

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

CHU de Tizi-Ouzou

Département de Médecine Dentaire



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Médecine Dentaire

Traitement des anomalies squelettiques : modification de la position mandibulaire par le contrôle du plan d'occlusion à l'aide de déplacements dentaires individualisés : technique de SATO

Encadré par :

- **Professeur KACI.N**

Présenté par :

- **BENYAHIA Hanaa**
- **BOUCHANNAN Baya**
- **KAMAZI Saida**
- **KABECHE Samah**
- **BAHBOUH Siham**
- **TOUIL Widad**

Devant le jury composé de :

- **Dr Missara**
- **Dr.Bouafia.**

Année universitaire 2023/2024

Remerciements:

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Ce travail n'aurait pas pu aboutir sans leur soutien et leurs encouragements.

Nous voudrions tout d'abord remercier chaleureusement notre promoteur de mémoire, Pr Kaci Nadir, pour sa patience, sa disponibilité et ses précieux conseils. Sa rigueur intellectuelle et sa passion pour le sujet nous ont beaucoup inspiré.

Votre expertise, vos encouragements ont été d'une importance capitale pour la réussite de notre travail.

Nous sommes également reconnaissants envers les membres du jury, Dr Missarra et Dr. Bouafia, pour leur lecture attentive de notre mémoire et leurs remarques constructives.

Nous remercions également tous les enseignants qui nous ont accompagné tout au long de notre cursus.

Enfin, nous tenons à remercier nos familles et nos amis pour leur soutien indéfectible. Ils ont toujours cru en nous

Ce mémoire est le fruit d'un long travail et d'une collaboration étroite avec de nombreuses personnes. Nous sommes reconnaissants à tous ceux qui ont contribué à son aboutissement.

Dédicaces

Au nom d'Allah le plus puissant

Je dédie ce mémoire :

A mon papa adoré « Riadh » je te remercie infiniment pour tout ce que tu m'as donné et apporter dans ma vie, tu es ma force, mon esprit, la source de ma joie et ma réussite, mon soutien.

Sans toi, je n'aurais pas pu arriver là où je suis.

A ma mère « Siham » qui était toujours derrière moi qui m'a soutenue et encouragée durant toutes mes années d'études, merci infiniment.

A ma petite sœur « Assia », mon ange, mon amour, le secret de ma joie mon espoir, la plus belle chose que j'ai dans la vie.

A ma deuxième sœur « Lydia » je tiens à te remercier pour les plus beaux moments et les souvenirs qui sont encore gravés dans mon cœur, je te souhaite tout le bonheur car tu mérites, merci de faire partie de ma vie

A ma deuxième maman « Faiza », il est difficile pour quelqu'un qui n'a pas une belle tante comme toi de connaître la vraie valeur d'une tante, tu m'as donnée l'amour et le soutien d'une maman.

A ma copine « Kanaa », avec toi j'ai appris la loyauté, la sincérité et la diligence, on a rigolé et pleuré ensemble, malgré tout ce qui s'est passé entre nous, notre amitié restera toujours sincère et belle .

A « Amira » qui m'a donné une opportunité et une confiance, ce qui m'a permis de toujours avancer dans la vie .merci pour ta patience infinie et ton soutien.

À « Imène », tu es comme un trésor pour moi, je ne peux pas décrire votre gentillesse et votre soutien dans les moments les plus difficiles tu es ma source d'inspiration dans la vie, merci pour tout.

À « Sabrina » tu m'as toujours considérée comme ta petite sœur, tu étais toujours à mes côtés, merci infiniment pour votre encouragement et soutien. .

À mes frères Riadh , Kamel , Mohamed ,merci de me soutenir et d'être toujours là

Baya

Dedications

First and foremost, I thank Allah for providing me with patience, strength and faith throughout

this period. Without His guidance and grace, this accomplishment would not have been possible.

I also want to extend my deepest gratitude to my parents, whose unwavering support and encouragement have been my greatest source of motivation.

Also to my sister and my auntie's daughter, thank you for your love and understanding.
Your

patience and standing by me through thick and thin have meant the world to me.

Lastly, to my friends who have been a constant source of comfort, your companionships and

positivity have kept my spirits high and my focus sharp.

Samah

Au nom d'Allah le plus puissant

Je dédie ce mémoire

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, ma vie et mon bonheur, ma maman qui m'a soutenue et encouragé durant toutes mes années d'études. Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

À l'homme de ma vie, mon soutien moral et source de joie, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde mon père.

À celui qui a toujours su trouver les mots qui conviennent pour me remonter le moral et celui qui m'a soutenue et m'a trop aidé : mon fiancé « Nassim », merci infiniment.

À mes chères sœurs : Nadia, Imene et Chaima et mes chères frères, je vous aime.

Siham.

Avant tout je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Je dédie ce mémoire de fin d'études à

Mes chers parents, dont l'amour, les conseils et le soutien indéfectible m'ont permis de persévérer et de réussir. Merci pour votre patience et vos sacrifices.

À celle qui a toujours été présente pour moi, qui m'a toujours soutenu et qui n'a jamais cessé de prier pour moi. Je ne saurais exprimer ma gratitude, merci maman pour ton soutien et ton amour.

À mes chers sœurs, Wissem et Meriem, pour votre encouragement et votre soutien permanent.

À mon très Cher frère, Mohamed Arezki, merci de me supporter, de me soutenir et d'être toujours là pour moi.

À mes amies, particulièrement uiem, et à mes collègues pour tous les moments que nous avons passé ensemble.

FOUJL Widad

Dedication

To our almighty God for always being there with me thank you for giving me the strength to keep it up through the highs and the lows .

Also i wanna express my deepest gratitude to all those who contributed to this achievement in any way

To my dear parents , thank you for your support all along this journey

To my sisters

Each one of you is a blessing in my life , words can not express the depth of my love for you , especially Kamazi Ghania , my second self

Thank you all for believing in me.

To my brothers and brothers in law especially Hicham Hadjaz and Djamel Ait Hamouda a special thank you to you for your love and support even in my everyday life , you mean the world for me .

To all my friends who are also members of this study , i am grateful for your camaraderie throughout this process , and to one of the best friends Sekoura for your motivation and prayers , your friendship has been invaluable.

To my little angels who brought joys and colors to my life ...my beautiful nieces and nephews.

And Finally to myself , I am incredibly proud of you for never giving up .

Amira

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

À mes chers parents,

À vous qui m'avez toujours soutenue avec amour, patience et encouragement. Cette réussite est autant la vôtre que la mienne. Votre soutien et vos sacrifices ont été ma lumière dans les moments sombres. Vos conseils avisés et votre amour ont été les moteurs de ma persévérance.

Merci pour avoir toujours cru en mes rêves.

A mes frères Abdelbasset, Abdessamed, Abdeldjalil, Abdeladhim, et mes soeurs Wafa et Nesrine.

Vous êtes mon soutien, mon pilier constant et ma force.

Merci infiniment d'être toujours à mes côtés.

A Mon fiancé Abderaouf :

Ton soutien moral, ton encouragement infini, ont été vraiment précieux. Tu été ma motivation constante et le secret de mon bonheur.

A ma copine Baya :

Durant les six années passées à étudier ensemble, nous avons partagé des moments tantôt agréables, tantôt difficiles. À chaque étape de ce parcours, tu as été présente, me soutenant, m'encourageant, et aujourd'hui, nous terminons ensemble ces derniers jours de nos études avec fierté.

A mes amies de groupe Siham, Amira, Samah, Widad.

A mes chères amies Houda , Hana, Hiba, Assia, Roumaïssa :

Vous êtes les meilleures et je vous aime trop !

Et enfin à ma belle-famille et à tous les membres de ma famille, petits et grands, surtout mes tantes et ma cousine soundous. Hanaa

RESUME

Le traitement des anomalies squelettiques en orthodontie est particulièrement compliqué car il est difficile de contrôler et réorienter le plan d'occlusion. La philosophie du Dr Sato repose sur la modification de l'orientation du plan d'occlusion à l'aide d'arcs spécifiques et son objectif principale c'est l'optimisation des fonctions occlusales intégrées dans le contexte articulaire (ATM) et le contexte squelettiques. Il a développé une nouvelle technique (Multi Edgewise Arch Wire) qui permet de contrôler individuellement la position de chaque dent et de modifier la hauteur faciale, corrigeant ainsi les malocclusions sans recourir à la chirurgie orthognathique, aux extractions de prémolaires ou à la contention. Cette approche garantit une stabilité durable des résultats orthodontiques.

Dans ce travail, on présente un historique, on a expliqué la philosophie de traitement de la professeure Sato qui met l'accent sur l'importance de changement du plan occlusal, et Pour bien comprendre cette philosophie, on doit passer par une analyse des structures dentaires et une analyse fonctionnelle céphalométrique spécifiques puis on a essayé de parler de cette nouvelle technique (description, mode de fonctionnement ...).

À la fin de notre étude, on conclut que la technique MEAW se distingue par sa capacité à traiter efficacement sur les malocclusions de classe II et III. Il est important de noter que son action se concentre principalement sur la région dento-alvéolaire, entraînant des changements squelettiques mineurs. Cette caractéristique souligne le fait que la technique MEAW est avant tout une méthode de traitement compensatoire, plutôt qu'une approche squelettique majeure.

ABSTRACT

The treatment of skeletal anomalies in orthodontics is particularly challenging due to the difficulty in controlling and redirecting the occlusal plane. Dr. Sato's philosophy is based on modifying the orientation of the occlusal plane using specific arches, with the main objective of optimizing integrated occlusal functions within the temporomandibular joint (TMJ) and skeletal context. He has developed a new technique (Multi-Edgewise Arch Wire) that allows for individual control of the position of each tooth and modification of facial height, thus correcting malocclusions without the need for orthognathic surgery, premolar extractions, or retention. This approach ensures long-term stability of orthodontic results.

In this paper, we present a historical overview and explain Professor Sato's treatment philosophy, which emphasizes the importance of changing the occlusal plane. To fully understand this philosophy, we must first conduct a specific analysis of dental structures and cephalometric functional analysis. We then discuss this new technique (description, mode of operation, etc.).

In conclusion, the MEAW technique is distinguished by its ability to effectively treat Class II and III malocclusions. It is important to note that its action is primarily focused on the dentoalveolar region, resulting in minor skeletal changes. This characteristic highlights the fact that the MEAW technique is primarily a compensatory treatment method, rather than a major skeletal approach.

