimanches en famille.

Pour **papi et mamie Coucou**, je voudrais vous dire un grand merci, merci pour toutes ces après-midi à la piscine de Barzy à rigoler tous ensemble, ces semaines passées à la plage de Ramat Poleg à faire du surf et à partir visiter tout Israël, pour toutes vos aventures à travers tous les pays qui me font voyager quand vous me les racontez, ou même les longues discussions d'astrophysique. Merci d'avoir été là.

Pour **Valentin**, mon double de Toulouse, avec qui on a su rattraper le temps perdu en s'envolant sur nos Fliteboard et en faisant la fête à Empuria, je suis sûr que nous sommes loin d'avoir fini.

Pour **Margaux, Judith et Diane**, mes petites cousines (oui Margaux) merci pour tout le soutien que vous me donnez, merci à tous ces bons moments passés ensemble et à ceux à venir.

Pour **Dany** le D, le seul, le vrai, l'unique, la force tranquille. Je crois que tu as bien fait finalement de jeter toutes les années supérieures du groupe Messenger, ça aurait pris une toute autre tournure je pense autrement ! Je t'en supplie ne change surtout pas, merci à toutes ces débats animés, à toutes ces vidéos regardées, au sauna qui nous aura plus vu que les machines, à ta salle à plâtre et ces cafés décaféinés caféinés (oui pas une cuillère entière je sais) et merci au plus grand DJ de Reims pour sa sagesse sur FL studio.

Pour **Victor** d'Hossegor, le Dr DamaSmile, merci pour ta spontanéité et ta bonne humeur inébranlable, c'est un puit sans fond d'aventures. Je suis vraiment heureux qu'on se soit rapproché cette année, sache que j'ai une très grande estime pour toi et que je te considère comme quelqu'un de très proche. Merci pour toutes ces soirées passées, ces passages aux thermes et ces grandes discussions, je sais que nos péripéties ne font que commencer.

Pour **Louis**, mon loulou, on fait quelle soirée la semaine prochaine ? Si un jour on me disait que je deviendrais pote avec le mec du fond de la salle de TP que les profs critiquaient bien (quoique maintenant que j'écris ça...). Tu es vraiment quelqu'un d'exceptionnel que j'apprécie vraiment et

tu es une personne avec qui j'adore passer du temps. Merci pour tous ces moments passés cette année, pour des vacances organisées à l'improviste, pour des soirées du tonnerre et surtout pour des crevettes sans mayo. Reste comme tu es.

Pour **Kamil**, mon binôme préféré le maître. Tu sais à quel point je t'apprécie et à quel point tu comptes pour moi. Il s'en est passé des choses entre nous mais ce n'est pas ça qui changera quelque chose. Merci pour ces vacances animées, ces blagues à longueur de journée, pour ces soirées à ramer et pour ta patience à mon égard. Tu sais sur qui tu peux compter.

Pour **Aurelio**, je pense sincèrement qu'avoir commencé à aller à la salle avec toi est une des choses les plus bénéfiques qu'il me soit arrivé, grâce à tes conseils et ta clairvoyance, autant en exercice de développer couché que pour les choses de la vie. Merci à tes principes, ton bon jugement et pour être le meilleur coach du RHM, merci à ces après-midi au CWP et ces révisions terminées par un CoD Zombie. Reste fidèle à toi-même.

Pour **Narek**, merci à toutes ces soirées interminables derrière l'ordinateur et ces Top 1 Apex où tu m'as plus que carry, et aussi merci à ce barbecue incroyable qui restera dans les mémoires avec ta famille, j'en garde plus qu'un excellent souvenir ! Tu es quelqu'un que j'apprécie vraiment avec qui j'adore passer du temps, on ne s'est pas trop vu dernièrement mais je suis heureux de te compter parmi mes amis. Merci pour ton soutien, merci à toi.

Pour **Antoine**, je me souviens quand on s'est rencontré en 2<sup>e</sup> année, déjà ça clashait à parler politique, et sur tout et n'importe quoi même ! Merci pour toutes ces discussions et débats, aussi houleux soient-ils, ces dégustations et découverte de la vraie France que tu expliques si bien. J'ai cru comprendre que c'était difficile pour toi en ce moment mais je n'ai aucun doute que tout ira bien.

Pour **Gabriel**, de la part de lulu, ton adversaire préféré ! Merci à toutes ces soirées Smash Bros, pour ta gentillesse sans limite, ton optimisme constant et tes belles valeurs. Je t'apprécie vraiment tel que tu es et avec qui j'adore passer du temps. Merci à toi.

Pour **Gautier**, le grand Gautier ! C'est toi qui est venu me parler en premier, je me souviendrais toujours. Je ne pensais pas que ça matcherait autant et je suis très heureux que les choses se soient passées ainsi. Merci pour tous ces bons moments passés en ta compagnie, à toutes ces soirées où les dés étaient magiquement ensorcelés pour me faire perdre, pour que finalement on termine par refaire le monde tous les deux.

Pour **Rouslan**, mon binôme de 6<sup>e</sup> année, avec qui j'ai partagé la spé handicap. Finalement le hasard des binômes fait bien les choses, je suis très heureux de t'avoir rencontré et de te compter parmi mes amis. Tu as toujours été là quand j'avais besoin de toi et j'ai beaucoup apprécié les grandes discussions philosophiques avec toi, merci à toi et reste fidèle à tes principes.

Pour les **Boury**, à Julien, Paul, Olivier et Christine, tant pour votre amitié que pour le travail colossal que vous avez fourni ces dernières années, pour la fac et ses étudiants et pour la paix que vous m'avez apportée.

Pour **Camille**, la meilleure des marraines, pour toujours, jusqu'à la fin des temps ! Notre rencontre ne tient qu'à une soirée où je déambulais dans la rue et où je me suis fait embarquer dans une soirée appartement... et qui voilà ? Camille ! Tu n'as pas hésité à choisir ton fillot et j'espère que je te rends fière. Merci d'avoir été présente pendant toutes ces années, et je suis sûr que ça n'est pas terminé.

Pour **Raphaël, Charlotte, Auriane, Julien RDG et Jules** merci à vous, merci de toujours avoir été là, pour votre bonne humeur et votre ouverture, merci à toutes ces soirées passées avec vous et merci de rester fidèles à vous-mêmes.

Pour **Ferdinand, Paul To, Julien D, Pauline, Agathe, Alexandre, Cristal, Benoit, Yannick, Pierrick, Arthur**, la grande bande de copains, merci à vous de me faire toujours rire et de me faire passer de bons moments avec vous. Je me suis plus rapproché de vous que depuis récemment mais je suis vraiment heureux de faire partie de ce groupe. Vous m'avez accepté et je vous en suis reconnaissant. Vous êtes tous des personnes formidables et je suis fier de vous compter parmi mes amis. Je sais que ce sera le cas pendant encore un bon moment, j'ai hâte de connaître la suite.

Et pour **Constance**, le Kirb', qui a rendu ces 2 dernières années plus heureuses que jamais, avec des hauts comme des bas mais avec qui j'ai tout partagé. Franchement, j'ai bien fait d'aller à ce marché de Noël avec toi je peux t'assurer. Tu es une des personnes que je considère le plus. Je ne sais pas ce que l'avenir nous réserve, mais je sais qu'il sera heureux. Tiens, ça me rappelle l'île de Ré tout ça. Merci de toujours m'avoir soutenu. Même après tout ce temps, je veux que tu saches que je tiens à toi plus que tu ne l'imagines.

Et à tous ceux que je n'ai pas cités mais qui sauront se reconnaître, **merci**.

## Liste des abréviations

*L'ensemble des abréviations doit être listé et décrit dans l'ordre alphabétique. Chaque abréviation doit être définie lors de la première apparition dans le texte.*

BU	Bibliothèque Universitaire
CCU-AH	Chef de Clinique des Universités-Assistant des Hôpitaux
CSCT	Certificat de synthèse clinique et thérapeutique
DFGSO	Diplôme de Formation Générale en Sciences Odontologiques
DFASO	Diplôme de Formation Approfondie en Sciences Odontologiques
DUMAS	Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance
GED	logiciel de Gestion Électronique des Documents
MCU-PH	Maître de Conférences des Universités-Praticien Hospitalier
PEB	Prêt Entre Bibliothèques
PH	Praticien Hospitalier
PU-PH	Professeur d'Université-Praticien Hospitalier
SUDOC	Système Universitaire de Documentation
T1	1 <sup>ère</sup> Année de Thèse (6 <sup>e</sup> A)
URCA	Université de Reims Champagne Ardenne

## Introduction

Les traitements orthopédiques occupent aujourd'hui, en France, une place essentielle dans l'arsenal thérapeutique de l'orthodontiste. Les dispositifs biomécaniques tels que les activateurs nous offrent la possibilité de traiter avec succès des anomalies squelettiques, et leur utilisation est devenue de plus en plus consensuelle.

Par le passé, la communauté orthodontique était divisée entre les partisans des théories mécanistes et ceux qui prônaient les approches fonctionnalistes, créant ainsi un débat animé. La méconnaissance des processus de croissance crânio-faciale entretenait cette confusion. En conséquence, certains cliniciens optaient résolument pour la chirurgie, tandis que d'autres s'engageaient dans des traitements orthopédiques.

Les travaux de chercheurs tels que Björk, Moss, et Pétrovic ont grandement contribué à approfondir notre compréhension de la croissance crânio-faciale, tentant ainsi de clarifier les débats.

Les traitements orthopédiques sont souvent initiés précocement, car de nombreux experts reconnaissent que la correction des anomalies squelettiques est d'autant plus efficace lorsqu'elle est entreprise tôt. Ces traitements, d'une durée moyenne d'un an, sont ainsi initiés à une période où le potentiel de croissance du patient est encore significatif.

Ainsi cette thèse a pour but de synthétiser l'utilisation des différents activateurs à disposition encore aujourd'hui en Orthopédie Dento-Faciale, en présentant leurs avantages et inconvénients.

## 1. Rappels et généralités

Cette première partie a pour but de permettre une bonne compréhension des phénomènes de croissance crânio-faciale, de l'utilité et du fonctionnement des activateurs dans leur ensemble ainsi que de leur action sur le massif facial.

### 1.1. Anatomie faciale

#### 1.1.1. Os du crâne

Le crâne constitue l'enveloppe osseuse de protection du cerveau. Il est alors constitué de la partie supérieure ou voûte :

- La portion verticale de l'os frontal en avant
- Les 2 os pariétaux latéralement
- L'écaille de l'os temporale latéralement
- La portion basilaire de l'os occipital en arrière

Et la partie inférieure, base du crâne ou neurocrâne, la cavité accueillant le cerveau. Il est constitué de :

- La portion horizontale de l'os frontal en avant
- L'os éthmoïde en avant
- L'os sphénoïde
- Le rocher et la mastoïde du temporal
- La portion inférieure de l'os occipital en arrière

Ils sont soudés entre eux par des sutures d'origine cartilagineuse appelées synchondroses.

#### 1.1.2. Massif facial

Il est formé par treize os fixes, pairs et symétriques sauf le vomer qui est impair et médian. Ils sont soudés entre eux par des articulations fibreuses au nombre de sept ainsi que par un os mobile : la mandibule.

Les os du visage comprennent 12 os pairs, tels que les os lacrymaux, les os zygomatiques, les maxillaires, les palatins, les cornets inférieurs, les os nasaux.

### 1.1.3. Le maxillaire

Le maxillaire constitue la pièce maîtresse du massif facial supérieur, situé au-dessus de la cavité buccale, il entre dans la constitution des 3 plus grosses cavités de la face : la cavité orbitaire, nasale et orale.

Comme mentionné précédemment, un os impair, central, lié par des articulations aux os temporaux, constituant ainsi le seul élément mobile au sein de la structure faciale.

### 1.1.4. La mandibule

La mandibule, mâchoire inférieure ou maxillaire inférieur est un os mobile.

Os impair, médian, articulé avec les os temporaux, il est le seul os mobile de la face. Il comprend :

- Un corps médian en forme d'arc à concavité postérieure. Il contient le nerf alvéolaire inférieur qui s'insère au niveau de l'épine de Spix, sur la face médiane et centrale de la branche montante, et ressort au niveau du trou mentonnier, à mi-hauteur du corps, entre les 2 prémolaires
- Deux branches montantes : lames osseuses aplaties et verticales qui se détachent à angle droit des deux extrémités du corps.
- La mandibule s'articule avec la mâchoire supérieure au moyen de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM), la seule articulation mobile de la tête.

### 1.1.5. L'articulation temporo-mandibulaire

Il s'agit d'une double articulation condylienne, ou diarthrose bicondylienne paire, symétrique, agrémentée d'un ménisque, dont, en réalité, les deux arcades dentaires en font une articulation temporo-maxillo-dentaire.

Elle relie la fosse mandibulaire de l'os temporal au condyle de la mandibule en utilisant un disque articulaire fibrocartilagineux ; cette articulation est enveloppée par une capsule articulaire.

## 1.2. Mise au point sur la croissance cranio-faciale

### 1.2.1. La croissance du maxillaire

#### 1.2.1.1. Embryologie du maxillaire

L'embryologie du maxillaire est relativement complexe, celui-ci est formé à partir de plusieurs bourgeons : le bourgeon nasal interne, deux bourgeons nasaux externes et deux bourgeons maxillaires.

Cet os, qui se développe à partir de tissu membranaire, présente vers le deuxième mois de la vie intra-utérine deux noyaux d'ossification pour chaque moitié de la mâchoire supérieure. Ces noyaux s'étendent en une structure en nappe. Selon Delaire, on distingue un noyau antérieur, le prémaxillaire (incisif), et un noyau postérieur, le post-maxillaire. Ces deux noyaux fusionnent presque immédiatement après leur formation pour donner naissance à une structure continue, et la zone de fusion est représentée par la suture appelée "incisivo-canine".

#### 1.2.1.2. Croissance post-natale

L'os maxillaire, en s'appuyant sur les processus ptérygoïdiens du sphénoïde, s'étend en largeur vers le bas et vers l'avant dans la partie inférieure du visage. Ses dimensions et sa position initiales sont principalement influencées par la croissance cartilagineuse du crâne de base (dont l'activité diminue rapidement après trois ans) et le développement mésethmoïdal, ainsi que par les diverses contraintes multidirectionnelles exercées sur le maxillaire et les os avoisinants.

#### 1.2.1.3. Croissance sagittale

En réaction à ces forces de tension, les sutures telles que la suture maxillo-palatine, la suture ptérygo-palatine et la suture palatine transverse contribuent à l'allongement sagittal de l'os maxillaire par l'arrière. Dans la région antérieure, les sutures prémaxillo-maxillaires jouent un rôle essentiel dans cette croissance au cours des premières années de la vie.

