

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB - BLIDA 1 -
Faculté de Médecine

N°



Département de médecine dentaire

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en
Médecine dentaire

Thème :

L'apport des propulseurs fixes dans le traitement des malocclusions de
classe II

Présenté et soutenu publiquement le :

03 / 07/2022

Par:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| - AKEZOUH RADJA | - ELIMAM SELMA |
| - BENCHARIF YASMINE | - KHALI SAFA NAILA |
| - BENZAADA ROFEIDA | - MELEK SARAH |

Encadré par : DR. KHEROUA

Devant le jury composé de :

- | | |
|---------------|---------------|
| - Président : | - Examineur : |
| - DR.ATROUCHE | -DR. BENNAI |

Année Universitaire : 2021-2022

Remerciements

Tout d'abord nous tenons à remercier le bon Dieu de nous avoir donné la force et le courage d'accomplir ce travail et persévérer à travers les difficultés qu'on a pu rencontrer.

Ensuite nous tenons à exprimé notre gratitude à notre promotrice Dr KHEROUA et la remercier pour son dévouement et sa disponibilité à tout moment.

Nous remercions DR ATROUCHE de nous avoir fait l'honneur de présider notre jury.

Nous sommes aussi très reconnaissantes envers le DR BENNAI qui a accepté d'examiner ce travail.

Et enfin nous tenons à exprimer notre plus profonde gratitude à notre département de médecine dentaire et spécialement les personnes qui nous ont enseigné et nous ont donné de leurs temps.

Dédicaces

Je tiens à dédié ce travail;

Premièrement à mes très chers grands-parents Sidahmed et Lila qui nous ont quittées trop tôt, on se souvient que de leurs sourire, leurs bonne humeur malgré la maladie et leurs générosité débordante, notre passage sur terre est bref et vous avez rendu ma vie meilleur.

J'espère vous rendre hommage Que dieu vous accueille dans son vaste paradis.

A mes très chers parents Mohamed et Yasmine à qui je dois tout Merci pour votre amour, vos sacrifices et votre soutiens J'espère vous avoir fait honneur en présentant un travail décent et un jour atteindre le seuil de vos espérances.

A ma grand-mère Que dieu la garde et lui donne une longue vie avec beaucoup de santé et de bonheur.

A mon frère et ma sœur Imad et Lila je n'aurai pas pu trouver de meilleurs alliés pour m'accompagner dans cette vie et à ma petite mimina je t'aime beaucoup ma chérie.

A mon très cher mari merci pour tes encouragements. Ton appui et ton soutien.

A mes cousins et cousines Que dieu nous gardes les uns pour les autres

A mon binome et ma copine Yasmine et toute la promo 2016 de médecine dentaire de la faculté de Blida et tout particulièrement Selma Rofaïda Hana Radja et Safa .

MELEK SARAH

Dédicaces

Je dédie ce travail

À mes parents, que dieu les protège et les garde pour moi : Mohamed et Djazia Elimam Que j'aime infiniment et qui par leur amour et leur soutien constant au fils des années ont fait de moi la personne que je suis aujourd'hui.

À mes frères et sœurs, qui ont toujours cru en moi et m'ont encouragé.

Elimam Selma

Dédicaces

C'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail

À toutes les personnes qui m'ont soutenu, aidé et crue en moi durant ce long parcours.

A mes chers parents qui ont investis de leurs temps, leurs patiences et leurs efforts et ont mis à ma disposition tous les moyens afin d'assurer mon plus haut confort, j'espère refléter l'image qu'ils attendaient, digne d'être une fille exemplaire sans soupçon de remords, ceux à qui je dois ma réussite et pour qui les remerciements à l'infini ne seront qu'infime. A mes grands-parents, j'ai eu la chance de partager ce joyeux moment à vos côtés mais j'ai eu la chance d'avoir eu les grands parents qui m'encourageaient et me soutenaient dans tout ce que j'entreprenais.

A mon frère Sid Ahmed et mes sœurs Insaf, Yusra et Imane qui m'apportent chaque jour du bonheur et de la gaieté dans ma vie et ma

chère nièce Neïla .

A tous mes profs qui m'ont transmis leurs savoirs et leur connaissance, je leur dois ma plus grande reconnaissance.

*A tous mes amis et collègues A tous ceux
qui me sont chers*

Khali Safa Naila

Dédicaces

Je dédie ce travail;

*A mes chers parents qui nous ont quittés trop tôt Et surtout à ma mère qui m'as donné la force
et le courage pour arriver où j'en suis ; que dieu les bénissent et les accueille dans son large
paradis.*

*A Mon cher époux, qui m'as toujours encouragé et comblé d'amour, À mon frère chéri que
j'aime beaucoup,*

À mes sœurs adorée Amel et Imen ainsi que mes belles sœurs et toute ma belle-famille DIB.

A mes copines Sarah Rofayda Radja Selma et Safaa.

BENCHARJF YASMINE

Dédicaces

Je tiens à dédié ce travail A mes chers parents,

*Radhia et Mourad pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières
tout au long de mes études,*

A ma chères sœur Sabrina pour ses encouragements permanents et son soutien moral,

A mon cher frère, Réda pour son appui et son encouragement,

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Que ce
travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués et le fruit de votre soutien infailible,
Merci d'être toujours là pour moi.*

Akezouh Radja

Dédicaces

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire.

Je remercie mes très chers parents, Hamed et Assia, qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes sœurs Rym et Soumia, mon frère Mohamed et mon mari Zakaria pour leurs encouragements.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de Blida 1 et les intervenants professionnels responsables de ma formation.

Enfin, je remercie mes amis qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

BENSAADA

ROFFIDA

Sommaire

Introduction	1
1. Chapitre I : Généralités et malocclusions de classe II	4
1.1 Croissance cranio faciale	4
1.1.1 Théories de croissances	4
1.1.1.1 Courant génétique	5
1.1.1.2 Courant fonctionnel.....	5
1.1.1.3 Courant synthétique	6
1.1.2 Croissance descriptive	6
1.1.2.1 Croissance de la base du crâne	7
1.1.2.2 Biodynamique basicranienne	8
1.1.2.3 Croissance du complexe naso maxillaire	10
1.1.2.4 Croissance de la mandibule	11
1.1.3 Taux et rythme de Croissance.....	17
1.2 Malocclusion de classe II	22
1.2.1 Historique et définition	22
1.2.2 Prévalence de la malocclusion de classe II	23
1.2.3 ETIOLOGIES	24
1.2.3.1 facteurs héréditaires	24
1.2.3.2 facteurs fonctionnels.....	26
1.2.4 Classification des classes II selon le siège de l'anomalie	28
1.2.4.1 Classe II à responsabilité maxillaire	28
1.2.4.2 Classe II à responsabilité mandibulaire	28
1.2.4.3 Classe II à responsabilité mixte	28
1.2.4.4 Formes cliniques des classe II	29
1.2.4.4.1 Classe II division 1	29
1.2.4.4.2 Classe II division 2	29
1.2.5 Sémiologie clinique de la classe II division 1	29
1.2.6 Sémiologie clinique de la classe II division 2	32
1.2.7 Les conséquences d'une malocclusion classe II	34
2. Chapitre II : apport des propulseur fixes dans le traitement classe II	38
2.1 Revue de littérature	38
2.2 Appareilles fixes fonctionnels	38
2.3 <i>Herbst</i> : Description et conception de base	39
2.3.1 Historique	39
2.3.2 Définition et conception de base	39
2.3.3 Indications	39
2.3.4 Contre-indications	40
2.3.5 Les différents types de l'appareil Herbst	40
2.3.5.1 Type 1	40
2.3.5.2 Type 2	40
2.3.5.3 Type 3	40
2.3.6 Formes d'ancrage de l'Appareil Herbst	41
2.3.7 Evolution de l'appareil Herbst	46

2. 4. classification des propulseurs fixes	46
2.4.1 Appareils intermaxillaires rigides (RIMA)	46
2.4.2 Appareils fonctionnels fixes flexibles (FFFA)	46
2.4.3 Appareils fonctionnels fixes hybrides (HFFA)	47
2.5 Description des appareils fixes fonctionnels	49
3. Mode d'action des propulseurs mandibulaires fixes	56
4- Effets des propulseurs mandibulaires fixes	59
4.1 Effets dento-squelettiques dans le sens sagittal	59
4.2 Effets dento-alvéolaires dans le sens vertical	60
4.3 Effets sur le profil facial	60
4.4 Effets musculaires et fonctionnels	61
5. Apport des propulseurs fixes dans la pratique orthodontique	61
5.1 Moment de traitement	61
5.2 Indications des propulseurs fixes	62
5.3 Contre-indications	63
5.4 Les avantages des propulseurs fixes	64
5.5 Inconvénients	66
5.6 Limites des propulseurs fixe	66
5.7 Complications liés aux dispositifs fixes	67
5.8 Moyens de contrôle de la version incisive mandibulaire	68
5.9 Stabilité et contention	73
5.10 Cas clinique réalisé par dr.Kheroua.A : (Groupe bielles de propulsion)	74
Conclusion	85
Bibliographie	86

Liste des figures

Figure 1 : Les 3 étages de la base du crâne.....	7
Figure 2 : Schéma montrant les 3 étages de la base du crâne.....	8
Figure 3 : La rotation antihoraire de l'occipital et la rotation horaire du sphénoïde.....	9
Figure 4 : Mouvement de flexion crânienne.....	10
Figure 5 : La mandibule.....	11
Figure 6 : Ossification de la mandibule.....	12
Figure 7 : Croissance du Ramus.....	14
Figure 8 : Croissance de la mandibule.....	14
Figure 9 : Croissance de la mandibule dans les 3 dimensions de l'espace.....	15
Figure 10 : Croissance condylienne.....	16
Figure 11 : Vue latérale droite de la mandibule.....	17
Figure 12 : Courbe de bjork.....	18
Figure 13 : Schéma et radiographie de la main montrant l'os sésamoïde.....	19
Figure 14 : radiographie de profil montrant les 6 premières vertèbres.....	20
Figure 15 : Les six stades de croissance cervicale.....	21
Figure 16 : Téléradiographie de profile.....	25
Figure 17 : Profile d'un patient avec rétrognathie mandibulaire.....	26
Figure 18 : Béance antérieure avec dysfonctionnement linguale associée.....	27
Figure 19 : Classe II division 1.....	29
Figure 20: Classe II division 2.....	29
Figure 21:A. patiente présentant une dolichomaxillie./B. Téléradiographie de la patiente...	30
Figure 22 : A. patiente présentant une brachymandibulie./B. Téléradiographie du patient....	31
Figure 23 : Enfant ayant la micrognathie mandibulaire.	31
Figure 24 : A. patiente présentant une rétromandibulie./B. Téléradiographie de la patiente....	32
Figure 25 : Malocclusion de classe II division	32
Figure 26 : Classe II division 2 ayant les centrales en palatoversion et overbite augmenté....	33
Figure 27 : Palato-version du groupe incisivo-canin sup.....	33
Figure 28 : Incisives apparentes et inoclusion labiale.....	35
Figure 29 :A. usure importante des dents et dénudations vestibulaires inférieures /B. Abrasion progressive des incisives inférieures.....	35
Figure 30 : Lésions palatines rétro-incisive.....	36
Figure31 : l'Appareil Herbst.dcw.....	39
Figure32 : Type 1 de l'Herbst.....	40
Figure33 : Type 2 de l'Herbst.....	40
Figure34 : Type 3 de l'Herbst.....	41
Figure 35: Le système d'ancrage standard utilisé par Herbst.....	41
Figure36 : Ancrage en absence de la seconde molaire supérieure permanente (bandes sur les canines).....	42
Figure 37 : Ancrage en absence de la seconde molaire supérieure permanente (fil sur les incisives supérieure).....	42
Figure38 : l'utilisation de l'appareil Herbst au début denture mixte.....	42
Figure39 : l'ancrage en dentition mixte tardive.....	43
Figure40 : le système d'ancrage du bloc maxillaire de shwarz.....	43
Figure41 : le système d'ancrage du bloc mandibulaire de shwarz.	43

Figure42 : Système d'ancrage simple.....	44
Figure43 : Système d'ancrage accru.....	44
Figure44 :Système d'ancrage total	45

Figure45 : l'attelle en acrylique de Howe et McNamara.....	45
Figure46 : l'ancrage du cantilever de l'appareil Herbst.....	46
Figure47 : MARA en bouche ouverte.....	49
Figure 48 : MARA en occlusion.....	49
Figure49 : le FMA en bouche fermé.....	50
Figure 50: FMA en bouche ouverte.....	50
Figure51: Cantilever Bite Jumper.....	51
Figure52 : Appareil MALU Herbst.....	51
Figure53: Le télescope ventral.....	51
Figure54: Appareil Flip-Lock Herbt.....	51
Figure55 : L'Appareil de Protraction Mandibulaire.....	51
Figure56 : L'appareil Ritto.....	51
Figure57 : le jasper jumper.....	52
Figure58 : Adjustable bite corrector.....	53
Figure59 : Le Bite Fixer.....	53
Figure60: Le Churro jumper.....	53
Figure61 : Eureka spring.....	54
Figure62 : Le Forsus.....	55
Figure63 : Le twin force bite corrector.....	56
Figure64 : Stimulation de la croissance mandibulaire par appareillage fonctionnels.....	57
Figure 65 : Stimulation de la croissance condylienne.....	57
Figure 66 : Changement adaptatif de la localisation de la fosse glénoïde.....	58
Figure 67 : Effets dento-squelettique dans le sens sagittal.....	59
Figure 68 :Augmentation de la longueur mandibulaire dans les malocclusions de classe II	59
Figure 69 : Correction de la classe II molaires.....	60
Figure 70 : Systeme de force avec propulseurs fixes.....	60
Figure71 :Forsus associé à des minivis.....	63
Figure 72 : Traumatisme de la muqueuse buccale.....	66
Figure 73 : Complications liées au port du FFRD.....	68
Figures74: Torque actif corono-lingual.....	69
Figure75 : Arc de base associé avec un activateur (Cannoni 1999).....	69
Figure 76 : Association de la bielle de Herbst et d'un appareil multiattache fixe.....	70
Figure 77 :Twin block avec dispositif de contrôle de torque par southned clap (trenouth 2012)	70
Figure 78 : Bielles de Herbst sur bagues (weschler.2005).....	71
Figure 79 :Association Forsus-miniplaques.....	71
Figure 80 : Activateur monobloc associé à une FEO (chiche-uzan.2009).....	72
Figure 81 : Bielles de Herbst fixes associées à une FEO la nuit (wieslander.1993et1984).....	72

Liste des abréviations

FFA : Appareils fixes fonctionnels.
IHA : Appareil Herbst intégré.
ATM : Articulation temporo-mandibulaire.
ABC : Adjustable bite corrector.
RFFA : Appareils Fonctionnels Fixes Rigides.
FFFA : Appareils Fonctionnels Fixes Flexibles.
HFFA : Appareils Fonctionnels Fixes hybrides.
FOMA: Functional orthopedic magnetic appliance.
MPA :Mandibular protraction appliance .
MARA: Appareil De Repositionnement Mandibulaire Antérieur.
IST: Intraoral Snoring Therapy Appliance.
FMA: Functional mandibular advancer.
MALU: Mandibular advancement locking unit.
MARS: Mandibular advancing repositioning splint.
MPL :muscle ptérygoidien lateral
FEO :force extra-orale
MB:Multibrackets
SAOS: syndrome d'apnées-hypopnées obstructive
TMA : total mandibular cast splint
TMS:Total mandibular cast splint
RMS :reduced mandibular cast splint
SSO:suture speno occipital
STH:la somathormone
TMJ:temporo mandibular joint.
GH: Growth hormone
CVMS:stades de maturation cervicale
CS: Cervicale stages
ODF: Orthopedie dento faciale.
DIV:Division

Liste des tableaux

Tableau .1: La classification de Ritto...

48

Introduction

De nos jours réseaux sociaux et influenceurs ont un impact considérable sur l'apparence notamment le sourire entraînant une prise de conscience de la population les poussant à consulter un orthodontiste. Ce dernier doit assurer une occlusion optimale tout en donnant un intérêt majeur aux exigences esthétiques du patient.

Pour cela le praticien portera son intérêt à la correction des malocclusions qui sont en perpétuelle augmentation .la malocclusion de classe II est la plus fréquente dans le monde

En Algérie, S. *Laraba* ^[114] en 1982 retrouve une prévalence de 30% dans la population algéroise Ahmed *Fouatih* ^[115] en 2004 rapporte que la malocclusion de classe II représente (1/3) de la population orthodontique, avec une prévalence de 39% chez les enfants algériens.

Dans les années 30 Angle propose la classification des malocclusions. La classe II est définie comme un décalage antéropostérieure des deux arcades, « l'arcades maxillaire paraissant être déplacé en avant de l'arcade mandibulaire » cette classification se base sur les rapports dentoalvéolaires seulement. Au milieu du siècle, grâce à l'apport de la céphalométrie, Ballard complète la classification d'Angle en introduisant le concept de Classe squelettique.^[35]

Cette classification squelettique est établie en analysant exclusivement les structures basales osseuses, maxillaires et mandibulaires, 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). Ou bien par la combinaison des deux (un maxillaire en avant et une mandibule en arrière).

D'après *William Proffit* ^[116] 25 à 30% de la population présenterait une classe II squelettique. Selon une étude *Guedard-Girault*, les classes dentaires sont associées dans 87% des cas à une classe squelettique.^[36] Selon l'étude de *Macnamara* la rétrusion mandibulaire est la caractéristique la plus commune retrouvée chez les patients présentant une malocclusion de classe II.

Depuis les années 1880, les orthodontistes tentent de faire avancer la mandibule pour corriger le décalage des bases osseuses qui par ailleurs ne tend pas à se corriger spontanément avec la croissance.

Les appareils amovibles; *Bionator* conçu en 1950 par Balter, qui est peut-être un des activateurs les plus utilisé par les orthodontistes, Le monobloc de Robin et le régulateur de fonction de Fränkel pour n'en nommer que quelqu'un, ont été largement utilisés .Cependant le traitement est long contraignant et leur pronostic dépend totalement de la coopération du patient. En 1909 Emil *Herbst* a introduit un nouveau moyen thérapeutique « l'appareil de *Herbst* » qui est le précurseur des « propulseurs mandibulaire fixes ». La version 2010 de cet appareil le rend plus compacte, confortable , efficace et performant que jamais .cette appareil est fixe , le patient ne peut l'enlever mais il est peu encombrant et permet une grande latitude des mouvements de la mâchoire de sorte que le patient peut fonctionner pratiquement normalement .Certain auteurs indiquent une croissance mandibulaire cliniquement significative avec ces appareils , tout comme pour un arbuste dont on tente s'influencer la direction de croissance à l'aide d'un tuteur ,l'appareil fonctionnel vise à influencer la croissance ou à remodeler la mandibule.

La volonté d'enrichir nos connaissances académiques et professionnelles nous a incité à choisir ce thème de mémoire; l'apport des propulseurs fixe aux traitements des malocclusions de classe II.

La première partie portera sur des rappels de la croissance cranio-faciale et la malocclusion de classe II. La deuxième partie sera consacrée à la thérapeutique par propulseurs mandibulaire fixe dans les cas de classe II.

Enfin, nous achèverons ce mémoire par une conclusion générale qui mettra l'accent sur les avantages et bénéfices des propulseurs fixes et leurs apports dans le traitement de la classe II.

Chapitre I
Généralités et malocclusions
de classe II

1. Généralités

1.1 Croissance cranio faciale

L'étude de la croissance cranio-faciale nous apporte les bases de la compréhension des phénomènes régissant le développement de la face, de la dentition, des formes d'arcades, du sourire, des profils osseux et cutané pour cela dans ce chapitre une attention particulière est portée aux phénomènes rotationnels et aux différentes théories de la croissance cranio-faciale.

1.1.1 Théories de croissances

Connaître les différentes théories permet également au clinicien de détecter et d'anticiper les signes d'alertes d'une croissance défavorable et d'adapter en conséquence son plan de traitement et les appareillages de son patient.

Il existe des approches génétiques, fonctionnelle et synthétique de la croissance.

1.1.1.1 Courant génétique

Les facteurs génétiques ont un rôle dominant dans l'expression de la forme. Les tissus adjacents et l'environnement ne peuvent influencer durablement la forme.

Théorie de BROADENT - BRODIE (1940)-

Le concept est l'expansion rayonnée de la face (image du ballon de baudruche qu'on gonfle) Cette théorie est basée sur une pensée qui dit que La tête est formée d'un complexe de parties indépendantes jointes par des sutures; le schéma facial est le fruit du hasard mais certains facteurs jouent un rôle de compensation entre les différentes régions de sorte que l'on ne sorte pas du schéma humain, et que Les dents et les procès alvéolaires constituent les seules zones où on peut induire des modifications.^[1]

Théorie de WEINMANN et SICHER (1955)-

Dans leurs schémas, les sutures de la face adoptent une même orientation dont le résultat est de provoquer une croissance faciale rayonnante et homothétique en bas et en avant.

Ces auteurs accordent un rôle majeur aux facteurs génétiques intrinsèques qui contrôlent l'activité des sutures, qui sont des centres actifs et autonomes à potentialités génétiques de croissance et de régulation de croissance ; elles ont le même rôle que les cartilages de croissance des os longs.

Les facteurs influençant la croissance cranio faciale selon le courant génétiques sont

Facteurs génétiques-

Les dimensions et formes des os sont génétiquement prédéterminés ils influencent d'avantage la forme du squelette cartilagineux que celle des os membraneux ; La taille finale d'un individu est inscrite dans le patrimoine génétique et est la même si les conditions sont idéales (nutrition, affectif, ..).^[2]

Facteurs endocriniens-

L'hypophyse, la glande thyroïde et les glandes sexuelles sécrètent des hormones qui agissent directement ou indirectement sur la croissance comme GH (Growth Hormone), la

parathormone, la somathormone (STH), la calcitonine, les hormones thyroïdiennes ainsi les hormones sexuelles leurs modification pathologique pouvant être constitutionnelle ou acquise.

Toutes ces hormones ont un rôle bien précis Chaque élément est complémentaire de l'autre.^[3]

1.1.1.2 Courant fonctionnel

Le courant fonctionnel est en total opposition avec le courant génétique, Il suit la théorie de *MOSS* : La 1^{ère} place est donnée à l'environnement non squelettique selon *ROUX* et *WOLFF* :

- L'excitation fonctionnelle donne sa forme à l'os ;
- Toute modification en intensité ou en direction de la force entraîne une déformation de la forme extérieure et de l'architecture interne de l'os.^[4]

La théorie de *MOSS* est née en 1968 d'une observation clinique : malgré une double condyléctomie chez une fille de 7 ans, il y en a eu poursuite de la croissance verticale, antéropostérieure et transversale ainsi que la maturation dentaire complète.

Cette observation a contredit l'hypothèse selon laquelle, le condyle était le site le plus important de la croissance mandibulaire. De là, *MOSS* décrit la tête comme une structure composite destinée à remplir différentes fonctions indépendantes : intégration nerveuse, équilibration, vision, respiration, olfaction, audition, phonation, mastication, déglutition, digestion qui sont chacune assurées par une composante cranio-faciale formée de 2 parties, matrice fonctionnelle et unité squelettique^[4]

Il défend l'idée d'une matrice fonctionnelle, "composée de tissus, organes, cellules non squelettique et espace fonctionnel (nasal buccal et pharyngé) nécessaire à l'accomplissement d'une fonction», Pour Moss, "la taille, la forme, la position et la permanence de chaque unité squelettique sont une réponse secondaire, compensatoire et obligatoire à la demande de protection et/ou de soutien mécanique de sa matrice fonctionnelle spécifique.^[5]

Selon lui, la croissance faciale est donc le résultat à la fois d'une translation dans l'espace et d'un remodelage osseux adaptatif.^[6]

Théorie d'Enlow

Selon ENLOW, l'harmonie faciale se développe en réponse aux sollicitations des différents tissus qui agissent. Ce sont les tissus mous voisins qui par leur croissance propre provoquent la séparation des surfaces de contact des sutures et stimulent l'apposition osseuse. Alors, on a une croissance des sutures passive.^[6]

Il existe de nombreuses théories qui défendent ce courant, notamment

Théorie de KOSKY

A partir d'expériences de transplantation cartilagineuse montrant le potentiel de croissance des cartilages et d'exérèse suturale sans perturbation de la croissance, il tire des conclusions sensiblement égales à celle de *SCOTT*

- Les synchondroses sont des centres de croissance primaire ;
- Les syndesmoses ne sont que des sites de croissance secondaire^[7]

Facteurs fonctionnels

Les éléments du squelette crânio-facial se créent, s'accroissent, puis se conforment à l'influence des forces qu'ils reçoivent de leur environnement pendant la ventilation, la phonation, la mastication, la déglutition, ces fonctions participent grandement à la croissance et peuvent provoquer d'importants changements dans la direction de croissance de nombreuses parties du corps.

1.1.1.3 Courant synthétique

Il s'agit d'une synthèse des deux courants précédemment cités pour les facteurs génétiques et fonctionnels.

VAN LINBORGH : Travaux expérimentaux sur des embryons d'amphibiens et de poulets (1970 et 1983). Père de la théorie multifactorielle de la croissance faciale. C'est la théorie synthétique ou de consensus (LAUTROU 1994) ;

Il a livré une classification des facteurs responsables de la croissance (3 familles, 5 groupes)

Facteurs génétiques intrinsèques

- Génétiquement déterminés ;
- Agissent à l'intérieur de la cellule ▪
- Déterminent les potentialités des cellules ; ▪
- Ils correspondent aux gènes architectes.

Facteurs épigénétiques :

- Génétiquement déterminés ;
- Agissent à l'extérieur de la cellule

Ils peuvent être soit

Locaux (structures adjacentes)- Induction au cours de l'embryogenèse ;

Généraux (structures éloignées)- Hormonaux (hormones hypophysaires), ..

Facteurs environnementaux

Extérieurs à la cellule ; Ils peuvent avoir soit

- Une Influence locale-ligaments, tendons, muscles, tissus mous, dents, espaces fonctionnels... ; Ou

- Une influence générale -vascularisation.

Les catégories de facteurs y interviennent et leur responsabilité est modulée en fonction du stade de développement : facteurs génétique et épigénétique agissent très tôt, les autres plus tard. [4]

1.1.2 Croissance descriptive

La croissance des os de la base du crane ainsi que les os de la face se fait simultanément temps d'une manière synchrone, mais pour une meilleure assimilation, nous avons délibérément développé

Séparément chaque partie.

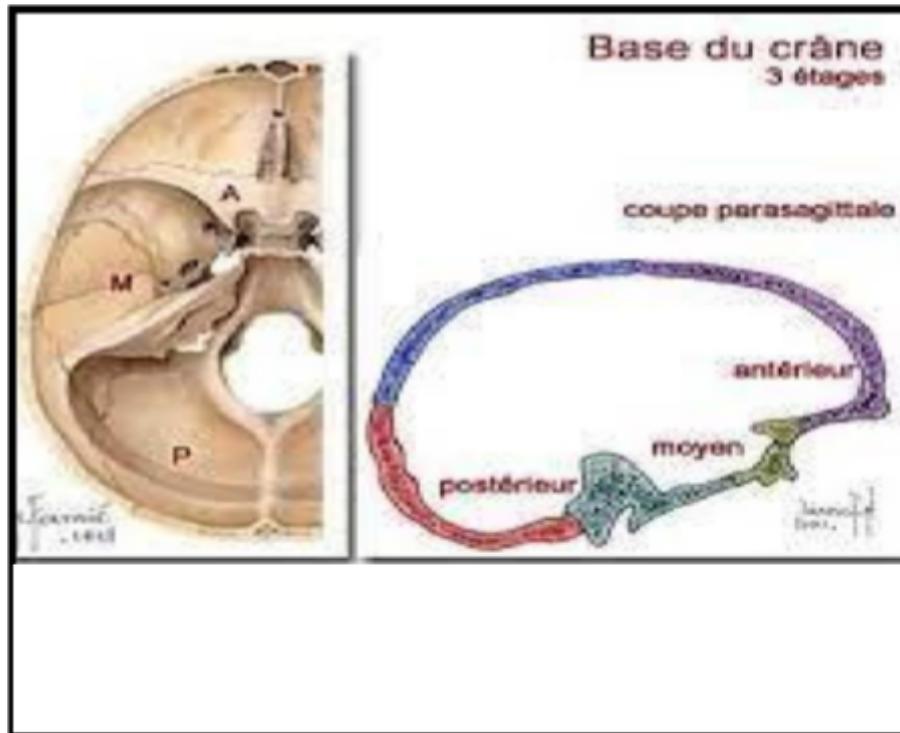


Fig.1 -Les 3 étages de la base du crâne.^[8]

1.1.2.1 Croissances de la base du crâne

Cette structure est composée de l'ethmoïde, du sphénoïde, de l'occipital et d'une partie du frontal et du temporal. La croissance, à ce niveau, est d'origine essentiellement cartilagineuse, par le jeu des synchondroses et des phénomènes d'apposition-résorption.