Les mots clés :

Meaw

Geaw

Edgewise

Plan d'occlusion

Anomalies squelettiques

Sommaire

Sommaire.....	i
Liste des tableaux	vi
Liste des figures.....	vii
Liste des abréviations	xi
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Notions fondamentales	2
1. Introduction	2
2. La croissance mandibulaire	2
2.1. Mode d'ossification de la mandibule	3
2.1.1. Ossification membraneuse.....	3
2.1.2. Ossification enchondrale	3
2.2. Mécanisme de croissance.....	3
2.3. La rotation mandibulaire	4
2.3.1. Signes de rotation antérieure	5
2.3.2. Signes rotation postérieure	5
3. Articulation temporo mandibulaire (ATM).....	5
3.1. Définition	5
3.2. Anatomie de l'ATM.....	5
3.3. La croissance de l'ATM.....	8
4. Les anomalies squelettiques	9
4.1. Dans le sens sagittal	9
4.1.1. Classe II squelettiques	9
4.1.1.1. Définition	9
4.1.1.2. Etiologie	9
4.1.1.3. Classification de la classe II.....	9
4.1.1.4. Caractéristique générale de la classe II.....	10
4.1.2. Traitement de la classe II.....	11
4.1.2.1. Traitement précoce.....	11
4.1.2.2. Traitement orthopédique	11
4.1.2.3. Traitement orthodontique.....	12
4.1.2.4. Traitement ortho chirurgical	13
4.1.3. Classe III squelettiques	13

4.1.3.1.	Définition	13
4.1.3.2.	Etiologie	14
4.1.3.3.	Classification de la classe III	14
4.1.3.4.	Caractéristique générale de la classe III.....	14
4.1.4.	Traitement de la classe III.....	14
4.2.	Dans le sens vertical.....	16
4.2.1.	Les excès verticaux des maxillaires (open bite)	16
4.2.1.1.	Définition	16
4.2.1.2.	Le diagnostic positif.....	16
4.2.2.	Traitement de l'open bite	17
4.2.2.1.	Traitement étiologique	17
4.2.2.2.	Traitement orthopédique	17
4.2.2.3.	Traitement orthodontique.....	17
4.2.2.4.	Traitement chirurgical.....	17
4.2.3.	Les insuffisances verticales des maxillaires (deep bite)	17
4.2.3.1.	Définition	17
4.2.3.2.	Diagnostic positif	18
4.2.4.	Traitement de deep bite	18
4.2.4.1.	Traitement étiologique	18
4.2.4.2.	Traitement orthopédique	19
4.2.4.3.	Traitement orthodontique.....	19
4.2.4.4.	Traitement chirurgico-orthodontique	19
5.	Plan d'occlusion	19
5.1.	Analyse du schéma dentaire.....	19
5.1.1.	L'angle inter-incisif.....	19
5.1.2.	L'inclinaison des dents antérieures maxillaires.....	19
5.1.3.	L'inclinaison des dents antérieures mandibulaire.....	19
5.1.4.	L'inclinaison du plan occlusal	20
5.2.	Définition du plan d'occlusion	20
5.3.	Modification de plan d'occlusion	23
5.3.1.	Extra orales	23
5.3.1.1.	Casque orthodontique	23
5.3.1.2.	Le masque facial	24
5.3.2.	Appareils amovibles	24
5.3.2.1.	Plaque de recouvrement antérieure (ABP).....	24

5.3.2.2.	Plan incliné postérieur (PBB)	24
5.3.2.3.	Appareil fonctionnel	25
5.3.3.	Appareils fixes	26
5.3.3.1.	Arc transpalatin	26
5.3.3.2.	Arc double (double archwire)	26
5.3.4.	Les mini-implants	27
6.	Conclusion.....	27
Chapitre 2 : Technique de Sato		28
1.	Introduction	28
2.	Historique	28
3.	Philosophie du Pr Sato Sadao.....	29
3.1.	Les origines des malocclusions squelettiques selon Pr Sato Sadao	30
3.2.	Plan d'occlusion selon Sato:	31
3.3.	Les principes du traitement des anomalies squelettiques selon Pr. Sato :	32
3.4.	Objectifs atteints et critères de fin de traitement selon Sato	33
4.	Analyse des structures dentaires.....	34
4.1.	Niveau du plan occlusal	34
4.2.	Inclinaison du plan occlusal (Cant).....	35
4.3.	Les courbes d'occlusion.....	37
5.	Analyse céphalométrique de Young H Kim.....	39
5.1.	Analyse horizontale.....	39
5.1.1.	Indicateur de profondeur de supraclusion (ODI).....	39
5.1.2.	L'indicateur de dysplasie antéropostérieure (APDI).....	39
5.1.3.	Le facteur de combinaison.....	42
5.1.4.	Indice d'extraction	44
6.	Définition de la technique SATO	46
7.	Description de la technique SATO.....	46
8.	Principes de la technique MEAW	48
8.1.	Les instruments	49
9.	Les plicatures.....	51
9.1.	Courbures de premier ordre	51
9.2.	Les courbures de 3ème ordre	52
9.3.	Arcs de MEAW terminés	53
9.4.	Traitement thermique des arcs	54
10.	Méthode d'ajustement	54

10.1	Activation de tip back.....	54
10.2.	Désactivation de Tip back	55
10.3.	Les plicatures Step up /Step down	56
10.3.1.	Plicature de step up	56
10.3.2.	Plicatures de step down	56
10.3.3.	Step up progressive.....	57
10.4.	Courbe de Spee.....	57
10.5.	Set up progressive (PSU)	58
11.	Les élastiques en association avec la technique MEAW	58
11.1.	Les objectifs	58
11.2.	Les types.....	58
11.2.1.	Elastiques longs	58
11.2.2.	Elastiques courts	59
11.2.3.	Elastiques inter maxillaire	60
11.2.4.	Elastiques intra maxillaire	60
11.2.5.	Elastiques en boite	60
11.2.6.	Elastiques triangulaires	60
11.2.7.	Les objectifs.....	60
11.2.7.1.	Elastiques de classe I.....	60
11.2.7.2.	Elastiques verticaux antérieure	61
11.2.8.	Elastiques de classe II.....	61
11.2.9.	Elastiques de classe III.....	62
11.2.10.	Elastiques croisé	62
11.3.	Types d'élastiques	62
11.4.	Modalités d'utilisation des élastiques.....	63
11.5.	Précautions	64
11.6.	Éléments à vérifier lors de la phase de finition	64
12.	Les avantages et les limites de la technique MEAW :.....	65
13.	Evolution récente du MEAW :	66
13.1.	Propriétés uniques du GUMMETAL	67
13.2.	Instruments utilisés :.....	68
Chapitre 3 : Cas clinique		72
1.	Le traitement du classe III	72
1.1.	Les objectifs du traitement.....	72
1.2.	Les étapes du traitement :.....	72

2. Examen clinique	73
2.1. L'examen Endobuccal :	74
2.2. Examen radiologique :	75
3. Le protocole de traitement.....	76
4. Traitement de classe II :	80
5. Cas clinique :	80
6. Le protocole de Traitement :	82
6.1. Les étapes des traitements :	82
Conclusion générale	88
Bibliographie	89

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sens de la croissance de la mandibule(9).....	4
Tableau 2 : Classification des anomalies squelettiques selon la valeur FC(51)	44

Liste des figures

Figure 1: Formation de la mandibule (4)	2
Figure 2: les différents cartilages au niveau mandibulaires(4)	3
Figure 3: Répartition des zones d'apposition (+) et de résorption (-) au niveau de la mandibule (1) .4	
Figure 4 : Anatomie de l'articulation temporo mandibulaire(12).....	7
Figure 5 : Anatomie du complexe maxillo facial (15)	8
Figure 6 : Croissance mandibulaire(12).....	8
Figure 7 : classe II squelettique (14).....	9
Figure 8 : TLR de profil de classe II squelettique (22).....	11
Figure 9 : Le DAC (11).....	12
Figure 10: Activateur (11).....	12
Figure 11 : Arc de base d'ingression de Ricketts (12).....	13
Figure 12 : TIM de classe II (12).....	13
Figure 13 : Classe III squelettique	13
Figure 14 : Masque de Delaire (1).....	15
Figure 15 : TIM de classe III (1).....	15
Figure 16 : Open bite (17).....	16
Figure 17 : Deep bite (17).....	18
Figure 18 : Courbe de Spee (22).....	20
Figure 19 : Courbe de Wilson (22).....	21
Figure 20 : Plan occlusal plat et son efficacité masticatoire (22).....	21
Figure 21 : Disclusion postérieure dans un plan occlusal plat (54).....	21
Figure 22 : Disclusion postérieure dans un plan occlusal courbé (54).....	22
Figure 23 : Malocclusion de classe II : POP accentué (54).....	22
Figure 24 :Malocclusion de classe III : POP plat(54).....	22
Figure 25 : Modification de plan d'occlusion (40).....	23
Figure 26 : Casque orthodontique (40).....	24
Figure 27 : Plaque de recouvrement antérieur (42).....	24
Figure 28 : Plan incliné postérieur (40).....	25
Figure 29 : Appareil Twin Block (TB) (42).....	25
Figure 30 :Arc transpalatin (43).....	26
Figure 31 : Arc double (40).....	26
Figure 32 : Les mini-implants pour changer le plan d'occlusion (40).....	27
Figure 33 : Pr Kim Young.....	29
Figure 34 : Pr Sadao Sato.....	29
Figure 35 : Rôle de la troisième molaire dans l'étiologie des malocclusions (45).....	31
Figure 36 : Les changements annuels de l'inclinaison du plan d'occlusion et du plan mandibulaire31	
Figure 37 : Guidage anti-rétroposition (69).....	32
Figure 38 : Elargissement de l'arcade dentaire maxillaire par une activation lente (65).....	33
Figure 39 : Les différents types de compensations (69).....	33
Figure 40 : Bruxchecker.....	34
Figure 41 : Niveau du plan d'occlusion	35
Figure 42: Plan occlusal supérieur (52)	35
Figure 43: UOP normal (52).....	35