#### 1.2.1.4. Croissance transversale

La suture médiopalatine est soumise à des forces de tension générées par divers processus expansifs, notamment la croissance transversale de l'ethmoïde et des fosses nasales, le flux d'air, en particulier l'appui linguale sur la voûte palatine et sur les remparts alvéolo-dentaires supérieurs. La fermeture de la suture sagittale médiane palatine se produit spontanément vers l'âge de 14 à 15 ans chez les filles et de 15 à 16 ans chez les garçons, pour finalement se fusionner à l'âge de 25 ans.

#### 1.2.1.5. *Croissance verticale*

La croissance du septum nasal a un impact sur la descente progressive du maxillaire. Lorsque la croissance du contenu orbitaire est terminée, généralement vers l'âge de 3 ans, cela entraîne une réduction du plancher de l'orbite, ce qui déclenche une croissance compensatoire au niveau des sutures fronto-maxillaires. Cela se traduit par un allongement vertical des processus frontaux des maxillaires.

Les éruptions successives des dents temporaires et permanentes s'accompagnent d'une importante formation osseuse dans la région alvéolaire. Cette croissance contribue à augmenter la hauteur de la cavité buccale, en particulier dans la région du maxillaire.

#### 1.2.2. La croissance de la mandibule

##### 1.2.2.1. *Embryologie de la mandibule*

Durant la période embryonnaire et fœtale, deux hémimandibules fusionnent à l'avant pour former une symphyse. Aux environs de la 5e ou 6e semaine, un noyau osseux apparaît dans le tissu conjonctif qui enveloppe la face externe du cartilage de Meckel. Ce noyau s'étend vers l'avant (pour englober le nerf mentonnier et ainsi créer le trou mentonnier), horizontalement vers l'arrière (jusqu'à la région de la future lingula), et verticalement vers le bas. Ainsi, l'esquisse de la branche horizontale se forme. Ce noyau principal contribue à la formation de la branche horizontale, d'une grande partie de la région mentonnière, et en arrière, d'une grande partie de la branche montante.

Cependant, la caractéristique la plus remarquable de l'organogenèse mandibulaire réside dans la région condylienne, où se développe un blastème cartilagineux indépendant du prolongement meckélien du chondrocrâne. Les premiers signes d'ossification enchondrale de la tête condylienne apparaissent vers la 14e semaine de développement fœtal. À ce stade, la mandibule s'accroît dans toutes les directions à partir du point mentonnier.

##### 1.2.2.2. *Croissance post natal*

Le développement de la croissance est dû aux différents cartilages secondaires (cartilage symphysaire, cartilage du coroné, cartilage condylien).

La croissance vertico-sagittale de la mandibule, essentiellement dévolue au ramus et activée par la fonction musculaire, va s'adapter progressivement à la croissance du complexe naso-maxillaire et compenser le recul de l'os temporal.

- Ainsi, le ramus :  
Se déplace vers l'arrière sous l'effet de phénomène d'apposition-résorption, libérant ainsi en avant de l'angle l'espace utile à l'éruption molaire ; propulse simultanément en bas et en avant l'ensemble mandibulaire par la croissance de l'apophyse condylienne, site adaptatif de rattrapage, comparable à une suture condylo-temporale sous le contrôle des informations en provenance des récepteurs musculaires, ligamentaires et gingivo-dentaires.
- Le corpus :  
Cette croissance se poursuit au-delà de l'adolescence après avoir connu une poussée para pubertaire, par activation des muscles masticateurs et de la langue, sous l'influence de la sécrétion hormonale antéhypophysaire. La longueur du corpus se prolonge en avant par le relief mentonnier, dont la morphologie relève de l'activité périostée sous influence de la fonction labiale et de la dynamique musculaire mento-cervico-hyoïdienne.
- La hauteur alvéolaire, enfin, assure le rattrapage vertical et apporte par ses capacités d'adaptation la dernière touche à l'équilibre occlusal.
- La dimension transversale, fixée très tôt au niveau de la distance inter-canine, croît au niveau goniale en fonction du dégagement postérieur et divergent des branches montantes, contrôlé par l'activité musculaire des ptérygoïdiens et la dimension transversale de la base temporo-pétreuse.

### 1.3. Technique d'estimation de la croissance

Plusieurs méthodes existent afin de déterminer le stade de croissance d'un patient ; cette estimation est d'autant plus importante qu'elle permet de planifier un meilleur plan de traitement orthodontique, dans l'optique de profiter de la poussée de croissance, ou pour en éviter les effets.

On détermine ainsi :

- L'âge statural
- L'âge osseux
- L'âge dentaire
- L'âge civil

A savoir que la croissance est influencée par plusieurs facteurs, il est normal de constater des différences chez nos différents patients, ces facteurs étant :

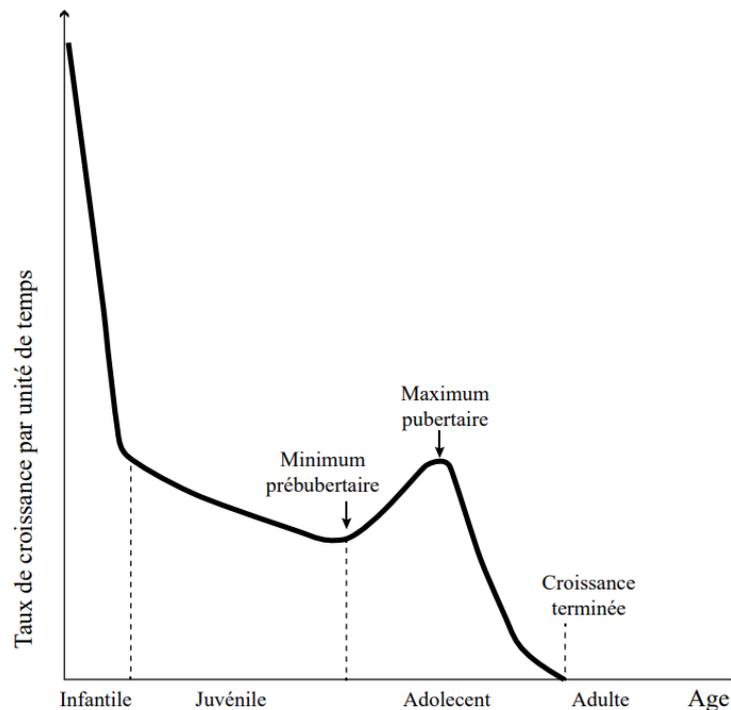
- Génétiques
- Endocriniens
- Nutritionnels
- Fonctionnels
- Pathologiques

#### 1.3.1. L'âge statural

Cet âge est déterminé en projetant la taille mesurée de l'enfant sur la courbe de référence moyenne.

Elle met en évidence des périodes d'accélération et de ralentissement de la croissance au cours du développement :

- Rythme très rapide au début de la vie ;
- Diminue pendant la petite enfance ;
- Minima dans la grande enfance : pré-pubertaire ;
- Accélération avec maximum au pic pubertaire ;
- Diminution jusqu'à l'âge adulte ;



*Figure 1 : courbe moyenne du taux de croissance staturale selon Bjork (iconographie personnelle)*

Le pic de croissance est atteint vers l'âge de 12 ans chez la fille et 14 chez le garçon(1).

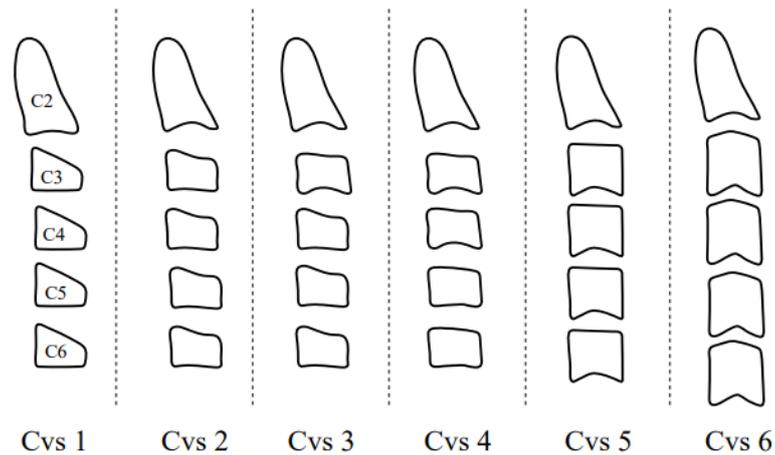
### 1.3.2. Age osseux à partir de radiographie des poignets

La détermination de l'âge osseux en se basant sur une radiographie du poignet et de la main gauche, en utilisant la méthode de comparaison avec l'Atlas de Greulich et Pyle, reste la méthode la plus simple et la plus fiable. Elle est largement acceptée et utilisée à l'échelle mondiale, et aucune différence raciale significative n'a été démontrée jusqu'à présent.

Cette méthode est basée sur la comparaison de l'ossification du poignet de la main gauche de l'enfant par rapport à un atlas d'images de références (atlas de Greulich et Pyle). Par exemple, l'apparition du sésamoïde du pouce se fait au début de la puberté, à la fois chez la fille (environ 11-12 ans) et chez le garçon (environ 12-13 ans), sous l'effet de l'imprégnation en hormones sexuelles.

### 1.3.3. Age osseux à partir des vertèbres

Les vertèbres cervicales qui sont visibles sur les téléradiographies de profil peuvent être employées pour évaluer les signes de maturation de la croissance en termes de stature et, par extension, de développement facial. (2)



*Figure 2 : Les différents stades de maturation des vertèbres cervicales (iconographie personnelle)*

Les stades de développement des vertèbres cervicales :

- CVS 1 : le bord inférieur du corps de toutes les vertèbres cervicales est plat ; les bords supérieurs sont inclinés de postérieur en antérieur.
- CVS 2 : le bord inférieur de C2 présente une concavité ; la hauteur antérieure des corps vertébraux augmente.
- CVS 3 : le bord inférieur de C3 présente une concavité.
- CVS 4 : le bord inférieur de C4 présente une concavité ; les corps des vertèbres cervicales sont rectangulaires ; des légères concavités peuvent apparaître au niveau des bords inférieurs des C5 et C6.
- CVS 5 : les concavités sont bien définies au niveau des bords inférieurs jusqu'à la 6e vertèbre ; les espaces intervertébraux commencent à se réduire. (2)

### 1.3.4. L'Age dentaire

Il y a une corrélation entre la maturation dentaire et la maturation squelettique. Björk a établi les stades suivants sur la courbe des taux de croissance pour les filles et les garçons :

- L'apparition des prémolaires ou d'une canine survient deux mois après le pic de croissance chez les filles et un an et demi avant le pic chez les garçons.
- L'apparition de la deuxième molaire se produit deux mois après le pic de croissance chez les garçons et un an après le pic chez les filles.

## 2. Les malocclusions de classe II

### 2.1. Classification de Ballard et d'Angle

#### 2.1.1. Classification d'Angle

Dans les années 30, Angle propose sa propre classification des malocclusions. Cette classification se compose de trois classes distinctes :

- La Classe I, qui correspond à la position "normale" de l'arcade de la mandibule par rapport à l'arcade du maxillaire.
- La classe II est définie comme un "décalage antéropostérieur des deux arcades", où l'arcade maxillaire semble être déplacée vers l'avant par rapport à l'arcade mandibulaire ou inversement, l'arcade mandibulaire étant déplacée vers l'arrière par rapport à l'arcade maxillaire.
- La Classe III, qui indique que l'arcade de la mandibule est trop en avant et/ou que l'arcade du maxillaire est trop en arrière.

#### 2.1.2. Forme clinique

##### 2.1.2.1. Classe II division 1

###### • Définition

- Dans la classe II division 1, Angle décrit : Une mésioposition des molaires maxillaires par rapport aux molaires mandibulaires
- Une mésioposition des canines maxillaires par rapport aux canines mandibulaires
- Une augmentation du surplomb incisif

- Fréquence

Environ 7,77% de la population orthodontique présentent des malocclusions de classe II division 1.(3)

- Les trois formes de malocclusions de la classe II, division 1

Selon la morphologie faciale, on peut distinguer trois sous-classes de malocclusions de la classe II, division 1.

1. La classe II, division 1, avec une face longue ou une relation hyperdivergente :

- La face est caractérisée par sa longueur et sa finesse, avec une convexité cutanée prononcée.
- La symphyse mentonnière est peu proéminente, donnant l'impression d'un angle goniale ouvert.
- Une inoclusion labiale est fréquente.

2. La classe II, division 1, avec une face courte ou une relation hypodivergente :

- La face est plutôt courte, tend à être large et carrée. La partie inférieure du visage est souvent réduite.
- La convexité du profil est augmentée, bien que moins marquée que pour les cas de classe II, division 1, avec une relation hyperdivergente, en raison de l'importance de la symphyse.
- La présence ou l'absence d'une inoclusion labiale dépend de la vestibuloversion des incisives.
- La symphyse mentonnière présente un volume supérieur à la moyenne, et l'angle goniale est obtus.

3. La classe II, division 1, avec une face moyenne ou une relation mésodivergente :

- Ces cas sont semblables aux classes II, division 1, avec une relation hypodivergente, mais avec une intensité moindre. Ce sont les cas les plus courants.

- Conséquence à long terme des classes II, division 1

Les conséquences des malocclusions de type classe II, division 1 peuvent être variées, et elles incluent des aspects esthétiques, traumatiques, parodontaux et occlusaux :

- Sur le plan esthétique, on peut observer des rides labio-jugales précoces.
- Du point de vue traumatique, il existe un risque accru de fractures dentaires en cas de traumatisme.
- Sur le plan parodontal, les parodontopathies sont plus fréquentes.
- Sur le plan occlusal, certains sujets prédisposés peuvent présenter un trouble temporo-mandibulaire (SADAM).

#### 2.1.2.2. *Classe II division 2*

- Définition

Dans la classe II.2 :

- Une position des secteurs latéraux supérieurs, comme dans la classe II, 1
- Une importante supraclusion (70 à 100%), particulièrement au niveau des incisives centrales ;
- Les quatre incisives supérieures peuvent être en palato-version. Le plus souvent on rencontre une palato-version des incisives centrales et une vestibulo-version des latérales.

- Fréquence

Cette malocclusion touche environ 2 à 3% de la population, et la proportion chez les filles n'est supérieur d'un ratio 3 à 1.

- Les formes cliniques

Il existe trois formes principales de malocclusion de classe II, division 2 :

- Forme 1 : Cette forme est caractérisée par la palatoversion des deux incisives centrales supérieures, avec une vestibuloversion apparente des incisives latérales. Il s'agit de la forme la plus courante.
- Forme 2 : Dans cette forme, on observe la palatoversion de 3 ou 4 incisives maxillaires, avec les canines en position ectopique vestibulaire ou incluses palatines.