La base du crâne comprend 3 étages

- L'étage antérieur: fronto-éthmoïdal.
- L'étage moyen: sphéno-temporal.

- L'étage postérieur: temporo-occipital^[9]

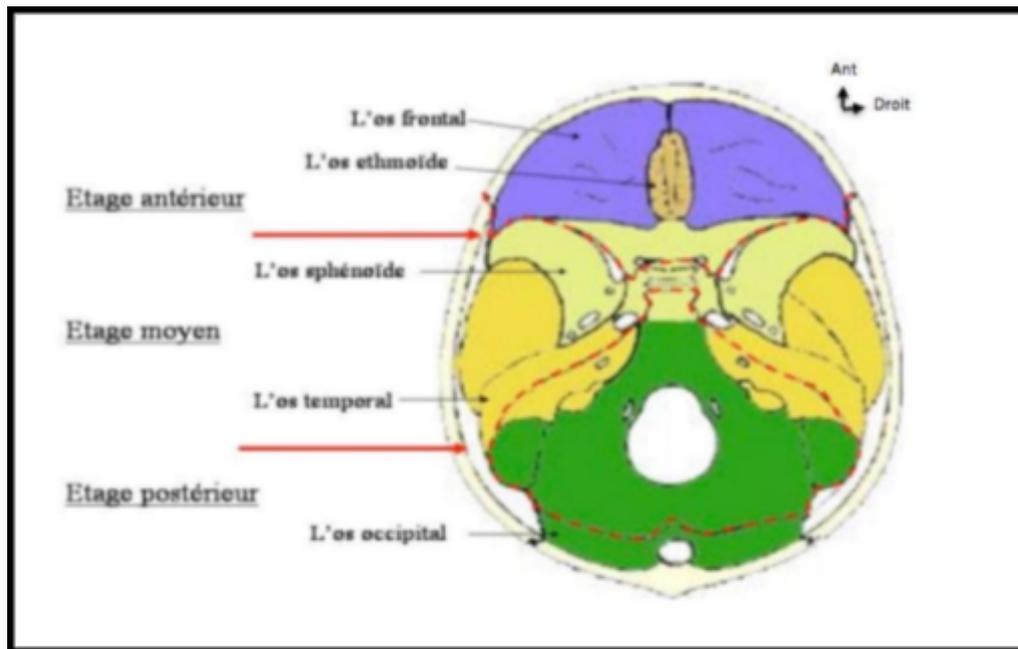


Fig. 2-Schéma montrant les 3 étages de la base du crâne.^[10]

Tous ces os sont réunis par des synchondroses. La croissance se fait simultanément, mais pour des raisons didactique nous allons décrire chaque sens séparément.

Accroissement en longueur

Se fait par un certain nombre de synchondroses orientées transversalement. Ces sutures se ferment très tôt, soit à la naissance, soit dans les 5 ou 6 premières années de la vie. Seules les synchondroses sphéno-occipitales et septo-ethmoïdales sont actives jusqu'à l'âge adulte (Baume). Cette action des synchondroses est complétée par des phénomènes d'apposition-résorption mineurs. ^[11]

Accroissement en largeur

Le rôle des sutures longitudinales en particulier de la suture métopique est de courte durée, puisqu'elles sont pratiquement toutes disparues à trois ans. Très tôt interviendront seuls les phénomènes de remodelage. ^[11]

Accroissement vertical

La synchondrose sphéno-occipitale influence la croissance verticale et Sagittale de la base du crâne.

Son activité retentit sur la situation

- De l'occipital.
- Des poutres pétreuses. ^[11]

1.1.2.2 Biodynamique basicranienne

Il existe un phénomène important de remodelage de la base du crâne qui se matérialise par la flexion.

Du segment antérieur pré-sphénoïdo-ethmoïdo-frontal sur le segment postérieur postsphénoïdo- occipital par le biais de la synchondrose spheno occipital SSO avec les variations concomitantes. (Fig.3)

De longueur de la base, de ses champs crânio-facial et crânio-rachidien.

La mobilité de chaque pièce osseuse s'inscrit dans un mouvement d'ensemble, pour aboutir à un état d'équilibre sous le contrôle de facteurs constitutionnels de l'espèce.

Selon Sutherland et collaborateurs évolue toujours dans le sens d'une flexion la base du crâne^[12]

La flexion de la base du crane se traduit par une

- Rotation antihoraire de l'occipital.
- Rotation horaire du corps du sphénoïde.
- Rotation externe des temporaux.

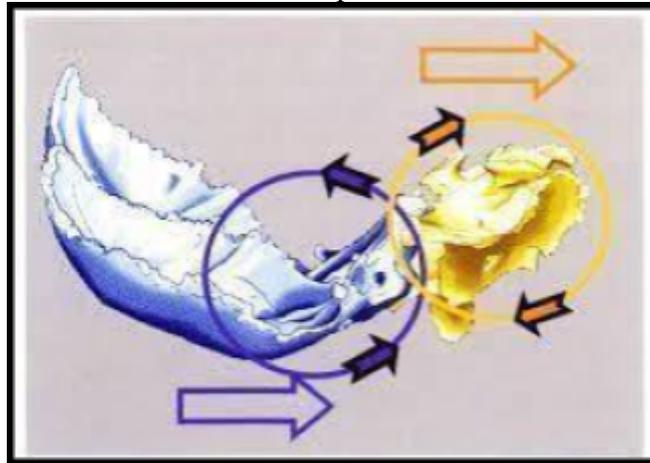


Fig. 3- La rotation antihoraire de l'occipital et la rotation horaire du sphénoïde.^[13]

Ces rotations dynamisent la SSO, lieu de convergence des différents axes de rotation des pièces squelettiques.^[12]

La SSO est le siège de torsions, latéroflexions, flexions-extensions, entre basi-occipital basisphénoïde sous le jeu des membranes de tension réciproque dur mérienne. Si effectivement une certaine mobilité de la SSO dure tardivement son effet est primordial en période de croissance^[12]

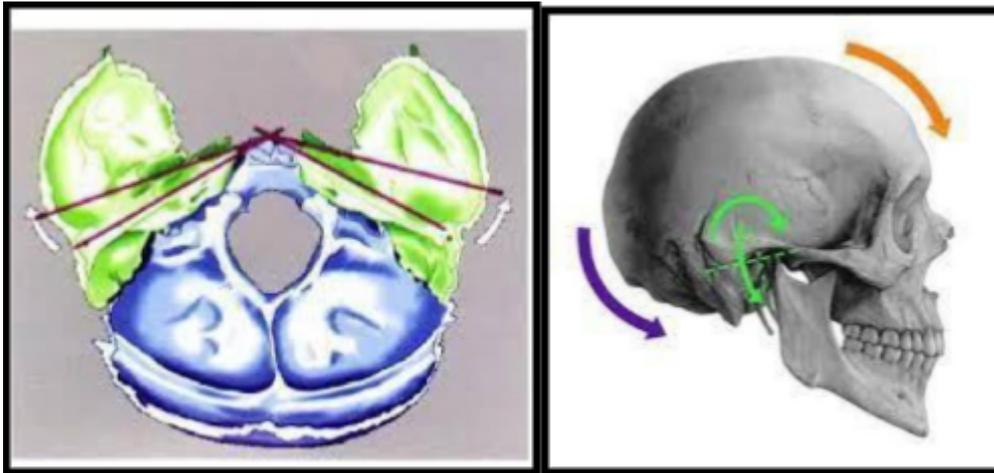


Fig.4- Mouvement de flexion crânienne^[13]

1.1.2.3 Croissance du complexe naso-maxillaire

Le max sup comprend cinq os pairs : le maxillaire supérieur, le palatin, le malaire, les os propres du nez et un os impair : le vomer.

1.1.2.3.1 Développement du maxillaire

En direction sagittale, pour Enlow, l'os maxillaire avance en même temps que le frontal. Il présente une croissance **suturale** sur son pourtour ainsi qu'une **résorption-apposition** au niveau de son contour antérieur. Ces phénomènes permettent à cet auteur de différencier le déplacement primaire du squelette, le déplacement secondaire, et le déplacement total. Cette «relocation» du maxillaire se fait en rotation postérieure pour Enlow. Pour Keith et Champion, De Coster et Björk cette rotation est antérieure.^[14]

Accroissement en largeur

Cet accroissement se produit par le jeu des sutures sagittales inter nasales, intermaxillaires, inter-palatines et par remodelage, ces sutures sont pratiquement inactives Après cinq ans. L'allongement divergent de l'arcade élargit Le palais en arrière Certaines sutures ne sont pas synostoses avant l'âge adulte (jusqu'à 25 ans) et permettent donc, de ce fait, une action orthopédique notamment la suture palatine médiane.

La prolifération de la suture maxillo-malaire et les remodelages augmentent la largeur bi zygomatique d'une façon continue, à un rythme de plus en plus réduit, de la naissance jusqu'à l'âge adulte.^[11]

Dans la dimension transversale, Enlow attribue une forte responsabilité aux phénomènes modulants dans l'acquisition du diamètre transversal, alors que Björk privilégie surtout le rôle de la suture médio-palatine.^[14]

Accroissement en hauteur et en longueur

Au niveau des sutures fronto-maxillaires, maxillo-malaires, zygomatoco-malaires, ptérygopalatines, prémaxillo-malaires et palatines transverses.

L'accroissement en hauteur et en longueur serait dû à la faculté d'adaptation de ces sutures, sous l'influence active du septum nasale de remodelages fonctionnelles.

Cette suture palatine transverse, dernière restant en activité pendant toute la vie Selon Enlow La zone antéro-inférieure du maxillaire supérieur se résorbe au fur et à mesure de la poussée sagittale, ce qui rend plus saillante la région naso-maxillaire.

À sa partie supérieure, orbitaire, il est lié l'expansion du contenu de l'orbite (œil, muscles oculomoteurs, graisse péri- et intra orbitaire), sollicitant les sutures front maxillaire et front malaire permettant l'agrandissement de l'orbite.^[11]

1.1.2.4 La croissance de la mandibule

La mandibule, os impair médian et symétrique, forme le squelette du massif facial inférieur. C'est le seul os mobile du massif facial. Il s'articule par l'intermédiaire de son processus condylien avec le temporal, au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire.

1.1.2.4.1 Morphologie générale

De la forme générale d'un segment d'ovoïde ouvert vers l'arrière, la mandibule se divise en deux parties :

-Une portion horizontale ou corps.

-Deux portions verticales : les branches. Ces deux portions se réunissent au niveau des angles mandibulaires.

Le développement de la mandibule, pour la majeure partie de ses composantes squelettiques, est de type secondaire ou adaptatif^[15]

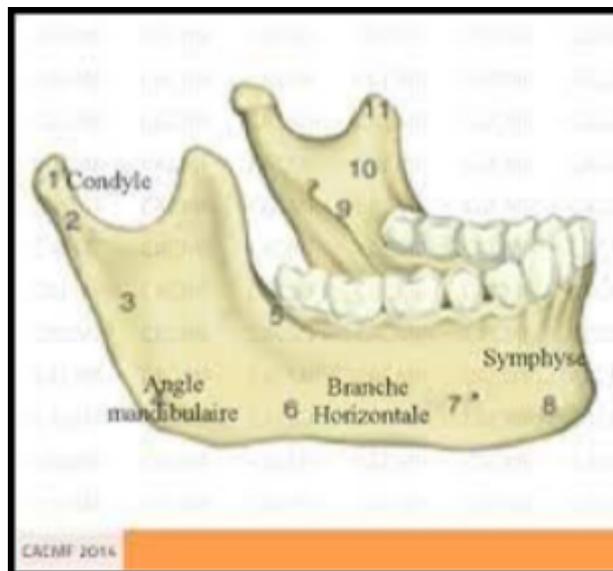


Fig.5-mandibule.^[16]

1.1.2.4.2 Croissance et embryologie

La formation de la mandibule commence avec l'apparition du système branchial de l'embryon vers la deuxième semaine. Ce dernier est composé de d'arcs branchiaux qui sont des masses d'origine mésoblastique et recouverts par de l'épiblaste. Ils sont au nombre de six, seul le premier est important car c'est celui-ci qui participera à la formation de la mandibule.

Au cours de la 4^{ème} semaine, il va se produire une condensation mésenchymateuse au niveau crânien. Cette condensation va subir par la suite une chondrification pour aboutir à la formation du chondrocrâne au début du deuxième mois. Le premier arc branchial verra la formation en son sein du cartilage de Meckel. Ce cartilage parcourt ainsi l'arc mandibulaire.^[17]

L'arc mandibulaire est constitué de deux portions

-Une portion dorsale plus courte qui constitue le processus maxillaire qui participera à l'édification de l'étage supérieur de la face,

-Une portion ventrale, plus importante, qui constitue le processus mandibulaire ou cartilage de Meckel qui participera lui à l'édification de la mandibule et d'une partie du plancher buccal. Les bourgeons mandibulaires sont d'abord latéraux puis amorcent un mouvement dirigé en avant et en dedans finissant par un accollement épilépique sur la ligne médiane après un léger mouvement ascendant de leur extrémité. L'accolement épilépique sera suivi d'une mésodermisation qui assurera la soudure pour former la mandibule.^[18]

1.1.2.4.3 Ossification de la mandibule

La mandibule a une origine complexe, issue à la fois d'une ossification membraneuse et d'une ossification cartilagineuse notamment au niveau du cartilage de Meckel dans sa partie antérieure et à partir de trois cartilages au niveau de la branche montante.

Vers le 40^{ème} jour de vie intra-utérine, un noyau d'ossification primaire apparaît un peu en arrière de ce que sera le trou mentonnier, dans le tissu conjonctif qui tapisse la face externe du cartilage de Meckel.^[17]

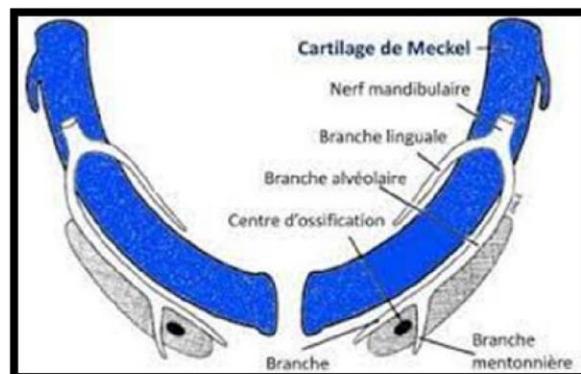


Fig.6-Ossification de la mandibule^[19]

Cette zone d'ossification s'étend en avant vers la symphyse en entourant le futur foramen mentonnier, en arrière horizontalement et en bas verticalement. Une lame osseuse externe sera ainsi formée. Cette lame externe va s'épaissir en bas et en dedans, puis va émettre un prolongement interne qui va remonter verticalement contre la face externe du cartilage de Meckel, la lame interne est ainsi formée. On obtient l'ébauche du corps mandibulaire ; sur une coupe frontale, le corps a une forme de gouttière à concavité supérieure. Dans cette gouttière, on trouve de bas en haut, une veine osseuse et le paquet vasculo-nerveux alvéolaire inférieur et au-dessus les bourgeons dentaires.^[17]

Formation de la mandibule osseuse Les lames osseuses externes et internes vont ensuite émettre sur toute leur longueur des prolongements profonds. Ces prolongements se réuniront dans la profondeur du corps mandibulaire, entre la veine osseuse et le paquet vasculo-nerveux alvéolaire inférieur.^[17]

Un canal dirigé en dedans et en avant est ainsi formé ayant pour nom le canal de Serres. Le paquet vasculo-nerveux alvéolaire inférieur se trouve lui à ce stade dans la gouttière folliculaire contenant aussi les follicules dentaires. Puis des tribulations osseuses viendront séparer le pédicule vasculo-nerveux des follicules dentaires en laissant à chaque future dent un pédicule nourricier.^[17]

Le canal de Serres disparaît vers 8 ans. Cette ossification se poursuit en avant dans la région para symphysaire et en arrière pour former une partie de la branche montante. Le noyau osseux primaire de la mandibule continue l'ossification vers la partie postérieure de la mandibule.^[17]

Au cours du 3^{ème} mois apparaîtront 3 autres cartilages au niveau de la branche montante angulaire, coronoïdien et condylien qui en s'ossifiant donneront la morphologie définitive de la mandibule à ce niveau. L'ossification sera ici de type enchondrale.^[17]

Plus tard, un second point d'ossification apparaît dans le tissu conjonctif au niveau de la symphyse mentonnière et va se souder au 9^{ème} mois avec les

Prolongements osseux du corps mandibulaire. Pour certains auteurs, le cartilage de Meckel en s'ossifiant à ce niveau participerait à la réunion des deux ébauches osseuses. Une petite zone de l'os mandibulaire serait donc issue d'une ossification enchondrale à ce niveau.^[17]

Chez le nouveau-né, la mandibule affecte la forme générale d'un boudin arrondi et non aplatie, comme la mandibule adulte.^[17]

La branche mandibulaire est pratiquement inexistante et le condyle mandibulaire se trouve au même niveau que le bord alvéolaire de la région incisive. Le processus coronoïde en revanche est bien marqué.^[17]

1.1.2.4.4 Croissance mandibulaire post natale

C'est le seul os mobile de la face. La mandibule est reliée à la base du crâne à sa partie postérieure par l'intermédiaire des cavités glénoïdes qui se déplacent en bas et en arrière. La croissance sagittale de la mandibule doit donc être quantitativement plus importante que celle du maxillaire, afin de conserver une articulation dento-dentaire normale entre le maxillaire et la mandibule.

C'est un os complexe, tant par son ossification (os de membrane et cartilages secondaires) que par ses modifications morphologiques).

Dans le sens antéro-postérieur

Au niveau de la branche montante ou le Ramus; l'apposition en arrière et la résorption en avant de la branche montante créent progressivement la place pour l'évolution de toutes les dents. L'apposition étant plus importante que la résorption, le Ramus recule et s'épaissit. Ce processus continue jusqu'à l'évolution des dents de sagesse^[11]

Selon certains auteurs La croissance du Ramus est sous la dépendance de

- Le cartilage condylien : ces auteurs notent que ce cartilage est soumis à des hormones somatotropes activé par l'action de muscle ptérygoïdien latérale.
- La Croissance alvéodentaire maxillaire et mandibulaire.
- La flexion basicranienne : elle s'accompagne d'une descente des ATM.
- La posture cranio rachidienne.

- Le périoste et de l'environnement musculaire : en outre du ptérygoïdien latéral le temporale et la sangle
- ptérygo massétérine contribuent au développement du Ramus.^[20]

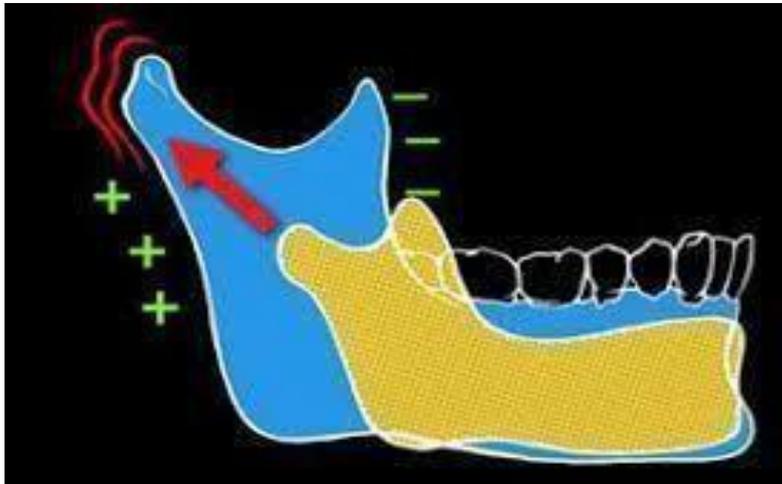


Fig. 7-croissance du Ramus^[21]

Au niveau du corps ou corpus Croissance du corps mandibulaire se produit au bord interne du foramen mandibulaire sur lequel s'insère le ligament sphéno-mandibulaire. Et c'est par la mise en tension de ce ligament que va se développer en direction postérieure le corpus mandibulaire.^[11]

Bien évidemment, "les agents des déplacements mandibulaires" prennent ici une importance primordiale. Ils sont représentés essentiellement en période prénatale par le cartilage de MECKEL qui propulse la mandibule et en période post-natale par les tensions musculoaponévrotiques qui tractent la mandibule en direction caudale.^[20]

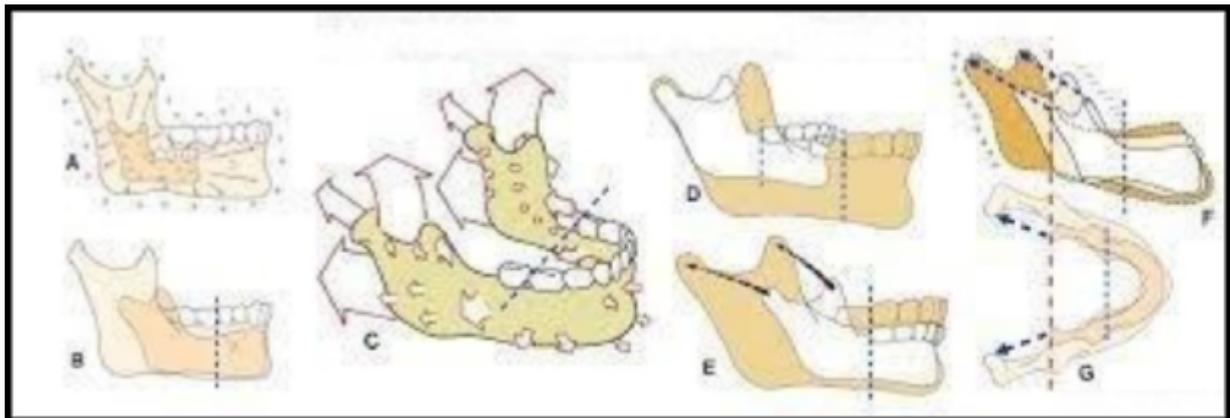


Fig.8-Croissance de la mandibule^[21]

Notons cependant que le ligament sphéno-mandibulaire est amarré dans sa portion céphalique à l'épine du sphénoïde, au foramen ovale, qu'il entretient des relations intimes avec l'articulation temporo-mandibulaire par son ligament latéral interne (ils s'insèrent tous deux dans la scissure de GLASER).

Donc l'allongement du corps mandibulaire va dépendre non seulement des différents agents qui vont entraîner caudalement la mandibule mais également des variations de situation des points d'attache de la portion céphalique du ligament sphéno-mandibulaire, c'est-à-dire qu'il sera sensible aux phénomènes de la biodynamique humanisant, plus particulièrement la rotation horaire du sphénoïde et la plus ou moins importante migration ontogénique de la base latérale du crâne dans sa région glénoïdienne.

Le menton se modelant autant par résorption sus-symphysaire que par apposition symphysaire.^[20]

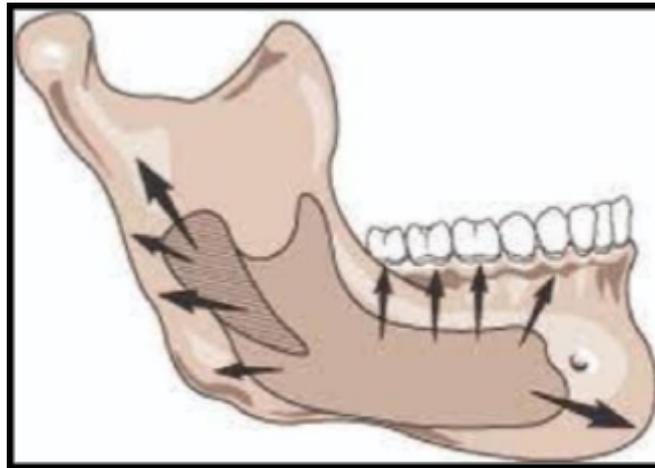


Fig.9-Croissance de la mandibule dans les 3 dimensions de l'espace.^[22]

Dans le sens transversal

La synchondrose symphysaire se ferme dès les premiers mois de la vie. L'augmentation de largeur de la mandibule résulte essentiellement de son allongement, associé à la divergence progressive des deux hémimandibules, postérieurement due à l'écartement progressive des condyles en suivant le développement de la base du crâne.

Dans le sens vertical

La croissance se fait d'une part au niveau de l'os alvéolaire, d'autre part au niveau de la branche. La croissance verticale de la branche suit le recul de l'angle mandibulaire. Entre 2 et 5 ans, le foramen mandibulaire est sous le plan d'occlusion dentaire, puis il va s'élever progressivement pour se situer au niveau du plan d'occlusion, puis au-dessus à 10 ans. La situation définitive du foramen est acquise entre 12 et 15 ans. Le développement de l'os alvéolaire suit les éruptions dentaires et le développement des muscles masticateurs

1.1.2.4.5 Étude de quelques structures particulières de la

mandibule 1.1.2.4.5.1 Le Condyle mandibulaire

Le condyle fait suite au col condylien à la partie supéro-postérieure du Ramus Sa face supérieure est convexe dans le sens transversal et sagittal.