Figure 44: STEEP UOP (52).....	36
Figure 45: Flat UOP (52)	36
Figure 46: Cas montrant une UOP normale (62).	36
Figure 47: Cas montrant un plan occlusal accentué (steep) (62).	37
Figure 48 : Plan d'occlusion postérieure POP (42).....	37
Figure 49 : TLR et photo endobuccal d'un cas du POP normal.	38
Figure 50 : Moulage d'un cas du POP normal.	38
Figure 51 : POP des malocclusions squelettiques.....	38
Figure 52 : POP incliné (steep).	38
Figure 53 : Angle facial ouverte (52).....	40
Figure 54 : Angle facial fermé (52)	40
Figure 55 : Angle du plan AB positif.....	40
Figure 56 : Angle du plan palatin négatif et positif.	41
Figure 57 : Indicateur de dysplasie antéropostérieure APDI	41
Figure 58 : Letriangle AB maxillomandibulaire.....	42
Figure 59 : Le triangle AB en Classe 2 (53).	42
Figure 60 : Le triangle AB en Classe III (53).	42
Figure 61 : l'effet du CF sur le choix entre un traitement par extracton ou non extraction (52).	43
Figure 62: Index d'extraction en cas de Classe I (52).....	45
Figure 63 : Index d'extraction en cas de classe II (52).	45
Figure 64: Index d'extraction en cas de classe III (52).....	45
Figure 65: Multi-loop-edgwise-archwire(50)	47
Figure 66 : Les parties du MEAW (64).	48
Figure 67: Arc avec boucles en L (59).....	48
Figure 68 : Tip back bend (60).....	48
Figure 69 : Kim plier (61)	49
Figure 70 : Three prong pliers.....	50
Figure 71 : Tourelle.....	50
Figure 72 : Fil Elgiloy bleu	51
Figure 73 : Plicature de 1ère ordre (58).	51
Figure 74 : Fabrication de la boucle en L (58).....	52
Figure 75: Torque progressive de secteur postérieur (55).	53
Figure 76 : MEAW terminé ; A-coordination, B- symétrie (57).	53
Figure 77 : La forme de courbe de spee.....	54
Figure 78 : Tip back activation.	55
Figure 79 : Activation de tip back (58).	55
Figure 80 : Step up bend pour l'extrusion (61).....	56
Figure 81 : step down bend (61).	56
Figure 82 : Step up progressif (60).	57
Figure 83 : COS MEAW (61).	57
Figure 84 : Set up progressif (61).....	58
Figure 85 : Les élastiques longs (63).	59
Figure 86 : Élastiques courtes (62).	59
Figure 87 : Les élastiques longs à prescrire (62).	60
Figure 88 : Élastiques triangulaire (62).....	60
Figure 89 : Élastiques de classe 1.	61

Figure 90 : Elastiques verticaux antérieure (64).	61
Figure 91 : Elastiques de classe 2.	61
Figure 92 : Elastiques de classe 3.	62
Figure 93 : Elastiques croisés.	62
Figure 94 : Types d'élastiques.	63
Figure 95 : Modalités d'utilisation des élastiques.	64
Figure 96 : Le fil Gummetal.	66
Figure 97 : Dessin schématiques des appareils MEAW et GEAW (68).	67
Figure 98 : propriétés physique de fil Gummetal (68).	67
Figure 99 : Propriétés physique du fil Gummetal (68).	68
Figure 100 : Propriétés physique du fil Guemmetal	68
Figure 101 : Pince GEAW.	69
Figure 102 : Diagramme schématique montrant les caractéristiques de la pince GEAW(68).	69
Figure 103 : Configuration du formulaire court et du formulaire régulier (68).	70
Figure 104 : Configuration du formulaire de combinaison.	70
Figure 105. Illustration schématique des arcs idéaux pour le système GEAW (68).	71
Figure 106 : Les étapes du traitement du classe III par technique Meaw (67)	73
Figure 107 : Photographie de profil (67).	74
Figure 108 : Photographie de face (67).	74
Figure 109 : Photographie endo buccal (67).	74
Figure 110 : TLR de profil (67).	75
Figure 111 : Analyse céphalométriques (67).	75
Figure 112 : photographie durant le traitement (67).	77
Figure 113 : Analyse céphalométrique de Tweed (67).	77
Figure 114 :Analyse céphalométrique de Kim (67).	78
Figure 115 : Photographie de face et de profil après le traitement (67).	78
Figure 116 : Photographie endobuccal après le traitement (67).	78
Figure 117 : Superposition avant et après le traitement (67).	79
Figure 118 :TLR de profil après le traitement (67).	79
Figure 119 : Photographie extra orale (62).	80
Figure 122 : Panoramique dentaire (62).	81
Figure 120 : Téléradiographie de profil (62).	81
Figure 121 : Photographies intra orale (62).	81
Figure 123 : Analyse céphalométrique (62).	82
Figure 124 : Photographies durant le traitement (62).	83
Figure 125 : Photographies exobuccale post-post traitement (62).	84
Figure 126 : Photographie endobuccale post-traitement (62).	84
Figure 127 : Enregistrements post-traitement (62).	84
Figure 128 : Superpositions entre pré et post traitement (62).	85
Figure 129 : Photographies exobuccale post rétention (62).	85
Figure 130 : Photographies endo buccale post rétention (62).	85
Figure 131 : Enregistrements post-rétention (62).	86
Figure 132 : Superposition post-rétention (62).	86
Figure 133 : Photographies exo-buccale 3 ans après le traitement (62).	86
Figure 134 : Photographie endo buccal 3 ans après le traitement (62).	87
Figure 135 : Analyse céphalométrique de Kim (62).	87

Figure 136 :Analyse céphalométrique de Tweed (62).....87

Liste des abréviations

A	Point A
AB	Ligne entre point A et point B
ABP	Plaque de recouvrement postérieur
APDI	Indice de dysplasie antéropostérieur
ATM	Articulation temporo mandibulaire
AVE	Elastiques verticaux antérieurs
B	Point B
CAE	Conduit auditifexterne
CF	Facteur de combinaison
DAC	Le distal active concept
DDM	La dysharmonie dento maxillaire
DDSc	Docteur en science odontologiques
EI	Indice d'extraction
EL	La ligne esthétique
FEO	Force extra oral
FH	Plan de Frankfort
ICM	Intercuspitation maximale
IIA	Angle inter incisive
LDR	Low Dose Radiography
LP	Position de la lèvre
MEAW	Multi-loope-dgewise-arch-wire
MLD	Déviation latérale mandibulaire
MP	Plan mandibulaire
N	Nasion
ODI	L'indicateur de profondeur de la supraclusion
OP	Plan d'occlusion
ORL	Otorhinolaryngologiste
Oz	Unité de mesure
PBB	Plan incliné postérieur
PF	Plan de Franckfort

POP	Plan d'occlusion prothétique
POS	Plan occlusal supérieur
PSU	Set up progressive
RC	Relation centrée
TB	Appareil twin block
TIM	Traction inter maxillaire
UI	La distance droite entre les incisives supérieures et la ligne des lèvres
UOP	Plan occlusal supérieur

Introduction générale

Les anomalies squelettiques, telles que les classes II et III, ainsi que les béances antérieures, constituent des défis majeurs en orthodontie. Ces malocclusions complexes impliquent des décalages importants entre les bases osseuses maxillaires et mandibulaires, générant des désordres occlusaux et fonctionnels importants. Traditionnellement, la prise en charge de ces cas sévères a souvent recours à des approches invasives, telles que les extractions de dents saines ou la chirurgie orthognathique, pour modifier le squelette facial.

La recherche de solutions orthodontiques alternatives, plus conservatrices et efficaces pour le traitement des anomalies squelettiques sévères, est un sujet d'actualité majeur en orthodontie. Les approches conventionnelles présentent des limites, notamment en termes de morbidité associée aux interventions chirurgicales et de potentiel de croissance limité chez les jeunes patients.

De plus, les résultats esthétiques et fonctionnels ne sont pas toujours optimaux en raison d'une orientation difficilement contrôlée du plan occlusal qui est le plus important pour le fonctionnement de l'appareil masticateur. La mandibule s'adapte fonctionnellement à ce plan occlusal. Par conséquent, tout changement du plan occlusal affectera la position de la mandibule ainsi que l'équilibre de la base prothétique.

La technique MEAW, créée par Pr Young H Kim et développée par le Professeur Sadao Sato, offre une approche alternative prometteuse pour le traitement des anomalies squelettiques et des béances antérieures. Cette technique se base sur le contrôle du plan d'occlusion et des déplacements dentaires individualisés pour modifier la position mandibulaire et établir une occlusion fonctionnelle et esthétique. Depuis l'avènement de la MEAW, sa modalité de traitement a été utilisée dans le monde entier et de nombreux rapports de résultats positifs ont été publiés.

Certains orthodontistes ont qualifié la technique MEAW de « magique » ou d'« incroyable », mais ce n'est certainement pas le cas.

Cette technique efficace et efficiente pour traiter et modifier l'orientation de plan d'occlusion ? Le diagnostic et le plan de traitement doivent être corrects et la construction de la MEAW doit être précise pour délivrer les forces nécessaires pour déplacer les dents vers une relation optimale et stable.

Par conséquent, ce travail vise à :

- Exposer l'impact du plan occlusal sur le positionnement mandibulaire.
- Expliquer la philosophie de Pr Sato et ses stratégies thérapeutiques dans le traitement de classe II et III.
- Examiner en détail la technique multi-looped-gewise.

Chapitre 1 : Notions fondamentales

1. Introduction

Ce chapitre introduira les notions fondamentales nécessaires à la compréhension de la technique du Pr SATO, une approche thérapeutique innovante pour le traitement des anomalies squelettiques de classe II et III.

Tout d'abord, nous aborderons les concepts de croissance mandibulaire et de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM), en mettant l'accent sur leur développement et leur rôle dans la fonction masticatoire et l'équilibre cranio-facial.

Ensuite, nous explorerons les différentes anomalies squelettiques susceptibles d'affecter l'occlusion, en particulier les classes II et III selon la classification de Ballard (1). Nous expliquerons les conséquences de ces anomalies. Sur le plan d'occlusion, la fonction masticatoire et l'esthétique faciale.

Enfin, nous introduirons le concept de plan d'occlusion et son importance dans la compréhension de la technique de Pr SATO. Nous expliquerons comment cette technique vise à modifier le plan d'occlusion en repositionnant la mandibule, en tenant compte des anomalies squelettiques et des dysfonctionnements de l'ATM.

2. La croissance mandibulaire

La mandibule est un os impair et médian, situé à la partie inférieure de la face et constitue le squelette de la mâchoire inférieure. Il se différencie de l'arc branchial qui est constitué par un cartilage du Meckel(2). Ce cartilage apparaît avant l'apparition de tout point d'ossification dans la mandibule(3). Cependant, l'ossification de la mandibule commence à partir d'un centre situé au niveau de la ramification du nerf alvéolaire inférieure à côté du cartilage de Meckel vers la 6ème semaine (Figure 1)

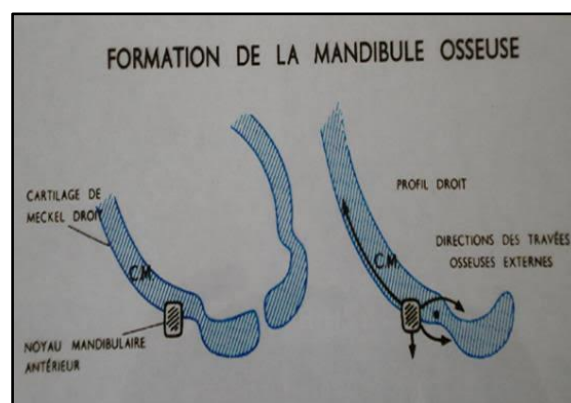


Figure 1: Formation de la mandibule (4)

Au 40ème jours de vie intra utérine apparaît un noyau osseux dans le tissu conjonctif qui tapisse la face externe du cartilage de Meckel. Ce noyau s'étend vers l'avant et vers l'arrière, et vers le haut pour former la branche horizontale, une partie de la région mentonnière et une grande partie de la branche montante(4).