- Forme 3 : Il s'agit du cas le plus sévère, avec une occlusion en forme de couvercle de boîte. Cette forme se caractérise par la palatoversion du groupe incisivo-canin, une supraclusion des canines, et une vestibulo-version excessive des prémolaires supérieures allant jusqu'à leur inoclusion vestibulaire.

- Conséquence à long terme des classes II, division 2

- L'abrasion des incisives inférieures.
- Des lésions palatines rétro-incisives.
- La dénudation vestibulaire au niveau des incisives inférieures.
- Un dysfonctionnement de l'appareil manducateur.

### 2.1.3. Classification de Ballard

Au milieu du XXe siècle, grâce à la céphalométrie, Ballard complète la classification d'Angle en introduisant le concept de classe Squelettique.

Cette classification est établie en analysant uniquement les structures basales osseuses, maxillaire et mandibulaire, par rapport à la base du crâne.

Il distingue la classe II squelettique se traduisant :

- Soit par un maxillaire en avant (promaxillie)
- Soit par une mandibule en arrière (rétromandibulie)
- Soit par la combinaison des deux (un maxillaire en avant et une mandibule en arrière)

Le décalage squelettique antéropostérieur est souvent associé à la classe II, 1, alors qu'elle l'est très rarement en classe II, 2.

## 2.2. Étiologies

La classe II peut avoir différentes étiologies, toutes aussi nombreuses que les formes cliniques.

Elles peuvent être classifiées en 2 catégories :

- Héritaire ou génétique
- Acquise, avec souvent une cause fonctionnelle

### 2.2.1. Facteur héréditaire

Pendant longtemps il a été considéré que l'étiologie héréditaire était la seule cause provoquant la dysmorphose. Cependant, il a fallu attendre les recherches sur la forme et la fonction, ce qui a permis de contribuer dans le débat sur l'hérédité, les fonctions et l'environnement, et leur effet sur le complexe maxillo-facial.

Il est essentiel de prendre en compte l'état fonctionnel de chaque patient. Il convient de se rappeler que certaines structures sont d'origine génétique, tandis que d'autres sont d'origine membraneuse, offrant des opportunités thérapeutiques bénéfiques.(4)

### 2.2.2. Facteur acquis

Ce passage examine en détail les divers facteurs qui jouent un rôle dans le développement des structures crânio-faciales, en se concentrant sur les facteurs fonctionnels, les habitudes déformantes, les facteurs pathologiques et les facteurs généraux.

#### 2.2.2.1. Facteurs Fonctionnels :

- **Ventilation Nasale** : L'influence de la ventilation nasale sur la morphogénèse dento-maxillo-faciale est maintenant reconnue. Une obstruction nasale pendant la période de croissance peut entraîner des anomalies cranio-faciales. Une ventilation buccale peut également causer des malocclusions de classe II, avec des impacts sur les plans sagittal, transversal et vertical.
- **Déglutition Atypique** : Un dysfonctionnement de la langue pendant la déglutition atypique peut perturber le développement harmonieux des structures crânio-faciales et favoriser les malocclusions de classe II.
- **Mastication** : Une mastication unilatérale dominante peut induire une croissance asymétrique, avec un sous-développement de la mâchoire supérieure, ce qui favorise les malocclusions de classe II.

#### 2.2.2.2. Habitudes Déformantes :

- **Succion Digitale** : La succion d'un ou plusieurs doigts est une habitude acquise, qui peut entraîner des déformations. La pression du doigt sur la mandibule peut pousser celle-ci vers l'arrière et vers le bas, favorisant ainsi les malocclusions de classe II. Des pressions sur le prémaxillaire peuvent également entraîner un surplomb et d'autres déformations.
- **Dysfonctions des Lèvres et des Joues** : Les dysfonctions des muscles labiaux et des joues peuvent avoir un impact sur le développement crânio-facial. Par exemple, une succion ou un

mordillement des tissus mous entre les arcades peut causer des déformations, et une hyperpression latérale des joues peut influencer la croissance transversale de la mâchoire inférieure.

#### *2.2.2.3. Facteurs Pathologiques :*

- **Maladies Systémiques** : Certaines maladies neuromusculaires et neuropathies peuvent perturber le développement des structures maxillo-faciales, contribuant ainsi aux dysmorphoses.
- **Infections de l'Oreille Interne** : Les otites fréquentes chez les jeunes enfants peuvent causer des problèmes au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM), bien que cela soit devenu moins courant grâce à l'utilisation d'antibiotiques.
- **Perturbations Posturales** : Les problèmes d'appuis plantaires, comme les pieds creux, et les scoliozes peuvent influencer la croissance crânio-faciale, entraînant parfois des rétrognathies mandibulaires et des changements de direction de la croissance.
- **Facteurs Dysembryopathiques** : Les lésions embryologiques, les infections virales de la mère (comme la rubéole), les irradiations ionisantes, l'utilisation de médicaments ou de substances tératogènes peuvent causer des perturbations majeures dans le développement de la mandibule, contribuant ainsi à des syndromes comme le syndrome Franceschetti Zenwa et le syndrome de Pierre Robin.

#### *2.2.2.4. Facteurs Généraux :*

- **Carence Nutritionnelle** : Les carences en vitamines (comme A et D), en sels minéraux ou en acides aminés peuvent avoir un effet négatif sur la croissance des structures cranio-faciales.
- **Troubles Endocriniens** : Les troubles endocriniens tels qu'un hypofonctionnement de l'hypophyse et de la thyroïde peut provoquer une croissance insuffisante de la mâchoire inférieure (hypomandibulie).(4)

## 3. Théories de croissance

### 3.1. Les théories explicatives

Les théories sur la croissance faciale ont aidé les praticiens à élaborer des solutions thérapeutiques. Ces théories faisaient jouer le rôle principal aux facteurs génétiques car on pensait que la forme ne pouvait être affectée, ni par les tissus adjacents, ni par l'environnement fonctionnel, ce qui excluait

tout effet à long terme de l'orthopédie dento-faciale et même de la chirurgie réparatrice (Dullemeijer, 1985).

Ensuite, grâce aux travaux de l'école fonctionnelle, une évolution s'est faite vers une responsabilisation des tissus mous environnants et des fonctions, en association plus ou moins étroite avec les facteurs génétiques, selon les auteurs.

L'influence de ces concepts s'est surtout fait sentir outre-atlantique où les idées de Moss et d'Harvold, notamment, devront attendre les années 1970 pour prendre de l'ampleur.

### 3.1.1. Courant génétique

#### 3.1.1.1 Les théories de WEINMANN et SICHER

Les théories de Weinmann et Sicher ne prennent en compte uniquement que la croissance génétique osseuse, aucune altération ne semble pouvoir influencer cette croissance qui est définie dès la naissance.(1)

Les sutures jouent un rôle actif et sont considérées comme des centres autonomes de cette croissance. Elles ont, comme les cartilages de conjugaison des os longs, des potentialités génétiques (facteurs génétiques intrinsèques) de croissance, manifestées par une prolifération tissulaire interstitielle qui exerce une pression sur les berges osseuses de la suture et sépare les os voisins.

Chacune des sutures possède un potentiel de croissance intrinsèque en harmonie génétique avec leurs voisins.

Scott viendra compléter cette théorie en précisant la méthode d'appositionnement osseux des tissus ostéogènes. Il démontre que la croissance tissulaire se fait via un appositionnement périphérique des tissus mais également interstitielle dans la masse endochondrale.

Ces deux théories font aussi intervenir les facteurs environnementaux locaux pour le modelage de la forme, l'organisation de l'architecture interne de l'os et l'harmonisation régionale du squelette, mais plus tardivement et de manière différentielle selon les tissus.

### 3.1.2. Courant fonctionnel

Cette théorie se base sur l'idée que la croissance répond en totalité sur la croissance fonctionnelle. En est l'exemple le régulateur de fonction de Fränkel qui base son activateur sur la modification de l'espace fonctionnel afin de jouer sur la classe squelettique de la mandibule.

### *3.1.2.1. La théorie de Moss*

La théorie de croissance de Moss ne prend pas en compte les deux théories précédentes, qui donne aux tissus squelettiques la responsabilité de leur propre croissance, régulée génétiquement. La théorie de Moss donne la première place dans les facteurs responsables de la croissance à l'environnement non squelettique.

Pour Moss (1968), la composante crânienne fonctionnelle est une entité anatomo-fonctionnelle qui a pour mission d'exercer une fonction. Par exemple, la vision (fonction) est une partie de la composante crânienne fonctionnelle qui, en association avec l'orbite (unité squelettique) et avec l'œil (matrice fonctionnelle), les deux autres éléments de cette composante, vont tout au long de la vie de l'individu (différenciation, développement et croissance) permettre à cette composante crânienne fonctionnelle d'exercer sa mission. La matrice fonctionnelle est constituée de tous les tissus, organes, cellules non squelettiques et espaces fonctionnels (nasal, buccal, pharyngé) nécessaires à l'accomplissement d'une fonction. Les matrices périostées agissent directement par modelage osseux (transformation active par apposition ou par résorption périostées) et les matrices capsulaires indirectement en augmentant de volume et repoussant les parois squelettiques du fait de leur expansion.

D'après sa théorie, il n'y aurait pas de gêne pour l'os, il n'y aurait qu'une croissance précoce sur le squelette par les matrices embryonnaires, relayées secondairement par le processus biomécanique.

Moss indique ainsi qu'il y a une réelle suprématie morphogénétique de la capsule oro-faciale fonctionnelle, la croissance de la capsule oro-pharyngée permet un transport littéral de la mandibule en bas et en avant. Ce mouvement disjoint l'articulation crânio-mandibulaire, qui par compensation obligatoire, provoque une prolifération cartilagineuse condylienne.(5)

### *3.1.2.2. La théorie de Petrovic*

Petrovic énonce la théorie du « servo-système » de la croissance crânio-faciale.

Son principe est le suivant : les adaptations structurales régionales sont destinées à l'établissement et au maintien d'une occlusion efficace.

Il y aurait une grandeur à suivre et une à réguler. La grandeur à suivre est le maxillaire, sa position sagittale dépend de plusieurs paramètres :

- La croissance antéro-postérieure du maxillaire ; cette croissance est sous l'action de l'hormone STH-somatomédine
- Le cartilage nasal
- Les synchondroses de la base du crâne
- La langue

L'objectif de la régulation est de contrôler la position sagittale de l'arcade inférieure pour établir une occlusion stable. Ces deux aspects tendent à se stabiliser grâce à ce que Petrovic a nommé des "comparateurs".

Le "comparateur périphérique" se trouve au niveau des articulations entre les deux arcades dentaires. Quelle que soit la classe occlusale, une occlusion complète est un état stable. Cependant, en cas d'absence d'occlusion complète, un "signal d'écart" se manifeste dans le comparateur périphérique, entraînant les effets suivants :

- Augmentation de l'activité du muscle ptérygoïdien externe (et d'autres muscles masticateurs) pour ajuster l'occlusion vers une position optimale ou sub-optimale.
- Augmentation de l'activité du frein rétro-méniscal.
- Au fil du temps, augmentation de la croissance condylienne.

Le "comparateur central" est situé au niveau du système nerveux central (SNC) et détecte ainsi que corrige les écarts d'occlusion.

L'équipe de Petrovic a identifié deux types de cartilages responsables de la croissance :

- Le cartilage primaire (cartilages épiphysaires, du septum nasal, de la base du crâne) dont la croissance dépend de la division des chondroblastes différenciés. Le cartilage primaire est sous le contrôle de facteurs généraux, telles que les hormones de croissance, les hormones sexuelles, la thyroxine, etc.
- Le cartilage secondaire (cartilages condyliens, coronoidiens, suture palatine médiane) dont la croissance dépend de la division des préchondroblastes. Les cartilages secondaires sont régulés par des facteurs locaux, tels que les muscles, ainsi que des facteurs régionaux. Les facteurs locaux influent sur la direction de croissance des cartilages primaires.

La croissance du cartilage condylien est ainsi soumise à plusieurs facteurs :

- L'hyperpropulsion mandibulaire : cela entraîne une augmentation de la division cellulaire dans le cartilage condylien.
- L'hormone STH

Il est important de souligner que la longueur finale de la mandibule n'est pas intrinsèquement déterminée par des facteurs génétiques, mais plutôt par la réponse des tissus mandibulaires aux facteurs de stimulation de la croissance, qui eux sont génétiquement déterminés. (4)

### 3.1.3. Courant synthétique

C'est avec le courant de pensée synthétique, harmonisant les deux grandes théories évoquées précédemment, que Van Limborgh va réussir à énoncer un consensus. Celui-ci évoqua une classification des différents facteurs responsables de la croissance, repartis en 3 familles distinctes.(1)

#### 3.1.3.1. Facteurs génétiques

Les facteurs génétiques reposent sur les instructions internes des cellules, guidant leur spécialisation et définissant la quantité de différents tissus à produire, tels que le cartilage et l'os. Ils dirigent également le mouvement des cellules grâce aux crêtes neurales.

#### 3.1.3.2. Facteurs Épigénétiques :

Les facteurs épigénétiques sont génétiquement ancrés, mais leurs effets se manifestent en dehors des cellules qui les génèrent. Certains agissent localement, telles que les protéines tissulaires, qui influent sur le développement du cartilage. D'autres agissent à distance, telles que les hormones, qui stimulent la croissance et le développement.

#### 3.1.3.3. Facteurs Environnementaux :

Les facteurs environnementaux proviennent de l'extérieur et jouent un rôle majeur dans le développement crânio-facial. À l'échelle locale, ils incluent les éléments environnants tels que les tendons, les tissus mous, le système dentaire, qui interagissent pour influencer la croissance et la fonction. À l'échelle générale, des facteurs comme la vascularisation, l'innervation et l'apport métabolique globaux façonnent le développement.(1)

### 3.2. Description de la croissance

La croissance oro-faciale est un domaine de recherche où de nombreuses théories et chercheurs ont contribué à se rapprocher au maximum de la compréhension de la réalité. Nous allons faire une description de la croissance du maxillaire et de la mandibule afin de comprendre la façon dont ces os évoluent à travers le temps, ce qui permettra de plus facilement comprendre l'intérêt des activateurs.

#### 3.2.1. Développement du maxillaire

À la différence des conceptions classique le maxillaire se développent très différemment en fonction des territoires profonds et périphériques.

Le territoire profond, que Patti nomme le « centro-face » correspond anatomiquement aux parties latérales des fosses nasales issues du chondrocrâne :

- Masses latérales de l'éthmoïde et cornets supérieurs et moyens
- Cornets inférieurs
- Lames internes des apophyses ptérygoïdes du sphénoïde

Ce noyau squelettique centro-faciale ne croît plus et ne se déplace plus à partir d'un âge estimé entre 4 à 6 ans. A l'opposé, tous les autres éléments du maxillaire, parois postérieurs (tubérositaires) et antéro-latérales des sinus maxillaires, apophyse montantes (formant ce qu'il a dénommé « exo-périface ») ont la même nature membraneuse « corticale » que les os de la voûte du crâne et se développent et se déplacent de la même façon.