Son versant antérieur est convexe, très développé et recouvert de cartilage alors que son versant postérieur, presque vertical sert d'insertion à la capsule articulaire. Il répond au condyle temporal, formé par la racine transverse de l'arcade zygomatique, et à la fosse glénoïde en arrière qui reçoit le condyle mandibulaire lors des mouvements de rétro-pulsion

Le cartilage condylien est le seul cartilage secondaire persistant après la naissance Il est recouvert d'une épaisse couche de tissu conjonctif (chondroblastes et pré chondroblastes)^[11]

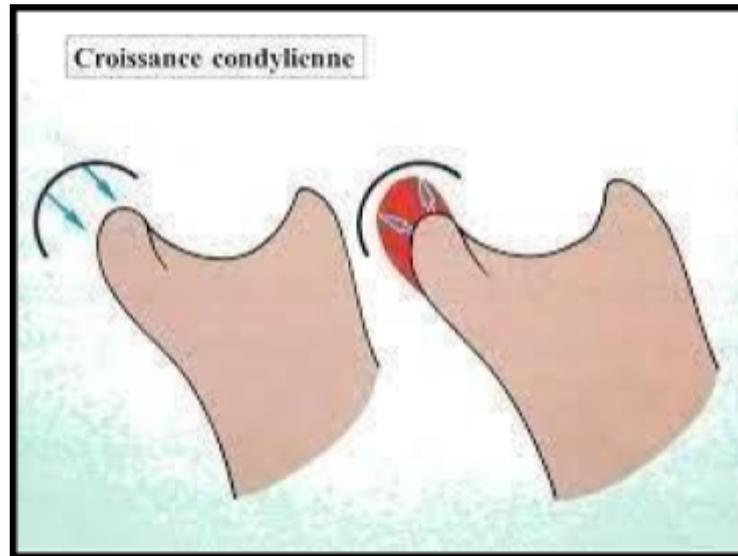


Fig. 10-Croissance condylienne.^[23]

C'est un cartilage unique dans l'organisme : il peut s'accroître en- épaisseur, non seulement par croissance interstitielle mais également par croissance appositionnelle. ^[11]

La surface cartilagineuse proliférant, des résorptions compensatrices très complexes, dans les trois sens de l'espace, se produisent au niveau du col du condyle.^[11]

Le condyle joue un rôle de « différentiel » entre l'activité de la suture sphéno-occipitale qui entraîne l'occipital et la cavité glénoïde en bas et en arrière et la mandibule qui se dirige avec la face en bas et en avant (Charron). Björk assigne au condyle une fonction de guide de la croissance mandibulaire, ce que nie Delaire, pour qui la croissance du condyle est uniquement adaptative^[11]

1.1.2.4.5.2 Coroné ou apophyse coronoïde

Il s'édifie à la suite des tractions du muscle temporal, au cours du développement de la fonction masticatoire. Par son remodelage, il ralentit l'effet d'élargissement de la mandibule en arrière.^[11]

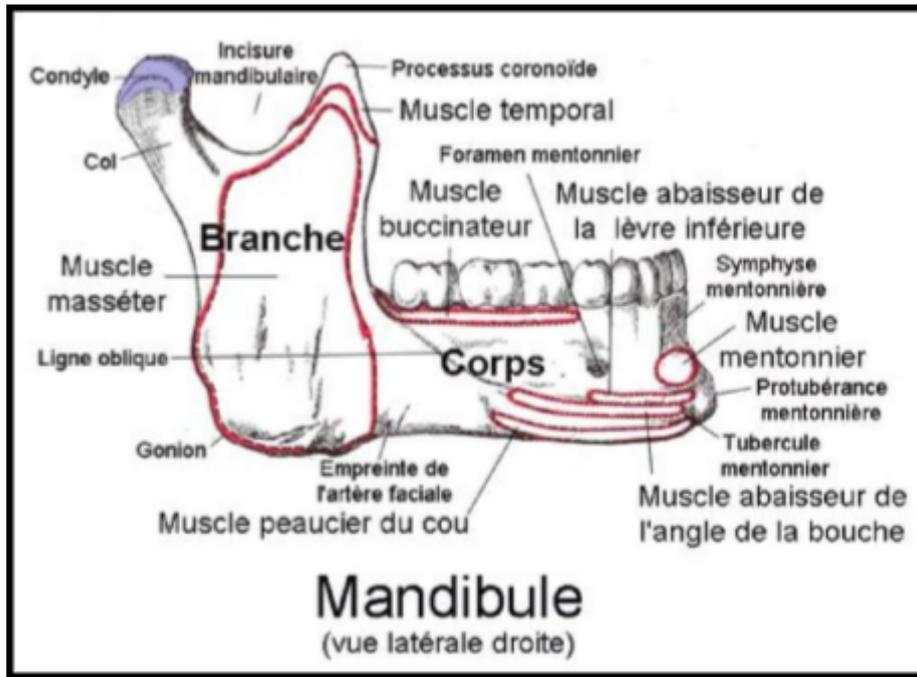


Fig .11 Vue latérale droite de la mandibule [24]

1.1.2.4.5.3 Formation de la région symphysaire

Vers le 4ème mois du développement fœtal, un cartilage secondaire apparait en bordure de la suture symphysaire, au niveau des extrémités internes de chaque hémi-mandibule.^[25]

La croissance de ces deux cartilages secondaires assure en partie celle des deux hémimandibules et favorise leur rapprochement.

Selon Hall, la particularité des cartilages secondaires par rapport aux cartilages primaires, est d'apparaître au sein du périoste d'un os de membrane, dans une zone de concentration de stimuli mécaniques, comme c'est le cas au niveau de la symphyse. En effet, les muscles mylohyoïdiens et digastriques s'insèrent à son niveau, développant ainsi des contraintes biomécaniques sur la suture, et ce dès le début de la vie fœtale. Puis, au cours du 5ème mois fœtal, un tissu chondroïde se forme en bordure de la symphyse. Sa présence est le signe d'une activité ostéogénique importante se produisant à ce stade dans la région symphysaire.^[25] Ce tissu chondroïde persiste sur les berges de la suture symphysaire tout au long de la période fœtale et après la naissance, jusqu'à la fin de la première année.^[25]

1.1.3 Taux et rythme de croissance

Le taux de croissance, la quantité de croissance résiduelle, la direction de croissance propre à chaque individu, sont des éléments indispensables à l'établissement d'un diagnostic précis et à l'élaboration d'un plan de traitement individualisé. En outre, la croissance descriptive des os de la face et des maxillaires permet d'appréhender les ajustements progressifs qui conduisent à une architecture faciale équilibrée.

La croissance passe par des phases d'accélération et de décélération, ce que montre la courbe du taux de croissance staturale, visualisant l'augmentation de taille, par unité de temps. Le taux de croissance est très élevé de la naissance jusqu'à 6 mois. Il diminue de façon importante au cours de la période infantile (6 mois à 2 ans). Au cours de la période juvénile, de 2 ans jusqu'à l'époque pré pubertaire (10-11 ans, chez les filles et 12-13 ans, chez les garçons), la pente de la

courbe est très faible. Puis le taux de croissance augmente de façon considérable jusqu'au pic pubertaire (en moyenne 12 ans chez les filles et 14 ans chez les garçons). Elle diminue ensuite progressivement jusqu'à s'annuler totalement vers 15 à 16 ans chez les filles et 18 ans chez les garçons. Cette dernière phase adolescente correspond à l'apparition des caractères sexuels secondaires, à la croissance en longueur et à la maturation musculaire. Après cessation de ces phénomènes, la croissance est terminée, c'est le début de la période adulte. Les variations de la taille de l'individu et des maxillaires sont à peu près synchrones^[26]

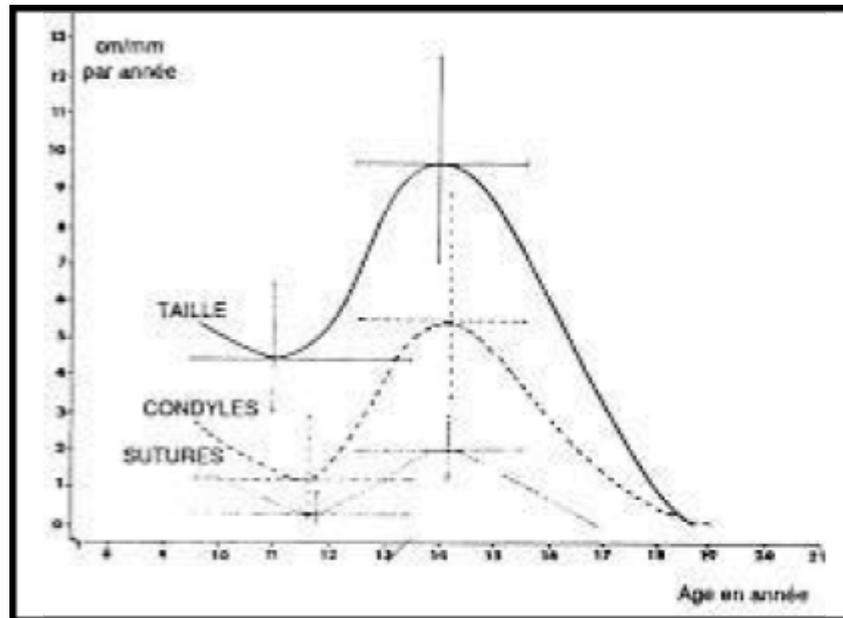


Fig. 12- Courbe de bjork.^[27]

Il est nécessaire pour rétablissement d'un plan de traitement, en orthodontie, de préciser le stade de croissance du sujet afin de bien poser un bon diagnostic, pour cela nous tenons compte d'âges biologiques suivants

Age chronologique

Aussi appelé l'âge civil, est l'âge réel de l'enfant, calculé à partir de sa date de naissance. C'est la notion d'âge que l'on utilise quotidiennement.^[26]

Age statural

Age pour lequel la taille déterminée pour l'enfant considéré correspond à la taille moyenne.^[26]

Age dentaire

Il correspond aux stades de la denture. L'enfant est considéré comme possédant une denture normale lorsque les âges dentaires et civils sont identiques; Par contre, il sera qualifié de denté précoce ou tardif si son âge dentaire diffère de plus ou moins deux ans par rapport aux valeurs moyennes reconnues pour cet âge. L'âge dentaire est évalué sur deux critères [26]

Age osseux

Il s'agit de l'âge le plus fiable et celui qui permet de situer avec précision notre patient sur sa courbe de croissance. L'évaluation de la maturation squelettique est essentielle dans l'analyse du développement statural d'un enfant ou d'un adolescent.

La détermination de l'âge osseux se fait par des différentes méthodes selon les auteurs et la plus couramment pratiquée est celle de Greulich et Pyle, Elle s'effectue par la radiographie du poignet et de la main gauche de l'enfant.

Il s'agit de la méthode d'évaluation de l'âge la plus couramment utilisée qui se fonde sur la radiographie de la main et du poignet gauches par comparaison avec des clichés de référence.

Schématiquement, ces clichés radiographiques analysent l'existence et la taille de point d'ossification (os sésamoïde du pouce) et des signes de maturation épiphysaire des phalanges.

Un âge osseux inférieur à l'âge civil est de meilleur pronostic pour la croissance ultérieure qu'un âge osseux correspondant à l'âge réel ; car cela offre plus d'amplitude de croissance et donc plus de chance pour la réalisation et la réussite du traitement. [26]

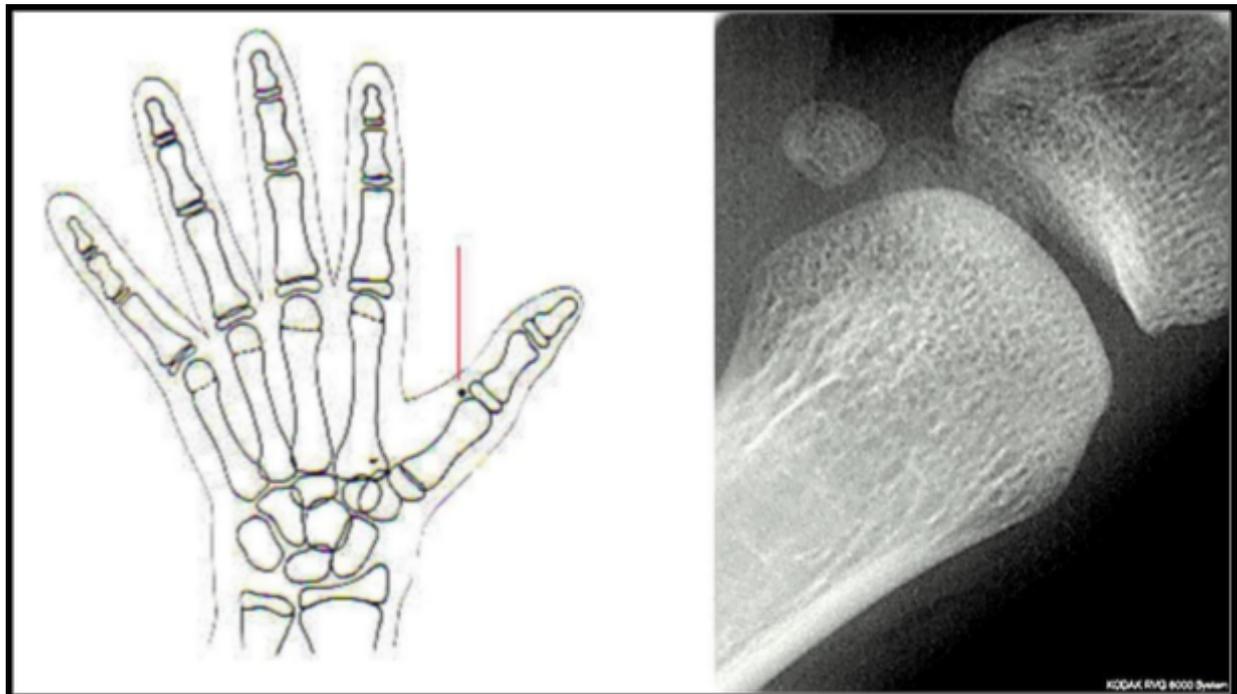


Fig. 13- Schéma et radiographie de la main montrant l'os sésamoïde.[28]

L'étude des stades de maturation cervicale pour l'étude de l'âge osseux ;

L'avantage du CVMS en orthodontie réside dans le fait que l'information nécessaire est disponible sur le cliché céphalométrique utilisé pour le diagnostic et l'étude cas, éliminant la nécessité d'une exposition supplémentaire du patient aux radiations. D'autant plus que l'évaluation de la radiographie des os du poignet et de la main demande une intervention et une expertise supplémentaire. Ceci explique en partie que cette méthode autrefois utilisée soit aujourd'hui remplacée par le CVMS.[29]

Les vertèbres cervicales visibles sur les téléradiographies de profil, où l'on analyse la taille et la forme des cinq vertèbres cervicales notamment la concavité du bord inférieur, l'inclinaison du bord supérieure, la hauteur du bord antérieur et l'épaisseur des espaces intervertébraux.

Six stades correspondant à six étapes de la maturation des vertèbres cervicales peuvent être mis en évidence pendant la période pubertaire. Les six stades (CS pour Cervical Stages) sont caractérisés par des modifications nettes de la morphologie et de la dimension des corps

vertébraux de la deuxième à la sixième vertèbre cervicale Cette méthode a montré son efficacité et sa fiabilité clinique pour l'évaluation de la maturation squelettique mandibulaire chez des sujets en croissance. En effet, les stades de la maturation vertébrale cervicale sont corrélés aux médocations de la croissance mandibulaire qui ont lieu à la puberté. ^[30]

- Stade 1 (CS 1) : Les bords inférieurs des corps de l'ensemble des vertèbres cervicales sont plats. Les bords supérieurs sont effilés de l'arrière vers l'avant
- Stade 2 (CS 2) : Une concavité se forme au niveau du bord inférieur de la seconde vertèbre. La hauteur antérieure des corps vertébraux augmente.
- Stade 3 (CS 3) : Une concavité se forme au niveau du bord inférieur de la troisième vertèbre.
- Stade 4 (CS 4) : Une concavité se forme au niveau du bord inférieur de la quatrième vertèbre. Des concavités commencent à se former au niveau des bords inférieurs des cinquièmes et sixième vertèbres. Tous les corps vertébraux cervicaux sont rectangulaires, plus larges que hauts.
- Stade 5 (CS 5) : Des concavités marquées apparaissent au niveau des bords inférieurs des six vertèbres cervicales. Les corps vertébraux sont presque carrés et les espaces intervertébraux sont réduits
- Stade 6 (CS6) : Toutes les concavités apparaissent plus profondes. Les corps vertébraux sont alors plus hauts que larges.

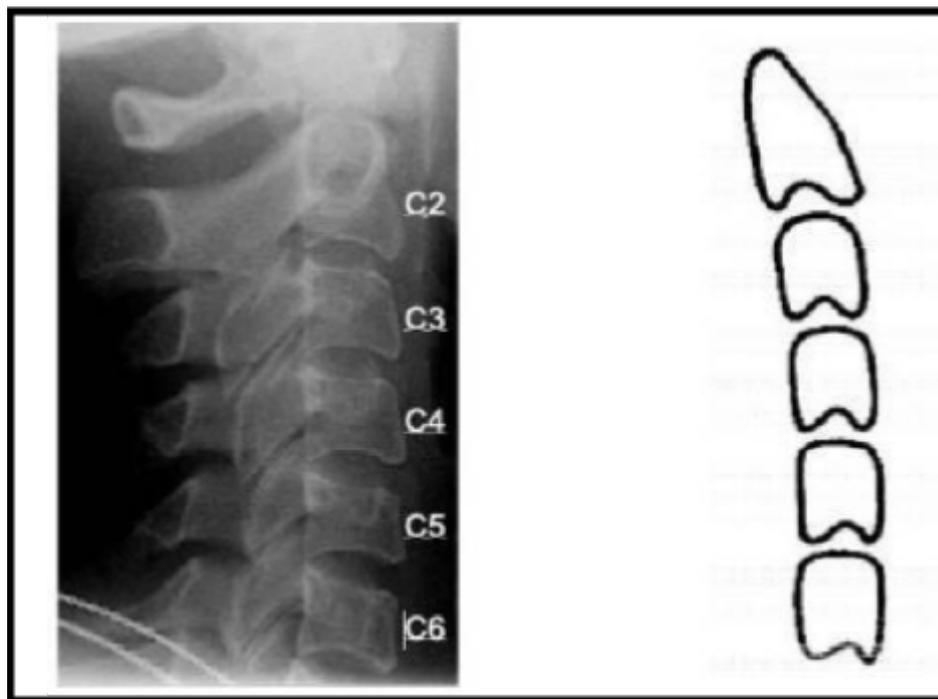


Fig.14 Radiographie de profil montrant les 6 premières . vertèbres. ^[31]

Le pic de croissance staturale et le pic de croissance mandibulaire ont lieu tous les deux entre CS 3 et CS 4 pour 93,5 % des sujets. CS 1 a lieu au moins deux ans avant le pic, CS 2 un an avant le début du pic, CS 5 un an après la fin de la portion croissante du pic, et CS 6 au moins deux ans plus tard, marquant ainsi la fin de la croissance pubertaire.

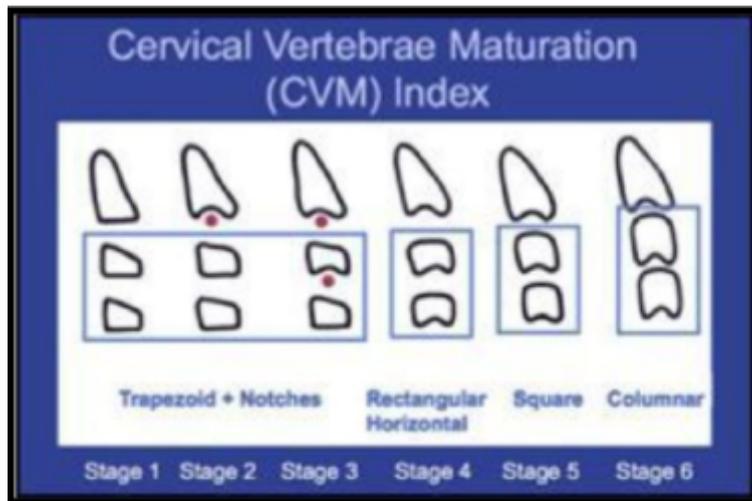


Fig. 15-Les six stades de croissance cervicales.^[32]

1.2 Malocclusion de classe II

1.2.1 Historique et définition

Edward Hartley Angle était un dentiste américain, largement considéré comme "le père de l'orthodontie moderne". Il a fait de l'orthodontie sa spécialité. En novembre 1899, il a enseigné un cours de troisième cycle sur l'orthodontie dans son bureau de Saint-Louis où ses étudiants l'ont exhorté à créer une école d'enseignement de l'orthodontie. Il a fondé l'Angle School of Orthodontia à St. Louis, Missouri en 1900, où il a officiellement établi l'orthodontie comme spécialité. Avec Angle, la spécialité de l'orthodontie a reçu un nouvel élan. Il a inventé le terme malocclusion pour désigner les anomalies de la position des dents et a classé diverses anomalies des dents et des mâchoires, comme la classe II et III d'angle et a inventé des appareils pour leur traitement et il a également conçu plusieurs techniques chirurgicales. Angle a standardisés les appareils dans une série de livres et de brochures, y compris un texte dont il est l'auteur, "Treatment of Malocclusion of the Teeth and Fractures of the Maxillae: Angle's System". Le développement de la classification des malocclusions d'Angle dans les années 1890 a été une étape importante dans le développement de l'orthodontie car non seulement elle subdivisait les principaux types de malocclusions, mais elle incluait également la première définition claire et simple de l'occlusion normale dans la dentition naturelle (classe I).^[33]

Un inconvénient majeur du système de classification des malocclusions d'Angle est qu'il ne considère que deux dimensions le long d'un axe spatial dans le plan sagittal, mais les problèmes d'occlusion peuvent être tridimensionnels. Le système de classification d'Angle manque également de base théorique; c'est purement descriptif. Ses faiblesses très discutées incluent qu'il ne considère que l'occlusion statique, il ne tient pas compte du développement et des causes (étiologie) des problèmes d'occlusion. Ainsi, de nombreuses tentatives ont été faites pour modifier le système Angle ou pour le remplacer complètement par un système plus efficace, mais la classification d'Angle continue d'être populaire principalement en raison de sa simplicité et de sa clarté.^[34]

Selon Edward H. Angle, l'occlusion normale existe lorsque la cuspide mésiobuccale de la première molaire supérieure se bouche avec le sillon vestibulaire de la première molaire inférieure. Tout détournement de cet alignement relève des trois classifications de malocclusion. Angle a défini la classe II comme "un décalage antéropostérieur des deux arcades, l'arcade maxillaire paraissant être déplacée en avant de l'arcade mandibulaire."^[34]

La malocclusion de classe I présente une relation molaire normale; mais il y a un encombrement, un désalignement des dents, des rotations, des occlusions croisées et d'autres irrégularités d'alignement.^[34]

La malocclusion de classe II; La cuspide mésiobuccale de la première molaire maxillaire s'obstrue en avant du sillon vestibulaire de la première molaire mandibulaire. La classe II est divisée en deux divisions supplémentaires :

Division 1

Les molaires sont en relation classe II mais les incisives supérieures sont protrusives ou avancées. Le surplomb antérieur horizontal (overjet) est excessif mais le surplomb antérieur vertical (overbite) peut être excessif, normal ou il peut y avoir présence d'une béance antérieure.^[34]

Division 2

Les molaires sont aussi en relation classe II mais les incisives supérieures sont rétro inclinées, basculées vers l'intérieur ou très verticales. Le surplomb antérieur horizontal (overjet) est rarement excessif mais le surplomb antérieur vertical (overbite) est presque toujours excessif, les incisives supérieures recouvrant parfois complètement les incisives inférieures.^[34]

Au milieu du siècle grâce à l'apport de la céphalométrie, Balard complète la classification d'Angle en introduisant le concept de classe squelettique. Cette classification squelettique est établie en analysant exclusivement les structures basales osseuses maxillaires et mandibulaires 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.^[35]

Le décalage squelettique antéro-postérieur est très souvent associé à la classe II.1 alors qu'elle est très rarement à la classe II.2

Les analyses céphalométriques permettent de déterminer si la classe II intéresse le secteur alvéolo-dentaire ou squelettique.^[35]

1.2.2 Prévalence de la malocclusion de classe II :

Selon *Proffit* 25 à 30% de la population présenterait une classe II squelettique.^[36]

Selon une étude de *Le Guedard-Girault*, les classes II dentaires sont associées dans 87% des cas à une classe II squelettique.^[36]

Différentes études ont été réalisées ces dernières années dans le monde pour connaître la prévalence des malocclusions présentes au sein des différentes populations. Voici les plus récentes : en Amérique, une population de 507 enfants latino-américains entre 12 et 18 ans, les auteurs ont évalué le pourcentage de malocclusion à 93% (SILVA, 2001). Une étude Brésilienne, menée par GRANDO et coll. (2008) au centre universitaire d'Araras, a étudié 926 enfants entre 8 et 12 ans, 88.5% présentaient une Malocclusion; en sagittal, la classe I à 62.6% et la classe II à 24.5%.^[37]

En Afrique Dans une étude menée au sein du département d'ODF de la faculté d'Ibadan, au Nigeria, ONYEASO (2002) a analysé 636 patients entre 12 et 17 ans (âge moyen entre 14/72 ans) et trouve 24% d'occlusion idéale, 50% de classe I et 14% de classe II. Dans la population nord-africaine, nous retrouvons une prévalence de 16,29% au Maroc (*Mehamdi*) et une prévalence nettement plus élevée dans le pourtour méditerranéen 49% au Liban (*Kassis*).^[37] En Algérie, à Blida, en juin 2013, Pr Boulemkhali Abdelnasser à réaliser une étude relative aux besoins de traitements orthodontiques chez les enfants scolarisés âgés de 9 à 11 ans, les résultats ont montré que 16 % des enfants âgés de 12 ans présentent une anomalie du rapport des bases squelettiques dans le sens sagittal dont 10,1 % sont en classe II.^[38]

En Allemagne, LUX et coll. (2009) ont étudié dans le département ODF de Heidelberg 494 enfants (âge moyen 9 ans), une classe II a été retrouvé chez plus d'un enfant sur 5 (>20%).^[37]

1.2.3 ETIOLOGIES

Les étiologies sont aussi nombreuses que les formes cliniques.

Elles peuvent être classifiées en deux catégories, selon leurs origines :

- Héritaires ou génétiques.
- Acquis, avec souvent une cause fonctionnelle.

1.2.3.1 Facteurs Héritaires

L'hérédité a longuement été considérée comme la seule responsable des dysmorphoses. Brodie affirmait en 1946 que « la dysharmonie existe avant la naissance ... les dents et les procès alvéolo-dentaires sont les seules zones de la face sur lesquelles on peut obtenir des modifications ».^[35]

Ce fondant sur ces concepts génétiques, un grand nombre d'orthodontistes américains et européens étaient amenés à faire systématiquement des traitements tardifs en denture permanente complétée.^[35]

Il a fallu attendre des orthodontistes *comme Anderson, Heren, Moss, Delaire,...* et bien d'autres qui par leur recherche sur la forme et la fonction, ont apporté une grande contribution dans le débat sur l'hérédité, les fonctions et l'environnement, et leurs effets sur le complexe maxillo-dento-facial.^[35]

Ces connaissances ont changé notre approche diagnostique et thérapeutique.

Cela nous amène à devoir prendre en considération l'évaluation de l'état fonctionnel de chaque patient avant tout traitement orthodontique, sans oublier, néanmoins, qu'il existe de structures cartilagineuses d'origine génétique (base de crâne) sur lesquelles nous ne pouvons pas intervenir et d'autres, d'origine membraneuses, sous l'influence des matrices fonctionnelles, sur lesquelles nos moyens thérapeutiques mécaniques ainsi que la rééducation auront des effets bénéfiques cela signifie qu'il faudra rechercher non seulement le siège du problème, mais son origine.^[35]

1.2.3.1.1 Etiologies structurales ou affectant le potentiel de croissance de la mandibule 1.2.3.1.2 Morphologie basicranienne favorisant la classe II squelettique

Les relations anatomiques étroites que la base du crâne entretient avec le maxillaire, par sa partie antérieure, et la mandibule, par sa partie postérieure, expliquent l'influence de sa morphologie sur le décalage maxillo-mandibulaire.^[39]

- Allongement de la base du crâne

Il porte surtout lorsqu'il concerne la partie antérieure, le maxillaire en avant et favorise son développement sagittal, augmentant le décalage squelettique.^[39]

L'allongement de la partie sphéno-occipitale entraîne un recul des cavités glénoïdes qui impose à la mandibule une position plus postérieure contribuant à la rétrognathie mandibulaire :

- Extension de la base du crâne

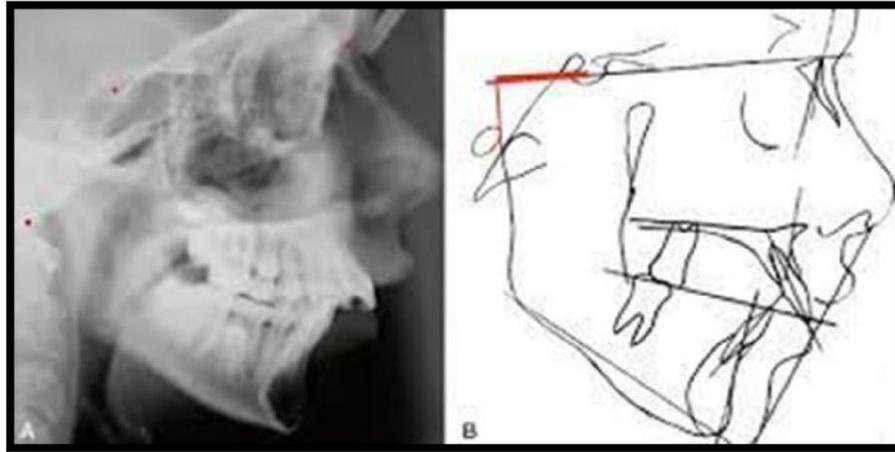


Fig.16 - A. Téléradiographie de profil.