Vers le 3^{ème} ou le 4^{ème} mois de vie intra utérine, apparaissent des cartilages secondaires dans la mandibule à savoir cartilage angulaire, cartilage coronoïdien, cartilage condylien(voir la Figure 3). Ils se forment après et indépendamment du cartilage du Meckel(5).

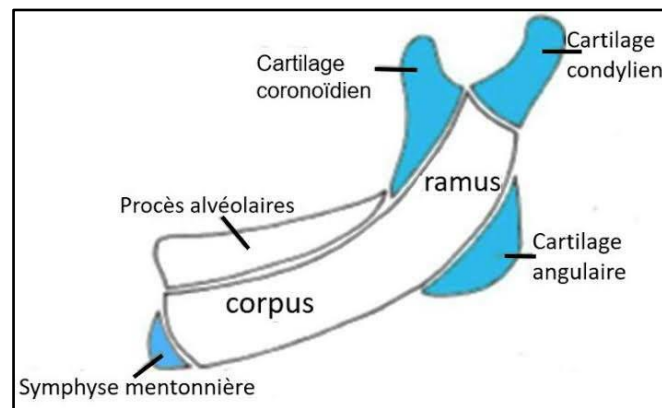


Figure 2: les différents cartilages au niveau mandibulaires(4)

Ces cartilages disparaissent après la naissance, à l'exception du cartilage condylien qui présente le centre de croissance le plus important. Il contribue à l'accroissement en hauteur et en largeur de la mandibule(4). Selon WEIMANN et SIGHER, le cartilage condylien est un centre très spécial et très actif qui ne peut se comparer à un autre cartilage(6)

2.1. Mode d'ossification de la mandibule

2.1.1. Ossification membraneuse

Des parties de la mandibule dérive directement du tissu conjonctif, sans modèle cartilagineux

2.1.2. Ossification enchondrale

Un os de substitution formé par une transformation cartilagineuse

Le Ramus et le corpus de la mandibule se développent par ossification membraneuse cependant, la croissance est réalisée par les cartilages secondaires(7)

2.2. Mécanisme de croissance

Le développement post natal de la mandibule se fait par 3 mécanismes :

- La croissance suturale : se fait par la synchondrose symphysaire, qui se ferme avant la fin de la 1^{ère} année.
- La croissance remodelant: réalisée par la mise en place d'un nouvel os sur la face externe du cortical et la résorption sur la face interne du cortical
- La croissance cartilagineuse :au niveau du cartilage condylien(8)

Ces trois mécanismes permettent l'accroissement de la mandibule dans les 3 sens de l'espace (voir dans le Tableau 1ci-dessous).

Tableau 1 : Sens de la croissance de la mandibule(9)

Sens de la croissance	Les Phénomènes observés
Sens transversal	-croissance cartilagineuse de la suture symphysaire -la croissance antéro postérieure -Apposition osseuse sur les faces externes de la mandibule et résorption sur les faces internes -Croissance du processus alvéolaire vers le haut et vers l'extérieure
Sens longitudinal	-Croissance du cartilage condylien -apposition osseuse sur le bord postérieure de la branche montante résorption sur le bord antérieure -croissance mentonnière
Sens vertical	-croissance du cartilage condylien -apposition osseuse sur le bord inférieure Apposition osseuse sur le bord supérieure du processus alvéolaire

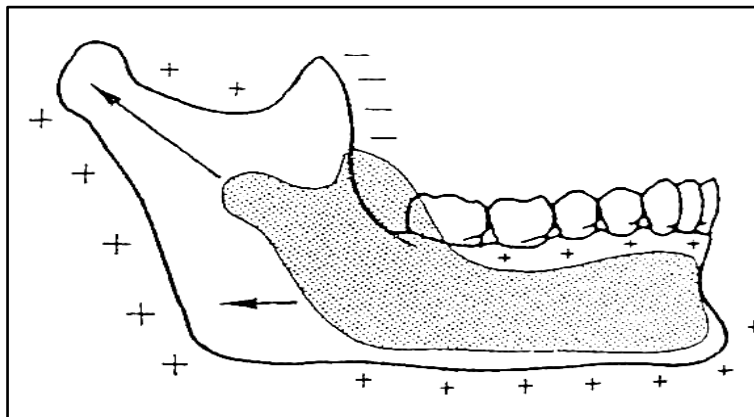


Figure 3: Répartition des zones d'apposition (+) et de résorption (-) au niveau de la mandibule (1)

2.3. La rotation mandibulaire

Selon les études de BJORK la mandibule effectue une rotation par la croissance condylienne et remodelant(4).

Il existe 3 types de rotation :

- Rotation antérieure : la direction de croissance est horizontale.
- Rotation moyenne
- Rotation postérieure : la direction de croissance est verticale

2.3.1. Signes de rotation antérieure

- Condyle dirigé verticalement
- Col du condyle épais
- Branche montante longue et large
- Courbure antagonique légère ou absente
- Symphyse mentonnière épaisse et à axe orienté vers le haut et en avant
- Bord inférieure de la mandibule horizontale
- Canal dentaire courbe
- Angle inter incisif augmenté
- Étage inférieure de la face diminué

2.3.2. Signes rotation postérieure

- Condyle dirigé en arrière
- Col de condyle fin
- Branche montante étroite et courte.
- Forte courbure antagonique.
- Symphyse fine a grand axe incliné en haut et en arrière.
- Bord inferieur de la mandibule dirigé vers le bas.
- Canal dentaire rectiligne.
- Angle inter incisif fermé.
- L'étage inferieur de la face augmenté.

3. Articulation temporo mandibulaire (ATM)

3.1. Définition

L'articulation temporo-mandibulaire (ATM) connecte la mandibule au massif facial, en unissant une partie mobile convexe, le processus condylien mandibulaire, à une partie concave fixe, la fosse mandibulaire de l'os temporal, qui se prolonge vers l'avant par le tubercule articulaire du temporal via un disque biconcave. Ce disque joue un rôle crucial en assurant la stabilité fonctionnelle de l'articulation(10)

3.2. Anatomie de l'ATM

➤ Surfaces articulaires :

- Surfaces articulaires du temporale :

Tubercule articulaire (condyle du temporal) :

Correspond à la racine transverse du processus zygomatique, il se situe en avant de la fosse mandibulaire (ou cavité glénoïde)(11).

Fosse mandibulaire :

Loge le condyle mandibulaire coiffé du disque articulaire, elle se situe en arrière du tubercule articulaire, en avant du méat auditif externe, en dedans de la racine longitudinale du processus zygomatique, et en dehors de l'épine du sphénoïde(12).

La scissure tympano-squameuse (ou scissure de Glaser) divise la fosse mandibulaire en deux segments :

Antérieur pré-glasérien = articulaire, en continuité avec le versant postérieur du tubercule articulaire.

Postérieur rétro-glasérien = non articulaire, correspondant à la paroi antérieure du méat auditif externe.

- Surfaces articulaires mandibulaires :

Appelée processus condyloïde, se présente sous forme d'une saillie ellipsoïde, avec un grand axe transversal, orientée de l'extérieur vers l'intérieur et de l'avant vers l'arrière(13).

Il se divise en deux versants : Un versant antérieur convexe, articulaire, couvert par un fibro-cartilage. Et un versant postérieur aplati, non recouvert de fibro-cartilage. Ces deux versants sont séparés par une crête transversale.

- L'appareil discal :

Elle comprend trois composantes :

- Le disque articulaire : Il s'agit d'un fibro-cartilage intra-articulaire en forme de lentille biconcave, allongée transversalement, avec une partie centrale plus mince.

Il s'interpose entre les deux surfaces articulaires pour assurer leur coaptation. Il forme le complexe condylo-discal avec le condyle mandibulaire(14)

Il présente deux faces recouvertes de cartilage : une face supérieure, qui s'ajuste à la convexité du condyle temporal et au segment antérieur de la fosse mandibulaire et une face inférieure, qui épouse la convexité antérieure du condyle jusqu'à la crête transversale.

- La lame tendineuse pré-discale ou zone d'attache antérieure : elle reçoit deux insertions musculaires : une insertion antéro-médiale, provenant du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral, et une insertion antéro-latérale, composée des fibres du muscle temporal et des fibres du masséter.
- La zone bilaminaire rétro-discale ou zone d'attache postérieure : elle se compose d'une lame commune dans sa portion antérieure et de deux lames indépendantes dans sa portion postérieure : une lame inférieure (frein disco-mandibulaire), et une lame supérieure (frein disco-temporal).

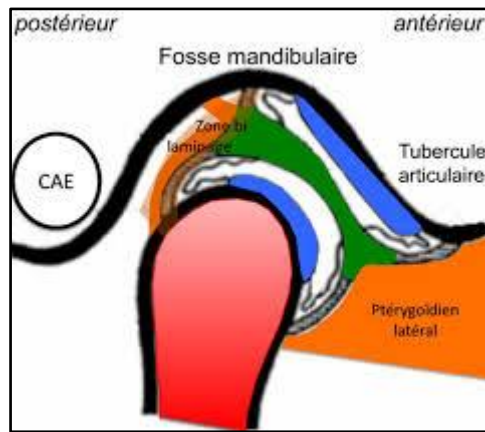


Figure 4 : Anatomie de l'articulation temporo mandibulaire(12).

➤ Moyens d'union :

- La capsule artriculaire :

Elle se présente comme un manchon fibreux lâche, sa grande base s'attache autour de la zone artriculaire temporale et sa petite base s'attache aux limites du condyle de la mandibule(14).

La face médiale de la capsule se fixe au pourtour du disque, divisant ainsi la cavité artriculaire en deux étages : la région supra-discal, également appelée disco-temporal, et la région infra-discal, également appelée disco-mandibulaire(15).

- Les ligaments :

- Les ligaments intrinsèques : ils sont attachés à la capsule.

Le ligament latéral externe, également connu sous le nom de ligament temporo-mandibulaire, est le principal ligament de l'articulation.

Le ligament latéral interne est moins résistant que le ligament externe.

- Les ligaments extrinsèques : ils sont des structures accessoires situées à distance de la capsule.