Se produisent ainsi des mouvements transversaux (Fig. 3), sagittaux (Fig. 4) et verticaux qui se produisent, par déplacements des corticales antéro-latérales des sinus maxillaires et ceci sous l'influence des dents de l'arcade supérieure implantées au-dessous de ceux-ci.

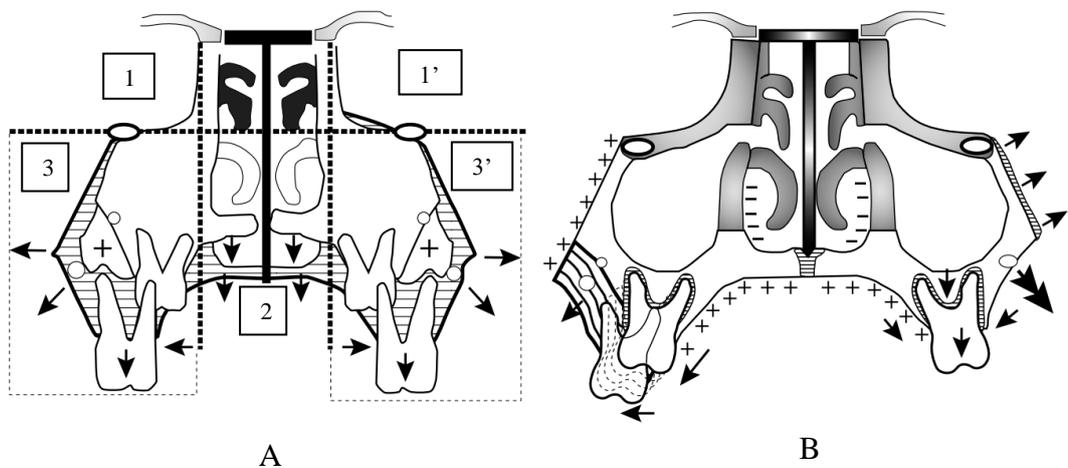
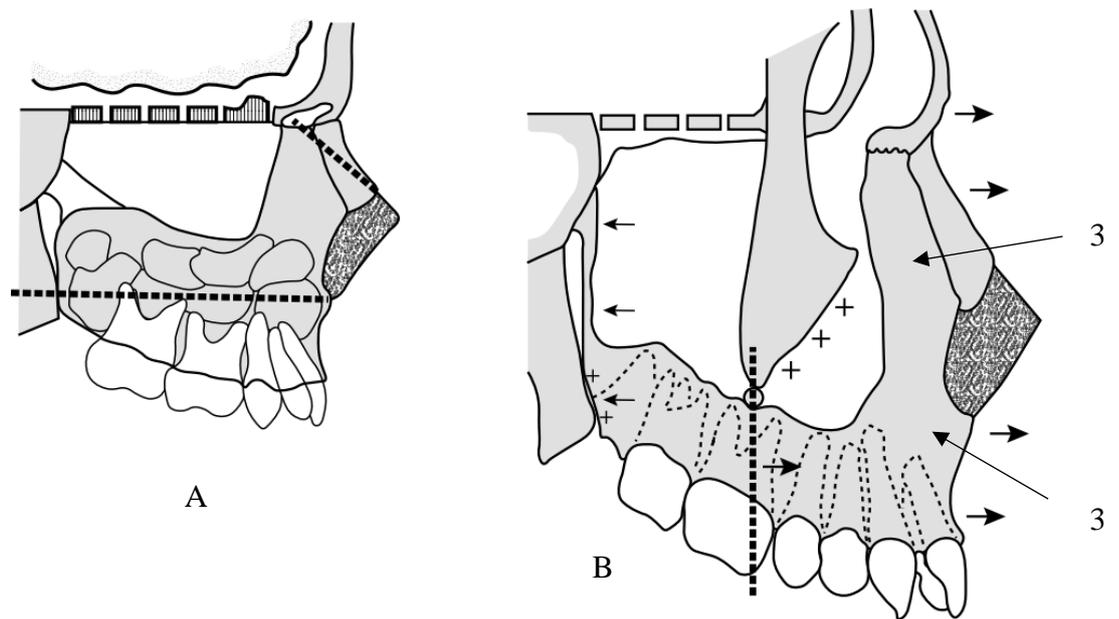


Figure 3: « Le développement transversal et vertical du maxillaire » (A) et « Représentation schématique du déplacement des implants latéraux de Björk, sans élargissements des fosses nasales (B) de 4 à 20 ans (iconographie personnelle)

A – Le territoire orbito-nasale (1), situé entre les orbites et au-dessus des plafonds des sinus maxillaires, ne s'accroît plus après 4 ans. La partie inférieure des fosses nasales (2) ne s'accroît que très peu transversalement, mais encore verticalement (par abaissement des lames palatines). Les parties inférieures et externes des territoires maxillaires (3 et 3') situées en dehors des sinus maxillaires, se développent jusqu'à l'âge adulte Avec le plancher des fosses nasales, elle font parties de l'exo-péri-maxillaire »

B – Représentation schématique du déplacement des implants latéraux de Björk, sans élargissements des fosses nasales.



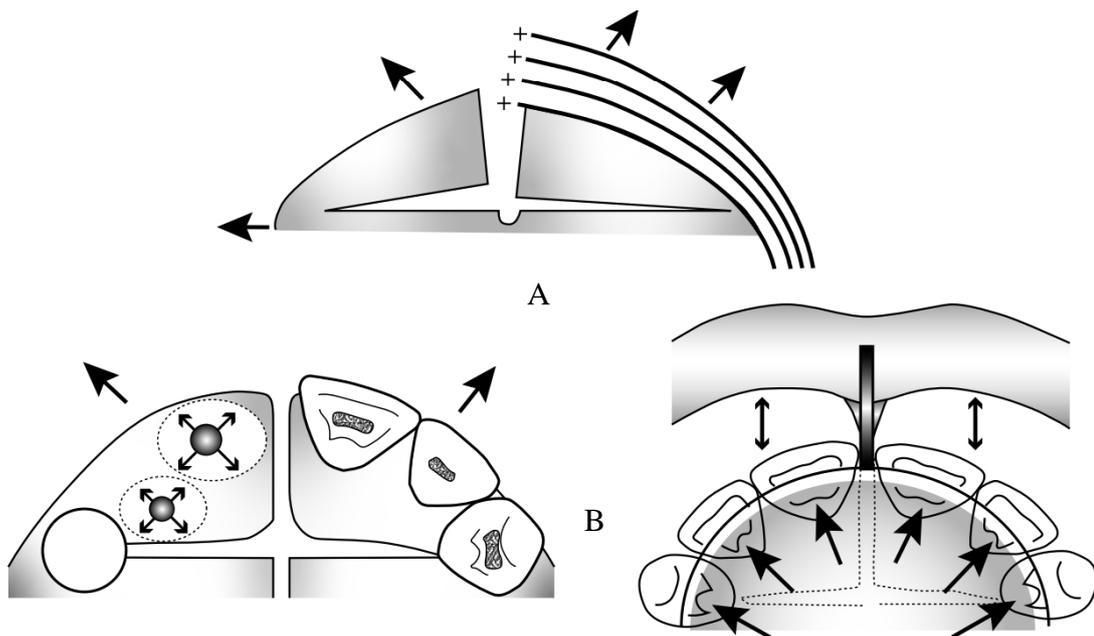
*Figure 4: Représentations schématiques des déplacements (et accroissement) sagittaux et verticaux du maxillaire (de 4 à 20 ans) jusque 6-7 ans (A) et après 6-7 ans (B) (iconographie personnelle)*

- A- Jusqu'à 6-7 ans (période de denture temporaire) déplacement du bloc fronto-maxillaire
- B- Après 6-7 ans (période de denture permanente) déplacements des corticales antérieures du maxillaire (parois antérieures des sinus maxillaires)

Au niveau antérieur de l'exo-périface se trouve l'os intermaxillaire ou prémaxillaire. Son développement :

- Résulte essentiellement de mouvements d'ouverture « en éventail » (vers l'avant) d'abord de chaque héli-prémaxillaire (dans le très jeune âge), puis de ses corticales antéro-externes, avec distension de la suture inter-incisive médiane (Fig. 5)
- Se poursuit jusqu'à la fin de l'éruption des incisives latérales supérieures (et même, quoique plus lentement, des canines permanentes).

Parmi les agents responsables de ce développement, les forces occlusales et linguales appliquées sur la face palatine de la région incisive supérieure, ont le rôle essentiel.



*Figure 5: Mouvements du prémaxillaire (A) et agents de ces mouvements (B).  
(iconographie personnelle)*

A- Les mouvements prémaxillaires (facteurs de son accroissement) :

- a- déplacement externe de l'hémi-maxillaire
- b- rotation externe de l'hémi-prémaxillaire
- c- déplacement en avant et latéralement des corticales antéro-externes
- d- ossification suturale médiane.

B- Les agents de ces mouvements :

- 1 - expansion des bourgeons incisifs (temporaires et permanents)
- 2 - forces occlusales provenant des incisives et canines inférieures
- 3 - poussées linguales
- 4 - activation de la suture inter-incisive médiane par le septum celluleux (« frein ») médian de la lèvre supérieure
- 5 - actions labiales (pressions-tractions).

Les flux piézoélectriques qui en émanent contribuent à développer et avancer les parties antérieures (corticales) du maxillaire, jusqu'aux sommets de ses apophyses montantes et aux corticales antérieures du frontal.

La croissance du maxillaire est essentiellement de type cortical. Ceci explique le rôle fondamental des fonctions oro-faciales dans son développement, en particulier celui de la manducation, dont les forces agissent directement sur les éléments dentaires supérieurs.

### 3.2.2. Croissance de la mandibule

La croissance de la mandibule est complexe et comprend trois mécanismes distincts :

- Croissance suturale : Ce mécanisme implique la synchondrose symphysaire, dont l'activité cesse avant la fin de la première année de vie.
- Croissance cartilagineuse : Au niveau du cartilage condylien, la croissance se produit par ossification enchondrale, contribuant ainsi à l'allongement de la branche montante de la mandibule.
- Croissance remodelante : La mandibule est recouverte d'un périoste vascularisé qui suit un modèle de croissance osseuse de type membraneux, caractérisé par des processus d'apposition et de résorption osseuse.

#### 3.2.2.1. Croissance post-natale

La croissance de la mandibule s'effectue dans trois directions spatiales distinctes :

1. En largeur : Initialement influencée par la synchondrose symphysaire au cours des premiers mois de la vie, la croissance en largeur de la mandibule est principalement le résultat de l'allongement vertical et postérieur de la mandibule. En d'autres termes, les condyles se déplacent vers le haut et vers l'extérieur.
2. En hauteur : Cette dimension de croissance est liée à plusieurs éléments, notamment le condyle mandibulaire, le bord supérieur des processus alvéolaires et le bord inférieur de la mandibule.
3. En longueur : La croissance en longueur se produit principalement au niveau de la symphyse mentonnière, de la branche montante de la mandibule (en particulier au niveau de son bord postérieur) et du condyle mandibulaire.

### *3.2.2.2. Croissance de la branche montante*

La branche montante de la mandibule connaît un épaississement tout en se déplaçant vers l'arrière pour plusieurs raisons :

- Il y a une résorption de son bord antérieur, permettant ainsi l'espace nécessaire à l'éruption des dents.
- En parallèle, il y a une apposition sur son bord postérieur, favorisée par le périoste qui l'entoure.

La branche montante s'allonge principalement grâce à la croissance condylienne, qui se produit vers le haut et vers l'arrière pour maintenir la position relative des condyles par rapport aux cavités glénoïdes et de la mandibule par rapport au maxillaire.

Des moyennes de taux de croissance condylienne ont été établies en hauteur : 3mm par an en période juvénile, 1.5mm par an en prépubertaire, 5.5mm par an en période pubertaire.

Selon Bjork, le condyle subit une croissance vers l'arrière de 2.5mm par an, vers l'extérieur de 1mm par an et par condyle, et finalement, la distance entre les deux condyles augmente de 2mm par an.

Le col du condyle subit une réduction de son diamètre en raison de la résorption de sa face externe et de l'apposition d'os nouveau sur sa face interne.

L'apophyse coronoïde, quant à elle, est pratiquement inexistante à la naissance et se développe sous l'effet de la traction exercée par le muscle temporal lors du développement de la fonction masticatoire. Sa croissance s'effectue vers le haut, vers l'arrière et vers l'intérieur, grâce à une apposition sur sa face interne et une résorption sur la face externe.

### *3.2.2.3. Croissance de la branche horizontale*

L'allongement du corps mandibulaire résulte de la résorption du bord antérieur de la branche montante, créant ainsi de l'espace pour l'éruption des molaires. Ce processus se poursuit tardivement, jusqu'à l'éruption des dents de sagesse.

Sur la face interne de la branche horizontale, on observe une apposition osseuse, à l'exception du trigone rétro-molaire et de la région située sous la ligne mylo-hyoïdienne, où une résorption osseuse se produit.

En revanche, la face externe de la mandibule est principalement le lieu d'apposition osseuse.

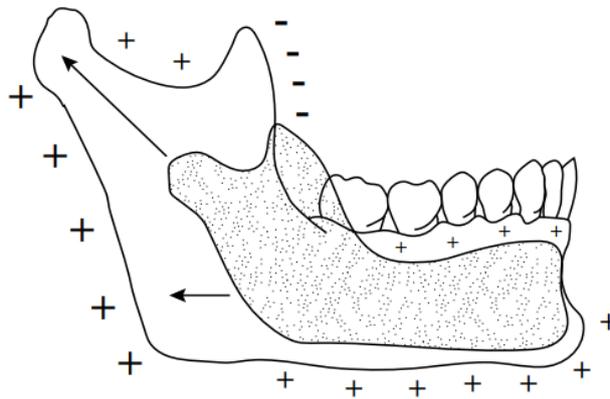


Figure 6: Schéma de croissance de la branche horizontale de la mandibule (illustration personnelle)

### 3.2.2.3. Croissance du menton

La proéminence du menton commence à se développer dans la période post-natale. Elle est le résultat d'un dépôt périosté autour de la base et du sommet du menton, associé à un recul des processus alvéolaires.