B. Tracé céphalométrique montrant la position haute et surtout
reculée du condyle mandibulaire.^[40]

L'ouverture de l'angle de flexion de la base du crane participe à l'établissement d'une classe II squelettique en écartant les structures maxillaire et mandibulaire et en élevant les cavités glénoïdes favorisant ainsi une rotation postérieure de la mandibule.^[39]

Ces variations morphologiques de la base du crane sont le plus souvent héréditaires bien que des facteurs fonctionnels comme la posture céphalique puissent intervenir.^[39]

1.2.3.1.3 Anomalies affectant le condyle mandibulaire

Dans certaines anomalies héréditaires ou congénitales, le potentiel de la croissance du condyle est perturbé induisant, dans les formes bilatérales, des rétrognathies mandibulaires sévères avec un profil fuyant, de même, des atteintes condyliennes acquises, traumatiques, infectieuses ou inflammatoires, peuvent affecter sévèrement le potentiel de croissance de la mandibule.^[39]

1.2.3.1.4 Dysharmonies de croissance avec insuffisance du potentiel de croissance mandibulaire

Comme dans le cas précédant, mais à un degré moindre, l'insuffisance de croissance antéropostérieure de la mandibule ne permet pas de rattraper le décalage maxillo-mandibulaire initial.

Elle peut être due au potentiel de croissance insuffisant de la mandibule ou à une direction de croissance verticale défavorable.^[39]



Fig.17-Profil d'un patient avec rétrognathie mandibulaire.^[41]

1.2.3.2 Les Facteurs Fonctionnels

Un grand nombre de malocclusion présente des fonctions perturbées. Le rôle des troubles de la ventilation nasale est particulièrement important dans le développement des dysmorphoses y compris la Classe II.^[39]

- **Ventilation**

Elle intervient par différents mécanismes ;

L'adaptation céphalique en extension favorise l'ouverture de l'angle de la base du crâne et la rotation postérieure de la mandibule.

La position basse de la langue et la réduction des sollicitations ventilatoires au niveau de l'étage nasal induisent un hypo développement transversal du maxillaire qui secondairement limite la croissance antéropostérieure de la mandibule.

L'inocclusion labiale enfin, par rupture du contact labial, supprime des informations extéroceptives et proprioceptives nécessaires, au positionnement sagittal de la mandibule, au repos et lors de la déglutition, ainsi qu'à sa croissance.^[39]

- **Mastication**

L'insuffisance de mastication contribue à l'hypodéveloppement transversal du maxillaire et réduit les sollicitations de la croissance antéropostérieure de la mandibule.^[39]

- **Déglutition atypique et troubles de succion**

La pulsion linguale antérieure lors de la déglutition tend à augmenter la croissance du maxillaire vers l'avant et contribue largement à l'allongement de l'arcade maxillaire ainsi que par la réduction de son diamètre transversal.

La succion digitale provoque une bascule du plan palatin vers le haut et l'avant, une forte réduction du développement transversal et un allongement de l'arcade maxillaire.^[39]

• Déséquilibre labiolingaux

La langue en position haute et antérieure, elle participe au développement d'une classe II division 1 par son action sur la partie antérieure de l'arcade. Elle favorise aussi la proalvéolie maxillaire.^[39]

De faible volume ; entraîne souvent une réduction de la longueur mandibulaire.

Lèvre Une hypotonie de la lèvre supérieure autorise la proalvéolie des incisives maxillaires.

Une hyperactivité de la lèvre inférieure induit une rétroalvéolie mandibulaire aggravant le surplomb.^[39]

Ces anomalies de l'équilibre labiolingual au repos et lors des fonctions sont responsables de l'absence de compensations alvéolaires antérieures que l'on observe dans les classe II division 1 d'étiologie fonctionnelle, caractérisées par un surplomb très augmenté.^[39]



Fig.18-Béance antérieure avec dysfonctionnement lingual associée.^[42]

• *Verrou occlusaux*

Certaines conditions occlusales limitent les possibilités de déplacements mandibulaires vers l'avant, freinant ainsi l'expression du potentiel de croissance. Ce sont principalement

-La supraclusion incisive

Au blocage mécanique qu'elle constitue s'ajoute, surtout lorsque les incisives mandibulaires sont en contact avec la muqueuse palatine, une composante réflexe d'évitement de ce contact qui tend à ramener la mandibule en arrière.

-La vestibuloversion des incisives mandibulaires

Elle peut induire un contact précoce avec les incisives maxillaires qui freinent la croissance mandibulaire, surtout dans les cas de supraclusion associée.^[39]

-Le verrou canin ;

Il résulte de la différence de forme et de dimension transversale des deux arcades liées à l'allongement et à la contraction de l'arcade maxillaire sous l'effet des dysfonctions et des para fonctions,

-La mésiorotation des premières molaires.

Fréquente dans cette malocclusion, elle participe au verrouillage de la mandibule comme

-certaines dystopies, -La courbe de Spee.

-L'endo-alvéolie maxillaire.^[39]

1.2.4 Classification des classes II selon le siège de l'anomalie :

Le siège du problème de ses dysmorphoses peut être localisé au niveau :

- De la base du crâne.

- Du maxillaire.

-Ou de la mandibule.^[35]

1.2.4.1 Classe II à responsabilité maxillaire

Elle est dû à :

- Un maxillaire en protrusion.

- Une base du crâne antérieur longue.

- Un angle de la base du crâne relativement plat qui détermine une position protrusive du complexe naso-maxillaire.

- Une bascule antérieure du complexe naso-maxillaire.

- Un développement vertical du maxillaire en excès.^[35]

1.2.4.2 Classe II à responsabilité mandibulaire

Elle peut être dû à ;

- Un corps mandibulaire court.

- Un Ramus étroit ou court.

- Une bascule postérieure du Ramus.

- Une base du crâne postérieure longue.^[35]

1.2.4.3 Classe II à responsabilité mixte

Due à la fois d'une rétrognathie mandibulaire, et une prognathie maxillaire.^[35]

1.2.4.4 Formes cliniques des classe II

1.2.4.4.1 Classe II division 1

Les molaires sont en relation classe II mais les incisives supérieures sont protrusives ou avancées. Le surplomb antérieur horizontal (overjet) est excessif mais le surplomb antérieur vertical (overbite) peut être excessif, normal ou il peut y avoir présence d'une béance antérieure.^[43]



Fig.19-Classe II division 1^[44]

1.2.4.4.2. Classe II division 2

Les molaires sont aussi en relation classe II mais les incisives supérieures sont rétro-inclinées, basculées vers l'intérieur ou très verticales. Le surplomb antérieur horizontal (overjet) est rarement excessif mais le surplomb antérieur vertical ([overbite](#)) est presque toujours excessif, les incisives supérieures recouvrant parfois complètement les incisives inférieures.^[43]



Fig.20-Classe II division 2^[45]

1.2.5 Sémiologie clinique de la malocclusion de classe II division 1

Les formes cliniques de la classe II squelettique sont variées ; elles concernent soit le maxillaire soit la mandibule, soit les deux.^[38]

- **Les formes cliniques de la classe II à responsabilité maxillaire**

- **La dolichomaxillie**

C'est l'augmentation du volume maxillaire dont l'une des étiologies est la macroglossie haute. Elle est caractérisée par un A-T de CHÂTEAU augmenté par rapport à la valeur moyenne.^[38]

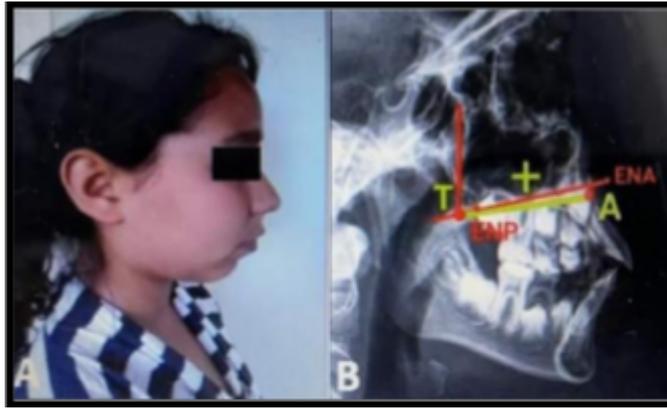


Fig.21-A. Patientte présentant une dolichomaxilie.

B.Téléradiographie de la patientte.^[38]

Promaxillie ou prognathie maxillaire

C'est un maxillaire de taille normale mais en position antérieure (la région sous nasale déformée en avant. En téléradiographie de profil on note

- Un angle SNA > 82,5° selon BALLARD.
- Une longueur S-FPM > 17 mm chez les filles et de 18 mm chez les garçons selon WENDELLE WYLIE.
- Un A-T de CHÂTEAU moyen.^[38]

. Les caractéristiques des formes cliniques maxillaires :

Les deux formes clinique précédentes sont caractérisées généralement par :

- Une région sous-nasale cutanée déformée en avant.
- Une convexité du profil.
- Une position antérieure du point A osseux.
- Les molaires et les canines maxillaires sont mésialées.
- La distance 6-Ptv est augmentée.
- Une proalvéolie supérieure (I/F augmenté).^[38]

Les formes cliniques de la classe II

à responsabilité mandibulaires

La brachymandibulie

Elle est définie par une mandibule réduite en taille avec raccourcissement du corps ou/et du Ramus avec une position normale ou bien postérieure de l'ensemble de la mandibule. L'analyse céphalométrique montre :

- La hauteur ramale est diminuée (inférieur de 47% de la hauteur faciale).^[38]



Fig.22- A. Patient présentant une brachymandibulie.

B.Téléradiographie du patient.^[38]

La micrognathie mandibulaire

C'est un développement insuffisant de la mandibule avec glossoptose du nourrisson. La malformation peut être congénitale ou causée par une infection ou un traumatisme. On retrouve ce symptôme dans plusieurs pathologies comme le syndrome de Robin, syndrome de Turner, le syndrome de Treacher Collins et le syndrome du cri du chat.^[38]

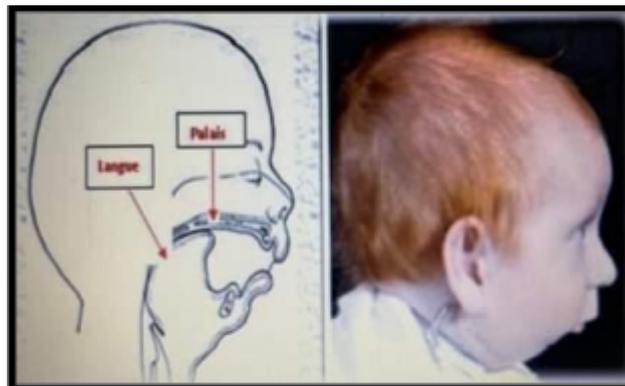


Fig.23-Enfant ayant une micrognathie mandibulaire^[e³. 8]

La rétromandibulie

Les classes II div1 sont le domaine de la rétrognathie mandibulaire appelée de nos jours la rétromandibulie.

Elle est définie par une mandibule de taille normale mais en position postérieure L'analyse céphalométrique montre :

- Une position reculée de la mandibule par rapport à la base du crane : angle SNB < 76° selon BALLARD.
- La valeur S-CG est inférieure par rapport à la valeur moyenne (17 mm pour les filles et 18 mm pour les garçons) selon WENDELLE WYLIE.
- La valeur Xi-Pm est moyenne.^[38]

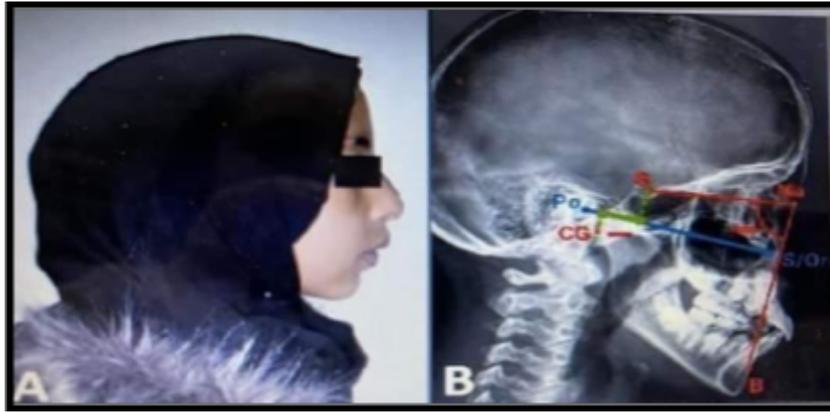


Fig.24-A. Patiente présentant une rétromandibulie.
B.Téléradiographie de la patiente.^[38]

1.2.6 Sémiologie de la classe II division 2

La classe II division 2 est un « syndrome » associant des signes dentaires et squelettiques très dépendants d'un environnement musculaire marquant. La musculature est fine et très tonique. Il existe une hyperactivité des muscles élévateurs et une hypotonie des muscles abaisseurs. Le profil est plus ou moins concave. Le sillon labiomentonnière peut être très marqué.^[46]

1.2.6.1 Définition

C'est une anomalie dento-squelettique caractérisée par :

- Une distoclusion de l'arcade mandibulaire par rapport à l'arcade maxillaire.
- Une palatoversion des incisives maxillaires avec diminution du surplomb horizontal.
- Une supraclusion incisive.^[46]



Fig.25-Malocclusion de classe II division 2.^[43]

1.2.6.2 Fréquence

Alors que la classe II représente les trois quarts de la population orthodontique, la classe II division 2 est relativement rare et concerne 2 à 3% de la population générale. Elle touche plus souvent les filles que les garçons avec un rapport de 3 pour 1 (Darqué 1974). En France on la retrouve surtout en Bretagne, dans le Centre et dans le Nord-Est (Parielle 1999).^[47]

1.2.6.3 Circonstance d'apparition

Cette anomalie est déjà décelable dès la denture temporaire et se précise après évolution des incisives supérieures permanentes. [46]

1.2.6.4 Formes cliniques

Bassigny 1991 décrit trois formes de classe II division 2



Fig.26 –Classe II division 2 ayant les centrales en platoversion et overbite augmenté. [43]

-Palatoversion des incisives centrales avec vestibuloversion des incisives latérales c'est la forme la plus courante nommée « Deckbiss » [48]

-Palatoversion des trois ou quatre incisives maxillaires avec une canine ectopique vestibulaire ou palatine.

-Palatoversion du groupe incisivo-canin supérieur. C'est la forme dite : en couvercle de boîte. [48]



Fig.27-Palatoversion du groupe incisivo-canin sup. [43]

1.2.6.5 Signes faciaux

- Face courte. Le visage est carré de type musculaire.
- Profil concave.
- L'angle goniale paraît fermé.
- Les lèvres présentent un très fort contact bilabial : lèvre supérieure courte, mince, hypotonique, la lèvre inférieure plus ourlée, tonique.
- Sillon labiomentonnière marqué.
- Des muscles élévateurs puissants (masséters, temporaux).
- Sourire parfois gingivale. [46]

1.2.6.6 Signes occlusaux Maxillaire

- Arcade supérieure courte large, carrée
- Voûte palatine profonde au niveau antérieur :
 - Linguoversion des deux incisives centrales et vestibuloversion apparente des incisives latérales ; (Forme fréquente)
- Le bord libre des incisives centrales supérieures est situé plus bas que le plan d'occlusion.
- Plan d'occlusion en ligne brisée avec marche d'escalier en distal des canines Mandibule.
- Peu ou pas d'encombrement incisif.
- Facettes d'abrasion parfois visibles au niveau des bords libres des incisives.^[46]

1.2.6.7 Relations inter-arcades

-Rapport de classe II molaire et canine.

- Surplomb incisif diminué.

- Supraclusion localisée aux incisives centrales supérieures.

- Sens transversal : normocclusion.^[46]

1.2.6.8 Signes téléradiographiques Signes qualitatifs :

• Forme mandibulaire, présentant des signes de rotation antérieure.

• Parallélisme des plans horizontaux (base du crâne, bispinal, mandibulaire). Signes quantitatifs :

FMA diminué. ; ANB augmenté E.I.F. diminué I/F diminué.^[46]

1.2.6.9 Diagnostic différentiel

Il est important de distinguer :

-classe II div 2 et classe II div 1 avec forte rétroalvéolie incisive maxillaire compensatrice du décalage de classe II squelettique.

- Classe II div 2 et DDM par macrodontie.

- Classe II div 2 et classe I birétroalvéolie.^[46]

1.2.7 Les conséquences d'une malocclusion classe II

1.2.7.1 Classe II div 1

- Esthétiques : rides labio-jugales précoces.

-Traumatiques

Si les dents sont apparentes, le risque de fracture est très fortement augmenté, en cas de traumatisme facial.^[46]

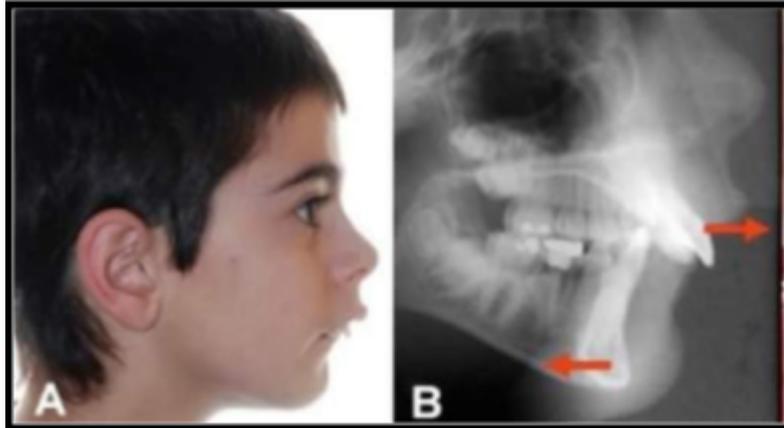


Fig.28-Insisives apparentes et innocclusion labiale.^[43]

Parodontales : l'élimination des produits bactériens et le rôle immunologique de la salive seraient beaucoup moins efficaces, pour les classes II, division 1 avec innocclusion labiale, en fonction de la mauvaise irrigation salivaire et de la sécheresse relative de la gencive. A long terme, des parodontopathies, peuvent apparaître.

Occlusales : Sadam chez les sujets prédisposés ^[46]

1.2.7.2 Classe II division 2

Généralement :

Aucune conséquence particulière : le parodonte de ces patients est habituellement très résistant aux agressions.

Mais dans certains cas :

La supraclusion peut entrainer des facettes d'usures sur les faces vestibulaires des Incisives inférieures et sur les faces palatines des incisives supérieures.^[46]



Fig.29 – A. Usure importante des dents et dénudations vestibulaires inférieurs

B. Abrasion progressive des incisives inférieures.^[43]

La supraclusion provoque, dans certains cas sévères, des lésions palatines rétro-Incisives et des dénudations vestibulaires au niveau des incisives Inférieures.^[46]



Fig.30-Lésion palatine retro-incisive.^[43]

Il est difficile d'envisager des reconstructions prothétiques fiables dans cet environnement squelettique.^[46]

Chapitre II
apport des propulseurs
fixes dans le traitement de
la classe II

2. Traitement de la classe II et propulseurs fixes

2.1 Revue de littérature

Bien que les appareils fonctionnels existent depuis un certain temps, leurs utilisations, leur mode d'action et leurs effets font encore polémique. Ils ont fait l'objet de nombreux débats dans la littérature orthodontique, certains auteurs estiment que leurs effets sont purement squelettiques, d'autres estiment que les effets sont dento-alvéolaires. Enfin un troisième groupe arrive à la conclusion d'effets combinés dentaires et squelettiques.

2.1.1 Effets dento-alvéolaires

Vasileios F. Zymperdikas, et *Moschos A. Papadopoulos* et ses collaborateurs retrouvent dans une étude faite en 2016 que les FFAs semblent être efficaces pour améliorer la malocclusion de classe II à court terme, bien que leurs effets semblent être principalement dento-alvéolaires plutôt que squelettiques.^[49]

Une revue publiée en 1995 faite par *Frank J. Weiland*, et *Hans-Peter Bantleon* qui ont étudié l'effet de l'appareil Jasper Jumper sur le complexe dentofacial chez des patients de classe II retrouvent que la correction de la malocclusion de classe II par des effets squelettiques à (40 %) et des effets dentaires à (60 %).^[50]

2.1.2 Effets squelettiques

Ryan VanLaecken et al, et ses collaborateurs montrent dans une revue publiée en 2006, les changements squelettiques et dentaires chez les patients atteints de classe II traités par l'appareil Herbst. L'effet net du traitement Herbst est principalement squelettique (85 % de la correction d'overjet et 96% de la correction molaire).^[51]

Une étude publiée en 2008 faite par *Paul Hägglund*, *Staffan Segerdal*, sur l'effet de l'appareil Herbst intégré (IHA), a retrouvé une relation d'arcade dentaire de classe I chez tous les sujets. Une post-normalité squelettique modérée existait toujours après le traitement, bien que la thérapie ait entraîné une augmentation significative du SNB et une diminution significative du SNA.^[52]

2.1.3 Effets dento-squelettiques

Carlos Flores-Mir, et ses collaborateurs retrouvent dans une étude publiée en 2007 après l'utilisation des appareils de *Herbst* de type attelle chez les individus en croissance des changements dentaires sont aussi importants que les changements squelettiques pour atteindre l'occlusion finale.^[53]

Anil Ardeshtnaa, *Frank Bogdanb*, *Shuying Jiangcon*, ont trouvés dans une étude publiée en 2019 que le MARA a réussi à obtenir une relation molaire de classe I et à réduire l'overjet dans les malocclusions de Classe II. Donc son effet est à la fois squelettique et dento-alvéolaire.^[54]

2.2. Appareilles fixes fonctionnels

Ces appareils sont efficaces en permanence et pratiquement indépendant de la coopération du patient, ils permettent de placer la mandibule dans une position antérieure forcée de classe I pour stimuler la croissance et harmoniser ainsi les défauts squelettiques mais aussi en suscitent des corrections dento-alvéolaires. réduisant ainsi durée globale du traitement avec un minimum d'effort, ce qui les distingue des appareils amovibles.^[55]

2.3 *Herbst* : Description et conception de base

2.3.1. Historique

Les appareils fonctionnels fixes ont été introduits pour la première fois en dentisterie par Dr Emil *Herbst* en 1909. Plus tard en 1934, *Herbst* a présenté une série d'articles partageant son expérience avec l'appareil.

Après 1934, très peu d'études ont été publiées sur l'appareil de *Herbst* et la méthode de traitement a été plus ou moins oubliée jusqu'à ce qu'il soit redécouvert par *Hans Panzer* en 1979. Depuis 1979, l'appareil de *Herbst* a suscité un intérêt croissant et est devenu l'un des appareils fonctionnels les plus populaires pour le traitement des malocclusions de classe II.^[56,57]

2.3.1 Définition et conception de base

C'est un dispositif fixe pour le traitement des troubles squelettiques de classe II. Il peut être comparé à une articulation artificielle conjointe entre le maxillaire et la mandibule. Un mécanisme de télescope bilatéral maintient la mandibule en position forcée antérieure pendant toutes les fonctions.^[56,57]

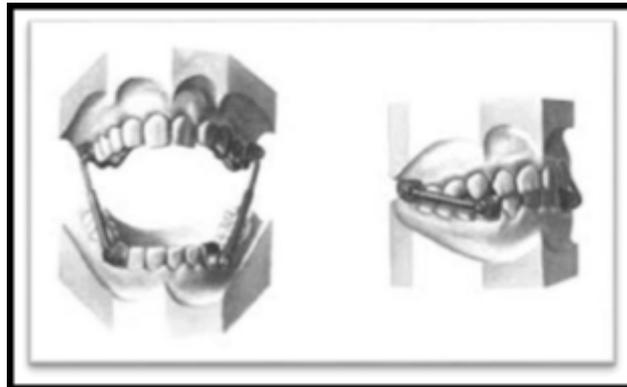


Fig.31- l'Appareil *Herbst*^[57]

Le tube est positionné dans la région de la première molaire maxillaire et le piston dans la région de la première prémolaire mandibulaire, le télescope permet des mouvements d'ouverture et de fermeture mandibulaire et lorsqu'il est correctement placé, des mouvements latéraux sont également possibles. Chaque télescope est attaché à des bandes orthodontiques, couronnes ou attelle et se compose d'un tube, d'un piston et de deux vis de blocage qui empêchent les pièces télescopiques de glisser au-delà des pivots.^[56,57]

2.3.2 Indications

- Patients en classe II squelettiques à responsabilité mandibulaire ou mixte.
- Malocclusion asymétrique de classe II avec déviation de la ligne médiane mandibulaire.
- Prévention du bruxisme. Selon *Herbst*, le bruxisme s'arrête lorsque la mandibule est avancée de 1 mm
- Troubles de l'ATM. Selon *Herbst*, l'appareil soulage la pression sur les structures articulaires endommagées et améliore le processus de guérison aussi arrêt de claquement. En postopératoire après résection condylienne ou hémimandibulaire. Le dispositif est retiré au bout d'environ deux ans lorsqu'un nouveau condyle s'est développé (après résection condylienne) et qu'une adaptation musculaire (après résection hémimandibulaire) s'est produite.

2.3.3 Contre-indications

- Patients dont le parodonte est compromis
- Patients présentant des dents mandibulaires vestibulées ^[55,58]

2.3.4 Les différents types de l'appareil Herbst

La conception originale depuis les années 70 a conservé sa forme générale avec seulement quelques modifications en ce qui concerne les méthodes d'applications (type 1 ,type2 et type 3).^[56]

2.3.4.1 Type 1

Se caractérise par un système de fixation aux bandes ou couronnes par l'utilisation de vis. C'est la forme la plus courante. Il faut souder les axes aux bandes ou couronnes puis fixer les tubes et les pistons avec les vis.^[56]

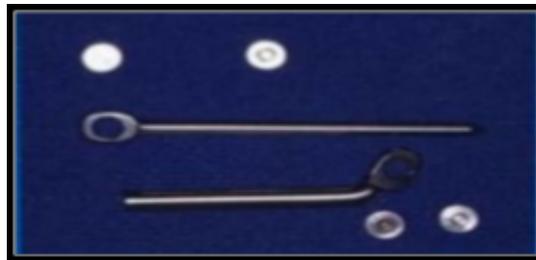


Fig.32-Type 1 de l'Herbst. ^[56]

2.3.4.2 Type 2

A un système de fixation qui s'adapte directement sur les arcs grâce à l'utilisation de vis. Cette méthode d'application provoque des fractures constantes dans les arcs en raison du manque de flexibilité ainsi que de la difficulté des mouvements latéraux et des contraintes exercées sur les arcs par activation. ^[56]



Fig.33- Type 2 de l'Herbst. ^[56]

2.3.4.3 Type 3

A un système de fixation avec une attache à boule, ce qui permet une plus grande flexibilité et une liberté de mouvement mandibulaire. son inconvénient est le fait qu'il nécessite des freins pour stabiliser l'articulation. Ces freins sont petits et parfois difficiles à monter.^[56]



Fig.34-Type 3 de l'Herbst.^[56]

2.3.5 Formes d'ancrage de l'Appareil Herbst

L'appareil Herbst vise à stimuler la croissance mandibulaire dans le traitement des malocclusions de classe II. Cependant, du fait de la perte d'ancrage, des mouvements dentaires maxillaires et mandibulaires parasites durant le traitement ne peuvent être évités. Au fil des années, plusieurs ancrages des systèmes de ont été développés pour contrôler mouvements dentaires indésirables.^[57]

2.3.5.1 Formes d'ancrage utilisées de 1909 à 1934

Le système d'ancrage standard utilisé par Herbst est illustré à la figure 35. Des couronnes ou des coiffes ont été placées sur les premières molaires permanentes supérieures et premières prémolaires mandibulaires (parfois canine) étaient reliés par des fils le long des surfaces palatines de la partie supérieure des dents et les surfaces linguales des dents inférieures.^[56,57]



Fig. 35- Le système d'ancrage standard utilisé par Herbst. ^[57]

Respectivement, Dans les cas où la seconde molaire supérieure permanente n'a pas fait son éruption, Herbst l'a trouvé conseillé d'ancrer plus solidement l'appareil dans la mâchoire supérieure en plaçant des bandes également sur canines, qui ont été soudées à l'arc palatin comme les molaires supérieures. ^[56,57]

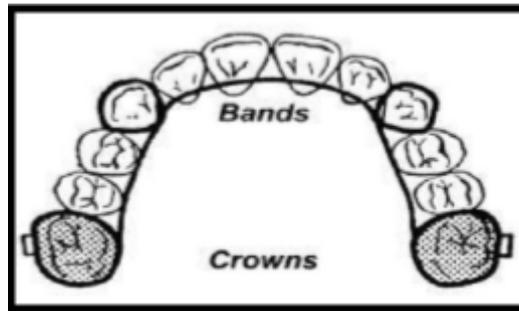


Fig.36- Ancrage en absence de la seconde molaire supérieure permanente (les bandes sur les canines).^[57]

Alternative aux bandes sur les canines supérieures, un fin fil d'or a été placé sur les surfaces labiales des incisives supérieures et soudé à l'arc palatin.