Ils jouent un rôle secondaire dans le maintien des surfaces articulaires : le ligament sphéno-mandibulaire, le ligament stylo-mandibulaire et le ligament ptérygo-mandibulaire(15).

- Les muscles masticateurs : Ce sont tous les muscles responsables de la mastication : Le masséter, Le temporal, Le ptérygoïdien latéral, Le ptérygoïdien médial(15).

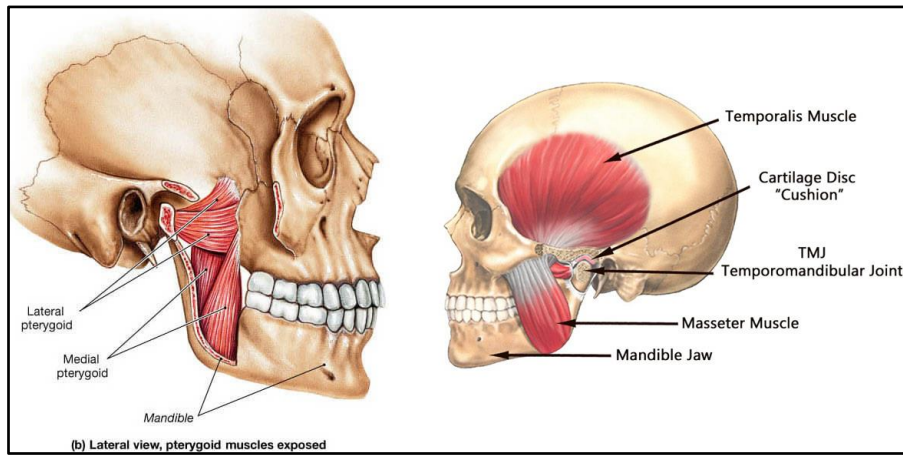


Figure 5 : Anatomie du complexe maxillo facial (15)

- La membrane synoviale : est une séreuse qui recouvre la face profonde de la capsule articulaire, elle est responsable de la sécrétion du liquide synovial, qui agit comme un lubrifiant et un élément nutritif pour l'articulation.

3.3. La croissance de l'ATM

La croissance de l'ATM résulte de l'activité des différents points d'ossification et des phénomènes de remodelage par apposition-résorption, ou elle évolue vers le bas, vers l'extérieur et vers l'arrière.

Chez le nouveau né : plusieurs facteurs influencent cette croissance, notamment l'éruption dentaire, l'occlusion et le développement des fonctions telles que la respiration, la mastication et la déglutition(4).

Au cours de l'enfance et l'adolescence : La persistance de ce cartilage condylien permet l'adaptation permanente de la morphologie condylienne aux changements fonctionnels et d'environnement.

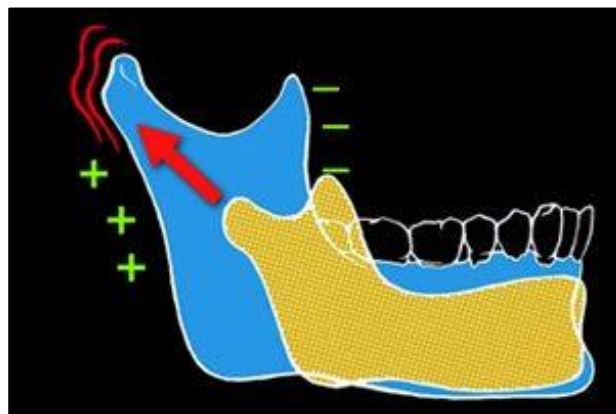


Figure 6 : Croissance mandibulaire(12).

4. Les anomalies squelettiques

4.1. Dans le sens sagittal

4.1.1. Classe II squelettiques

4.1.1.1. Définition

C'est une anomalie dans le sens antéropostérieur qui concerne les bases osseuses. Elle peut être d'origine maxillaire lorsque le maxillaire occupe une position trop antérieure, on parle donc de promaxilie, ou lorsque sa longueur est augmenté on parle de dolichomaxilie, d'origine mandibulaire où la mandibule occupe une position trop postérieure, dans ce cas, on parle de rétromandibulie ou un défaut de longueur on parle de brachymandibulie, comme elle peut être d'origine mixte(1).

Selon BALLARD(1) cette anomalie présente 2 divisions en rapport avec l'inclinaison des incisives maxillaires



Figure 7 : classe II squelettique (14).

4.1.1.2. Etiologie

- Cause génétique :

Environ 40% des cas sont liés à une prédisposition héréditaire, certains syndromes comme le syndrome de Treacher Collins ou l'achondroplasie augmentant le risque(17).

- Causes environnementaux :

Fonctionnelle : La succion du pouce, la poussée linguale et la respiration buccale peuvent influencer la position des dents et des arcades(17).

Perte précoce des dents : La perte prématurée des molaires primaires peut perturber le développement normal de l'occlusion.

Traumatismes : Les fractures condyliques, affectant la croissance de la mandibule, peuvent également mener à des malocclusions de classe II(18).

4.1.1.3. Classification de la classe II

- Classe II division 1 :

Cette anomalie est très fréquente, elle représente 3/4 des cas d'une population orthodontique, elle est caractérisée par une vestibulo version importante des incisives maxillaires, un surplomb exagéré, des relations molaires et canines de classe II et angle ANB augmenté(18).

- Classe II division 2 :

Cette anomalie représente 2 à 3 % de la population. Elle est caractérisée par une linguoversion des deux incisives centrales supérieures, de trois incisives supérieures ou des quatre incisives avec un surplomb diminué et des relations molaires et canines de classe II(19).

4.1.1.4. Caractéristique générale de la classe II

Les malocclusions de classe II présentent généralement des décalages squelettiques antéropostérieurs, parfois accompagnés de décalages verticaux tels qu'une face relativement longue ou courte(18).

Dans les malocclusions de classe II Division 1, la variabilité squelettique est notable, avec certains patients présentant un maxillaire avancé, d'autres, une mandibule de taille normale mais positionnée en arrière, ou un développement insuffisant de la mandibule(20).

On note :

- Une Vestibulo-version des incisives supérieures avec ou sans diastème inter-incisif
- Profil convexe
- ANB augmenté SNB diminué, SNA augmente, I/F augmenté, i/m normal ou -augmenté.

Dans la Division 2, la variabilité se poursuit avec une base crânienne postérieure parfois plus large

- Un angle goniale et un angle FMA plus aigus
- Des Lèvres fines, le profil est fréquemment concave
- Une linguoversion des deux incisives centrales supérieures et vestibulo-version apparente des incisives latérales
- Les variations de l'angle ANB sont très importantes, diminution de l'angle SNB Diminution des angles FMA, I/F diminué, i/m normal ou diminué, over jet diminué, over bite augmenté.



Figure 8 : TLR de profil de classe II squelettique (22).

4.1.2. Traitement de la classe II

4.1.2.1. Traitement précoce

Il est essentiel de supprimer les parafunctions et normaliser les fonctions, cette prévention peut être effectuée avant ou pendant les phases orthopédiques et orthodontiques, en fonction de l'âge du patient et des appareillages choisis(1).

Cela inclut la promotion de la ventilation nasale par le mouchage, le maintien de la fermeture buccale, la mastication d'aliments relativement durs et la rééducation respiratoire si nécessaire.

L'éducation neuromusculaire active telle que la myothérapie fonctionnelle, éliminer les comportements nocifs de succion, enseigner les positions corrects de la langue, des lèvres et des joues(21).

L'éducation neuromusculaire passive se fait avec des appareillages qui ne délivrent pas des forces artificielles, mais utilisent plutôt les forces naturelles(22).

4.1.2.2. Traitement orthopédique

L'objectif de cette intervention orthopédique est de corriger le décalage sagittal en agissant sur la croissance. Pour réduire le décalage squelettique, des mesures telles que la libération de la croissance mandibulaire, la correction de la forme d'arcade maxillaire, l'expansion maxillaire et la stimulation de la croissance mandibulaire sont envisagées. Pour cela, différents types d'appareillage orthodontique sont utilisés, notamment les forces extra-orales (FEO), Les activateurs, Le DAC(21).

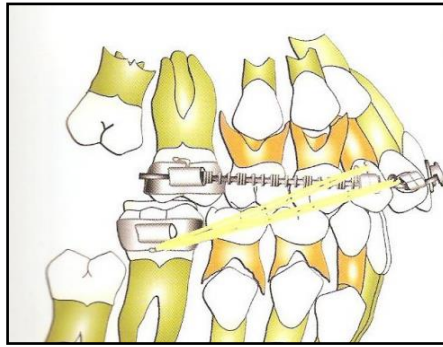


Figure 9 : Le DAC (11).

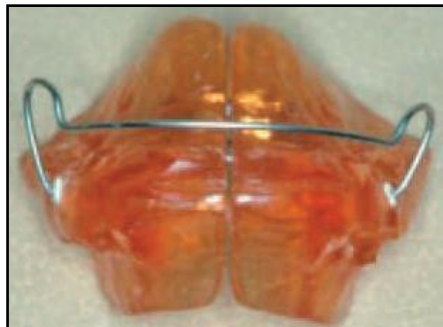


Figure 10: Activateur (11).

4.1.2.3. Traitement orthodontique

Le traitement orthodontique des malocclusions de classe II division 1 sans extraction peut inclure, en plus de la multibague, des dispositifs auxiliaires tels qu'une FEO sur bagues et des tractions intermaxillaires (TIM) de classe II(23). Ces traitements sont indiqués pour les décalages de classe II mineurs, les traitements faisant suite à une correction orthopédique ou précédant une intervention chirurgicale. Les TIM de classe II provoquent un recul de l'arcade maxillaire et un mouvement mésial de l'arcade mandibulaire. Cela entraîne une égression et une palatoversion des incisives maxillaires, une égression et une version coronomésiale des molaires mandibulaires, et une bascule horaire du plan d'occlusion. La distalisation des molaires supérieures est possible avec des dispositifs comme le pendulum, le distal jet ou les minivis. En cas d'extractions, les solutions varient selon le décalage de classe II, la DDM et l'état dentaire(24).

Pour les traitements de classe II division 2, l'orthodontie utilise des techniques fixes pour corriger la supraclusion et la palatoversion des incisives supérieures, souvent sans extractions sauf en cas de DDM importante. Le traitement en denture lactéale utilise des dispositifs comme la plaque inter-incisive de Julien Philippe. En phase de denture mixte, le traitement vise à rétablir le guide antérieur, et a pour but d'ingresser, vestibuler et torquer les incisives supérieures avec divers dispositifs, comme l'arc de base d'ingression des incisives ou les forces extra-orales hautes.