### 3.2.2.4. Direction de la croissance mandibulaire

Bjork identifie trois types de direction de croissance mandibulaire en fonction des formes mandibulaires observables sur les téléradiographies de profil :

- Un type de rotation mandibulaire antérieure, où la direction de croissance est plutôt horizontale.
  - Un type de rotation mandibulaire moyenne.
  - Un type de rotation mandibulaire postérieure, où la direction de la croissance est plutôt dirigée vers l'arrière.
- **Signe de rotation antérieure :**
    - Condyle dirigé verticalement.
    - Col du condyle épais.
    - Branche montante longue et large.
    - Courbure antégoniaque légère ou absente.
    - Symphyse mentonnière épaisse (en bulbe d'oignon) et à axe orienté vers le haut et en avant.
    - Bord inférieur de la mandibule horizontal.

- Canal dentaire courbe.
  - L'angle inter-incisif augmenté.
  - Étage inférieur de la face diminuée.
- Signe de rotation postérieure :
    - Condyle dirigé en arrière.
    - Col du condyle fin.
    - Branche montante étroite et courte.
    - Forte courbure antégoniaque.
    - Symphyse fine (en goutte d'eau) à grand axe incliné en haut et en arrière.
    - Bord inférieur de la mandibule dirigé vers le bas.
    - Canal dentaire rectiligne.
    - Angle inter-incisif fermé.
    - L'étage inférieur de la face augmenté. (3-6)

## 4. Descriptions et caractéristiques des activateurs de classe II

### 4.1. Les activateurs monoblocs rigides

Ce sont les premiers appareils appelés « monobloc », inventés par Pierre Robin au début du XX<sup>e</sup> siècle. Ils sont rigides et indéformables et possèdent une interposition de résine qui dicte à la mandibule une position de morsure isométrique. Ils permettent de fixer la position de la mandibule en propulsion, permettant ainsi l'effet d'activateur. Graber et Neumann ont appelé ces appareils « activateur myodynamique » de par leur fonction de propulsion mandibulaire. Ces dispositifs, induisent des effets parasites tels que la rotation horaire des constituants squelettiques et dentoalvéolaires du maxillaire. Il est ainsi possible de les contrer via l'utilisation de force extra-orale. L'effet activateur permet des effets opposés à celle du maxillaire, notamment un allongement sagittal de la mandibule. (4)

#### 4.1.1. Monobloc de ROBIN

L'appareil de référence est le monobloc de Robin qui correspond à un bloc de résine autopolymérisable épousant la partie interne du maxillaire et de la mandibule et construit en propulsion.

Le mode de fonctionnement du monobloc de Robin se base comme suit : il est composé d'une seule pièce, le patient ne peut mordre uniquement qu'en propulsant la mandibule. De plus les ailettes obligent la langue à se maintenir au palais. La présence du faux palais et de volets sublinguaux vont permettre à la langue de décoller à la déglutition.

**A****B****C**

*Figure 7: Monobloc de Robin (vue du côté droit « A », vue de côté gauche « B », vue de face « C »). Courtoisie du Dr Hélène Lecocq*

**Le port :** 12-14h/ jour pendant 6 à 12 mois

**Avantages :**

- Esthétique : peu visible et rétablit un bon équilibre de la face
- Fonctionnel : facilite la rééducation de la ventilation
- Thérapeutique : potentialise la croissance mandibulaire via la propulsion induite par l'activateur.

**Inconvénient :**

- L'appareil représente un volume conséquent et demande un port fréquent ce qui en fait un appareil peu confortable.

**Indications :**

- La classe 2 division 1 sans DDA
- Supraclusion
- Classe 2 squelettique (6)

**Contre-indications :**

- Infraclusion
- Rotation mandibulaire postérieure
- DDA
- Prédisposition à la résorption radiculaire (7)

**Gain de classe 2 (alvéolaire et/ou osseuse)**

Il y a une très légère tendance du point A dans l'angle SNA à être en retrait après le port de l'activateur, mais ce n'est pas statistiquement significatif.

Il y aurait un gain de 1° face à la croissance mandibulaire par rapport à l'angle SNB, montrant une légère avancée du point B, mais ce n'est pas statistiquement significatif (l'avancée du point B est presque égale au niveau du groupe contrôle).

**Inclinaison incisive**

Lors du port de l'activateur, la supraclusion a été réduite de 5.7 mm en moyenne, et après la fin de phase de port de l'activateur, une rechute de 1.2 mm a été observé, tandis que le groupe contrôle n'a aucune différence avant après. Ces différences entre les groupes sont hautement significatives.

De plus, les incisives mandibulaires se sont inclinées antérieurement mais se sont remises à leur place d'origine à la fin de phase de port de l'activateur. Il n'y a donc pas de changement, et on peut dire que l'acrylique est un bon matériau pour contrôler l'inclinaison axiale des incisives mandibulaires (8).

**4.1.2. L'activateur d'Andresen**

Il s'agit d'un activateur rigide, un dispositif monobloc en résine qui comprend :

- Une plaque de base maxillaire qui est en contact avec le palais et s'étend jusqu'à la face palatine des dents maxillaires.
- Une plaque de base mandibulaire qui recouvre la face linguale des dents mandibulaires et descend le long des processus alvéolaires linguaux, formant ainsi des ailettes linguales.
- Une interposition de résine qui relie ces deux plaques, et qui est construite à partir d'une cire prélevée en position de propulsion mandibulaire.
- Un bandeau vestibulaire maxillaire avec deux quadrangles de part et d'autre de la région des canines.

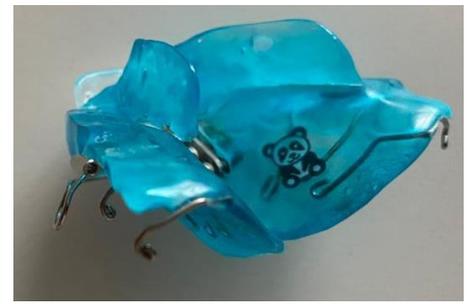
- Un vérin médian qui permet l'expansion transversale.(9)



A



B



C

*Figure 8: Activateur de Robin (vue de côté gauche « A », vue linguale « B », vue de derrière « C »). Courtoisie du Dr Ghyslaine Royer-Grohens*

#### **Indications :**

- Classe II squelettique (mandibulaire ou mixte)
- Hypodivergence, mésodivergence ou pseudo hyperdivergence
- Pas de DDA ou linguoversées
- Vestibuloversion des incisives maxillaires

#### **Fonctionnement :**

Cet activateur permet à la fois des effets orthopédiques et orthodontiques. Il place la mandibule en hyperpropulsion.

De part cette hyperpropulsion, la position engendrée permet une contraction des muscles ptérygoïdiens latéraux, stimulant ainsi l'activité des centres de croissance de la mandibule. Cela met également la mise en tension des muscles rétropulseurs ; cela provoque une force inverse qui fait reculer la mandibule, qui elle-même est transféré au maxillaire via l'activateur, freinant ainsi la croissance dans le sens sagittal du maxillaire.

L'activateur d'Andresen permet ainsi une certaine stimulation de la croissance mandibulaire mais aussi réduit la croissance du maxillaire.

L'effet orthodontique n'est pas à négliger également, considéré comme un effet parasite :

- Au niveau maxillaire, linguoversion des incisives
- Au niveau mandibulaire, vestibuloversion des incisives

**Contre-indications :**

- Sujets non coopérants
- Gros cas de DDA ou extraction
- Hyperdivergent
- Difficultés respiratoires
- Hypotonicités musculaires (4)

**4.2. Activateur élastique ou composite**

Ils permettent une liberté de mouvement en propulsion du fait de leur flexibilité, de leur élasticité. Ils comportent plusieurs pièces solidarisées ou guidées par des fils orthodontiques.

Les appareils de Bimler, le Kinetor de Stockfish, les régulateurs de fonction de Fränkel font partie de cette famille et, parmi les derniers arrivés, l'appareil de Bass.

**Physiologie du complexe orofacial**

Fränkel adhère au concept « d'espace fonctionnel ».

Le complexe oro-facial est une aire multifonctionnelle très complexe qui intéresse le système digestif et le système respiratoire ; il nécessite une perméabilité fonctionnelle des espaces oraux et nasopharyngés.

C'est le comportement fonctionnel des muscles des capsules qui influence le développement des espaces fonctionnels.

Les attitudes posturales de ces muscles conditionnent l'espace autour des dents. La capsule péri-orale des tissus mous joue un rôle morphogénétique sur le développement des structures dures qu'elle entoure. Ce qui fait dire à Fränkel qu'il faut tenir compte des problèmes neuromusculaires, mais aussi des conditions d'espace.

La fonction correcte de la compétence de la valve antérieure dépend de l'équilibre postural entre les muscles disposés circulairement autour de la bouche.

Pour que s'établissent les conditions physiologiques dans la région oro-faciale, il faut :

- des conditions d'espace physiologique dans la cavité orale et nasopharyngée ;
- l'acquisition et la maturation de modèles physiologiques dans l'attitude posturale de la musculature oro-faciale durant l'enfance ;
- le fonctionnement correct des diverses valves dans la région oro-faciale en particulier la création d'une compétence orale correcte.

En cas de désordre spatial, il y a un développement dysharmonieux de la partie inférieure de l'espace fonctionnel oral, et la mandibule ne peut pas bouger dans la direction antérieure, avec comme conséquence une rétrusion mandibulaire

Le but du traitement fonctionnel consiste à rétablir les conditions spatiales physiologiques dans la partie inférieure de l'espace fonctionnel oral, et une compétence antérieure correcte.

Dans l'évaluation des conditions spatiales de la cavité orale, il ne faut pas négliger l'importance physiologique de la pression atmosphérique. (4)

#### 4.2.1. Correcteur de fonction de Fränkel

C'est un appareil qui traite les désordres fonctionnels associés aux malformations dento-squelettiques plutôt que les malpositions des dents et du tissu squelettique. Il agit comme instrument d'exercice orthopédique pour éliminer le déséquilibre postural entre les groupes de muscles élévateurs et abaisseurs, et l'hypotonie du muscle orbiculaire.

Le régulateur de fonction s'occupe non seulement du comportement perturbé de la musculature mais aussi des problèmes liés aux « espaces fonctionnels ».

Appareil amovible fonctionnel appelé « régulateur de fonction » qui présente :

- Un arc transpalatin pour empêcher les incisives maxillaires de se palatiniser.
- Un arc vestibulaire qui transmet la force des muscles oro-faciaux aux dents.
- Un écran lingual avec résine et boucles sur les faces linguales des incisives ; il permet de corriger la mauvaise attitude posturale des muscles élévateurs de la mandibule par une gymnastique forcée.

- Des écrans vestibulaires latéraux, cela permet de maintenir les muscles péri-buccaux à distance et supprime les forces de pression sur le vestibule, cela augmente l'espace dynamique pour faciliter l'éruption dentaire.
- Des pelotes labiales pour pousser l'orbiculaire des lèvres, permettant une stimulation par contraction de celui-ci.
- Un bandeau labial
- 2 boules canines afin de stabiliser l'appareil



A



B

*Figure 9: photo d'un correcteur de fonction de Fränkel (vue de côté gauche « A », vue de face « B »). Courtoisie du Dr Sabine Samain*

**Avantage** : le port principalement nocturne.

**Inconvénient** : inclinaison des incisives mandibulaires en avant à cause des fils de repos linguaux qui viennent interférer à cause du changement d'occlusion. (10)

**Indications** : il existe quatre versions de régulateurs de fonction :

- 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.

**Gain de classe 2**

- Aucune différence de mouvement sur la 1ère molaire maxillaire
- Élongation de distance entre les points Co et Gn de 1,7 mm (13)

### **Inclinaison incisive**

Recul de 0.1 mm des incisives maxillaires avec le Fränkel

Gain de 0.5 mm en avant sur les incisives mandibulaires par rapport au contrôle (13)

#### 4.2.2. Bionator de Balters

Dit monobloc ouvert ou toute la surface du palais est dégagée. L'ouverture de l'arc palatin est vers l'avant. Conçu en 1950, il est peut-être l'un des activateurs les plus utilisés par les orthodontistes. Cet appareil est un Andresen très allégé, moins encombrant et plus élastique. Ces caractéristiques en facilitent l'utilisation pendant la journée

Il est formé par :

- Un bloc de résine entre les arcades
- Un bandeau vestibulaire
- Une anse palatine
- Des écrans vestibulaires et/ou linguaux qui peuvent être rajoutés.

#### **Fonctionnement :**

Le Bionator est conçu pour guider la langue vers une position plus antérieure. Cela est dû, d'une part, au repositionnement en avant de la mandibule, ce qui augmente le volume de la cavité buccale, et d'autre part à la stimulation de l'anse palatine.

Dans le cadre de ce dispositif, le palais est libéré de la résine et est remplacé par une barre palatine de stabilisation, favorisant ainsi le contact proprioceptif avec la langue. Les écrans vestibulaires latéraux ont pour rôle d'éloigner les joues de la denture, tandis que l'arc vestibulaire antérieur facilite la fermeture des lèvres.

Le repositionnement antérieur de la mandibule jusqu'à un contact incisif bout à bout, les écrans vestibulaires latéraux et l'arc vestibulaire antérieur permettent d'augmenter l'espace dynamique de la cavité orale, en amenant le dos de la langue en contact avec le palais mou. Cela favorise également la création d'un joint périphérique antérieur labial.

Il est important de noter que le plan de morsure prescrit par Balters ne permet pas de varier verticalement la position de la mandibule en fonction de la typologie et de la direction de

croissance. L'objectif de cet appareil n'est pas d'activer les muscles, mais plutôt d'harmoniser l'activité musculaire en éliminant les facteurs fonctionnels perturbateurs, potentiellement nuisibles pour un développement harmonieux du type de croissance spécifique.

Le Bionator peut être considéré comme un appareil intermédiaire, se situant entre l'activateur d'Andresen et les appareils élastiques ou composites, tels que les régulateurs de fonction de Fränkel. (4)

### **Avantage**

- Stimulation de la langue vers l'avant, il permet l'élargissement de la cavité buccale et le développement de ses fonctions.

### **Inconvénient**

- Difficile à gérer

### **Indications**

- Classe 2 div 1
- Arcades dentaires correctement alignées.
- Mandibule en rétroposition fonctionnelle.
- Décalage squelettique peu important.
- Présence de vestibulo-version des incisives supérieures.

### **Contre-indications**

- Classe 2 due à une promaxilie (proéminence excessive de la mâchoire supérieure).
- Typologie hyperdivergente
- Vestibulo-version des incisives inférieures.(4)

### **Gain de classe II**

Il y a changements significatifs de la forme mandibulaire caractérisés par un déplacement vers l'avant et vers le bas associé à un allongement de la mandibule. La quantité de gain n'est cependant pas notifié dans les études (11)

### **Inclinaison incisive**

À court terme il est montré une rétroalvéolie des dents maxillaires, cependant aucun changement alvéolaire significatif n'a été détecté après la fin du traitement. (12)

#### 4.2.3. Gebissformer de Bimler

L'activateur de Bimler est un appareil myodynamique qui agit essentiellement sur l'activité musculaire qu'il engendre et sur la position et la fonction linguale.