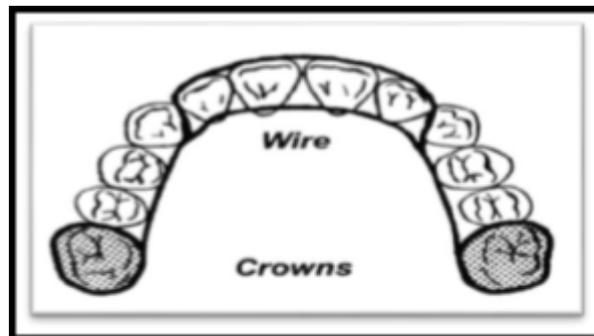


Fig. 37- Ancrage en absence de la seconde molaire supérieure permanente (fil sur les incisives supérieure).^[57]

Lors de l'utilisation de l'appareil Herbst au début de la denture mixte, au maxillaire, les incisives centrales permanentes ont été utilisées pour l'ancrage au lieu de la canine (Fig 38) et dans la mandibule, les couronnes étaient placées sur les premières molaires permanentes et des bagues sur les 4 incisives permanentes^[56]. Un fil d'or épais 1,2 mm a ensuite été utilisé pour joindre le bas des incisives et les molaires sur leurs surfaces labiales. les axes télescopiques ont ensuite été soudés sur ce fil dans la région des premières molaires temporaires.^[57]

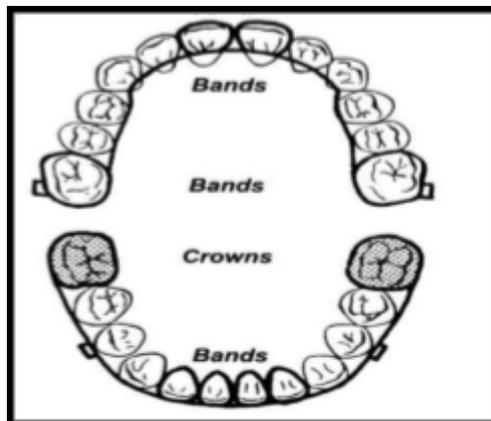


Fig.38- L'utilisation de l'appareil Herbst au début denture mixte.^[57]

En dentition mixte tardive lorsque les canines permanentes avaient fait éruption mais les prémolaires manquaient encore, la conception de l'Apppliance a été modifiée en utilisant les canines comme dents d'ancrage à la place des incisives. ^[56,57]

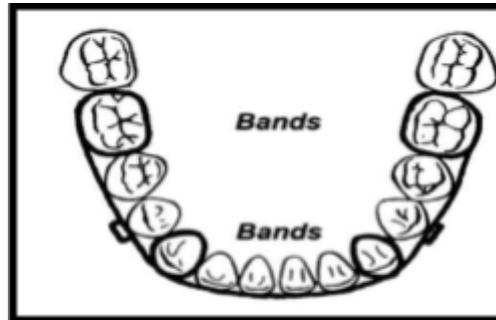


Fig.39-L'ancrage en dentition mixte tardive. ^[57]

La nécessité d'incorporer autant de dents que possible pour l'ancrage pour éviter les effets secondaires indésirables. La plupart des dents du maxillaire et de la mandibule étaient interconnectées par un arc labial ainsi que des arcs linguaux (bloc d'ancrage). ^[57]

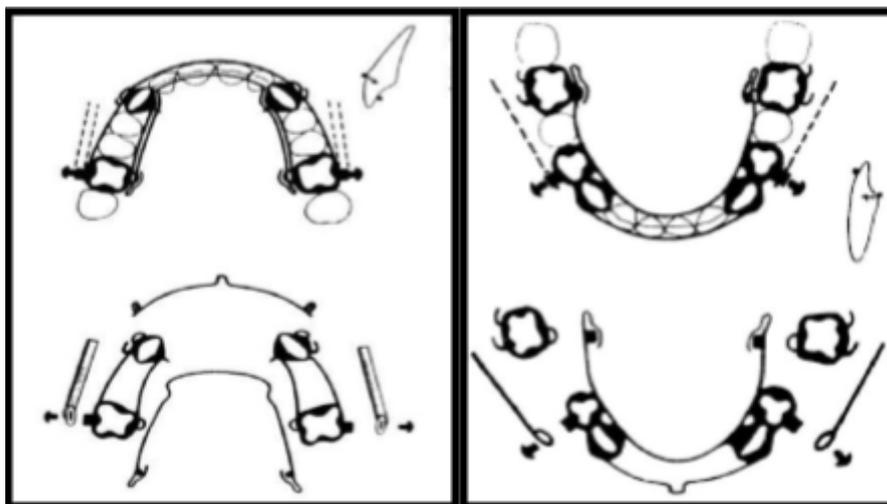


Fig.40-Le système d'ancrage du double bloc maxillaire de Schwarz. ^[57]

Fig.41-le système d'ancrage mandibulaire de Schwarz. ^[57]

2.3.5.2 Formes d'ancrage utilisées depuis 1979

À l'origine *Pancherz* utilisait un type de bande Appareil Herbst. Des bandes en acier d'un matériau épais ont été utilisées. ^[57]

- **Système d'ancrage simple**

Au maxillaire, les bandes ont été placées sur les premières molaires permanentes et les premières prémolaires et de chaque côté relié par un arc. Dans la mandibule, des bandes ont été placées sur les premières prémolaires et reliées par un double arc lingual. ^[56,57]

La fabrication indirecte des bandes avec un matériau épais est d'importance parce que la rupture peut se produire si des bandes ordinaires sont utilisées.^[57]



Fig.42-Système d'ancrage simple.^[57]

Après quelques années, Pancherz a trouvé des effets secondaires qui ne pouvaient pas être contrôlés.

- **Système d'ancrage accru**

Les effets secondaires maxillaires comprenaient l'ouverture d'espace en distale des canines maxillaires, et l'intrusion des premières molaires permanentes, et les effets secondaires mandibulaires incluant l'intrusion des premières prémolaires et une grande pro-inclination des incisives. Donc, les dents maxillaires et mandibulaires ont été incorporées dans le système d'ancrage par un arc labiale en coupe, et au niveau mandibulaire l'arc lingual a été prolongé jusqu'au premièresmolaires.^[56,57]

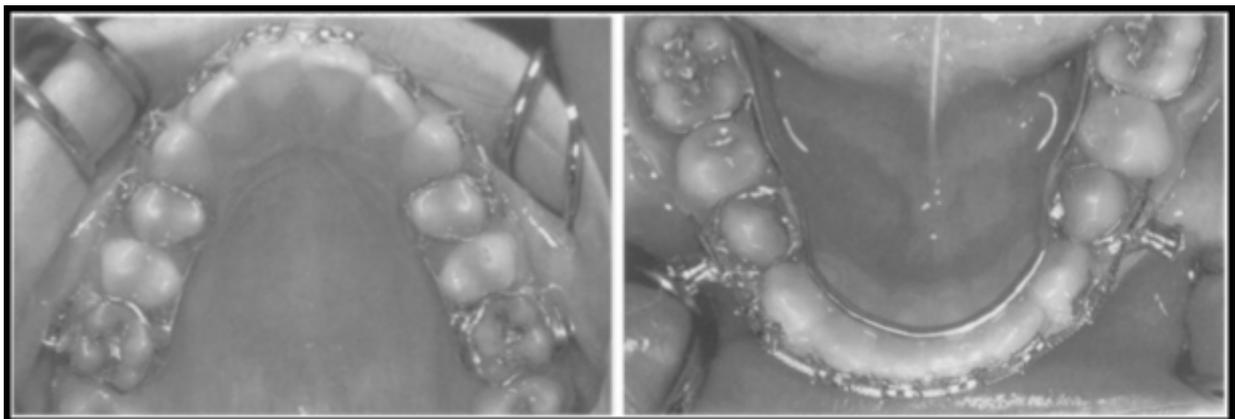


Fig.43- Système d'ancrage accru.^[57]

- **Système d'ancrage total**

Depuis 1995, les gouttières coulées en chrome-cobalt sont été utilisé régulièrement. Les attelles couvrent toutes les dents en vestibulaires des arcades maxillaires et mandibulaires ainsi que des canines mandibulaires. De plus, la partie supérieure et les dents antérieures inférieures sont incluses dans l'ancrage système au moyen des arcs labiaux reliés aux attelles.^[56,57]

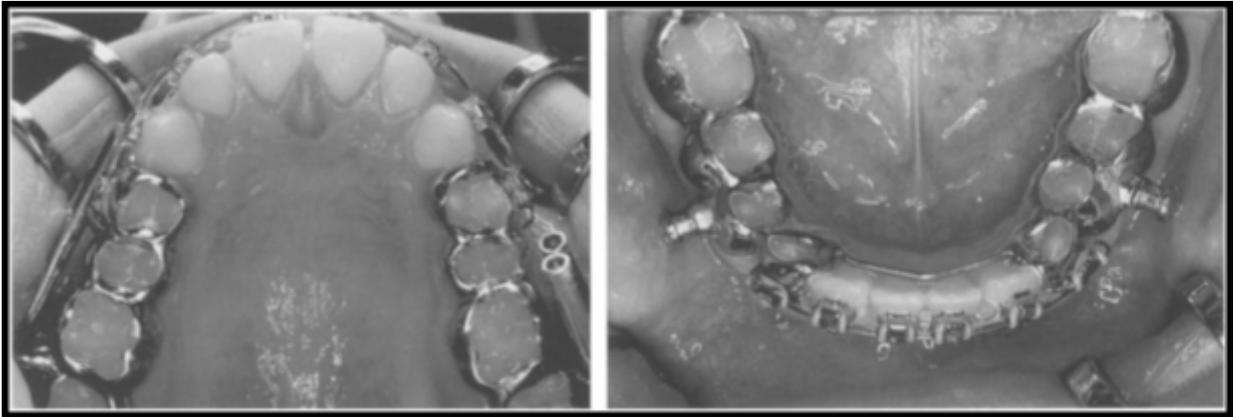


Fig.44- Système d'ancrage total. ^[57]

Parallèlement, des cliniciens aux États-Unis ont commencé à utiliser des couronnes en acier au lieu de bandes pour éviter les problèmes de rupture de bande. Au début 1980, Howe et *MacNamara* ont développé l'attelle en acrylique, qui sert à la fois d'un appareil fixe (collé aux dents) et amovible. Cependant, utilisez l'Herbst en tant qu'un appareil amovible n'est pas recommandé.^[56,57]

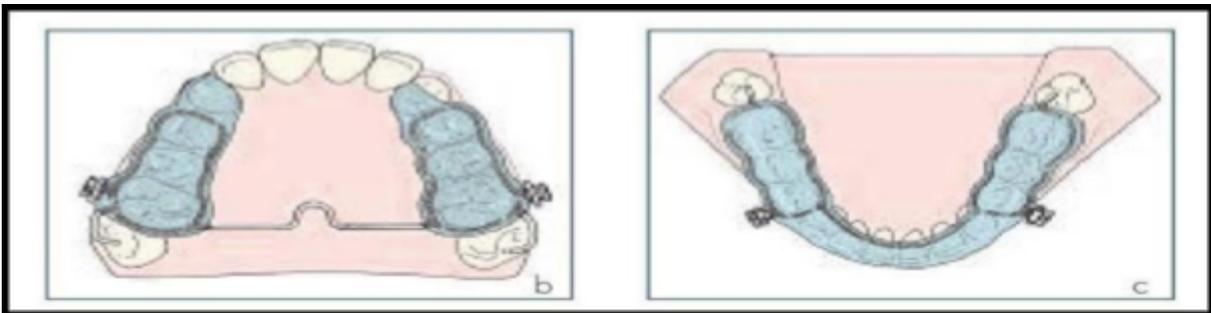


Fig.45- l'attelle en acrylique de Howe et McNamara. ^[57]

Une variante spéciale de la couronne en acier inoxydable d'Herbst qui est devenu très populaire aux États-Unis est le cantilever de l'appareil Herbst. indiqué au début de la dentition mixte avant l'éruption des canines permanentes et les premières prémolaires mandibulaires.^[57]

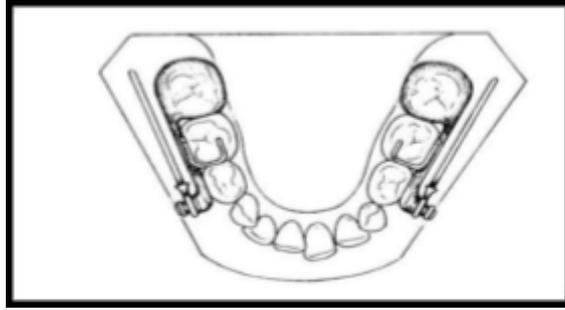


Fig.46-1 l'ancrage du cantilever de l'appareil Herbst.^[57]

La partie inférieure du cantilever Herbst comporte des bras d'extension en métal lourd qui sont soudés aux couronnes des premières molaires permanentes. Les bras s'étendent vers l'avant latéralement à la dentition et se termine dans la région des prémolaires dans laquelle les axes télescopiques sont soudés.^[57]

2.3.6 Evolution de l'appareil Herbst

Depuis la réintroduction de l'appareil herbst dans le domaine de l'orthodontie (pancherz 1979), un grand nombre de modifications sont apparues sur le marché. Beaucoup de dérivés présentent une ressemblance étroite avec le design original Herbst. Ces différents dérivés identifiés pourraient être répartis dans la classification de Ritto mentionnée ci-dessous. .

2.4 Classifications des propulseurs fixes

Divers appareils de correction de classe II sont disponible. Ces appareils sont divisés en trois catégories selon les caractéristiques de système de force utilisé pour faire avancer la mandibule qui incluent :^[59]

- Appareils Fonctionnels Fixes Rigides (RFFA).
- Appareils Fonctionnels Fixes Flexibles (FFFA).
- Appareils Fonctionnels Fixes hybrides (HFFA).

2.4.1 Appareils intermaxillaires rigides (RIMA)

Ces appareils présentent deux différences distinctes par rapport aux FFFA

-Les RFFA ne se fracturent pas facilement, mais ils n'ont pas non plus d'élasticité ou de flexibilité.

-Après mise en place et activation, ils ne permettent pas au patient de se fermer en relation centrée. ^[55,60]

2.4.2 Appareils fonctionnels fixes flexibles (FFFA)

Peuvent être décrits comme des bobines de torsion intermaxillaires, ou des ressorts fixes. Le type de force exercée est de nature continue et élastique. La quantité de force est variable en fonction du schéma squelettique du patient, le type de mouvement souhaité et la taille de la cuspidé. Élasticité et flexibilité sont les principales caractéristiques des appareils flexibles. Ils permettent une grande liberté de mouvement de la mandibule. Les inconvénients majeurs avec ces appareils sont : ^[55,60]

-Les fractures peuvent se produire dans l'appareil lors d'une ouverture de la bouche (rire bâillement)

-La flexibilité est un avantage mais entraîne la fatigue du ressort.

-Le patient peut mâcher l'appareil, ce qui contribue à son dommage.

- Ces appareils sont coûteux.

2.4.3 Appareils fonctionnels fixes hybrides (HFFA)

Ces nouveaux appareils représentent la combinaison d'un appareil fonctionnel fixe rigide (RFFA) avec appareil fonctionnel fixe flexible (FFFA). On pourrait les qualifier de rigides appareils avec des systèmes de type ressort hélicoïdal. L'objectif de ces appareils est de déplacer les dents par une force continue qui remplacerait l'utilisation traditionnelle des élastiques. D'autres avantages comprennent la réduction de besoin de coopération du patient et la facilité de placement.^[55,60]

Voici la classification de *Ritto A Korrodi* donnée dans l'année 2001 avec certains nouveaux appareils inclus.^[55,61-63]

Appareils fixes fonctionnels

Appareils fixes rigides	Appareils fixes flexibles	Appareils fixes hybrides
<p>Appareil Herbst et ses modifications(Emil Herbst /-hans panchez 1979)</p> <p>a. Banded Herbst appliance(1982)</p> <p>b.acrylic splint Herbst appliance (1988)</p> <p>c.Integred Herbst appliance (1997)</p> <p>d. MALU (TP Orthodontie)</p> <p>e.Flip lock Herbst appliance (Miller1996) f.MARS(Clements et Jacobson1982)</p>	<p>Jasper Jumper (Jaspe 1987)</p>	<p>Calibrated Force Module (Cor Mar Inc 1988)</p>
<p>Functional orthopedic magnetic appliance (FOMA) (Vardimon et al 1989)</p>	<p>Amoric Torsion coils(Amorice1994)</p>	<p>Eureka Spring(John DeVincenzo 1997)</p>
<p>Cantilevered Bite Jumper (Mayes 1996)</p>	<p>ABC(Richard West1995)</p>	<p>Twin Force bite corrector(Corbett et Molina 2001)</p>
<p>Rick-A-Nator appliance(Rondeau1990)</p>	<p>Scandee Tubular Jumper (Saga dental,)</p>	<p>Forsus fatigue Resistant Device(2006)</p>
<p>The ventral telescope(les positionneurs professionnels)</p>	<p>Klapper Super Spring(Lewis Klapper 1999)</p>	<p>Alpern Classe II Closers(GAC International Inc)</p>
<p>Magnetic telescopic device(AK Ritto)</p>	<p>Bite Fixer(Ormco 1999)</p>	<p>Power scope(Andy Hayes)</p>
<p>MPA (Coelho Filho 1995)</p>	<p>Churro Jumper(Castanon 1998)</p>	
<p>Universal Bite Jumper(Xavier Calvez1998)</p>	<p>Flex developer(Winsauer 2002)</p>	
<p>Biopédic appliance(Collins J1997)</p>		
<p>MARA (Douglas Toll1991)</p>		
<p>Intraoral snoring therapy appliance (IST)</p>		

Tableau .1 : La classification de Ritto

2.5 Description des appareils fixes fonctionnels

Parmi tous ces dispositifs qui sont disponibles sur le marché, seuls six ont fait l'objet d'études scientifiques fondées, c'est pour cette raison que nous allons limiter notre description à ce groupe sus cité.

L'Appareil de Repositionnement Mandibulaire Antérieur (MARA)

Définition

Le Mara est un appareil fonctionnel fixe correcteur de classe II unique qui élimine le facteur de coopération. A été créé par Douglas Told'Allemagne en 1991. Et modifié en 1994 par Dr.james E Eckhart. Il avance la mandibule afin que le patient fonctionne dans une nouvelle position antérieure. Il est affirmé que cette position mandibulaire soudée forcée stimule le remodelage des os. Peut être utilisé pour le traitement de finition d'une malocclusion de classe II traitée avec

un appareil fonctionnel.^[64]



Fig.47- MARA en bouche ouverte.^[64]

Fig.48-MARA en occlusion.^[64]

Avantages

- Conception non compliquée (pas de connexions inter-maxillaire et mandibulaire).
- Résistant et robuste
- Esthétique et agréable.
- La mobilité mandibulaire est maintenue (moins de déficience des mouvements fonctionnels).
- Moins de points d'ancrage entraînant moins d'effets secondaires.^[64]

Inconvénients

Les effets du traitement avec le Mara chez les patients post-pubertaire sont limités en raison de la croissance mandibulaire réduite. Les effets secondaires peuvent impliquer :

- Mobilité des premières molaires mandibulaires
- Augmentation de l'espace entre les dents antérieures mandibulaires
- Tripping distal et intrusion des premières molaires maxillaires avec une éventuelle extrusion ou un basculement distal des deuxièmes molaires maxillaires que les deux molaires surviennent distalement autour de leurs centroïds.
- La rechute de classe II peut également être un point préoccupant.

Functional mandibular advancer

(FMA) Définition

Le FMA est un appareil rigide et fixe ne nécessite pas la collaboration du patient, il a été conçu pour la correction de la classe II comme alternative à l'Herbst exerçant une force protrusive qui, avec son principe mécanique des plans inclinés, correspond à un concept de base de

l'orthopédie dentofaciale fonctionnelle.^[65]



Fig.49- le FMA en bouche fermé.^[66] Fig.50- FMA en bouche ouverte.^[66]

Indications

Les anomalies avérées de classe II chez l'enfant et l'adolescent caractérisées par une mandibule rétrognathique après la croissance.^[65]

Avantages

- Aucune coopération n'est nécessaire.
- La possibilité de correction des rapports inter maxillaire après avoir atteint le maximum de croissance et la correction pendant la croissance plus rapide.
- Correction squelettique avec des effets dento-alvéolaire réduite.
- Correction des malpositions mandibulaires.
- Repositionnement du disque articulaire.
- Réactivation intra-orale par repositionnement des barres de protrusion.
- Stabilité dimensionnelle grâce à l'absence d'éléments mobiles.
- Utilisation possible avec la technique linguale ou la technique par arcs.^[65]

D'autres dispositifs fixes fonctionnels rigides ;



Fig.51- Cantilever Bite Jumper ^[67] **Fig.52** Appareil MALU Herbst ^[68]



Fig.53-Le télescope ventral ^[69] **Fig.54-** L'appareil Flip-lock Herbst ^[67]



Fig.55 L'Appareil de Protraction mandibulaire. ^[71]

Fig.56 - L'appareil Ritto ^[70]

Le Jasper Jumper

Définition

Le Jasper Jumper est le premier appareil fonctionnel fixe flexible à apparaître développé en 1987 par Dr James Jasper, produisant des forces dento-alvéolaires pour corriger malocclusions squelettiques légères à modérées de classe II ^[72]. Qui est comparable à l'appareil Herbst, avec l'avantage de la flexibilité, ainsi de la grande tolérance des patients. Le système est composé de deux pièces, le module de force et les unités d'ancrages. ^[73]



Fig.57 - le jasper jumper. ^[74]

Indication

Malocclusion dentaire et squelettique de classe II avec supraclusion et incisive rétro-inclinée. ^[75]

Contre-indications

- Résorption radiculaire.
- Bécance antérieure.
- Espace vestibulaire réduit.
- Bi-protrusion maxillaire.
- Angle mandibulaire obtus. ^[75]

Avantages

- Le détachement peut se faire au laboratoire du cabinet, et le placement peut être délégué à un assistant.
- Les mâchoires peuvent s'ouvrir complètement
- La force est dirigée en avant de la molaire si l'arc casse, il n'y a aucun effet sur les dents antérieures. ^[56]

Inconvénients

- Le matériau peut se dégrader et des fractures peuvent se produire avec une certaine fréquence

- Le retrait du cavalier pour un contrôle occlusale prend du temps.^[56]

On peut citer d'autres appareils fixes flexibles comme ;



Fig.58-adjustable bite corrector^[56] **Fig.59**- le Bite Fixer.^[68]



Fig.60-le Churro jumper^[76]

Eureka spring

Définition

Cet appareil est apparu sur le marché en 1996 et il a été développé par DeVicenzo et Steve Prins. C'est un appareil télescopique en trois parties fixées à l'arc supérieur au niveau de la bande molaire et à l'arcade inférieure en distale de la canine. L'appareil a un ressort hélicoïdal ouvert qui est placé à l'intérieur d'une partie du système. L'appareil ne crée aucun effet orthopédique, et la correction est totalement dento-alvéolaire.^[60,77]



Fig.61 - Eureka spring^[78]

Indications

- Malocclusion de classe II.
- Déstalisation des molaires supérieures.
- Avancement des incisives inférieures.

Contre-indications

- Classe II avec béance antérieure.
- Morsure buccale profonde.
- Articulé croisé postérieur.

Avantages

- Il présente une acceptabilité esthétique.
- Capacité à produire un mouvement rapide
- Mise en place facile.
- Aucun arc auxiliaire ou empreinte supplémentaire pour la fabrication en laboratoire n'est nécessaire.

Forsus

Définition

Est un appareil fixe qui agit simultanément sur les dents supérieures et inférieures. Cela fonctionne en tirant le maxillaire vers l'arrière et en poussant la mandibule vers l'avant.



Fig.62-Le Forsus.^[79]

Description

L'appareil Forsus se compose de tiges hélicoïdales à ressort qui sont fixées de façon permanente à l'appareil multi-attache du patient. De chaque côté de la bouche, le ressort de morsure en métal est attaché au tube de la première molaire supérieure. Il est ensuite connecté au fil de l'arc inférieur. Il fonctionne de manière similaire aux élastiques orthodontiques traditionnels, cependant, il n'a pas besoin d'être remplacé par le patient.^[80]

Indications

L'appareil Forsus est utilisé pour corriger un grand décalage entre les mâchoires chez les patients en période de croissance.^[80]

Avantages

Il y a de nombreux avantages à utiliser un appareil Forsus par rapport aux méthodes conventionnelles de correction de l'occlusion de classe II. Les appareils Forsus peuvent corriger le problème d'overjet plus rapidement que les élastiques pour de nombreux patients et sont plus confortables à porter que les casques volumineux de classe II. L'appareil peut également aider à éviter la nécessité d'une chirurgie orthognatique coûteuse à l'avenir.^[80]

Inconvénients

Fracture de l'appareil et des blessures de la joue du patient.^[80] Dont on peut citer les deux types de forsus :

Forsus fatigue resistant device

Il s'agit d'un appareil innovant à trois télescopiques avec un ressort hélicoïdal dans sa partie extérieure. Cette caractéristique le fait ressembler à certains appareils fonctionnels flexibles (AFFs). Son grand avantage réside dans la résistance du ressort hélicoïdal à la rupture. Le ressort hélicoïdal s'applique par son glissement sur une surface rigide évitant ainsi les angulations aux points de fixation. Ainsi l'appareil peut être utilisé en cas de dentition mixte et il permet une correction de l'asymétrie dentaire lorsqu'une force plus élevée des deux côtés est nécessaire.^[81]

Forsus Nitinol Flat spring

Au lieu du ressort hélicoïdal NiTi, cet appareil a un ressort en Nitinol plat plus esthétique et acceptable et plus confortable aussi. Il ne nécessite aucune configuration au laboratoire, ce qui rend l'installation au fauteuil facile et rapide. Il est également disponible en différentes tailles. Cet appareil a une flexibilité accrue. Ces ressorts plats Nitinol appliquent une force constante s'échelonne depuis la configuration initiale jusqu'à son moment d'élimination entraînant des durées de traitement plus courtes.^[82]

D'autre dispositif fixe hybride



Fig.63- Le twin force bite corrector ^[83]

3. Mode d'action des propulseurs mandibulaires fixes

Le mécanisme d'adaptation mandibulaire à une position de protrusion par un appareil fonctionnel fixe est le même que celui observé dans l'appareil fonctionnel amovible.