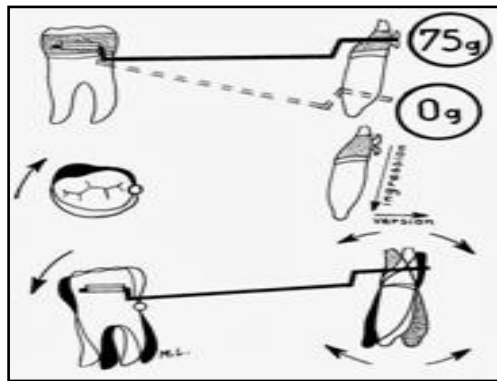


Figure 11 : Arc de base d'ingression de Ricketts (12).

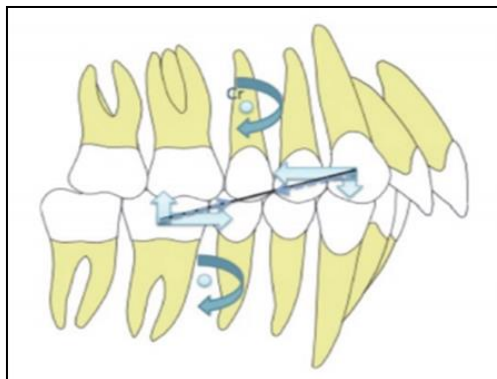


Figure 12 : TIM de classe II (12).

4.1.2.4. Traitement ortho chirurgical

La décision d'opter pour la chirurgie intervient lorsqu'il n'ya plus de potentiel de croissance et quand le décalage squelettique est très important(24).

4.1.3. Classe III squelettiques

4.1.3.1. Définition

Selon Delaire(1),c'est « *l'ensemble des symptômes observés lorsque le corps mandibulaire est dans une position plus avancée que notamment au maxillaire pris comme référence qu'il soit lui-même normal ou anormal* »



Figure 13 : Classe III squelettique

4.1.3.2. Etiologie

Cause héréditaires :

La plupart des cas sont due à une prédisposition génétique transmis selon un mode dominant.

Cause loco régional :

- Position basse de la langue, frein lingual courte, hypertrophie des amygdales.
- Les agénésies dans la région incisives.
- Une croissance mandibulaire plus importante que la croissance maxillaire peut entrainer une malocclusion de classe III.

4.1.3.3. Classification de la classe III

Moyers(25) a classé la malocclusion de classe III selon la cause : osseuse, musculaire, dentaire. Selon lui, il était nécessaire de déterminer si la mandibule, lors de la fermeture, était en position de relation centrée ou en position convenable.

En 1966, Charles Tweed a divisé la malocclusion de classe III en pseudo classe III et en classe III squelettique. Tweed a également divisé la classe III en deux catégories distinctes : la catégorie A l'angle FMA varie entre 10 et 22°, avec prognathie mandibulaire ; bracygnathie maxillaire et un ANB entre 7° et 10° ; et la catégorie B - l'angle FMA varie entre 30° et 50°, avec un angle gonial obtus et une lèvre inférieure hypertonique.

La forme mixte C'est l'association des deux formes, brachygnathie maxillaire et la prognathie mandibulaire avec parfois Une endognathie maxillaire conduit à un tableau clinique plus sévère.

La subdivision de la classe III est caractérisée par une relation molaire de classe I d'un côté et de classe III de l'autre côté.

4.1.3.4. Caractéristique générale de la classe III

- Augmentation de la dimension verticale
- Chauvechement postérieur
- Longueur de l'arcade maxillaire réduite
- Angle ANB négatif
- Diminution de l'angle SNA
- Augmentation de l'angle SNB
- angle goniale ouverte

4.1.4. Traitement de la classe III

Le traitement de la classe III (1) squelettique comprend diverses approches selon l'âge du patient et la sévérité du cas. Le traitement préventif et interceptif vise à établir des comportements orofaciaux normaux, notamment par une bonne ventilation nasale, des habitudes alimentaires

appropriées et l'éviction de pratiques perturbantes comme l'usage prolongé des sucettes et biberons(26). En cas de besoin, des interventions comme la frénectomie linguale ou l'amygdalectomie peuvent être effectuées.

Le traitement orthopédique, indiqué pendant la croissance, utilise des dispositifs tels que les pistes de désocclusion totale, l'activateur de classe III d'Andresen et le masque de Delaire pour corriger le décalage squelettique. Le traitement orthodontique intervient souvent après l'éruption des dents permanentes et utilise des mouvements de mésialisation et de distalisation, des tractions intermaxillaires et, si nécessaire, des extractions dentaires pour améliorer l'occlusion. Enfin, chez les adultes avec une classe 3 sévère, un traitement orthodontico-chirurgical peut être envisagé, incluant des interventions sur le maxillaire et/ou la mandibule, telles que l'avancement du maxillaire ou le recul de la mandibule par clivage sagittal(27).

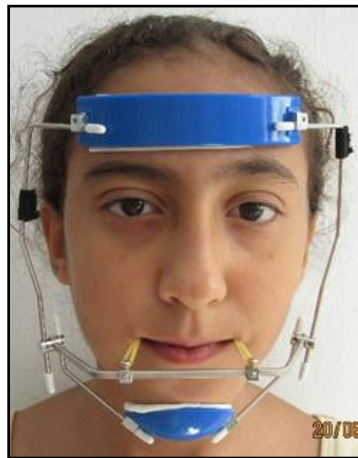


Figure 14 : Masque de Delaire (1).

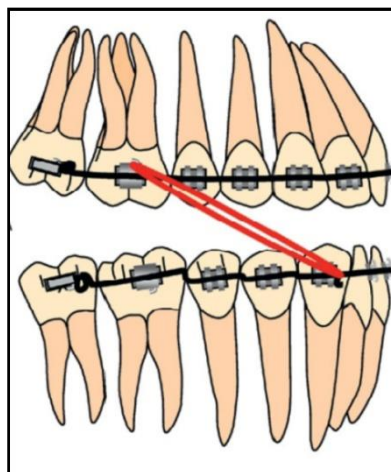


Figure 15 : TIM de classe III (1).

4.2. Dans le sens vertical

4.2.1. Les excès verticaux des maxillaires (open bite)

4.2.1.1. Définition

Ces anomalies se manifestent par un développement excessif des maxillaires en hauteur, cela peut avoir un impact esthétique significatif(28).

Ce type d'anomalie est fortement influencé par des facteurs environnementaux, notamment les lèvres, la langue, les joues, l'activité musculaire et certaines fonctions(17).



Figure 16 : Open bite (17).

4.2.1.2. Le diagnostic positif

- Les signes faciaux (28):

De face :

- Ces patients présentent un visage allongé où domine la dimension verticale.
- Un effacement du sillon labiomentonier.
- Une fermeture labiale forcée.
- Les signes de ventilation buccale sont fréquents (pâleur, sécheresse...).

De profil (28):

- L'inclinaison du plan mandibulaire est augmentée.
- L'angle goniale est ouvert.

- Les signes occlusaux(20) :

- L'arcade maxillaire est réduite dans ses dimensions transversales (forme en V)
- La courbe d'occlusion est très exagérée pour les cas avec béance.
- Toutes les classes peuvent être associées sauf la classe II/2
- Endognathie maxillaire est fréquente (les cas avec béance)
- Il existe souvent un décalage entre RC et ICM.

- Les signes téléradiographiques(28):

- On observe une augmentation de tous les angles entre le plan mandibulaire ou le plan d'occlusion et la base du crâne ou la face supérieure.
- Augmentation des angles : Axe Y, FMA, angle goniale.
- I/F normal ou augmenté, I/i normal ou diminué.

4.2.2. Traitement de l'open bite

4.2.2.1. Traitement étiologique

- Rétablir rapidement les fonctions normales pour une croissance optimale(29).
- Éliminer les para-fonctions par :
 - Rééducation de la respiration après un examen ORL.
 - Disjonction maxillaire pour corriger les anomalies transversales.
 - Libération de la langue en cas de frein lingual court.
 - Rééducation de la position de la langue.
 - Renforcement de l'activité musculaire par mastication d'aliments durs.
 - Correction des postures vertébrale et céphalique incorrectes.

4.2.2.2. Traitement orthopédique

- Utilisation de la fronde mentonnière verticale et des forces extra-orales (FEB) à traction haute pour contrôler la dimension verticale(28).

4.2.2.3. Traitement orthodontique

- Ingression des molaires avec un arc rigide ou minivis(29).
- Égression des incisives avec un arc de base et des élastiques verticaux(30).
- Extractions multiples pour réduire la dimension verticale et la béance squelettique(23).

4.2.2.4. Traitement chirurgical

- Le traitement chirurgical implique la planification des mouvements dentaires, avec une ostéotomie segmentaire du maxillaire et des fermetures de l'angle goniale à la mandibule(29).

4.2.3. Les insuffisances verticales des maxillaires (deep bite)

4.2.3.1. Définition

Il s'agit d'une insuffisance de croissance au niveau squelettique avec une direction de croissance à tendance horizontale correspondant à une accentuation du type face courte(1).



Figure 17 : Deep bite (17).

4.2.3.2. Diagnostic positif

- Les signes faciaux :

De face :

- La face large avec une mandibule carrée.
- Diminution de l'étage inférieur.
- Accentuation des plis faciaux
- Occlusion labiale exagérée.

De profil :

- Le profil est concave si les lèvres sont fines et convexe si les lèvres sont longues.
- La symphyse mentonnière est proéminente.
- L'angle goniale est fermé.

- Les signes occlusaux :

- Courbe de Spee accentuée à la mandibule et normale au maxillaire.
- Les relations de classe II sont fréquentes.
- Supraclusion

- Signes télé radiographiques :

- Parallélisme des plans : bispinal, occlusal et mandibulaire
- Diminution des angles : Axe Y, FMA, angle goniale
- I/F normal ou diminué, I/i normal ou augmenté.

4.2.4. Traitement de deep bite

4.2.4.1. Traitement étiologique

Bien que les dysfonctions sont généralement moins sévères que chez les hyperdivergents, leur correction doit être envisagée dès le début du traitement. Cela inclut la correction de l'interposition linguale latérale et, dans certains cas, une myothérapie pour détendre la musculature labiomentonnière souvent hypertrophiée(31).

4.2.4.2. Traitement orthopédique

- Préserver les dents lactéales pour maintenir la dimension verticale.
- Utiliser des activateurs en denture mixte pour orienter la croissance mandibulaire en rotation postérieure

4.2.4.3. Traitement orthodontique

- Les traitements orthopédiques ou orthodontiques visent à augmenter la dimension verticale et à atteindre les objectifs thérapeutiques(31).
- Éviter les extractions dentaires, considérées comme nocives(32).
- Correction de la supraclusion par égression molaire ou ingression incisive(33).