Il se compose en 3 parties :

- Une partie mandibulaire :
  - Deux arcs labiolinguaux droite et gauche
  - Un écran labial préincisif en résine où le bord libre incisif vient se poser
  - Une boucle rétroincisive qui permet le positionnement et le guidage tant en direction sagittale que latérale de la mandibule.
- Une partie maxillaire
  - Un arc vestibulaire dont les extrémités distales se terminent dans deux ailerons palatins en résine

Les extrémités distales des arcs labiolinguaux inférieurs assurent un lien postérieur entre les deux ensembles de l'appareil.

#### **Mode d'action**

Grâce à son armature flexible, il permet et encourage les mouvements de latéralité mandibulaires, cela permet un développement plus harmonieux.

De plus, cet activateur permet de stimuler de manière « physiologique » la mandibule dans les 3 sens de l'espace.

#### **Avantages**

- Port uniquement nocturne
- Mouvement mandibulaire libre sans restriction
- Force légère et continue
- Effet plus rapide

#### **Inconvénient**

Du fait de la vitesse d'obtention des résultats, on obtient plus de résultat orthodontique qu'orthopédique.

## Indications

Il y a 3 différents types de Gebissformer de Bimler avec chacun leur indication spécifique :

- Le type A : le standard, principalement utilisé dans le cas des incisives maxillaires en proalvéolie (classe II division 1)
- Le type B : pour les cas où les incisives maxillaires sont en rétroalvéolie (classe II division 2)
- Type C : Pour les articulés incisifs inversés (classe III) (9)

### 4.2.4. Kinetor de Stockfish

Développé par Hugo Stockfish en 1952 est un activateur constitué d'une combinaison de principes fonctionnels variés, notamment de vis et de ressorts ; il peut être élargit dans les 3 sens de l'espace. (13)

L'appareil se compose de deux éléments : une plaque palatine et une plaque mandibulaire, chacune équipée d'un vérin si nécessaire. Ces deux éléments sont reliés de chaque côté par une grande boucle élastique constituée d'un fil assez épais, positionnée le long de la joue et du fond du vestibule. Ces deux boucles sont insérées entre les canines et les prémolaires sur les quatre hémis-arcades. Cette configuration permet aux deux appareils de générer à la fois une force propulsante et rétropropulsante, ce qui résulte en une action mixte, combinant des aspects orthopédiques et orthodontiques. De plus, cette conception prend en compte les mouvements de latéralité.

Il a ainsi 2 plaques acryliques actives, reliées par un arc appelé Loop Kinetor, des tubes en plastiques entre les plaques haut et bas, dans la zone où les plaques sont en relation entre elles ; cela permet ainsi une stimulation de la morsure.

### Avantage

L'avantage de cet activateur repose sur les tubes en plastiques au niveau de la zone d'occlusion permettant une stimulation de la mastication.

### Inconvénient

Les arcs de connexion se cassent régulièrement et les tubes en plastique peuvent se déplacer, ils peuvent être avalés.

## Indications

- Infraclusion
- Surplomb important
- Hypofonction masticatoire

### 4.2.5. Appareil de Bass

L'appareil de Bass, introduit par Neville M. Bass en 1987 est un type de combinaison activateur-casque, sa particularité dans l'utilisation de butées de propulsion mandibulaire modulables. Cela permet au patient de propulser sans se blesser.

Il est composé d'une partie maxillaire et d'une partie mandibulaire.

- La partie maxillaire est équipé d'un vérin d'expansion ainsi que de crochets Adams au niveau des premières molaires.

De plus, des coussinets linguaux permettant l'amélioration de la croissance de la mandibule sont insérés dans l'attelle, portant aussi des écrans latéraux et labiaux pouvant se détacher.

- La partie mandibulaire peut avoir 2 types :

→ Sur gouttière :

La rétention se fait via des crochets Adams sur les 1ères molaires ou même les secondes. Une plaque acrylique mandibulaire recouvre les incisives inférieures afin d'améliorer la rétention de l'activateur, permettant ainsi le contrôle du basculement des dents où se trouve la courbe de Spee. Enfin, les incisives inférieures ne doivent pas être recouverte.

Épauls acryliques : mésiales de 3 mm de profondeur aux premières molaires. Celles-ci entrent en contact avec le ressort vertical sur la plaque supérieure pour régler la position antérieure sur la mandibule.

Un lip bumper peut être ajouté via des tubes buccaux, si un ancrage plus bas ou une correction des tissus mou est nécessaire, par exemple avec une lèvre inférieur fine.

→ Sur bague :

La partie mandibulaire fixe ressemble à un arc lingual standard avec scellement de bagues au 1ères molaires mais avec des « épauls » pliées aux bagues.

**Fonctionnement :**

Élargissement de l'arcade maxillaire grâce au vérin, permettant un gain d'espace en longueur de l'arcade, facilitant l'alignement dentaire et empêchant l'articulé croisé.

Le ressort de serrage antérieur empêche le basculement et produit un mouvement des incisives.

Une face rigide sur la plaque palatine permettant de retarder la croissance maxillaire et de contrôler son développement vertical.

Des écrans buccaux sont intégrés pour améliorer le confort des tissus mous.

L'avancement mandibulaire est obtenu grâce à la projection verticale d'un ressort dans la première zone molaire, engageant ainsi les "épaules linguales" sur la composante mandibulaire. Ce contact avec l'épaulement empêche la mandibule de retomber en arrière et tente de la maintenir en protrusion, ce qui correspond à une relation centrée vers l'avant d'environ 3 à 4 mm.

Cette projection est située du côté lingual des dents, ce qui évite toute interférence occlusale, prévenant ainsi toute augmentation indésirable de la hauteur faciale inférieure qui pourrait survenir avec l'utilisation d'un appareil orthopédique.

**Avantages**

- Harmonisation des traits du visage
- Equilibre des fonctions ora-faciales
- Aplatissement de la lèvre supérieur par rétraction évité
- La phase orthopédique ne dure que 10 mois

**Indication :**

Patient en malocclusion squelettique de classe II pour permettre une amélioration de l'apparence du visage et corriger rapidement la classe II dentaire. (14,15)

### 4.3. Activateur propulseur à butée

Des dispositifs qui propulse la mandibule par un guidage mécanique d'éléments maxillaire et mandibulaire en la contraignant à avancer lors du mouvement de fermeture.

#### 4.3.1. Bielle de Herbst

Décrit en 1905 au congrès dentaire de Berlin par Emil Herbst.

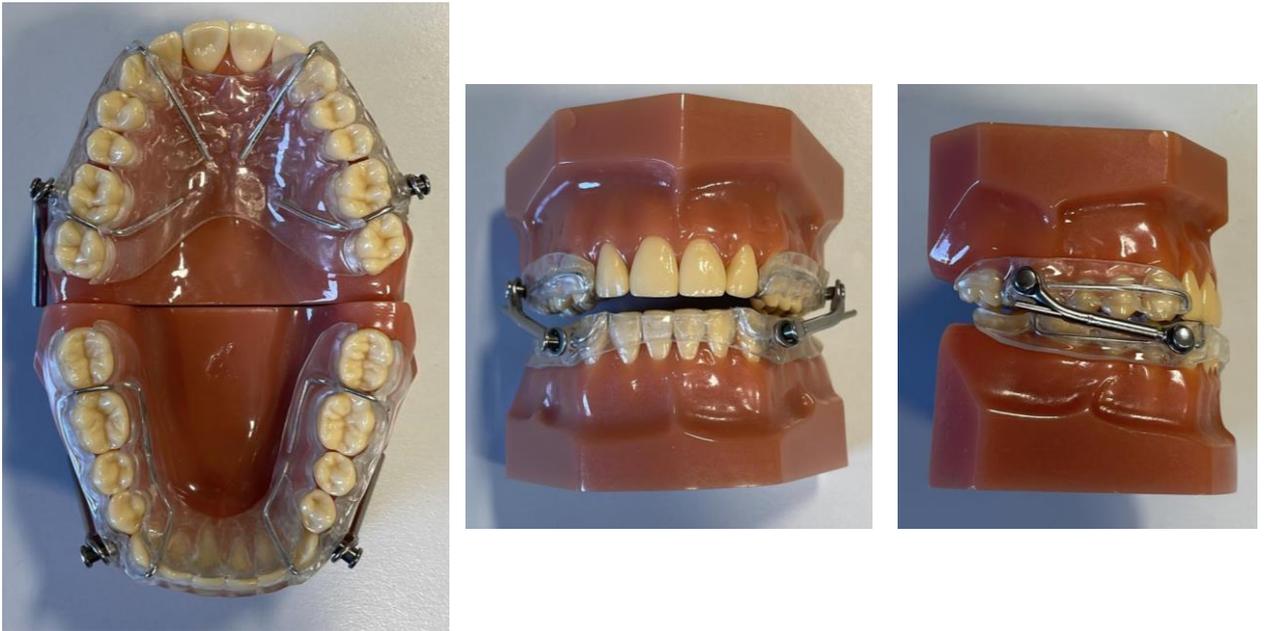
On peut définir la bielle de Herbst comme étant une articulation artificielle entre le maxillaire et la mandibule qui, grâce à un système coulissant télescopique à butée (tube maxillaire et piston mandibulaire), maintient la mandibule en position propulsée. C'est donc un tube dans lequel vient glisser une tige, le tube allant taper en butée sur la rotule.

Il y a ainsi 2 grandes familles :

- Les appareils fixes avec notamment les bielles de Herbst sur bagues.
- Les appareils amovibles comme par exemple les bielles de Herbst sur gouttières.

Les bielles de Herbst sur gouttières sont un dispositif amovible attribué à Mc Namara et Howe. Ce dispositif comprend les éléments suivants :

- Des gouttières maxillaires en résine autopolymérisable munies d'un fil métallique de renfort. Ces gouttières peuvent être totales, recouvrant l'intégralité de l'arcade, ou partielles, laissant les incisives centrales et latérales libres. Au niveau antérieur, les volets vestibulaire et lingual des gouttières doivent être positionnés le plus bas possible pour une meilleure répartition des forces exercées par les bielles sur l'arcade dento-alvéolaire.
- Des auxiliaires : des éléments additionnels tels qu'un disjoncteur, une barre transpalatine, des tubes vestibulaires peuvent être ajoutés pour permettre l'utilisation de forces extra-orales.
- Des bras télescopiques : deux bras télescopiques relient les deux gouttières. Chaque bras est constitué d'un tube, d'une bielle, de deux pivots et de deux vis.



A

B

C

*Figure 10: Bielle de Herbst sur gouttière (vue intra-buccale « A », vue de face « B », vue de côté « C »). Courtoisie du Dr Stéphane Langanay.*

#### **Fonctionnement :**

- Déplacer le maxillaire d'avant en arrière
- Déplacer la mandibule d'arrière en avant
- Modification durable de l'ATM
- Plus grand espace pour la langue
- Libération de contraintes musculaire pour la croissance des bases osseuses
- Modification notable de la forme générale de la mandibule

La quantité de propulsion initiale ne doit pas excéder 3 à 4 mm pour minimiser les effets dento-alvéolaires de l'appareil, les problèmes de mastication et les douleurs musculaires. Des tubes de 2 à 3 mm sont ajoutés au piston toutes les 6 semaines jusqu'à obtenir des rapports dentaires surcorrigés.

De plus, les traitements trop précoces par bielles sont un facteur de récurrence, de par l'occlusion post thérapeutique instable ; traiter en denture permanente permet de limiter ce facteur.

Les gouttières permettent de réduire la vestibulo-version des incisives mandibulaires, permet le contrôle molaire, et donc la dimension verticale postérieure. Cela peut facilement être géré via l'épaisseur de la résine au niveau des molaires.

**Durée de port :**

- H24 ; cela permet des résultats rapides entre 6 et 8 mois

**Indications :**

- Malocclusion de classe II avec une bonne largeur palatine
- Dysfonction des ATM

**Contre-indications :**

- Maxillaire prognathique et mandibule bien positionnée, dans ce cas-là, l'activateur entraînera une protrusion bi-maxillaire.
- Vestibulo-version des 4 incisives mandibulaires

**Avantages :**

- Fixé aux dents
- Actif 24/24h
- Ne nécessite pas la coopération du patient
- Période de traitement courte (6-8 mois)

**Inconvénients :**

- Les tiges latérales sont assez inconfortables et peuvent provoquer une irritation de la joue, il est recommandé aux patients de dormir sur le dos
- Le retrait de l'appareil de Herbst est une autre situation qui peut prendre du temps. (16)

**Gain de classe 2**

Ainsi, l'amélioration de la relation occlusale est un résultat combinant des mouvements dentaires et squelettiques. La correction de la classe II molaire est d'en moyenne de 6.7 mm. Cela comprend

une augmentation de la longueur mandibulaire de 2.2 mm, un mouvement distal des molaires maxillaires de 2.8 mm et 1 mm de mouvement mésial des molaires mandibulaires. De plus, le surplomb a été corrigé de 5.2 mm, principalement grâce à l'allongement mandibulaire de 2.2 mm mais également du mouvement mésial des incisives mandibulaires. (17)

Dans le groupe contrôle, les molaires maxillaires se sont mésialisées de 1.3 mm, sur 1 année. Le mouvement inverse a été observé sur le groupe avec les bielles de Herbst, où les molaires maxillaires se sont distalisées de 1.4 mm, provoquant une différence de 2.7 mm par an dans les positions des 1ères molaires maxillaires.(18)

### **Inclinaison incisive**

Une différence significative sur les activateurs de Herbst et Fränkel ont été observées comparée au contrôle : sur le groupe contrôle il y a eu un mouvement antérieur de 0.9 mm/an par rapport au point Pt, le groupe fränkel avait une mesure de -0.1 mm/an et le groupe Herbst avait 0.5mm/an.

La bielle de Herbst permet ainsi un gain de 2 mm en avant des incisives mandibulaires par rapport au groupe contrôle. (21)

#### 4.3.2. PUL

Le Propulseur Universel Light, ou PUL, est un Harmoniseur multifonctions 4D (sagittale, transversale, verticale et fonctionnelle) bénéficiant des dernières avancées techniques. Il s'agit d'un appareil discret offrant une grande liberté de mouvement à l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) et à son ménisque, tant en latéralité qu'en rétroposition grâce aux ressorts mandibulaires.

Chaque déglutition (environ 2000 par jour) permet au couple condyle-ménisque de se repositionner dans sa cavité glénoïde, préservant ainsi une ATM fonctionnelle, réduisant la tension ligamentaire et minimisant le risque d'inflammation, favorisant ainsi une meilleure croissance condylo-mandibulaire. L'adaptation à cet appareil est rapide.