La locution appareils fonctionnels recouvre une variété de dispositifs thérapeutiques susceptibles d'agir sur les composantes anatomiques et fonctionnelles de la matrice oro-faciale. Ces appareils entraînent des modifications sagittales et verticales de la position mandibulaire qui provoque à son tour une réaction musculaire agissant sur les dents et les bases osseuses. Il en résulte un nouvel équilibre morphologique, fonctionnel et esthétique ^[84]

Le mode d'action précis de ces appareils fonctionnels demeure obscur. Quelques théories sont retenues, prises seules ou en combinaison afin d'expliquer la réduction du décalage squelettique entre les deux mâchoires. ^[85]

3.1 Modifications dentoalvéolaires

Maxillaires et mandibulaires dans les dimensions horizontale et verticale, telles que la distalisation et la rétroversion des segments latéraux supérieurs, la mésialisation et la proversion des segments latéraux inférieurs, le contrôle et la stimulation de l'éruption des molaires maxillaires et mandibulaires ^[84]

3.2 Modifications orthopédiques

3.2.1 Restriction du tiers moyen de la face

En ce qui concerne l'effet orthopédique sur le maxillaire, différents auteurs s'accordent sur le fait que les appareils fonctionnels freinent la croissance antérieure du maxillaire, facteur important dans la correction d'une malocclusion de classe II. ^[85]

3.2.3 Induction de la croissance mandibulaire

Des études rétrospectives, basées sur les résultats satisfaisants de cas traités, laissent penser que les appareils fonctionnels peuvent changer favorablement la longueur ou la position mandibulaire. Certains auteurs indiquent une croissance mandibulaire cliniquement significative

avec l'appareil de Herbst.[85]

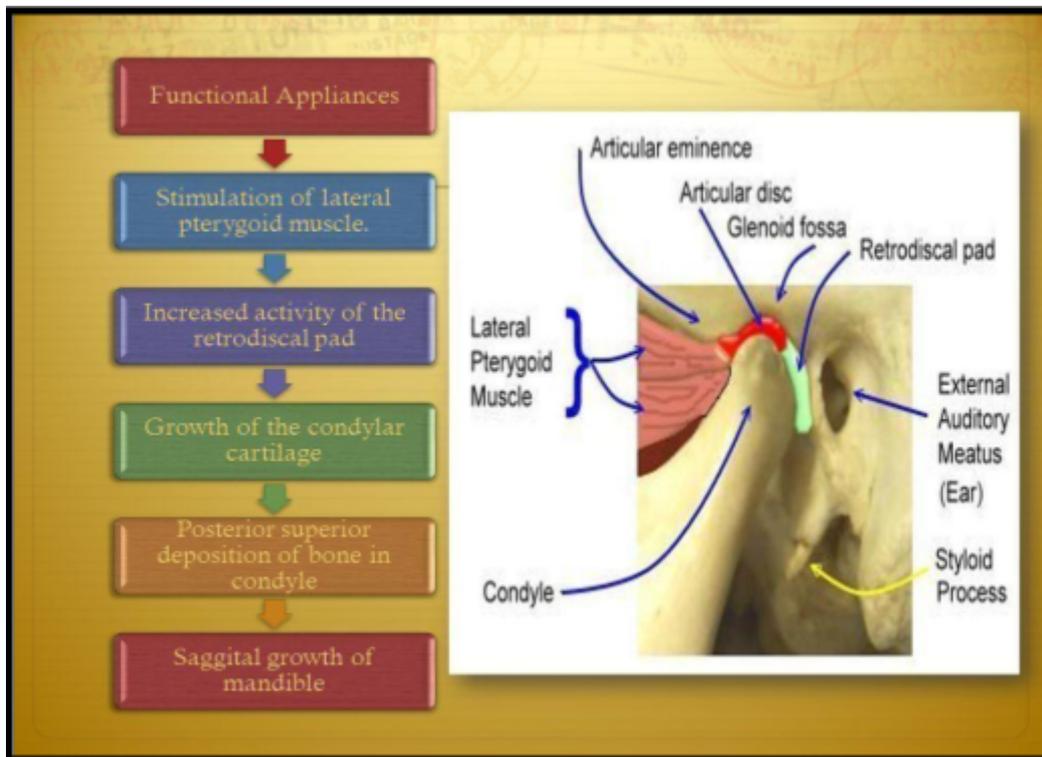


Fig.64- stimulation de la croissance mandibulaire par appareillages fonctionnels^[86]

3.2.3 Redirection de la croissance condylienne

Plusieurs études suggèrent que les appareils fonctionnels induisent une modification favorable dans la direction de croissance du condyle^[84]

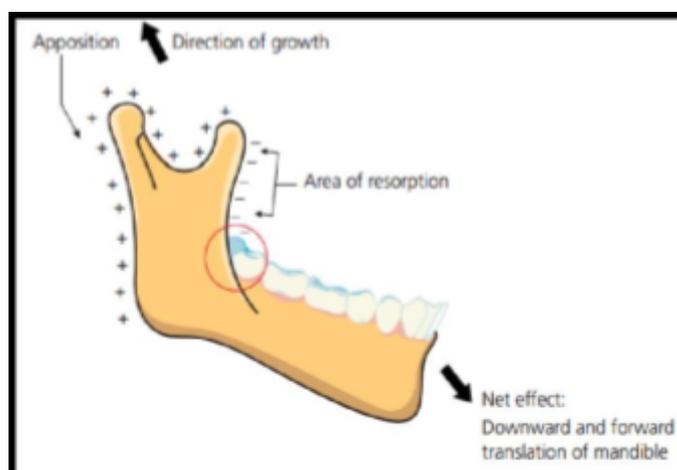


Fig.65-stimulation de la croissance condylienne^[87]

3.3 Déflexion de la forme du Ramus

Les études chez les animaux et les êtres humains, faisant usage d'appareils fonctionnels, ont démontré des changements au niveau de l'angle gonial. Les modifications sont possiblement dues à un remodelage osseux en réponse à l'activité différente au niveau de la sangle masséterptérygoïdien interne.^[85]

3.4 Modifications neuromusculaires

Certains auteurs estiment que le muscle ptérygoïdien latéral joue un rôle dans le contrôle physiologique de la vitesse de croissance du cartilage condylien et que l'augmentation de l'activité du muscle ptérygoïdien latéral provoque une augmentation de prolifération du tissu condylien^[84]. Cependant, une étude menée par Hiyama et al^[84] s'intéressant pour la première fois à la recherche des modifications au niveau du MPL sur des êtres humains. Indique qu'après l'insertion de l'appareil, l'activité du muscle ptérygoïdien latéral augmente, pour se réduire au bout de quatre à six mois de traitement. Concluant que l'adaptation de la fonction musculaire s'effectue sur une période relativement courte et qu'elle précède des changements morphologiques compensatoires produits par les appareils fonctionnels.^[84]

3.5 Changement adaptatif de la localisation de la fosse glénoïde

Concernant la fosse glénoïde, rares sont les études réalisées sur des êtres humains qui indiquent des modifications à ce niveau, comme suite à un traitement par des appareils fonctionnels. En revanche, les recherches expérimentales sur des animaux montrent des changements, tels que le remodelage et le repositionnement, après une adaptation à la fonction mandibulaire protrusive.^[84]

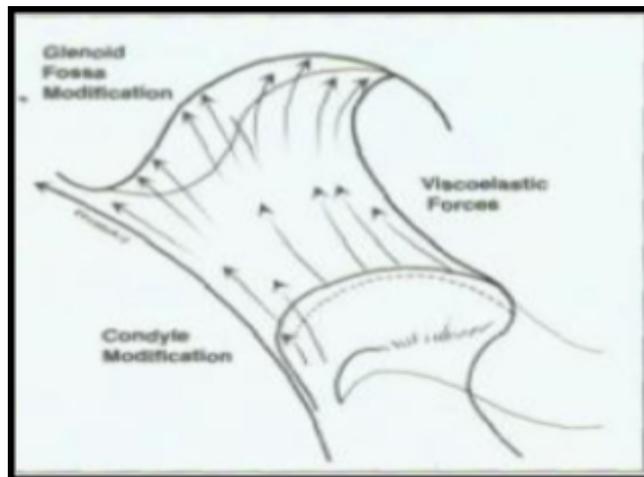


Fig.66-Changement adaptatif de la localisation de la fosse glénoïde ^[88]

4- Effets des propulseurs mandibulaires fixes

Effets dento-squelettiques dans le sens sagittal

Correction du décalage squelettique sagittal par :

- Stimulation de la croissance mandibulaire dans le sens d'une rotation postérieure ●
- Restriction de la croissance maxillaire ^[89]

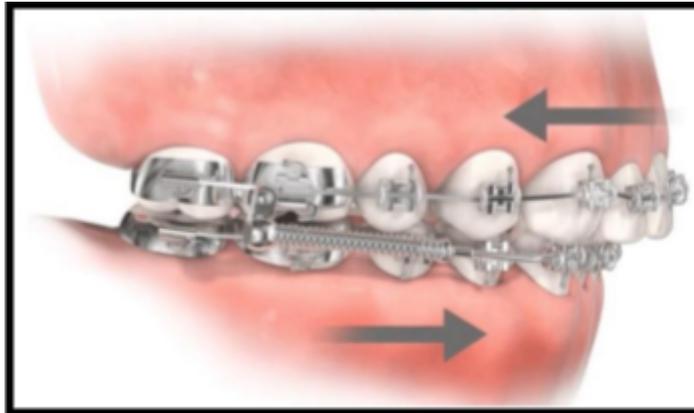


Fig.67 Effets dento-squelettiques dans le sens sagittal ^[90]

Correction de la classe II molaire par :

- Accroissement de la longueur mandibulaire
- Distalisation des molaires supérieures ^[89]

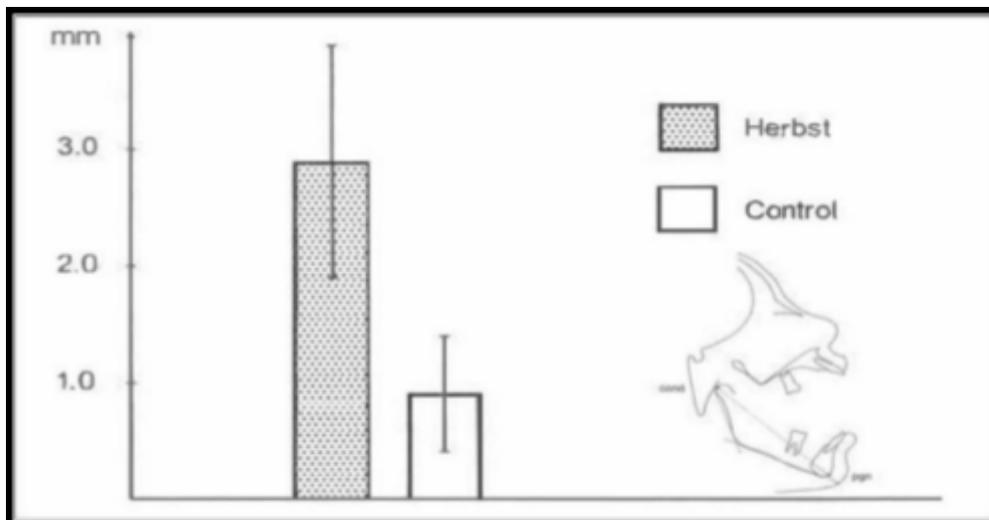


Fig.68-Augmentation de la longueur mandibulaire dans les malocclusions de cl II :1 durant 6mois de traitement par l'appareil de herbst ^[89]

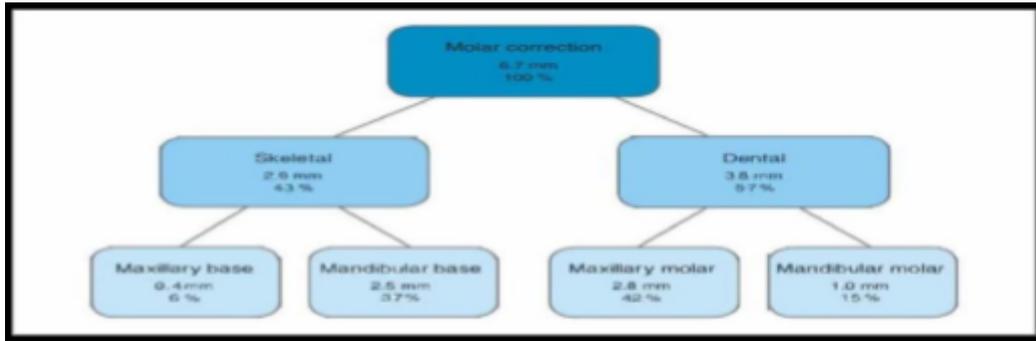


Fig.69-correction de la classe II molaire^[89]

Réduction du surplomb par :

- Accroissement de la longueur mandibulaire
- Proversion des incisifs mandibulaire^[89]

Distalisation et rétroversion des segments latéraux supérieurs

Mésialisation et proversion des segments latéraux inférieurs^[89]

Stimulation de la croissance condylienne.^[89]

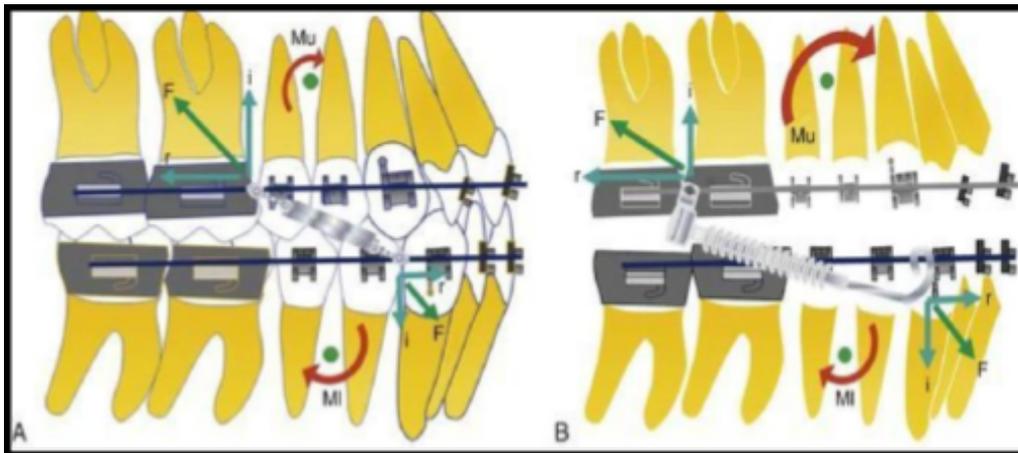


Fig.70-Systeme de force avec propulseurs fixes.^[91]

4.2 Effets dento-alvéolaires dans le sens vertical

4.3 Correction de la supraclusion par :

- Intrusion et proversion des incisives mandibulaires
- Extrusion des molaires mandibulaire
- Augmentation de la hauteur de l'étage inférieur de la face^[89]

4.4 Effets sur le profil facial

Amélioration esthétique du profil par :

- Réduction de la convexité du profil squelettique et cutanée
- Rétrusion de la lèvre supérieure par rapport a la ligne E de Ricketts^[89]

4.5 Effets musculaires et fonctionnels

Normalisation du schéma de la contracture musculaire ce qui assure la régulation de la fonction masticatrice permettant ainsi :

- Un développement normal des structures dento-faciales.
- La stabilité post-thérapeutique ^[89]

5. Apport des propulseurs fixes dans la pratique orthodontique

5.1 Moment de traitement

Dans cette partie, nous nous sommes intéressées au moment de traitement « IDEAL » auquel la malocclusion de classe II devrait être entrepris et nous avons cité certaines études faites sur des appareils fixes fonctionnels tels que l'Herbts et le Malu.

Le débat sur le sujet s'organise autour de l'utilité ou non d'entreprendre un traitement orthodontique précoce selon le Collège of Diplomates de l'American Board of Orthodontiques.^[92]

Selon Rakosile « Traitement précoce » est un traitement commencé en denture déciduale ou en denture mixte, qui vise à améliorer le développement squelettique et dentaire avant l'éruption des dents permanentes.^[93]

En effet, le but majeur des appareils fonctionnels étant d'améliorer le « développement squelettique » mandibulaire, ce type de thérapeutiques peut sembler satisfaire la dentition précédente du traitement précoce.

Pourtant, le plus souvent, ces appareils fonctionnels sont mis en place trop tôt, à un moment qui n'est pas favorable d'un point de vue biologique.

Candir et Al 2017 ^[94]

L'objectif de cette étude était d'évaluer les composantes squelettique et dentoalvéolaire dans la correction des Classes II en fonction du pic de croissance pubertaire chez les enfants traités par MALU 27 patients présentant une Classe II division 1, traités par MALU jusqu'à l'obtention d'une Classe I dentaire et des valeurs normales de surplomb et recouvrement, ont été divisés en deux groupes en fonction de l'âge de début de traitement ; un groupe traité avant ou pendant le pic de croissance et un autre traité une fois ce pic dépassé

La maturation des cervicales a été utilisée pour repositionner les enfants sur leur courbe de croissance.

Les résultats de cette étude ont montré que :

Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes avant traitement (T1).

Les auteurs indiquent également que le pic de croissance est considéré comme le moment le plus favorable pour le traitement orthopédique des Classes II et pendant lequel il y a les meilleures réponses squelettiques, et que la méthode d'étude de la maturation des cervicales est une méthode communément utilisée pour évaluer la croissance d'un individu.

Huanca Ghislanzoni et Al. 2013 : ^[95]

L'objectif de l'étude était d'évaluer les effets du moment de traitement choisi pour la correction de la Classe II par MARA et par appareillage fixe Le Mandibular Anterior

En avant-propos, les auteurs rappellent que de nombreuses études portant sur le moment optimal de la correction des malocclusions de Classe II ont trouvé que la période pendant ou juste après le pic de croissance pubertaire était la période donnant le plus de réponse squelettique.

Cette étude basée sur le même protocole apporte des informations supplémentaires sur le dispositif MARA, encore peu étudié. L'indicateur biologique choisi pour évaluer la croissance des enfants était la méthode de maturation des cervicales

Les auteurs concluent que la thérapeutique utilisée semble être efficace dans le traitement des malocclusions de Classe II.

Les réponses de croissance semblent être différentes en fonction du moment de traitement : le pic de croissance pubertaire semble être le moment donnant les meilleurs effets squelettiques sur la mandibule et le moins de compensations alvéolo-dentaires de l'arcade mandibulaire alors que le traitement entrepris avant le pic de croissance donne des résultats squelettiques favorables au niveau du maxillaire ainsi qu'une diminution de la divergence faciale et une diminution de la suroccclusion^[96]

D'une autre part d'autres études on était faites et elles ont concluent que Le moment idéal pour le traitement Herbst est dans la dentition permanente et dans la période de croissance postpic.

Cette approche de traitement « tardif » favorisera la stabilité occlusale après le traitement et réduira le temps de rétention, car la période de croissance restante, qui pourrait affecter négativement le résultat à long terme du traitement, est réduite (pancherz).^[89]

Une approche de traitement « précoce » en denture mixte n'est pas recommandée, Le risque de rechute occlusale est accru car un inter digitation cuspidienne stable des dents primaires est difficile à atteindre et le temps de rétention doit donc être prolongé.

Pour les patients traités tardivement, les dents permanentes généralement présentes favorisent une bonne intercuspidation après traitement.

Une occlusion stable de classe I transmet d'une mâchoire à l'autre les forces de croissance réciproques, favorise la bonne coordination de leur développement et donc résiste mieux à une croissance après traitement défavorable.

Dès lors, une intercuspidation stable est un facteur essentiel pour la prévention des récives dentaires et squelettiques après traitement.^[89]

5.2 Indications des propulseurs fixes

La principale indication de ces propulseurs fixe est de stimuler la croissance mandibulaire chez des patients en cours de croissance, présentant une malocclusion de classe II squelettique par rétrogathie mandibulaire, associée ou non à une prognathie maxillaire.

Ils présentent les mêmes indications que leurs homologues amovibles mais ils sont moins contre-indiqués en présence d'une tendance à l'hypodivergence ; et de patient non coopération du patient.

Pancherz nous propose d'autres indications : [97]

- Patient hypo divergent avec un engrenement dentaire profond, une courbe de spee très marquée, présentant une classe II complète.
- Patient hyper divergent en denture permanente présentant une classe II complète, avec un encombrement marqué et quand les extractions des prémolaires ne sont pas suffisantes pour corriger le problème sagittal.
- Améliorer l'ancrage en cas d'extraction
- Patient présentant des troubles de la respiration, ne pouvant pas porter un appareil amovible pendant le sommeil
- Stabilisation post-chirurgicale de classe II
- Patients ayant dépassé le pic de croissance ; mais trop âgés pour un appareil fonctionnel amovible nécessitant un traitement d'une durée de 2 à 4 ans . en effet Sarnas , Pancherz et Paulsen rapportent dans plusieurs études sur des patients ayant dépassé le pic de croissance ;présentant une asymétrie faciale et traités a l'aide de l'appareil de Herbits ,que l'appareil entraîne un rattrapage différentiel de la croissance des ATM et des condyles permettant de corriger l'asymétrie de la face et l'occlusion sagittale .
- Conditionnement musculaire pré chirurgical des patients de classe II
- Peut être utilisé pour améliorer l'ancrage dans les cas d'extraction

5.3 Contre-indications :

- Patients avec une forte hyper divergence
- Patients avec un sourire gingival marqué.
- Patients ayant des problèmes parodontaux .
- Patients ayant une gencive fine dans la région antérieure mandibulaire.
- Patients avec incisives mandibulaires inclinées ou projetées antérieurement.

Actuellement cette dernière contre-indication semble pouvoir être évitée en associant ces dispositifs

A des minis vis ou des mini plaques .Plusieurs études semblent donner des résultats satisfaisants , pouvons citer les travaux ASLAN^[98] en 2004 , qui s'est intéressé à l'utilisation du Forsus associé à des minis vis placées entre la canine et la première prémolaire mandibulaire . Ou les travaux de Unal^[99] et Celikglu ^[100] qui se sont intéressés à l'utilisation du Forsus attaché à des mini plaques fixées dans la symphyse mandibulaires.

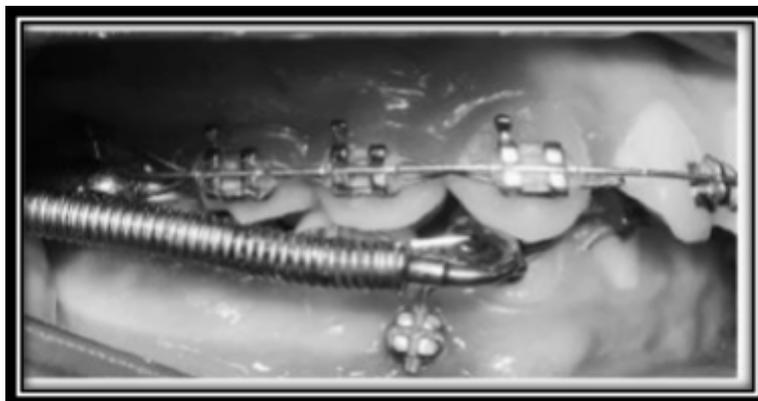


Fig 71 . Forsus associé à des minivis .^[36]

5.4 Les avantages des propulseurs fixes

Le but des propulseurs est de proposer une démarche qui soit à la fois facile à mettre en œuvre et efficace pour stimuler la croissance mandibulaire, et avoir idéalement une classe I

Si l'utilisation de méthodes multi-attaches ne comportait aucun inconvénient, nous n'aurions pas à Rechercher d'autres alternatives de traitement.

C'est pour répondre positivement à cette réalité, que nous avons adopté les appareils fonctionnels fixes et ce afin de réduire les décalages de Classe II en association avec d'autres thérapeutiques.

Dans le cas où il est utilisé conjointement avec un appareil multi-attache, le traitement par bielles de Herbst ou autre appareils fonctionnels permet de réduire considérablement la durée d'utilisation des appareils fixes et leurs inconvénients, mouvements parasites, rhisalyses, caries. La mise en œuvre d'une séquence aussi diminue le nombre d'extractions, le recours à la chirurgie orthognathique et surtout de faciliter le contrôle de l'asymétrie avant la pose des attaches fixes.

En plus de son utilité comme préparation aux traitements multi-attaches, l'appareil de Herbst a pour avantages propres de permettre - un réglage progressif de l'amplitude de la propulsion, uni- ou bilatéralement, afin d'éviter une sollicitation ligamentaire, musculaire et osseuse trop brusque.^[101]

Ces appareils fonctionnels présentent :

- Une facilité de confection,
- Une aisance de mise en œuvre,
- Ne nécessite pas de collaboration de la part du patient
- Leurs utilisations est simple ne demandant pas d'étapes laboratoire
- Ils peuvent être utilisé en même temps que l'appareil multi-attaches.
- Une très bonne acceptation par les enfants, même s'il s'agit de respirateurs buccaux.^[101]

Ils permettent aussi d'Augmenter la croissance mandibulaire en étant actif 24h sur 24.^[102]

Les études animales (Petrovic et al., 1981 ; McNamara, 1987) montrent qu'il est possible d'augmenter la longueur mandibulaire chez le rat et le singe grâce au port d'un hyperpropulseur

24 heures sur 24 pendant toute la durée de la croissance. Des études à court terme (Pancherz, 1979 ; Wieslander, 1984 ; Lautrou, 1993 ; Pezzin, 1995), à moyen terme (Legoff, 1999) et à long terme (Fränkel, 1969, 1997) confirment ces résultats chez l'homme aussi.^[102] La période de traitement est limitée entre 6 à 8 mois :

Les premiers travaux de Pancherz et Wieslander sur l'effet thérapeutique des bielles de Herbst

Pancherz en 1979 retrouve que le port de bielles de Herbst pendant 6 à 8 mois permet une augmentation de la longueur mandibulaire de 2,2 mm et une ouverture de l'angle goniale. Wieslander en 1984 trouve des résultats similaires avec une association Herbst/FEO. Pancherz en 1985 retrouve une croissance mandibulaire 3 fois supérieure chez les patients traités par rapport au groupe témoin.^[102]

Des études ont été faites pour examiner l'efficacité du Herbts pour le traitement de classe II division

Les résultats montrent que le profil des tissus durs et mous ont été redressés pendant le traitement Herbst-MB, y compris pendant une brève période de suivi

L'efficacité du Herbst chez les patients hyper divergeant : Les patients hyperdivergents présentent une réaction défavorable à la forme thérapeutique en raison d'une rotation de croissance mandibulaire postérieure. Le succès du traitement de classe II avec hyperdivergence Des études antérieures sur le traitement par appareils de Herbst ont montré que, au moins sur une courte période de temps, la direction de la croissance mandibulaire peut être largement modifiée par la thérapie et un schéma de croissance défavorable peut être surmonté[12] - affaissement Champagne" a rapporté que les sujets hyperdivergents traités avec l'appareil Herbst présentaient plus de changements dentaires que squelettiques. Il a attribué cela à des différences dans le vecteur de force. ^[103]

On peut dire que les modifications du traitement dentaire et squelettique contribuant à la correction de classe II pendant le traitement Herbst sont indépendantes de la relation verticale de la base du maxillaire. Ainsi, une relation de base d'un maxillaire hyperdivergent n'empêche pas une réaction favorable au traitement. (Pancherz H) ^[104]

Ces appareils :

- Présentent l'avantage de ne pas employer de tractions extraorales, lesquelles nécessitent un surcroît de temps de motivation et d'information légalement obligatoires en ce qui concerne les risques graves de lésions oculaires, même si celles-ci sont rarissimes. ^[87]
- Ont un grand intérêt dans la prévention du SAOS chez l'enfant en augmentant le volume du carrefour oropharyngé par allongement de l'arc mandibulaire ainsi qu'une amélioration de la respiration nasale diurne et nocturne ce qui va améliorer le sommeil du patient, et également une amélioration de la croissance (la sécrétion de l'hormone de croissance se réalisent pour 70% pendant le sommeil long). ^[35]
- L'association de l'appareil de Herbst avec des mini-vis d'ancrage temporaire pourra être utilisée de façon standard dans de futurs protocoles de correction du décalage squelettique de classe II. L'avantage majeur que procure cette association est le Contrôle des mouvements indésirables dento-alvéolaires à l'arcade mandibulaire, et donc du risque de version vestibulaire des dents antérieures. Ceci permet d'optimiser l'efficacité du traitement chez les patients en cours de croissance, en augmentant la réponse squelettique ^[105]

Dans une étude rétrospective comparant l'appareil activator Et Herbst, ce dernier a permis d'avancer le menton davantage en une période de temps plus courte (0,6 ans contre 2,6 ans).

Une revue systématique des appareils fonctionnels appareils fonctionnels a conclu que l'Herbst était plus efficace en termes de taux de changement de longueur mandibulaire.

Une autre étude comparant la correction de Herbst avec la chirurgie chez sujets adultes de classe II a montré que la correction de Herbst permettait d'obtenir une correction moyenne de 5,3 mm du surplomb et de 2,3 mm des molaires. Conclu que le Herbst pouvait être utilisé chez des sujets adultes de classe II.

Il est clair que les appareils de Herbst peuvent être utiles dans la correction non chirurgicale de la malocclusion de classe II chez l'adulte, en particulier lorsque la divergence squelettique est légère et qu'une modification dento-alvéolaire suffirait à corriger la malocclusion.

La coopération du patient

Selon Huang et coll cités par **Benoît Thébault** :^[106]

« ...les patients préfèrent les appareillages fonctionnels fixes plutôt qu'un appareillage fonctionnel amovible type Twin Block, notamment du fait du volume de l'appareillage. La coopération avec les systèmes fixes est également meilleure ». De même, plus la situation occlusale primitive (nivellement majeur, extractions...), l'âge du patient et l'importance du décalage augmentent, plus un système fixe associé à un multibagues paraît idéal. Malheureusement, les systèmes fixes disponibles sur le marché présentent de nombreux inconvénients : volume important, confort fonctionnel partiel, notamment dans les mouvements de diduction, méthode de fixation sur le multiattachess multipliant les urgences, direction inadéquate des forces induites, réglages aléatoires et mouvements forcés.