4.2.4.4. Traitement chirurgico-orthodontique

Les indications chirurgicales chez les hypodivergents sont souvent liées à la dysmorphose sagittale associée, surtout dans les classes II où la correction du décalage sagittal sans croissance risquerait de creuser exagérément le profil(34).

5. Plan d'occlusion

5.1. Analyse du schéma dentaire

5.1.1. L'angle inter-incisif

Cet angle décrit la divergence entre les axes des incisives supérieures et inférieures par rapport à leur position normale, généralement autour de 130 degrés. Un angle inférieur à 120 degrés indique une protrusion des incisives antérieures supérieures et inférieures, ce qui peut nécessiter l'extraction des prémolaires, surtout si l'angle est inférieur à 110 degrés. Si l'angle est d'environ 115 degrés, l'extraction des prémolaires reste une option. La décision d'extraction dépend de facteurs tels que la structure squelettique et d'autres caractéristiques dentaires propres à chaque cas(35).

5.1.2. L'inclinaison des dents antérieures maxillaires

L'inclinaison des incisives maxillaires se définit par l'angle entre l'axe de chaque incisive et le plan de Francfort ou le plan occlusal. Habituellement, cet angle avoisine les 114 degrés. Cependant, s'il dépasse les 120 degrés, cela indique une augmentation de l'inclinaison des incisives maxillaires vers l'extérieur. Par ailleurs, l'angle par rapport au plan occlusal est généralement d'environ 55 degrés. En cas d'une inclinaison excessive des incisives maxillaires vers l'avant (labioversion), cette problématique peut être résolue par l'extraction des prémolaires ou l'utilisation d'élastiques de classe II dans le cadre d'un traitement orthodontique(35).

5.1.3. L'inclinaison des dents antérieures mandibulaire

L'inclinaison des dents antérieures mandibulaires se définit comme l'angle entre l'axe de chaque dent et le plan mandibulaire. En règle générale, cet angle est d'environ 90 degrés dans une

occlusion normale. Cet angle reflète les divers schémas de compensation dentaire en fonction des modèles squelettiques.

Dans le cas d'une malocclusion de classe II, les incisives mandibulaires présentent une inclinaison excessive vers l'extérieur, tandis que dans le cas d'une malocclusion de classe 3, elles montrent une inclinaison vers l'intérieur, en particulier si l'angle est inférieur à 83 degrés. Ceci est l'un des facteurs déterminants pour envisager un traitement chirurgical chez les patients présentant une malocclusion de classe III(1).

5.1.4. L'inclinaison du plan occlusal

Il s'agit de l'angle entre le plan d'occlusion, divisé en deux (le centre des incisives maxillo-mandibulaires et le centre des premières molaires maxillo-mandibulaires), par rapport au plan de Francfort. Normalement, cet angle est d'environ 10 degrés. Il évolue au fur et à mesure que le patient grandit, tendant à s'aplatir avec la croissance postérieure(36).

5.2. Définition du plan d'occlusion

Dans les méthodes traditionnelles de diagnostic orthodontique, on effectuait généralement une analyse dentaire en prenant des mesures sur un modèle dentaire et un céphalogramme latéral. Ces mesures incluaient l'angle inter-incisif, les positions des dents antérieures mandibulaires et maxillaires, ainsi que l'évaluation des plans occlusaux, souvent basée sur le plan occlusal bissecté de Downs(36).

Quant aux modèles dentaires, il est plus souhaitable d'évaluer le plan occlusal qui reflète l'état occlusal des dents maxillo-mandibulaires. Pour être précis, c'est le plan occlusal qui le fait (37). Une forme droite plate mais une forme incurvée. Lorsque le plan occlusal est observé depuis le plan sagittal, la courbe de Spee est observée (voir Figure 18), et lorsqu'il est vu depuis le plan frontal, la courbe de Wilson est observée (voir Figure 19).

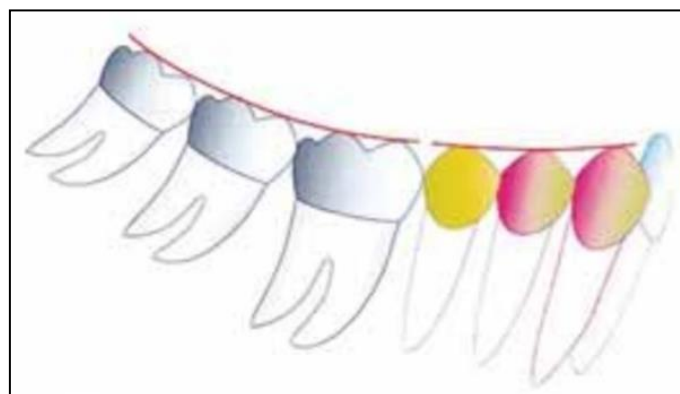


Figure 18 : Courbe de Spee (22).

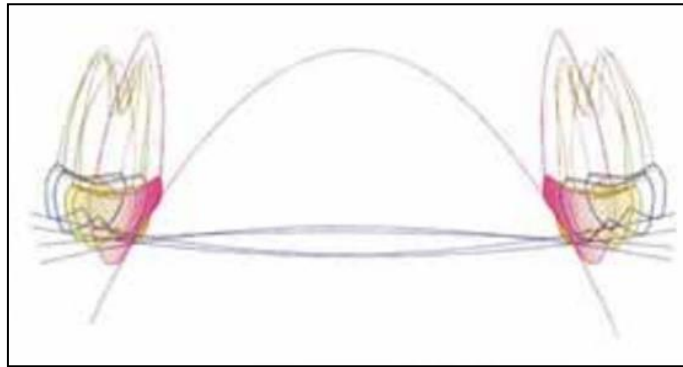


Figure 19 : Courbe de Wilson (22).

➤ Signification du plan occlusal :

- Efficacité masticatoire :

est améliorée lorsque le plan occlusal a une forme incurvée plutôt que droite, car cela entraîne un agrandissement des zones de contact maxillo-mandibulaire, favorisant ainsi une meilleure efficacité masticatoire(38).

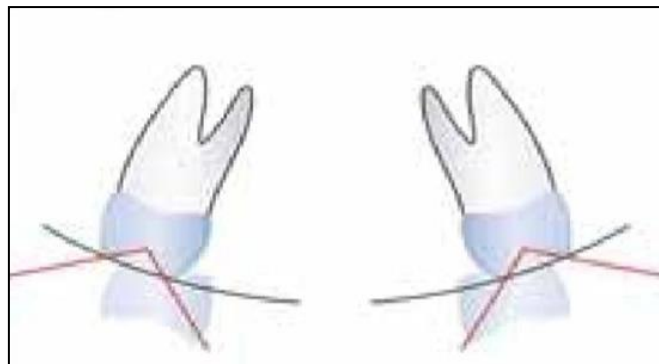


Figure 20 : Plan occlusal plat et son efficacité masticatoire (22).

- Disclusion : En cas de forme courbée importante, les mouvements vers l'avant et latéraux des dents mandibulaires augmenteront le risque de contact prématuré(39).

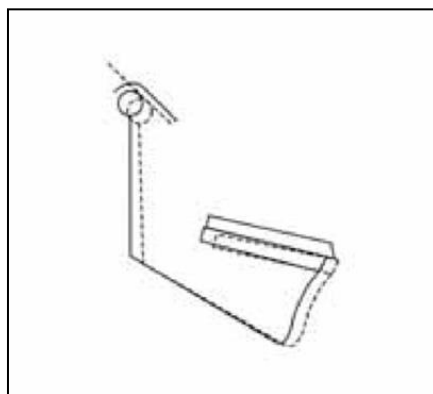


Figure 21 : Disclusion postérieure dans un plan occlusal plat (54).

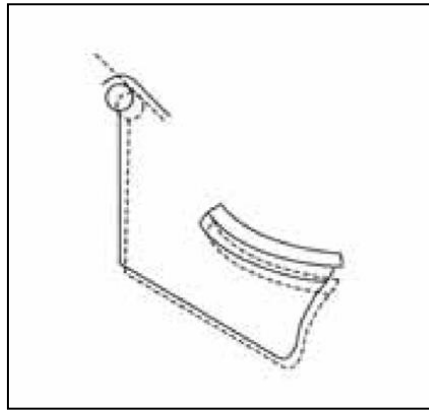


Figure 22 : Disclusion postérieure dans un plan occlusal courbé (54).

- Position mandibulaire :

D'après Kim (40), un plan occlusal accentué augmente la possibilité de positionnement postérieur de la mandibule. En revanche, un plan occlusal plat augmente la possibilité de positionnement antérieur de la mandibule.

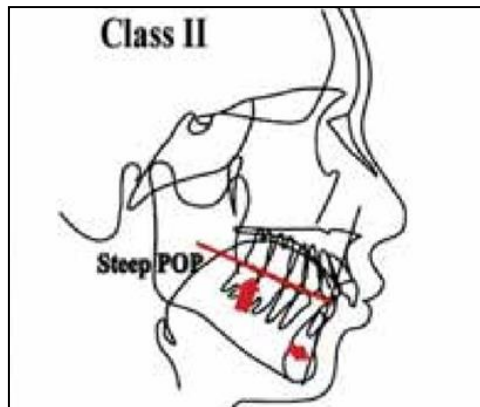


Figure 23 : Malocclusion de classe II : POP accentué (54)

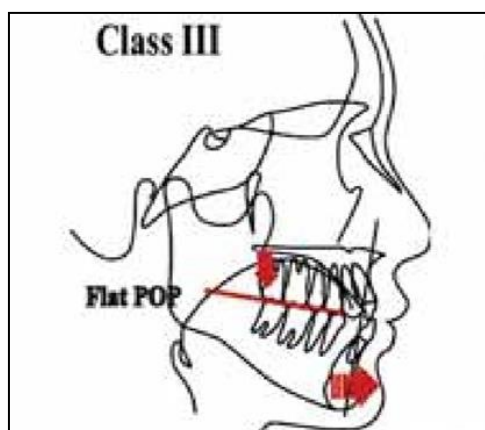


Figure 24 : Malocclusion de classe III : POP plat(54).

- Esthétique : Les cas avec un plan occlusal accentué (uop et pop) présentent un profil protrusif dû au positionnement postérieur de la mandibule. En revanche, les cas avec un plan occlusal plat montrent un prognathisme mandibulaire dû au positionnement antérieur de la mandibule. De plus, même lorsque les dents antérieures supérieures sont extrudées, il peut

toujours y avoir un sourire gingivale et un profil facial protrusif en raison de la rétrusion mandibulaire(38) .