*Figure 11: Propulseur Universel Light. Courtoisie du Dr Sabine Samain*

#### **Fonctionnement :**

- Patients jeune à croissance hyperdivergente avec multi déficiences fonctionnelles telles que respiratoire, linguale, labiale et masticatoire.

La propulsion de la mandibule permet une occlusion labiale et augmente l'espace pharyngé et de ce fait il y aura une amélioration de la respiration nasale pendant la journée et pendant la nuit (permet une réduction des risques d'apparition de l'apnée du sommeil).

- Permet un rétablissement du contact occlusal postérieur, donc amélioration de la mastication.

La base de la langue se place en haut et en arrière avec amélioration de la fonction linguale (position et déglutition) et correction naturelle des béances.

Le Propulseur Universel Light (PUL) permet de passer d'une occlusion hyperdivergente à une occlusion normodivergente, offrant plusieurs avantages, notamment chez les patients en denture mixte présentant une croissance méso ou hypodivergente :

- La propulsion mandibulaire, associée à une désocclusion postérieure, modifie la direction des fibres musculaires temporo-massétérides, ce qui entraîne une égression naturelle des molaires, une réduction de la supraclusion et une correction rapide de la classe II.

Le PUL présente plusieurs avantages :

- Meilleure coopération du patient : il est esthétique, confortable, peu encombrant et peut être porté en continu.
- Physiologique : la propulsion mandibulaire est douce, grâce aux ressorts intégrés amortisseurs qui préservent la liberté de mouvement des articulations temporo-mandibulaires (ATM) en latéralité et en rétropropulsion.
- Universel : il convient à toutes les typologies faciales, en particulier pour les patients hyperdivergents.
- Multi-actions : grâce à son armature soudée au laser et à son design, il peut accueillir différents accessoires permettant de traiter simultanément les aspects sagittaux, transversaux, verticaux et fonctionnels, réduisant ainsi le temps de traitement. C'est pourquoi on le qualifie de PUL multi-actions pour les anomalies de classe II, classe III et en contention 4D anti-récidive.(19)

**Inconvénients :**

- Appuis sur les dents et la gencive, l'appareil peut créer les desmodontites et douleurs gingivales constatées au réveil
- Le temps de confection de l'appareil
- C'est un appareil amovible totalement dépendant de la coopération du patient
- Une 2ème phase plus tardive par appareil orthodontique fixe multi attaches de finalisation est néanmoins nécessaire afin de parfaire l'alignement des axes dentaires et le nivellement des arcades.
- Prix relativement élevé

**Indications**

- Port continu
- Classe 2 avec surplomb de moins de 8mm

## 4.3.3. Twin Block

C'est un activateur relativement récent, élaboré par William Clark en 1997.

Il est constitué de 2 blocs de résine, un au maxillaire et l'autre à la mandibule, incrémentés dans des plaques amovibles qui tiennent par :

- Un bandeau vestibulaire
- Un crochet boule et crochet d'Adam

Son fonctionnement repose sur l'articulation des blocs de résine inclinés en avant à 45°, ce qui permet une propulsion mandibulaire pouvant aller de 5 à 7 mm ainsi qu'une ouverture de 4 à 5mm.

Il force ainsi la propulsion de la mandibule et à sortir la langue.

**Indications :**

- Denture permanente et croissance active
- Surplomb augmenté avec recouvrement augmenté (supraclusion) ou non
- Arcade bien développée sans DDA
- Amélioration de l'esthétique faciale une fois que la mandibule est avancée en classe I

**Contre-indications :**

- Classe II squeletique avec prognathie maxillaire
- DDA
- Vestibulo-version des incisives mandibulaires

**Avantages :**

- Confortable et esthétique
- Aucune interférence avec les fonctions oro-faciales
- Peut traiter une asymétrie faciale

**Inconvénients :**

- Rotation du plan maxillaire dans le sens horaire
- Augmentation de la dimension faciale
- Augmentation limitée de la croissance mandibulaire
- Vestibulo-version des incisives inférieurs

Il doit être porté 12h par jour. (20)

#### 4.3.4. Le « trois pièces » de Château

Cet appareil permet le traitement de toutes les classes II sans supraclusion incisive.

Comme son nom l'indique, il est composé de trois pièces principales :

1. Une plaque palatine avec des tubes porteurs d'accessoires et un vérin médian.
2. Une plaque mandibulaire simple avec un arc vestibulaire et des crochets cavaliers.
3. La troisième pièce est l'agent propulseur par butée, également connu sous le nom d'arceau propulseur amovible. Il s'agit d'un fil d'acier de 0,5 mm de diamètre, en forme de W, dont les branches terminales s'insèrent dans les tubes médiaux (internes) de la première pièce. Sa partie médiane en forme de "V" avec une pointe vers le bas est positionnée derrière la symphyse de la plaque mandibulaire. Cela oblige la mandibule à effectuer la quantité de propulsion souhaitée pour fermer la bouche.

#### **Fonctionnement**

Son fonctionnement est relativement similaire aux autres activateurs, il pousse le patient à modifier la position de sa mandibule vers une position plus antérieure lors de la fermeture. L'étirement provoqué des muscles de l'appareil manducateur suite à cette position antérieure vient appliquer une force sur le maxillaire via le desmodonte et l'activateur, limitant le développement de l'os basal du maxillaire. De son côté, sur l'ATM, les condyles se déplacent en dehors de la cavité glénoïde ; en bas et en avant ; permettant ainsi une stimulation de l'os enchondrale permettant une apposition adaptative au niveau de la paroi postérieure de la cavité glénoïde et la face distale des condyles pendant qu'une tendance à la résorption à lieu sur la face mésiale.

De plus, si la plaque mandibulaire est équipée de ressort rétro incisif, elle permettra la correction de linguoversions incisives.

### **Indications**

- Port : 12 à 14h par jour
- Toutes les classes 2 sans supraclusion

### **Contre-indications**

- Rotation mandibulaire postérieure avec étage inférieur augmenté (21)

#### 4.3.5. Le « quatre pièce » de Château

Le "quatre pièces" de Château est un appareil orthodontique similaire au "trois pièces", mais avec l'ajout d'une quatrième pièce, un équiplan épais avec ou sans traction péricranienne. Initialement, l'équiplan et l'arceau formaient une seule pièce, créant ainsi un "trois pièces". La séparation en quatre pièces s'est faite principalement pour des raisons de fabrication et de facilité d'utilisation.

### **Fonctionnement :**

Le "quatre pièces", composé de l'équiplan épais couplé à un plan de surélévation rétro-incisif supérieur, vise à corriger la supraclusion en bloquant l'égression des incisives supérieures et inférieures tout en stimulant l'égression des molaires. Pour ce faire, l'équiplan ne doit pas entrer en contact avec les plaques dentaires, mais seulement avec les dents. L'épaisseur recommandée de l'équiplan est d'environ 3mm. Il est soutenu par deux fils d'acier de 1,2 mm de diamètre insérés dans les tubes latéraux de la plaque palatine.

En cas de promaxillie (mâchoire supérieure en position avancée), une force extra-orale peut être associée au dispositif. Lorsque l'appareil est porté conformément aux recommandations, c'est-à-dire pendant 12 heures par jour minimum, la supraclusion diminue rapidement, avec une réduction de 0,2 à 0,6 mm par mois selon Château. Le vérin supérieur est activé selon les besoins pour obtenir un bon engrènement transversal, et le bandeau vestibulaire est ajusté à chaque séance jusqu'à obtenir une inclinaison adéquate des incisives supérieures. (24)

### **Indications :**

- Toutes classe II avec ou sans supraclusion
- Avec ou sans proversion incisive (uniquement en phase de croissance)

**Avantage :**

- Actions menées simultanément, permet un gain de temps non négligeable

**Inconvénient :**

- Provoque des défauts de prononciation

## 4.3.6. Hyperpropulseur à butée de Bassigny

L'hyperpropulseur à butée de Bassigny est un dispositif bimaxillaire amovible à action orthopédique conçu pour maintenir la mandibule en position de propulsion continue. Cet appareil se compose de deux plaques amovibles.

Au niveau du maxillaire, il y a une plaque en résine avec un bandeau vestibulaire en résine, des crochets mésiaux (crochets situés vers l'intérieur) et des pointes interdentaires pour assurer une bonne rétention de la plaque. De plus, des barres de Muller sont placées de manière oblique vers l'arrière, en regard des faces palatines des premières molaires.

La mandibule comporte une gouttière avec des crochets distaux (crochets situés vers l'extérieur), des pointes interdentaires, et peut également avoir un bandeau vestibulaire en résine.

**Fonctionnement :**

L'appareil intègre des plans de glissement métalliques enrobés dans la résine au niveau lingual, adaptés à l'orientation des barres de Muller. Cela permet un léger jeu en latéralité, ce qui maintient la mandibule constamment en position de propulsion forcée. La surélévation de la mandibule est minimale, voire inexistante. Si nécessaire, une force extrabuccale peut être ajoutée en utilisant des crochets Adams munis de tubes soudés. L'appareil est conçu de manière à ne pas entraver la phonation du patient.

**Avantages :**

- Effet orthopédique significatif : léger recul du point A, légère bascule du plan palatin vers le bas et vers l'avant, et augmentation notable de la croissance mandibulaire.
- Effet orthodontique remarquable : légère linguoversion (inclinaison vers l'intérieur) des incisives supérieures.

**Inconvénients :**

- Port continue sauf repas
- Doit être porté pendant 6 à 9 mois et contention pendant 3 à 4 mois pendant la nuit

**Indications :**

- Rétromandibulie avec croissance hypodivergente.

## 4.3.7. Bielles de Martine-Tavernier

C'est un appareil formé d'une seule bielle centrale télescopique avec deux plaques amovibles, maxillaire et mandibulaire, de bandeau vestibulaire et de crochets Adams.

**Mode d'action :**

- Une stimulation de la croissance mandibulaire ;
- L'harmonisation des diamètres transversaux des deux arcades grâce au vérin médian ;
- La correction de la vestibulo-version des incisives maxillaires ;
- Le retour instantané au contact bilabial avec la normalisation des fonctions oro-faciales.

**Durée de port :**

- Continue sauf durant les repas

## 4.4. Les activateurs associés aux forces extra orales :

*Hasund* est le premier à décrire l'utilisation d'un activateur associé à une force extraorale. Cette association peut être utilisée à la fois pour le contrôle du sens vertical et pour augmenter l'action de freinage de la croissance du maxillaire.

Elle est indiquée dans les cas de classe II à prédominance maxillaire ou bien mixte avec un schéma de croissance mandibulaire peu favorable (rotation postérieure légère).

La direction de traction est haute avec un appui crânien par casque occipito-pariétal.

L'intensité de la traction élastique est proportionnelle à l'importance du freinage de la croissance maxillaire.

Concernant le contrôle du sens vertical, selon les réglages des branches externes de l'arc facial, il est possible de contrôler le plan palatin et le plan d'occlusion.

Ce contrôle est basé sur les principes de Teuscher. Il énonce un concept global de l'utilisation de cet appareil en analysant les conditions biomécaniques au niveau du massif facial, de la force résultant de l'effet activateur et de la force extraorale.(9)

#### 4.4.1. Activateur de Lautrou

L'activateur de Lautrou est un monobloc dans lequel la force extraorale est directement noyée dans la résine et donc solidaire du monobloc. Les tractions peuvent être de deux types :

- Type I : les branches externes sont parallèles au plan d'occlusion. La traction est haute. La ligne d'action de la force est donc postérieure, oblique en haut et en arrière, au niveau des premières molaires maxillaires.
- Type II : il s'agit d'une force extraorale à charnière. La charnière peut être localisée entre les incisives (charnière basse) ou même plus haut sur la face vestibulaire des incisives maxillaires (charnière haute) si l'indication d'un recouvrement en gouttière est posée.



*Figure 12 : Activateur de Lautrou.  
Courtoisie du Dr Laurence Chocardelle*

La traction en haut et en arrière s'exerce au niveau des incisives maxillaires.

Les deux dispositifs entraînent une rotation horaire du plan palatin, un peu moins dans le cas de la traction antérieure.

Dans le cas d'une force extra-orale à ligne d'action postérieure, la rotation du plan palatin est horaire, la rotation du plan d'occlusion se fait également dans le sens horaire.

Dans le cas d'une force extra-orale à ligne d'action antérieure, la rotation du plan d'occlusion se fait dans le sens antihoraire, alors que la ligne d'action de la force passant par le centre de résistance du maxillaire n'entraîne aucune rotation du maxillaire.

Pour Lautrou, la force extra-orale à charnière est un dispositif de choix pour rapprocher la ligne d'action des centres de résistance, tout en réduisant les risques de désinsertion postérieure du monobloc.(9)

## Conclusion

Les activateurs de classe II jouent un rôle essentiel dans le domaine de l'Orthopédie Dento-Faciale en contribuant à la correction des dysmorphoses squelettiques et dento-alvéolaires chez les patients en cours de croissance. Ces appareils, en développant une action orthopédique et orthodontique simultanée, visent à corriger le décalage squelettique en influençant la croissance. Ils induisent une position mandibulaire spécifique, reproductible et guidée par l'occlusion, contribuant ainsi à l'amélioration de l'harmonie faciale.

Il est important de noter que les avancées scientifiques récentes ont permis une meilleure compréhension des mécanismes de croissance crânio-faciale, ce qui a conduit à des conceptions actualisées sur l'étiopathogénie des anomalies squelettiques. Cela a renforcé l'efficacité des traitements orthopédiques, notamment ceux utilisant les activateurs de classe II.

Le succès de ces traitements dépend de plusieurs facteurs, notamment le diagnostic précis, la qualité de la thérapeutique mise en œuvre par le praticien, l'âge du patient, et la coopération active du patient lui-même. Dans certains cas, une éducation du patient sur sa posture et sa cinématique mandibulaire peut être nécessaire pour assurer la stabilité des résultats obtenus.

Les activateurs de classe II représentent un outil précieux dans l'arsenal des traitements orthopédiques en orthopédie dento-faciale, contribuant à améliorer la santé et l'esthétique bucco-faciale des patients en croissance tout en mettant l'accent sur la collaboration entre le praticien et le patient pour obtenir des résultats optimaux.

Cependant, malgré leur utilité démontrée, les activateurs ne sont pas toujours la solution miracle imaginée, dans certains cas un activateur seul n'est pas suffisant. Un patient non compliant, une classe II squelettique importante ou un patient très hyperdivergent sont nombres de facteurs influant sur le résultat final, auquel cas un traitement chirurgical ou un traitement de compromis de compensation dento-alvéolaire devront être intégrés dans la prise en charge complète du patient.