5.5 Inconvénients :

- Ils sont sujets à la fracture 44% chez les patients traités par les bielles Forsus^[107] des mécanismes télescopiques.

- Irritation ou ulcération de la face interne de la joue.

Dr Kheroua a trouvé que la moitié de ces patients on étaient blessés ou moins une fois par leurs bielles.

- Rendent l'hygiène plus difficile.

Tout les patients traités par bielles Forsus dans cette étude ont éprouvé une gêne lors du brossage^[107]



Fig.72 Traumatisme de la muqueuse^[108]

5.6 Limites des propulseurs fixe

Il existe en raison de l'effet tiroir une action orthodontique de distalisation de l'arcade maxillaire dans son ensemble avec palato version des incisives maxillaires et rotation du plans palatin et occlusal ainsi qu'une mésialisation dans son ensemble de l'arcade mandibulaire avec vestibuloversion des incisives mandibulaires, d'après la revue de littérature d'Arbouin la vestibulo version des incisives mandibulaire semble impossible à éviter.^[36]

Les études sur les effets à long terme des bielles de Herbst (études Pancherz,1990,1993) (étude apres 3 à 5 ans, Wieslander,1993 montrent que les modifications obtenues à court terme sur la mandibule disparaissent. Elles ne retrouvent quasiment pas de différence entre les patients traitées et témoins au niveau de la croissance mandibulaire

Seules les études sur le régulateur de Frankel montreraient des résultats à long terme (étude à 10ans, Perillo,2011) (étude après 3 ans ,Freeman,2009) mais les traitements par régulateur de fonctions ,qui durent de 4à7 ans sont difficilement applicable en pratique clinique .

Pour Johnston et simon il ne s'agit pas de récive, les propulseurs ne permettent pas d'augmenter la croissance mandibulaire mais seulement d'éviter l'avancée de l'arcade maxillaire Leur action serait seulement dento-alvéolaire.^[36]

5.7 Complications liées aux dispositifs fixes

Comme avec presque tous les appareils orthodontiques, le FFRD peut présenter dans certains cas des complications, ou des effets parasites qui doivent être connus par le praticien. Une revue systématique récente en 2019^[109] a étudié la prévalence des complications avec l'utilisation des propulseurs fonctionnels fixes de classe II et a déclaré que l'incidence des complications est relativement élevée, le taux de visite d'urgence allant de 37,3 à 43,7 % de patients traités avec le FFRD. La principale source d'inconfort des appareils de type Forsus semble être la douleur au niveau des joues, observée surtout les premiers jours suivant la mise en place. (Plaies ou ulcérations au niveau de la face interne des joues). Pour les patients traités avec un appareil de Herbst, quelle que soit leur conception, les complications sont essentiellement représentées par les fractures et/ou le délogement de l'appareil nécessitant des rendez-vous d'urgence. La douleur est une réponse subjective démontrant de larges variations individuelles. Elle dépend de plusieurs facteurs tels que, l'âge, le sexe, le seuil de douleur individuel, l'amplitude de la force appliquée, le statut émotionnel présent ainsi que le stress, les différences culturelles et les expériences antérieures reliées à la douleur. Selon Bowman^[110] et al, 38% des patients utilisant le FFRD ont rencontré au moins un problème majeur, ou mineur au cours de leur traitement. Ces complications sont souvent dues à la sur-activation de l'appareillage et/ou une mauvaise gestion de la biomécanique. Une étude récente ^[111] publiée en 2020 a regroupé les complications en deux groupes : Les complications sur l'appareillage : nous pouvons citer : la rupture du FFRD retrouvée dans 3,4% des cas, séparation des pièces 8,6% des cas, rupture des tubes extra-oraux pré soudés des premières molaires supérieures 20.9%. Les complications sur le patient : irritation, ou ulcération au niveau de la face interne des joues 5,2%, mouvements dentaires parasites (rotation de la canine inférieure 51,6%, ingression et exoclusie de la molaire supérieure 6,9%, inclinaison du plan occlusal 1,7%.)

Une bonne éducation des patients est obligatoire avant le début de la thérapie. Cela devrait inclure des instructions concernant un protocole d'hygiène bucco-dentaire strict, limitation des mouvements latéraux excessifs et une large ouverture de la bouche (rire, baillement...), pour éviter la séparation des pièces de l'appareil. -Evitez de suractiver l'appareil. Cela pourrait aider à éviter la fracture de l'appareil et ainsi, réduire le nombre de rendez-vous d'urgence. -Une ligature correcte des canines mandibulaires est nécessaire, pour éviter leur rotation excessive. D'autres mesures peuvent aider à réduire cette complication, y compris l'utilisation de ligatures élastomériques avec un protège-morsure (rotational-wedges) -Une sélection appropriée de la taille du FFRD est nécessaire pour éviter la composante verticale excessive de force, ce qui entraîne une exagération de l'intrusion de la molaire supérieure. L'utilisation d'un arc transpalatin peut être utile dans ces cas. -Limitation des joues causée par la FFRD doit être évitée, car il s'agit d'un événement fréquemment signalé. Récemment, des capuchons à ressort ont été introduits pour couvrir l'extrémité antérieure et/ou postérieure du ressort.



Fig 73. Complications liées au port du FFRD ^[107]

5.8 Moyens de contrôle de la version incisive mandibulaire

Un traitement orthodontique ne peut s'effectuer qu'en respectant les limites naturelles de la denture.

La morphologie de la base osseuse notamment la mandibule.

La mandibule ne présente plus de croissance suturale au niveau de la symphyse à partir de la première année après la naissance. Il n'y a aucune possibilité d'expansion basale mandibulaire sans geste chirurgical.

C'est pourquoi l'arcade mandibulaire sert de patron pour l'arcade maxillaire et sa limite antérieure est représentée par la position de l'incisive mandibulaire dans la symphyse selon Tweed ; Ricketts et Steiner ; respecter cette limite serait un objectif fondamental ; garant la stabilité et l'esthétique

La plupart des appareils exercent une force sur la mandibule dont la composante mésialante est utilisée pour la correction de la classe II.

Cependant, les répercussions mandibulaires antérieures vestibulaires de cette force doivent être freinées afin de maintenir les incisives mandibulaires dans leur base osseuse.

A ces fins, différents moyens de contrôles ont été proposés. Certains permettent un contrôle direct par une action mécanique sur les incisives elles-mêmes et d'autres un contrôle indirect ; notamment par des moyens d'ancrage. ^[36]

Contrôle direct

Torque corono-lingual

Alors dans les traitements où l'arcade mandibulaire est appareillée en multiattache ; l'effet de vestibuloversion incisive peut être inhibé par l'incorporation de torque corono-lingual (figure 74) ou dans des brackets pré-informés.

Il faut que les dimensions des arcs utilisés soient suffisantes pour que l'information de torque soit exprimée.

Bien que cette technique contrôle un mouvement de racine se produit seulement si la longueur d'arcade est maintenue.

Le torque ne suffit donc pas pour contrôler la position des incisives mandibulaires.

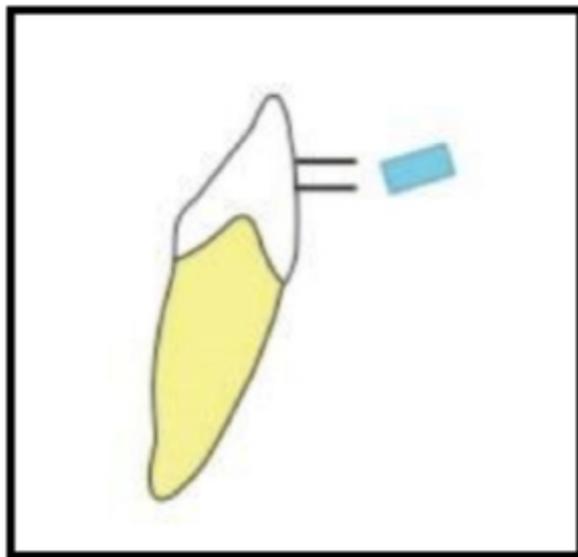


Fig.74 Torque actif corono-lingual.^[36]

Cannoni et Salvadori proposent d'utiliser des arcs de base de Richetts en TM pour déverrouiller l'occlusion et qui peuvent être associés à un activateur de classe II. Les arcs de base permettraient de contrôler le torque incisif (figure 75)

En 2010, Wiechman a publié une étude pilote sur l'utilisation d'un multiattache lingual en combinaison avec les bielles de Herbits pour contrôler la version des incisives mandibulaires.

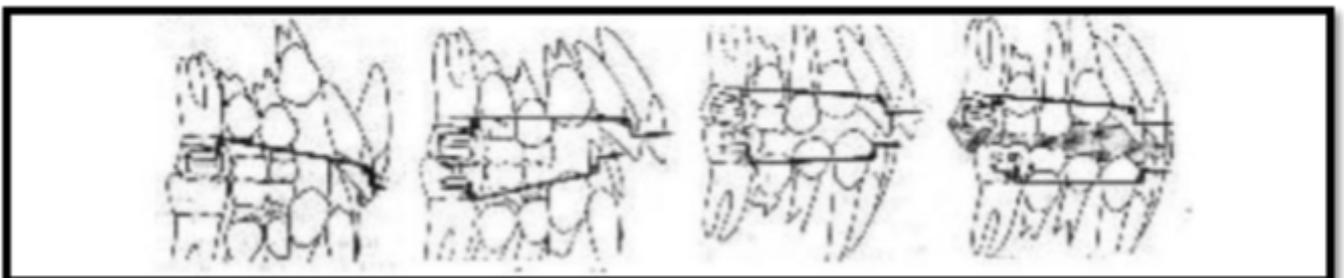


Fig.75 Arcs de base associés à un activateur (Cannoni 1999)^[36]



Fig.76 Association de bielles de Hertel et d'un appareil multiattache fixe (vu2012) [36]

Résine et auxiliaires de torque sur la face vestibulaire des incisives mandibulaires.

Un bandeau de résine ou des auxiliaires de contrôle de torque par des fils métalliques sur les faces vestibulaires des incisives ont été proposés afin d'éviter leur vestibuloversion. Leur objectif est de s'opposer directement et mécaniquement à l'avancée des couronnes dentaires. Cependant, certaines études ont conclu qu'un retour de résine sur la face vestibulaire des incisives mandibulaires ne suffisait pas pour éviter leur vestibulo-version

L'étude de van der Plas en 2017 concernant l'ajout d'un retour de résine acrylique sur les faces vestibulaires des incisives mandibulaires dans les traitements par Twin-Block pour maintenir leur version n'a pas eu d'effet significatif

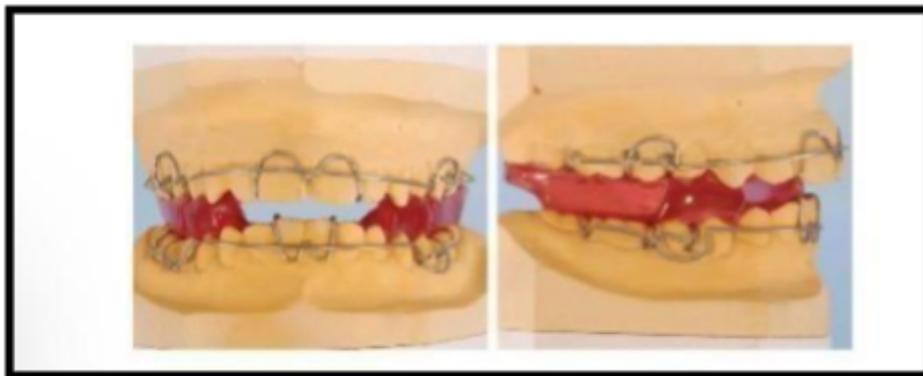


Fig.77 Twin-Block avec dispositifs de contrôle de torque par Southend clasp (trenouth2012). [36]

- **Contrôle indirect**

Augmentation de l'ancrage dentaire

L'utilisation de bielles sur gouttières permettraient de répartir les forces sur la totalité de la zone dentoalvéolaire et ainsi d'améliorer l'ancrage

Certains auteurs se sont intéressés à l'utilisation de bielles de Herbst sur attelles coulées totales (total mandibular cast splint ou TMS), qui s'étendent jusqu'aux premières molaires, en comparaison avec les bielles sur attelles coulées réduites (reduced mandibular cast splint ou RMS) s'étendent jusqu'aux deuxièmes prémolaires (Fig78).

Weschler et Pancherz dans leur étude de 2005 comparant des traitements par bielles de Herbst avec différents ancrages (sur deux bagues, quatre bagues, et sur attelle coulée mandibulaire totale), ont trouvé qu'aucune des trois méthodes ne permettait d'éviter une perte d'ancrage et une version incisive ^[36]

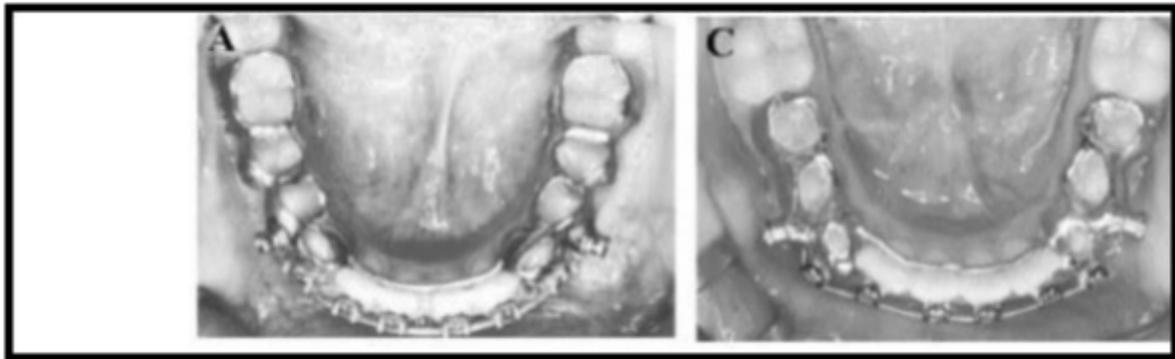


Fig.78 Bielles de Herbst sur bagues (weschler.2005) ^[36]

Utilisation d'ancrage squelettique

Afin de limiter la mésialisation de l'arcade mandibulaire, Aslan, Manni et Bremen ont cherché à renforcer l'ancrage osseux mandibulaire par la mise en place de minivis mandibulaires tout en conservant un appareil à appui dentaire (Forsus pour Aslan, bielles de Herbst pour Manni et Bremen).

Unal et Celikoglu ont étudié un ancrage mixte, squelettique à la mandibule et dentaire au maxillaire (miniplaques symphysaires et Forsus) pour éviter de s'appuyer sur les dents mandibulaires et ainsi éviter leur mésialisation. Ozbilek et Al-Dumaini se sont intéressés à un ancrage purement squelettique (miniplaques bimaxillaires et tractions élastiques de classe II) afin de s'affranchir des effets parasites dento-alvéolaire.



Fig 79 . Association Forsus – miniplaques ^[107]

Utilisation FEO

L'utilisation d'une FEO associée aux activateurs permettrait de limiter les effets parasites, et permettrait notamment un contrôle vertical et une limitation de la rotation horaire du plan palatin .

L'effet de freinage de la croissance sagittale du maxillaire par la FEO est discuté ^[36]. Pour Deblock la traction antéropostérieure du maxillaire n'a pas d'action orthopédique sur la mandibule. La FEO aurait des effets orthodontiques : version distale des dents de l'arcade maxillaire concernées par l'appareil, linguoversion des incisives maxillaires mais n'empêcherait pas le glissement mésial de l'arcade mandibulaire et la vestibuloversion des incisives mandibulaires. La FEO peut être associée à différents types d'appareils (Figs.80)

Pour les incisives mandibulaires, les résultats sont contradictoires et rapportent des mouvements en direction linguale ou vestibulaire

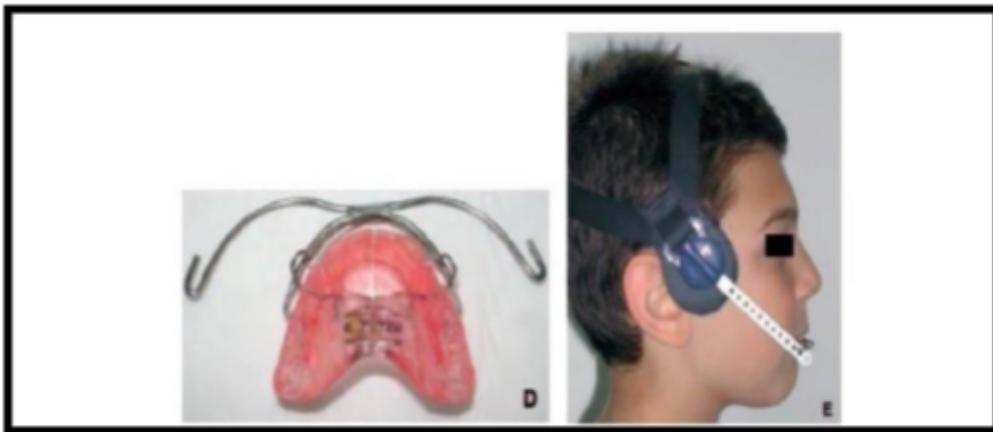


Fig.80 Activateur monobloc associé a une FEO(chiche-uzan.2009) ^[36]

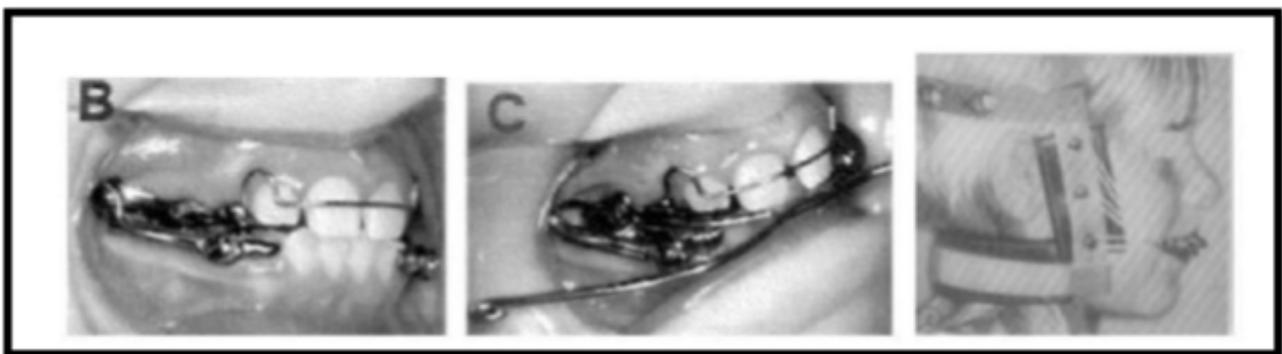


Fig.81 Bielles de Herbst fixes associées à une FEO la nuit (wieslander.1993et1984) ^[36]

5.9 Stabilité et contention :

Pour Pancherz les facteurs responsables de la récurrence sont :^[97]

- 1- Les traitements précoces réalisés en dentures mixtes ou l'intercuspidation des dents temporaires n'est pas toujours suffisante pour que l'occlusion reste stable.
- 2- La persistance de dysfonctions labiolinguales (interposition ; pulsion linguale, déglutition atypique) qui empêchent une occlusion fonctionnelle.

Il est donc important d'établir pendant le traitement, une bonne intercuspidation des dents supérieures et inférieures en classe I, pour maintenir l'occlusion, celle-ci et plus apte à agir comme un facteur limitant, ou stimulant la croissance mandibulaire.

Ainsi une bonne occlusion après traitement pourrait garantir la stabilité des résultats malgré le retour de schéma de croissance existant avant traitement. ^[112]

Pancherz recommande une contention d'au moins deux ans à l'aide d'un activateur, avant de terminer le traitement en multi bagues si nécessaire ce qui va permettre de :

- Maintenir les résultats obtenus
- Guider l'éruption dentaire
- Former et adapter la musculature à la nouvelle position mandibulaire, la durée du traitement étant courte. ^[113]

5.10 Cas clinique réalisé par Dr Kheroua.A : (Groupe bielles de propulsion)

Il s'agit de H.B, de sexe féminin, âgée de 13 ans, sans antécédents médicaux.

1. Examen clinique de face et de profil : étage inférieur de la face augmentée avec absence de Stomion, le profil cutané est convexe, avec un angle naso-labial fermé.
2. L'examen endo-buccal révèle la présence d'une arcade supérieure en V, à l'arcade inférieure, on note l'absence de la 37. L'examen occlusal révèle au niveau incisif un overjet de 10 mm, un overbite de 3mm. Latéralement on note une classe II canine et molaire.
3. L'examen des moulages révèle la présence d'une DDM par macrodontie relative au maxillaire évaluée à -4mm. Il n'y'a pas de DDM à l'arcade inférieure.
4. L'examen fonctionnel révèle la présence d'une déglutition atypique avec pulsion linguale antérieure.



Photos de face avant traitement(T0).



Photos de profil avant traitement (T0)



Photos intra-orales avant traitement (T0)

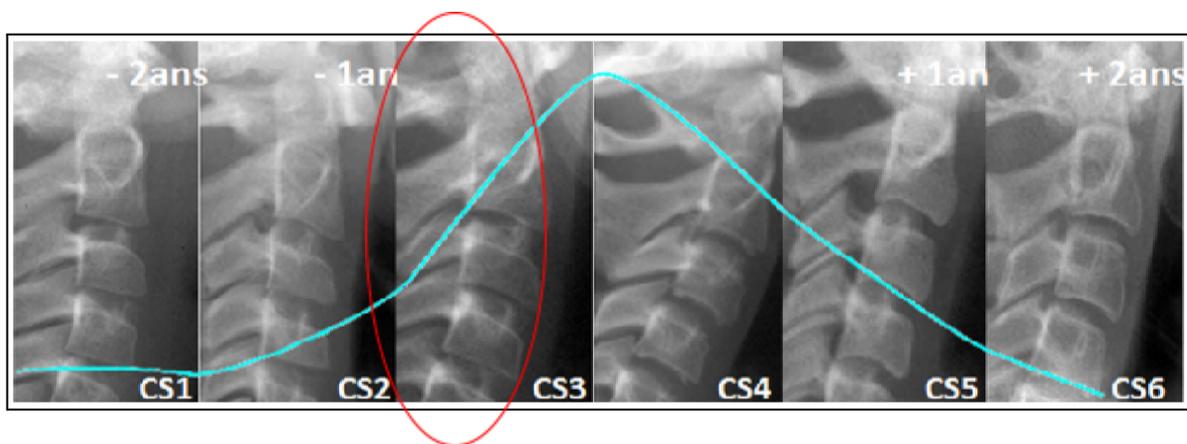
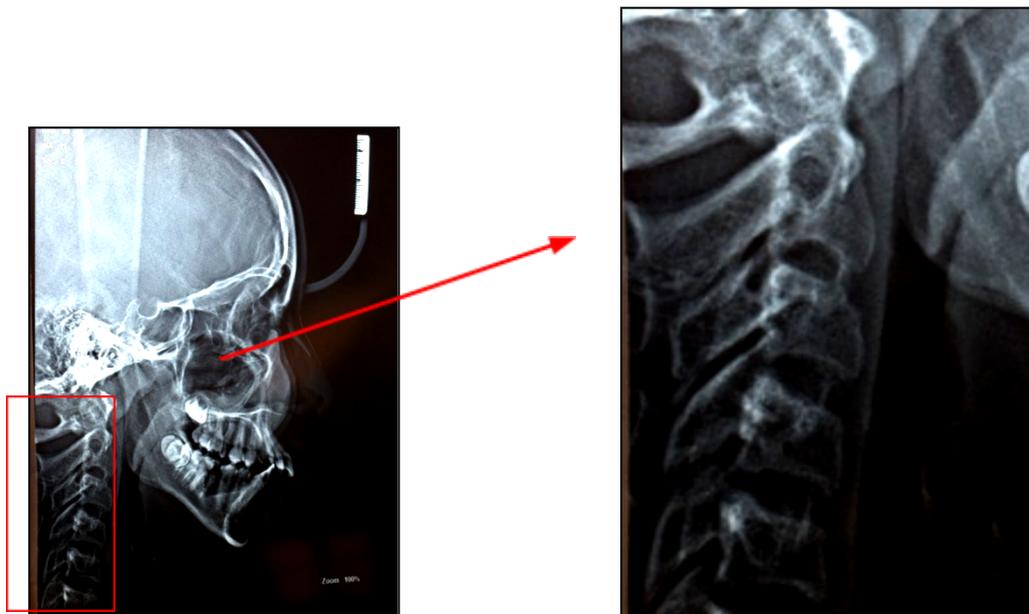
5. Examens radiologiques (T0) :



L'analyse céphalométrique objective la responsabilité mandibulaire (rétrognathie mandibulaire, $SNB=74^\circ$), ainsi que la présence d'une proalvéolie inférieure (IMPA=98). (Les valeurs céphalométriques seront mentionnées dans le volet analyses céphalométriques)



Estimation de l'âge osseux selon le stade de maturation des vertèbres cervicales de Lamparski. (Stade CS3)



6. Diagnostic étiologique :

Notion d'hérédité retrouvée dans la fratrie et présence d'une pulsion linguale antérieure.

7. Diagnostic synthétique :

Il s'agit d'une classe II à responsabilité mandibulaire, une croissance mandibulaire à tendance postérieure, une croissance faciale moyenne, une pro-alvéolie inférieure compensatrice et une DDM par macrodontie relative de -4 mm à l'arcade supérieure. Le profil cutané est convexe.

8. Plan de traitement :

Traitement fixe multiattache associé à des bielles de propulsion Forsus FFRD

9. Déroulement du traitement :

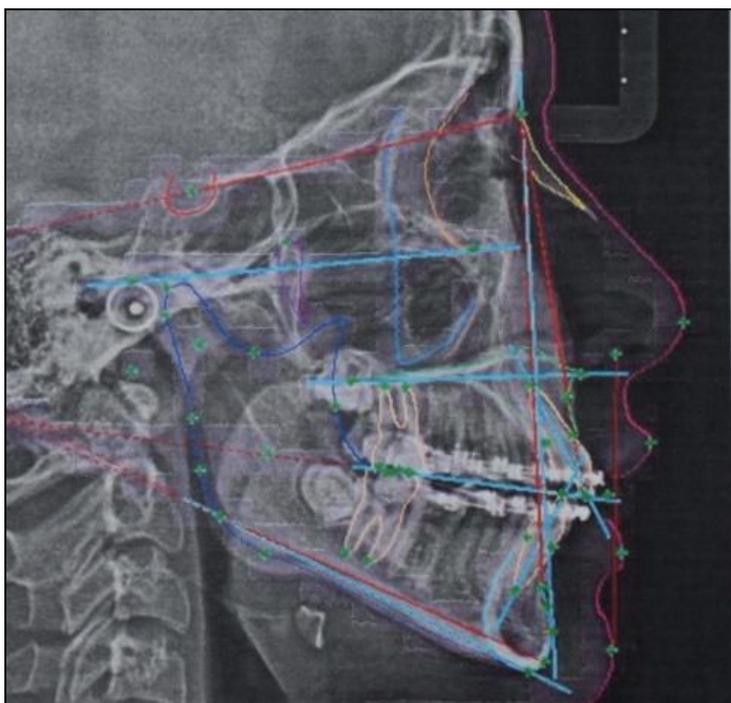
Après une phase préliminaire de nivellement des arcades (08 mois), mise en place du FFRD



Dépose du FFRD après 06 mois de port



Réalisation de la 2ème téléradiographie de profil prise après dépose du FFRD (T2)



Après une dernière étape de finition ,dépose de l'appareil fixe multiattache +contention(gouttière maxillaire+contention collée de 33 à 43).