Tableau 1: Comparaison des 3 familles d'activateurs

Activateurs monoblocs rigide	Activateurs élastique ou composite	Activateurs propulseurs à butée
<p>-Ce sont essentiellement des dispositifs « tooth borne appliance », la propulsion mandibulaire est guidée par un positionnement occlusal</p> <p>- La réaction viscoélastique des muscles rétropulseurs induit un effet activateur</p> <p>- La propulsion progressive est rarement utilisée en raison du dispositif de propulsion</p> <p>- Réponse myotonique</p>	<p>- Ce sont des dispositifs « tissue borne appliance », la propulsion mandibulaire est guidée par un positionnement muqueux</p> <p>-La réaction viscoélastique est quasi inexistante car la mandibule est propulsée d'une manière réflexe par la musculature ainsi sollicitée. Les forces créées par l'effet activateur sont très faibles.</p> <p>-La propulsion est progressive</p> <p>-Réponse myodynamique</p>	<p>-Ce sont des dispositifs à propulsion mécanique, la propulsion mandibulaire est guidée par un positionnement mécanique</p> <p>-Ils ne font appel à aucune aide fonctionnelle (proprioception desmodontale ou réflexe d'évitement)</p> <p>- L'effet viscoélastique dépend de l'amplitude de la propulsion mandibulaire qui est plus facilement modulable ce qui permet de pratiquer une propulsion progressive</p> <p>-Permettent d'obtenir des résultats d'une grande rapidité</p>

Tableau 2 : Comparaison des activateurs élastiques

	<b>Gebbisformer de Bimler</b>	<b>Frankel</b>	<b>Bionator de Balters</b>	<b>Kinetor de Stockfish</b>	<b>Bass</b>
<b>Effets</b>	A un effet plus orthodontique qu'orthopédique	C'est un exerciceur orthopédique		Effet mixte : orthodontique et orthopédique	
<b>Principe</b>	Encourage des mouvements mandibulaires (latéralité +++) myodynamique	Se conforme au principe d'équilibre des forces physiologiques de Hotz	Harmonise l'activité musculaire et non pas d'activer les muscles : myotonique		Repose sur un réflexe d'évitement
<b>Accessoires</b>	Peut être muni d'un vérin médian		Aucun dispositif actif n'est présent (vérin, ressorts...)	Peut être équipé de vérin si indiqué	Muni d'un vérin d'expansion et antérieurement sur ressort de serrage incisif et d'un lip-bumper
<b>Particularités</b>			Le bionator peut être considéré comme un appareil intermédiaire entre	Est représentée par la présence sur la surface occlusale de tubules élastiques en caoutchouc avec une	L'utilisation de butées de propulsion modulables

			<p>l'activateur et les appareils élastiques Très allégé, moins encombrant et plus élastique (Andresen</p>	<p>fonction amortissante et stimulante du système musculaire masticateur, «effet chewing-gum »</p>	
--	--	--	---	--	--

Tableau 3: Comparaison des activateurs propulseurs à butée

	Indications	Effets	Amovibilité	Principe
<b>Hyperpropulseur de Bassigny</b>		Action orthopédique	Amovible	Propulsion forcée avec une surélévation minimale
<b>Le 3 pièces de Château</b>	Traite toutes les variétés de classe II sans supra.	- A une action à la fois fonctionnelle, orthopédique et orthodontique sur tout l'ensemble dento-maxillo-facial - Correction des linguo-version incisive (action qui ne peut être réalisée par une bielle)	Amovible	Application de la loi de la dimension minimale de Planas
<b>Le 4 pièces de Château</b>	Traite toutes les variétés de classe II avec /sans supra		Amovible	Inspiré après la mise au point de l'équipplan de Planas dont le principe est de libérer les mouvements de latéralité mandibulaire.
<b>Bielles de Herbst</b>	Indiqué en phase de denture permanente après une		Fixe ou amovible	Maintient la mandibule en propulsion forcée et continue

	décompensation de l'occlusion mandibulaire			
<b>Twin block</b>			Amovible	Les deux blocs s'articulent suivant un plan incliné en haut en avant à 45° qui entraîne une propulsion mandibulaire
<b>PUL</b>		A les avantages des appareils multi bagues (corriger les malpositions dentaires, fermer les espaces consécutifs aux extractions, aligner les dents et obtenir les inclinaisons idéales) ainsi que les avantages des appareils fonctionnels et des élastiques de classe II (propulsion mandibulaire)		La mandibule est maintenue en position de propulsion
<b>Martine Tavernier</b>			Amovible ayant une seule bielle centrale télescopique	

## Table des matières

Remerciements .....	13
Liste des abréviations .....	18
Introduction.....	19
1. Rappels et généralités .....	20
1.1. Anatomie faciale .....	20
1.1.1. Os du crâne.....	20
1.1.2. Massif facial.....	20
1.1.3. Le maxillaire .....	21
1.1.4. La mandibule.....	21
1.2. Mise au point sur la croissance cranio-faciale .....	22
1.2.1. La croissance du maxillaire.....	22
1.2.2. La croissance de la mandibule .....	23
1.3. Technique d'estimation de la croissance .....	24
1.3.1. L'âge statural.....	25
1.3.2. Age osseux à partir de radiographie des poignets.....	26
1.3.3. Age osseux à partir des vertèbres.....	27
1.3.4. L'Age dentaire .....	28
2. Les malocclusions de classe II.....	28
2.1. Classification de Ballard et d'Angle.....	28
2.1.1. Classification d'Angle .....	28
2.1.2. Forme clinique .....	28
2.1.3. Classification de Ballard.....	31
2.2. Étiologies .....	31

2.2.1. Facteur héréditaire .....	32
2.2.2. Facteur acquis .....	32
3. Théories de croissance .....	33
3.1. Les théories explicatives .....	33
3.1.1. Courant génétique .....	34
3.1.2. Courant fonctionnel .....	34
3.1.3. Courant synthétique .....	37
3.2. Description de la croissance .....	38
3.2.1. Développement du maxillaire .....	38
3.2.2. Croissance de la mandibule .....	42
4. Descriptions et caractéristiques des activateurs de classe II.....	45
4.1. Les activateurs monoblocs rigides .....	45
4.1.1. Monobloc de ROBIN.....	45
4.1.2. L'activateur d'Andresen .....	47
4.2. Activateur élastique ou composite.....	49
4.2.1. Correcteur de fonction de Fränkel .....	50
4.2.2. Bionator de Balters .....	52
4.2.3. Gebissformer de Bimler.....	54
4.2.4. Kinetor de Stockfish .....	55
4.2.5. Appareil de Bass .....	56
4.3. Activateur propulseur à butée .....	57
4.3.1. Bielle de Herbst .....	58
4.3.2. PUL.....	61
4.3.3. Twin Block .....	64
4.3.4. Le « trois pièces » de Château .....	65
4.3.5. Le « quatre pièce » de Château.....	66

4.3.6. Hyperpropulseur à butée de Bassigny .....	67
4.3.7. Bielles de Martine-Tavernier .....	68
4.4. Les activateurs associés aux forces extra orales : .....	68
4.4.1. Activateur de Lautrou .....	69
Conclusion .....	71
Table des matières .....	77
Table des figures .....	80
Table des tableaux .....	81
Bibliographie .....	82

## Table des figures

<i>Figure 1 : courbe moyenne du taux de croissance staturale selon Bjork (iconographie personnelle)</i>	26
<i>Figure 2 : Les différents stades de maturation des vertèbres cervicales (iconographie personnelle)</i>	27
<i>Figure 3: « Le développement transversal et vertical du maxillaire » (A) et « Représentation schématique du déplacement des implants latéraux de Björk, sans élargissements des fosses nasales (B) de 4 à 20 ans (iconographie personnelle)</i>	39
<i>Figure 4: Représentations schématiques des déplacements (et accroissement) sagittaux et verticaux du maxillaire (de 4 à 20 ans) jusque 6-7 ans (A) et après 6-7 ans (B) (iconographie personnelle)</i>	40
<i>Figure 5: Mouvements du prémaxillaire (A) et agents de ces mouvements (B). (iconographie personnelle)</i>	41
<i>Figure 6: Schéma de croissance de la branche horizontale de la mandibule (illustration personnelle)</i>	44
<i>Figure 7: Monobloc de Robin (vue du côté droit « A », vue de côté gauche « B », vue de face « C »). Courtoisie du Dr Hélène Lecocq</i>	46
<i>Figure 8: Activateur de Robin (vue de côté gauche « A », vue linguale « B », vue de derrière « C »). Courtoisie du Dr Ghyslaine Royer-Grohens</i>	48
<i>Figure 9: photo d'un correcteur de fonction de Fränkel (vue de côté gauche « A », vue de face « B »). Courtoisie du Dr Sabine Samain</i>	51
<i>Figure 10: Bielle de Herbst sur gouttière (vue intra-buccale « A », vue de face « B », vue de côté « C »). Courtoisie du Dr Stéphane Langanay.</i>	59
<i>Figure 11: Propulseur Universel Light. Courtoisie du Dr Sabine Samain</i>	62
<i>Figure 12 : Activateur de Lautrou. Courtoisie du Dr Laurence Chocardelle</i>	69

## Table des tableaux

<i>Tableau 1: Comparaison des 3 familles d'activateurs</i>	<u>72</u>
<i>Tableau 2 : Comparaison des activateurs élastiques</i>	<u>73</u>
<i>Tableau 3: Comparaison des activateurs propulseurs à butée</i>	<u>75</u>

## Bibliographie

1. Cecsmo.com. Théories de croissance [Internet]. [cité 25 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.cecsmo.com/cours/5-biomecanique/theories-de-croissance>
2. Massé D. Évaluation du stade de croissance selon la méthode de maturation des vertèbres cervicales [Internet]. [cité 2 déc 2023]. Disponible sur: <https://www.idi.org/blogue/59-evaluation-du-stade-de-croissance-selon-la-methode-de-maturation-des-vertebres-cervicales.html>
3. Ousehal L, Chafi I, El Jamali I. La prévalence des malocclusions orthodontiques chez le adolescents de la région de Beni Mellal, Maroc. *African Journal of Dentistry & Implantology of Dentistry & Implantology*. 2022;(21):50-9.
4. Patti A. *Traitement des classes II: de la prévention à la chirurgie*. Paris, France: Quintessence International; 2011. 495 p.
5. Lautrou A. Croissance faciale : théories explicatives et clinique orthodontique. *Rev Orthop Dento-fac*. déc 1994;28(4):433-53.
6. Dunglas C, Lautrou A. Orthopédie fonctionnelle. Activateurs de croissance. *EMC - Orthopédie dentofaciale*. 1 janv 2002;
7. McSherry PF, Bradley H. Class II correction-reducing patient compliance: a review of the available techniques. *J Orthod*. sept 2000;27(3):219-25.
8. Calvert FJ. An assessment of Andresen therapy on class II division 1 malocclusion. *Br J Orthod*. juill 1982;9(3):149-53.
9. Chiche-Uzan L, Salvadori A, Legall M. Appareils amovibles à action orthopédique et à action orthodontique. *EMC - Orthopédie dentofaciale*. 18 mars 2009;28.
10. Fleming P, Lee R. *Orthodontic functional appliances: theory and practice*. John Wiley&Sons, Ltd. Hoboken, Etats-Unis; 2016. 176 p.
11. D'Antò V, Bucci R, Franchi L, Rongo R, Michelotti A, Martina R. Class II functional orthopaedic treatment: a systematic review of systematic reviews. *J Oral Rehabil*. août 2015;42(8):624-42.
12. Bigliuzzi R, Franchi L, Bertoz AP de M, McNamara JAJ, Faltin KJ, Bertoz FA. Morphometric analysis of long-term dentoskeletal effects induced by treatment with Balters bionator. *Angle Orthod*. sept 2015;85(5):790-8.
13. Schulz HH. Stockfisch kinetor appliance and its construction. *Dent Labor (Munch)*. mars 1970;18(3):21-2.

14. Indian Dental Academy. Hybrid functional appliance/certified fixed orthodontic courses by Indian dental academy [Internet]. [cité 22 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.slideshare.net/indiadentalacademy/hybrid-functional-appliance>
15. Bass NM. The Dynamax System: A new orthopaedic appliance and case report. *J Orthod.* juin 2006;33(2):78-89.
16. Flores-Mir C, Ayeh A, Goswani A, Charkhandeh S. Skeletal and Dental Changes in Class II division 1 Malocclusions Treated with Splint-Type Herbst Appliances: A Systematic Review. *Angle Orthod.* mars 2007;77(2):376-81.
17. Pancherz H. The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Am J Orthod.* août 1982;82(2):104-13.
18. McNamara JAJ, Howe RP, Dischinger TG. A comparison of the Herbst and Fränkel appliances in the treatment of Class II malocclusion. : *Am J Orthod Dentofac Orthop.* août 1990;98(2):134-44.
19. PUL Concept. Présentation du PUL (Propulseur Universel Light) [Internet]. [cité 17 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.pulconcept.com/index.php/fr/les-types-de-pul/presentation-du-pul>
20. Jacobson A. Twin-block functional therapy: applications in dentofacial orthopaedics (second edition). *Am J Orthod Dentofac Orthop.* août 2004;126(2):262-3.
21. Kolf J. Les classes II division 1. Historique et évolution des concepts. *EMC - Orthopédie dentofaciale.* 1 janv 2006;

MAAREK Ulysse

**Mise au point sur les activateurs de classe II en Orthopédie Dento-Faciale en 2023**

Thèse d'exercice. Chirurgie-Dentaire. Reims : 2023

Résumé de la thèse en français :

Les traitements orthopédiques, en particulier l'utilisation des activateurs de classe II, sont aujourd'hui cruciaux pour les orthodontistes. Ces dispositifs biomécaniques permettent de traiter efficacement les anomalies squelettiques, suscitant un consensus croissant. Historiquement, des débats animés opposaient les approches mécanistes et fonctionnalistes dans la communauté orthodontique, mais les travaux de chercheurs tels que Björk, Moss et Pétrovic ont clarifié ces discussions en approfondissant la compréhension de la croissance cranio-faciale. Les traitements orthopédiques, débutant souvent précocement, capitalisent sur le potentiel de croissance du patient, notamment avec l'utilisation d'activateurs sur une période d'un an en moyenne. Cette thèse synthétise l'utilisation des activateurs de classe II en orthopédie dento-faciale, mettant en avant leurs avantages tout en soulignant que, malgré leur utilité, des facteurs tels que la non-conformité du patient peuvent nécessiter des approches complémentaires, comme la chirurgie.

Mots clés MeSH :

Activateur orthodontique, face, crâne, croissance, orthodontie, mandibule, maxillaire

JURY :

Président : Pr BRAUX Julien  
Directeur : Dr BAILLEUL Louis  
Asseseurs : Dr MOUSSA-BADRAN Sahar  
Dr LOPEZ Isabelle  
Membre invité : Dr CHOCARDELLE Laurence