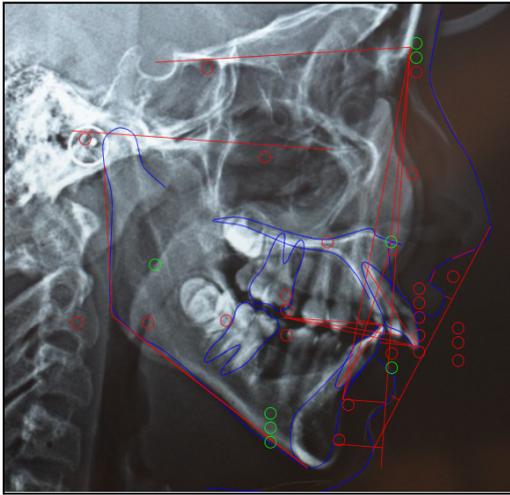
Photos extra et intra-orales après la fin du traitement fixe

Examens radiologiques après dépose du dispositif fixe multiattache

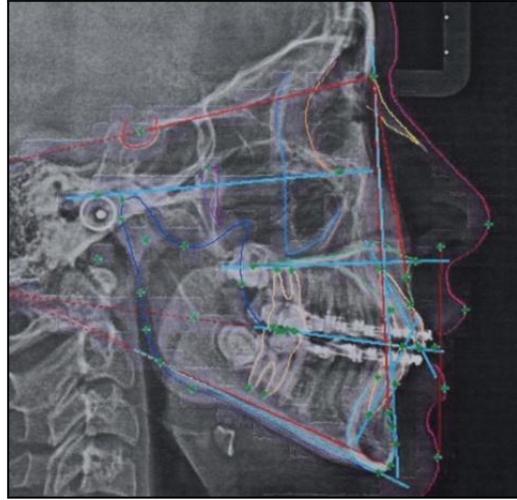


Analyses céphalométriques

Avant traitement

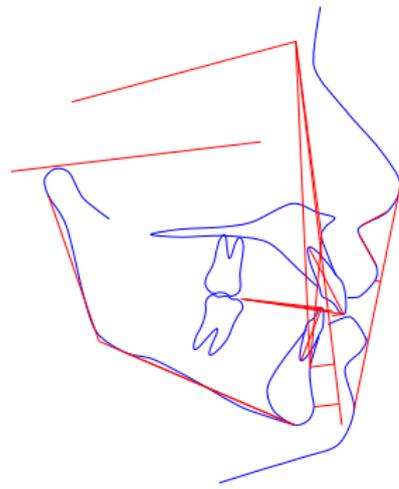
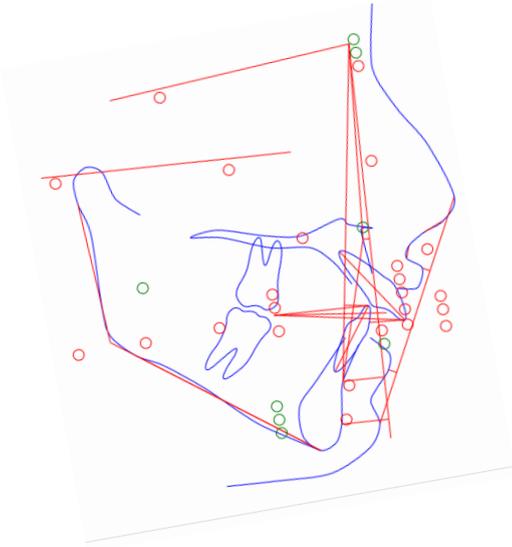
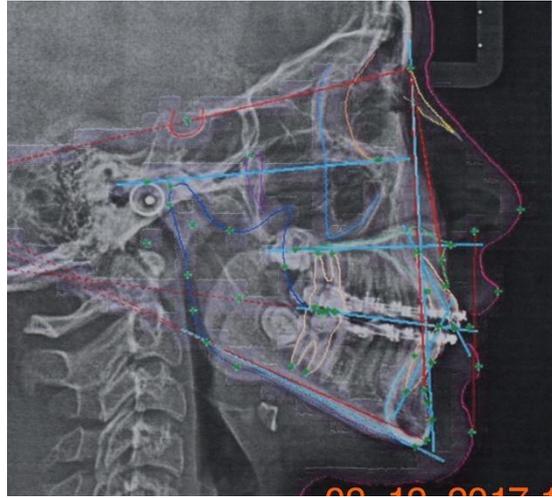
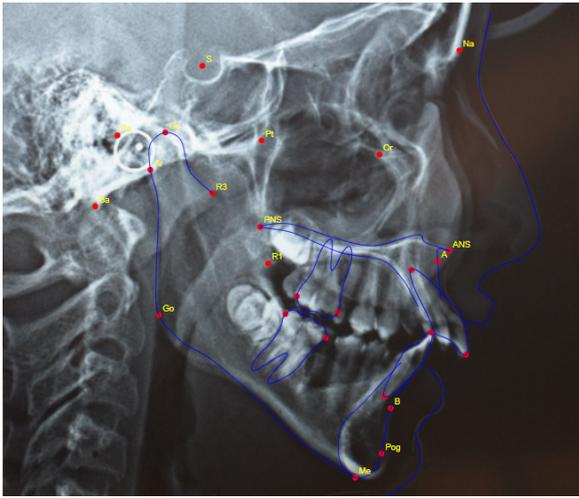


Après dépose du FFRD



Analyses	Valeurs	Unités	Avant trt (T0)	Après trt (T2)
DOWNS	SNA	degrés	82	79
	SNB	degrés	74	77
	ANB	degrés	08	02
TWEED	AoBo	mm	07	03.5
	FMA	degrés	32	32
	Axe Y	degrés	58	59
	I/F	degrés	123	111
	IMPA	degrés	98	103
PANCHERZ	Olp-ss	mm	76	75
	Olp-Pog	mm	66	70
	Co-Olp	mm	09	04
	Co-Pog	mm	96	102
	Olp-is	mm	81	78
	Olp-ii	mm	71	75
	Olp-is—Olp-ii	mm	10	03
	Olp-Ms	mm	48	48
	Olp-Mi	mm	47	49
	Mi-Ms	Mm	-01	01
Index HFI		65	62	
Ricketts(Ligne E)	Profil cutané		Convexe	Rectiligne
Age osseux Stade CVM	Stade CS3			

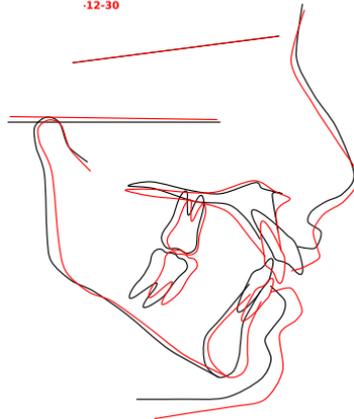
Superpositions



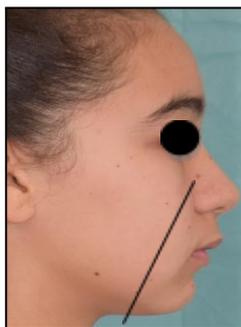
● Pre-Tx : 2017-09-21
● Post-Tx : 2018-11-29

WEBCEPH

I2-25
-12-30



Avant



Après



Conclusion

Les appareils fonctionnels amovibles sont efficaces mais dépendent fortement de la coopération du patient pour obtenir des résultats prévisibles dans un délai raisonnable.

La coopération des patients est variable et n'est pas toujours disponible. Les propulseurs mandibulaires fixes ont fait de la collaboration du patient un paramètre secondaire non essentiel et sont susceptibles, de par leur port continue, d'apporter une aide à la prise en charge thérapeutique

Ces dispositifs fixes sont considérés comme étant une évolution des appareillages amovibles. Leur apport a été favorable notamment dans la correction de la malocclusion de cl II par une optimisation de la thérapeutique, une thérapeutique qui, grâce à ces dispositifs est de courte durée et en une seule phase.

Alors que le traitement fonctionnel amovible est contre indiqué chez les patients hyper divergents, et les respirateurs buccaux, l'utilisation de ces dispositifs de propulsion fixe nous ouvrent alors de nouvelles prescriptives pour ces patients-là, ces propulseurs ont également permis une approche non chirurgicale de la cl II chez l'adulte.

Les appareils fonctionnels fixes ont clairement élargi nos champs d'action en termes de correction des malocclusions de classe II. Cependant, il a été démontré que cette correction s'effectue principalement par des changements dentoalvéolaires. Sans susciter de changement squelettique à long terme significatif tant au maxillaire qu'à la mandibule.

Bibliographie :

1. Théories de croissance - Cecsmo [Internet]. [cité 6 mai 2022].
2. Facteurs influençant la croissance normale de la face ~ les cours dentaire [Internet]. [cité 6 mai 2022].
3. infomie_note_emaovf.pdf [Internet]. [cité 14 juin 2022].
4. Les Théories de la croissance crânio-faciale [Internet]. [cité 6 mai 2022].
5. Théories fonctionnelles – Ostéopathe à Paris [Internet]. [cité 7 mai 2022].
6. Théories de croissance - Cecsmo [Internet]. [cité 6 mai 2022].
7. webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ofsF4rGqbZUJ:sophiasapiens.chez.c om/medecine/Odontologie/Croissance%2520faciale.docx+%&cd=26&hl=fr&ct=clnk&gl =dz [Internet]. [cité 6 mai 2022].
8. 3etage du crane – Recherche Google [Internet]. [cité 28 mai 2022].
9. T2 - Google Drive [Internet]. [cité 7 mai 2022].
10. crâne contradiction ? - UE8 Spé Tête et Cou - Tutorat Associatif Toulousain [Internet]. [cité 15 juin 2022].
11. Phénomènes de croissance : Les facultes medicales [Internet]. [cité 7 mai 2022].
12. T2 - Google Drive [Internet]. [cité 7 mai 2022].
13. Traitement précoce de la classe III squelettique - PDF Free Download [Internet]. [cité 15 juin 2022].
14. croissance.pdf.
15. Atlas Danatomie Implantaire by Jean-François Gaudy, Bernard Cannas, Luc Gillot and Thierry Gorce (Auth.) (z-lib.org).pdf.
16. Centre Aquitain de Chirurgie Maxillo-Faciale à Bordeaux - Traumatologie faciale : les fractures de la mandibule [Internet]. [cité 15 juin 2022].
17. Le Foramen Mentonnier - PDF Free Download [Internet]. [cité 7 mai 2022].
18. 1DkeYoZstnZcD0mzvi00XBYPUXLK5EPqJ [Internet]. [cité 7 mai 2022].
19. ossification embryonnaire de la mandibule – Recherche Google [Internet]. [cité 15 juin 2022].
20. these croissance.pdf - OneDrive [Internet]. [cité 7 mai 2022].
21. Croissance et développement des mâchoires | Bücco [Internet]. Bücco Orthodontie, par vos orthodontistes. [cité 15 juin 2022].
22. ossification de la mandibule – Recherche Google [Internet]. [cité 15 juin 2022].
23. Fonctions oro-faciales et développement ontogénique - ppt video online télécharger [Internet]. [cité 15 juin 2022].
24. Mandibule humaine. Dans: Wikipédia [Internet]. 2022 [cité 15 juin 2022].
25. Pascon L. La distraction osseuse symphysaire: revue de la littérature et cas clinique. :103.
26. Bassigny F, Canal P. Manuel d'orthopédie dento-faciale. Paris: Masson; 1991.
27. courbe de bjork – Recherche Google [Internet]. [cité 15 juin 2022].
28. Iconographie [Internet]. [cité 15 juin 2022].
29. Évaluation du stade de croissance selon la méthode de maturation des vertèbres cervicales | Institut Dentaire International [Internet]. [cité 15 juin 2022].
30. classe 2 bien choisir le moment.pdf - OneDrive [Internet]. [cité 7 mai 2022].
31. Évaluation du stade de croissance selon la méthode de maturation des vertèbres cervicales | Institut Dentaire International [Internet]. [cité 15 juin 2022].
32. Comparison of statural height growth velocity at different cervical vertebral maturation stages - American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics [Internet]. [cité 15 juin 2022].

33. Edward Angle. Dans: Wikipedia [Internet]. 2022 [cité 30 mai 2022].
34. Malocclusion - Wikipedia [Internet]. [cité 30 mai 2022].
35. Antonio Patti. Traitement des classes II - De la prévention à la chirurgie - Antonio PATTI [Internet]. Quintessence international. [cité 30 mai 2022]. 495 p.
36. CHIRK T. Effets des traitements orthopédiques de classe II par activateur et par guide de croissance sur la version de l'insicive mandibulaire. claudes bernard lyon 1; 2019.
37. analyse descriptive de 259 patients pdf - Recherche Google [Internet]. [cité 30 mai 2022].
38. Hanane A, Sihem B, Hadjer S. LA PREVALENCE DES MALOCCCLUSIONS DE CLASSE II DIVISION 1 CHEZ LES ENFANTS AGES DE 7 ANS A 14 ANS AU SERVICE D'ORTHOPEDE DENTO-FACIAL DU CHU TLEMENEN DURANT L'ANNEE UNIVERSITAIRE 2017-2018. :147.
38. Marie José B. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte - Tome 2. Elsevier Masson. 2012. 312 p.
39. B9782294724701500093_f01-03-9782294724701.jpg (Image WEBP, 650 × 324 pixels) [Internet]. [cité 16 juin 2022].
40. retrognathie-orthodontique-classe-II-300x209.jpg (Image JPEG, 300 × 209 pixels) [Internet]. [cité 16 juin 2022].
300x209.jpg?fbclid=IwAR2qIepTyOQkjBonckGIWUvpfiFz4nJakm6TRNyetKl6U3Uxkg1A9PlegRs
41. a330ce_d4991782e704409c8356fbc32c9d9615~mv2.webp (Image WEBP, 360 × 241 pixels) [Internet]. [cité 16 juin 2022].
42. Malocclusion de « Classe 2 » | Bücco [Internet]. Bücco Orthodontie, par vos orthodontistes. [cité 30 mai 2022].
43. Classe II division 1 | Dr Chamberland Orthodontiste à Québec [Internet]. [cité 16 juin 2022].
44. Ploggmedia www.ploggmedia.com-. Classe 2 division 2 | Orthodontiste à Québec [Internet]. Dr Sylvain Chamberland Orthodontiste. 2010 [cité 16 juin 2022].
45. Dr.BENNAI. Diagnostic des anomalies basales de classe II. Université SAAD DAHLAB BLIDA;
46. Shireen Z. La Classe II, division 2 constitue-t-elle un facteur de risque des Algies et Dysfonctionnements de l'Appareil Manducateur? :99.
47. LA CLASSE II DIVISION 2 - PDF Téléchargement Gratuit [Internet]. [cité 30 mai 2022].
48. Zymperdikas VF, Koretsi V, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA. Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod. 2016;38(2):113-26. doi:10.1093/ejo/cjv034
49. Weiland FJ, Bantleon HP. Treatment of Class II malocclusions with the Jasper Jumper appliance--a preliminary report. Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod. 1995;108(4):341 - 50. doi:10.1016/s0889-5406(95)70031-5
50. Treatment effects of the edgewise Herbst appliance: A ... & middot; PDF fileappliance: A cephalometric and tomographic investigation ... and the mandible moved forward 1.7 mm. The ... prevent [Internet]. dokumen.tips. [cité 8 mai 2022].
51. Häggglund P, Segerdal S, Forsberg C-M. The integrated Herbst appliance—treatment effects in a group of adolescent males with Class II malocclusions compared with growth changes in an untreated control group. Eur J Orthod. 2008;30(2):120 - 7. doi:10.1093/ejo/cjm102

52. Flores-Mir C, Aye A, Goswami A, Charkhandeh S. Skeletal and Dental Changes in Class II division 1 Malocclusions Treated with Splint-Type Herbst Appliances: A Systematic Review. *Angle Orthod.* 2007;77(2):376 - 81. doi:10.2319/0003-3219(2007)077[0376:SADCIC]2.0.CO;2
53. Ardesna A, Bogdan F, Jiang S. Class II correction in orthodontic patients utilizing the Mandibular Anterior Repositioning Appliance (MARA). *Angle Orthod.* 2019;89(3):404-10. doi:10.2319/062618-478.1
54. Toshniwal NG, Katkade PC, Mani SA, Mote N. Fixed Functional Appliances. *J Evol Med Dent Sci.* 2021;10(31):2499-504. doi:10.14260/jemds/2021/511
55. Indian dental academy. Fixed functional appliances //certified fixed orthodontic courses by... [Internet]. 00:40:04 UTC [cité 15 avr 2022].
56. Pancherz H. History, background, and development of theHerbst appliance. *Semin Orthod.* 2003;9(1):3-11. doi:10.1053/sodo.2003.34020
57. Indian dental academy. Fixed functional appliance [Internet]. 19:31:36 UTC [cité 4 mai 2022].
58. dr devinder preet singh, and, ramanpreet kaur. (PDF) Fixed functional Appliances in Orthodontics-A review [Internet]. fixed functional appliance in orthodontics - A review. [cité 11 avr 2022].
59. Fixed Functional Appliances - A Classification [Internet]. [cité 16 avr 2022].
60. Dr. Amit Choudhary, Reader, Department of Orthodontics & Dentofacial
61. Orthopaedics,Institute of Dental Sciences, Sehora, Jammu , Jammu & Kashmir. International Journal of Dental Science and Innovative Research (IJDSIR) [Internet]. International Journal of Dental Science and Innovative Research (IJDSIR). [cité 10 avr 2022].
62. Ahuja D, Holla AK, Parashar S. A BRIEF REVIEW OF FORSUS: FRD; HYBRID FIXED FUNCTIONAL APPLIANCE. *Asian J Dent Res AJDR* [Internet]. 2016 [cité 10 avr 2022];1(1).
63. Prateek D, Shami D, Sandhya D. RESEARCH ARTICLE FIXED FUNCTIONAL APPLIANCES: AN OVERVIEW. *Int J Curr Res.* 2017;9:8.
64. Weber JH, Botha P, Dawjee SH. The Mandibular Anterior Repositioning Appliance (MARA) - A report of three cases. *South Afr Dent J.* 2019;74(10):561 - 70. doi:10.17159/2519-0105/2019/v74no10a7
65. Yumpu.com. Functional Mandibular Advancer (FMA) - Forestadent [Internet]. yumpu.com. [cité 7 mars 2022].
66. FORESTADENT Catalog No. 36 [Internet]. [cité 7 mars 2022].
67. Indian dental academy. Fixed functional appliances //certified fixed orthodontic courses by... [Internet]. 00:40:04 UTC [cité 15 avr 2022].
68. Verma N, Garg A, Sahu S, Choudhary A, Baghel S. Fixed functional appliance-A Bird ' s Eyeview [Internet]. 2019 [cité 27 mai 2022].
68. Indian dental academy. Fixed functional appliance /certified fixed orthodontic courses by In... [Internet]. 00:34:28 UTC [cité 27 mai 2022].
69. The Ritto Appliance [Internet]. Ritto Appliance. 2013 [cité 27 mai 2022].
70. The Mandibular Protraction Appliance. | Download Scientific Diagram [Internet]. [cité 27 mai 2022].
71. Karacay S, Akin E, Olmez H, Gurton AU, Sagdic D. Forsus Nitinol Flat Spring and Jasper Jumper Corrections of Class II division 1 Malocclusions. *Angle Orthod.* 2006;76(4):7.

72. The correction of interarch malocclusions using a fixed force module - [PDF Document] [Internet]. fdocuments.net. [cité 16 avr 2022].
73. l'appareil jasper jumper en odf – Recherche Google [Internet]. [cité 27 mai 2022].
74. Indian dental academy. Fixed functional appliance [Internet]. 19:31:36 UTC [cité 16 avr 2022].
75. Mani S, Mote N, Pawar KD, Mishra P, Mishra R, Rai R. Treatment of class II and class III malocclusion by using churro jumper: an efficient, inexpensive and uncomplicated fixed flexible functional technique. undefined [Internet]. 2016 [cité 27 mai 2022];
76. Singh* DP, Kaur R. Fixed functional Appliances in Orthodontics-A review. J Oral Health Craniofacial Sci. 2018;3(1):001-10. doi:10.29328/journal.johcs.1001021
77. Bajaj. Hybrid fixed functional appliances [Internet]. [cité 27 mai 2022].
78. l'appareil forsus en odf – Recherche Google [Internet]. [cité 27 mai 2022].
79. Lylia MK. Les activateurs de classe II : indications et actions. :149.
80. Ahuja D, Holla AK, Parashar S. A BRIEF REVIEW OF FORFUS: FRD; HYBRID FIXED FUNCTIONAL APPLIANCE. :14.
81. Ahuja D .Holla AK .Parashar S.A BRIEF REVIEW OF FORFUS : FRD HYBRID FIXED FUNCTIONAL APPLIANCE :14
82. International Journal of Dental Science and Innovative Research (IJDSIR) [Internet]. [cité 7 mai 2022].
83. Twin Force Bite Corrector [Internet]. indiamart.com. [cité 27 mai 2022].
84. J. IOANNIDOU-MARATHIOTOU, Papadopoulos MA. Mode d'action des appareils fonctionnels Evidence clinique. Preuves scientifiques. Orthod Fr. 2005;76(2):111-26. doi:10.1051/orthodfr/200576111
85. Limoges J. Effets sur l'articulation temporo-mandibulaire du Twin-Block et d'un appareil myofonctionnel de classe II. 2014 [cité 19 juin 2022];
86. Herbst A Frankel, Clark, Harvold, Diana Md Zahid, Adams. PRINCIPLES OF FUNCTIONAL APPLIANCE THERAPY - ppt video online download [Internet]. [cité 19 juin 2022].
87. Orthodontic Functional Appliances: Theory and Practice | Wiley [Internet]. Wiley.com. [cité 19 juin 2022].
88. Basic concepts of functional appliances ashok [Internet]. 11:36:21 UTC [cité 19 juin 2022].
89. Pancherz H, Ruf S. The Herbst appliance: research-based clinical management. Berlin Chicago: Quintessence; 2008. 266 p.
90. Orthodontics in Spanish Fort , Bay Minette , Foley Orthodontics ,fairhope - Strickland Orthodontics [Internet]. [cité 19 juin 2022].
91. Themes UFO. 13 Class II Correction with an Intermaxillary Fixed Noncompliance Device [Internet]. Pocket Dentistry. 2014 [cité 19 juin 2022].
92. Morisset, Alexia. « Moment du traitement orthodontique: que repérer et quand référer: état des pratiques en cabinet dentaire », s. d., 106
93. Rakosi T, Graber TM, Alexander RG, editors. Orthodontic and dentofacial orthopedic treatment. Stuttgart ; New York: Thieme; 2010. 364 p.
94. Oh H, Baumrind S, Korn EL, Dugoni S, Boero R, Aubert M, et al. A retrospective study of Class II mixed-dentition treatment. Angle Orthod. 2017 Jan;87(1):56–67.
95. Huanca Ghislazoni LT, Baccetti T, Toll D, Defraia E, McNamara JA, Franchi L. Treatment timing of MARA and fixed appliance therapy of Class II malocclusion. Eur J Orthod. 2013 Jun 1;35(3):394–400.

96. Ruf S, De Coster T. Période optimale pour le traitement par appareil de Herbst. *Orthod Fr.* mars 2006;77(1):163-7.
97. Wadkar PV . Principales and practice of functional appliances *Scientific Journal* 2007 ;Volume I.108 -115
98. Aslan BI, Kucukkaraca E, Turkoz C, Dincer M. Treatment effects of the Forsus,Fatigue Resistant Device used with miniscrew anchorage. *Angle Orthod.* 2014,84(1),76-87.
99. Unal T, Celikoglu M, Candirli C. Evaluation of the effects of skeletal anchored Forsus FRD using miniplates inserted on mandibular symphysis; a new approach for the treatment of Class II malocclusion. *Angle Orthod.* 2015;85:413-9.
100. Celikoglu M, Buyuk SK, Ekizer A, Unal T. Treatment effects of skeletally anchored Forsus FRD EZ and Herbst appliances: a retrospective clinical study. *Angle Orthod.* 2016;86:306-14
101. .Amoric M. Stratégies de traitement de Classe II faisant intervenir un appareil à bielles de Herbst. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* sept 1999;33(3):393-418.
102. Simon Y. Est-il possible de stimuler la croissance mandibulaire ? *Int Orthod.* déc 2005;3(4):307-27.
103. Jakobson G, Latkauskiene D, McNamara Jr JA. Mechanisms of Class II correction induced by the crown Herbst appliance as a single-phase Class II therapy: 1 year follow-up. *Prog Orthod.* déc 2013;14(1):27.
104. Skieller V, Björk A, Linde-Hansen T. Prediction of cephalometric implant st mandibular growth rotation evaluated from a lon-years. *Eur J Orthod* 1983, 12. Schendel AS, Eisenfeld gitudinal implant study. *Am J Orthod* 1984; 86: 359-370.
105. Cesare L, Valeriano L. Traitement de la classe II squelettique au moyen d'un appareil de Herbst à ancrage osseux. :12.
106. Article L'Orthodontiste F Chevalier sur Advansync [Internet]. studylibfr.com. [Cité 25 juin 2022].
107. Dr Kheroua.S [Thèse]. Etude comparative des effets orthopédie et orthodontique des bielles fixes, versus élastiques inters maxillaires de classe II. Université de Blida 1 2021.
108. Paulsen HU, Papadopoulos MA. The Herbst appliance. In: *Orthodontic Treatment of the Class II Noncompliant Patient* [Internet]. Elsevier ; 2006 [cité 18 juin 2022]. p. 35-57.
109. Phuong A, Fagundes NCF, Abtahi S, Roberts MR, Major PW, Flores-Mir C. Additional appointments and discomfort associated with compliancefree fixed Class II corrector treatment: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2019 Aug 8;41(4):404-14.
110. Bowman AC, Saltaji H, Flores-Mir C, Preston B, Tabbaa S. Patient experiences with the Forsus Fatigue Resistant Device. *Angle Orthod.* 2013; 83(3):437-46.
111. Elkordy SA, Fayed MMS, Attia KH, Abouelezz AM. Complications encountered during Forsus Fatigue Resistant Device therapy. *Dental Press J Orthod.* 2020 May june;25(3):65- 72.
112. .Pancherz H, Fackel U. The skeletotacial growth pattern pre-and post-dentofacial orthopedics. A long term study of Class II malocclusions treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod.* 1990; 12:209-218.
113. Pancherz H, Hagg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am J Orthod* 1985;88(4):273-87.
114. Fouatih .A N. Anomalies alvéolaires et squelettiques. Étude descriptive des facteurs de risque et stratégie thérapeutique. [Thèse de DESM] Oran. Faculté de médecine d'Oran.2004.
115. Laraba.S. Étude clinique des malocclusions de CLII chez l'enfant algérien [Thèse de DESM] .Alger. Faculté de médecine d'Alger 1982

116. Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1998;13:97-106

Résumé

Les appareils fonctionnels amovibles ont fait leurs preuves dans le traitement des malocclusions de Classe II. Cependant ils présentent beaucoup d'inconvénients qui peuvent être un frein à la réussite du traitement, ce sont des dispositifs qui dépendent fortement de la coopération du patient et qui sont encombrants en bouche. Pour pallier à cela, les propulseurs mandibulaires fixes ont été développés. La coopération du patient n'est plus un souci. Ces appareillages se sont rapidement imposés, actifs 24h /24, plus facile à porter au quotidien et ne nécessitant pas d'étape laboratoire, avec une durée de traitement relativement courte. Toutefois, ces propulseurs sont sujets aux fractures et peuvent générer des blessures au niveau de la muqueuse. Ils ne peuvent pas être utilisés en cas de problèmes parodontaux. La thérapeutique de la classe II, qui semble être optimisée grâce aux propulseurs mandibulaires fixes, à susciter notre intérêt. Conception, Types d'appareillages, Mode d'action et les modalités de traitement seront développés dans ce travail.

Mots clés : propulseurs fixes, classe II

Abstract

Removable functional appliances are effective in the treatment of Class II malocclusions, but they have many disadvantages that can hinder the success of the treatment, devices that depend heavily on the cooperation of the patient and are cumbersome in the mouth. To overcome this, fixed mandibular protractor has been developed. Patient cooperation is no longer a concern. These devices have quickly become popular, active 24 hours a day, easier to wear on a daily basis and do not require a laboratory step, with a relatively short treatment time. However, these appliances are prone to fractures and can generate injuries to the mucosa. They cannot be used in case of periodontal problems. The therapy of the class II, which seems to be optimized thanks to the fixed mandibular protractor, aroused our interest . Design, types of devices, their mode of action and treatment modalities were developed in this work.

Key words: fixed mandibular protractor appliance, class II