- Modèle de Prothèse : malgré un modèle squelettique et une manifestation intra-orale similaires, les modèles de prothèse peuvent toujours être différents(41).

5.3. Modification de plan d'occlusion

En orthodontie, une modification d'un degré du plan occlusal peut entraîner un changement de 0,5 mm de l'occlusion dentaire(40). Les modifications du plan occlusal doivent être différentes selon le type de malocclusion. Dans le cas d'un schéma squelettique à tendance à la béance, il est souhaitable que le plan occlusal tourne dans le sens anti horaire, mais dans le cas d'un schéma squelettique à tendance à la supraclusion "deep bite", une rotation dans le sens horaire est souhaitable. De plus, dans le cas d'un schéma squelettique de Classe II à tendance à la béance, il est souhaitable que le plan occlusal tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, mais dans le cas d'un schéma squelettique de Classe III à tendance à la supraclusion, une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre est souhaitable.

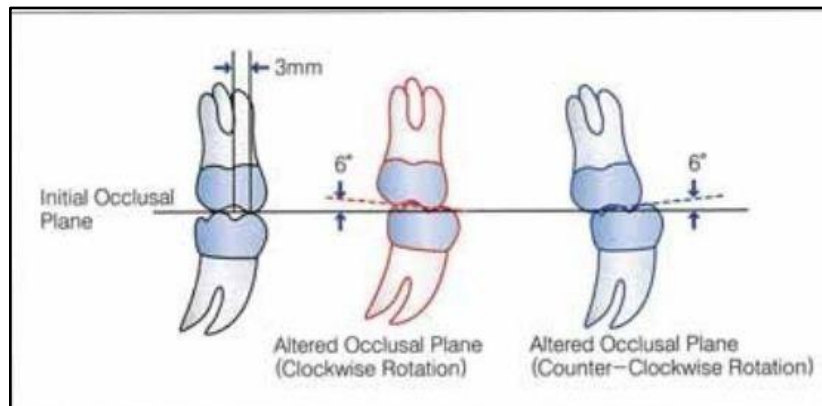


Figure 25 : Modification de plan d'occlusion (40).

Les appareils orthodontiques courants et leurs effets sont les suivants :

5.3.1. Extra orales

5.3.1.1. Casque orthodontique

- A. Casque à traction haute. Effets : intrusion et mouvement distal des dents postérieures maxillaires, et accentuation du plan occlusal supérieur (POS).
- B. Casque à traction droite. Effet : mouvement distal des dents postérieures maxillaires.
- C. Casque cervical. Effets : extrusion et mouvement distal des dents postérieures maxillaires, et aplanissement du plan occlusal supérieur (POS').
- D. casque cervical.

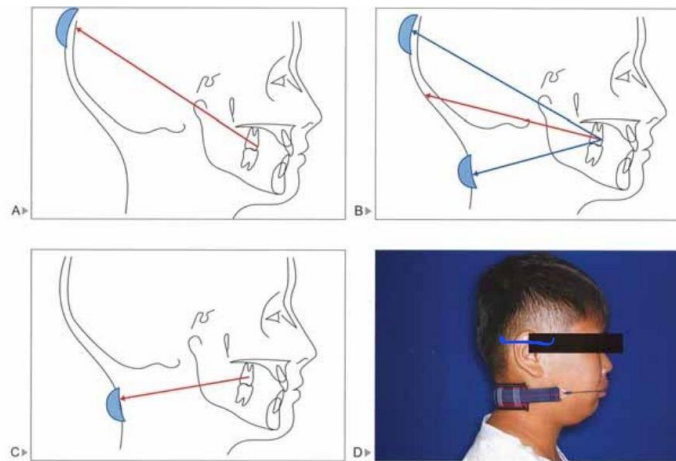


Figure 26 : Casque orthodontique (40).

5.3.1.2. Le masque facial

Mouvement vers l'avant du maxillaire, et extrusion et mouvement vers l'avant de la première molaire maxillaire(42).

5.3.2. Appareils amovibles

5.3.2.1. Plaque de recouvrement antérieure (ABP)

- A. Plaque de recouvrement antérieure(42).
- B. Porte d'une plaque de recouvrement antérieure(1).
- C. Mécanismes de fonctionnement: après la mise en place de la plaque de recouvrement antérieure sur le maxillaire. En raison de l'extrusion des molaires mandibulaires et de l'intrusion des dents antérieures mandibulaires, le plan occlusal mandibulaire effectue une rotation dans le sens horaire.



Figure 27 : Plaque de recouvrement antérieur (42).

5.3.2.2. Plan incliné postérieur (PBB)

- A. Plan incliné postérieur
- B. Utilisation d'un plan incliné postérieur.
- C. Mécanismes de force après la mise en place du plan incliné postérieur sur la mandibule. En raison de l'intrusion des molaires mandibulaires et de l'extrusion des dents antérieures mandibulaires, le plan occlusal mandibulaire effectue une rotation dans le sens anti-horaire.

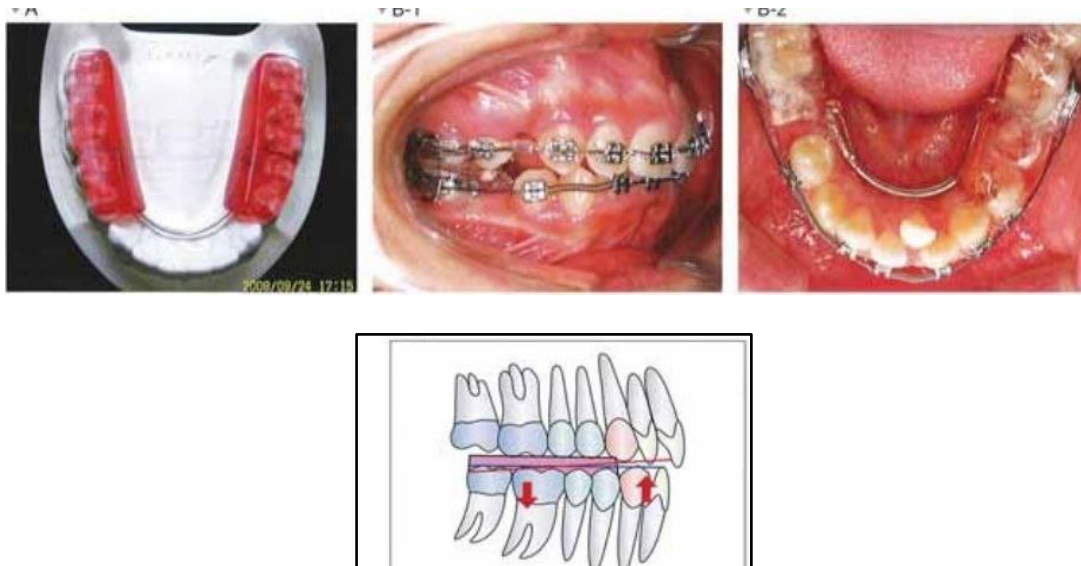


Figure 28 : Plan incliné postérieur (40).

5.3.2.3. Appareil fonctionnel

A. Appareil Twin Block (TB)

B. Utilisation d'un appareil Twin Block.

C. Mécanismes de force après la mise en place de l'appareil Twin Block sur les deux arcades. L'espace libre molaire est créé par le mouvement vers l'avant de la mandibule. On peut observer une augmentation de la dimension verticale postérieure en raison de l'extrusion et du redressement des dents postérieures maxillaires et mandibulaires(43).

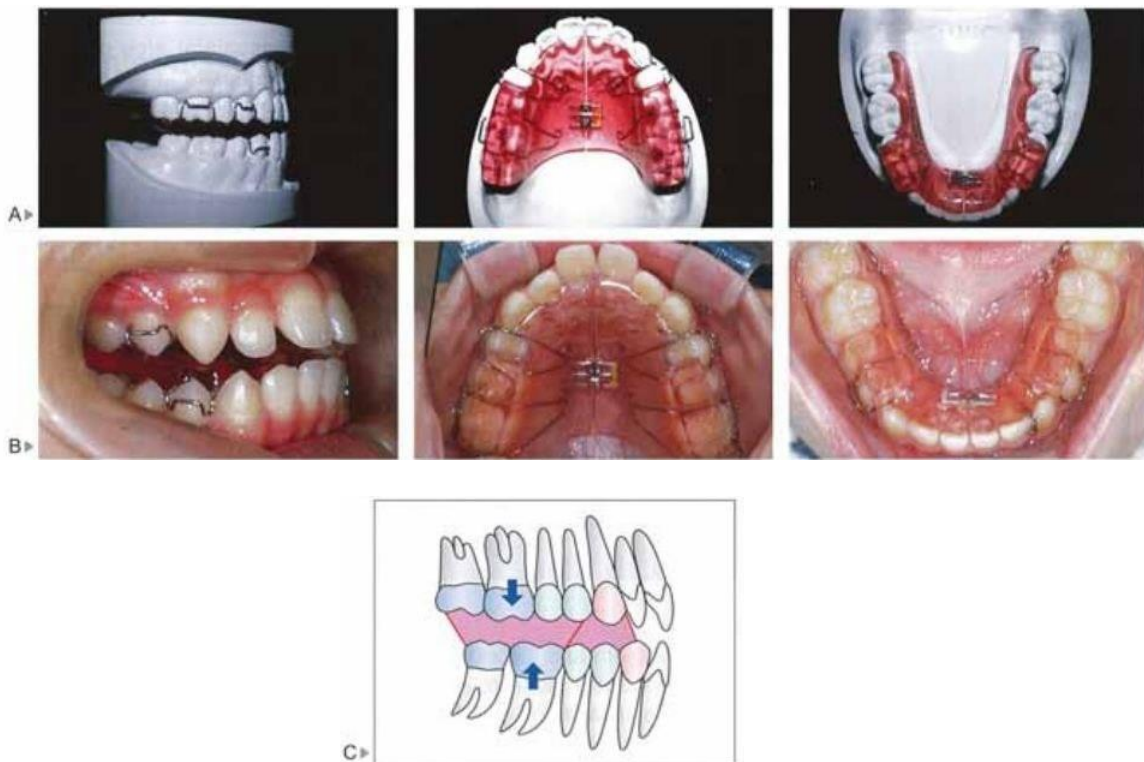


Figure 29 : Appareil Twin Block (TB) (42).

5.3.3. Appareils fixes

5.3.3.1. Arc transpalatin

Avec un port d'un arc transpalatin(43).

Mécanismes de fonctionnement : après la mise en place de l'arc transpalatin sur le maxillaire. En plaçant la boucle oméga sur le maxillaire dans la direction mésiale, on peut empêcher l'extrusion des dents postérieures maxillaires, provoquant ainsi un effet intrusif.

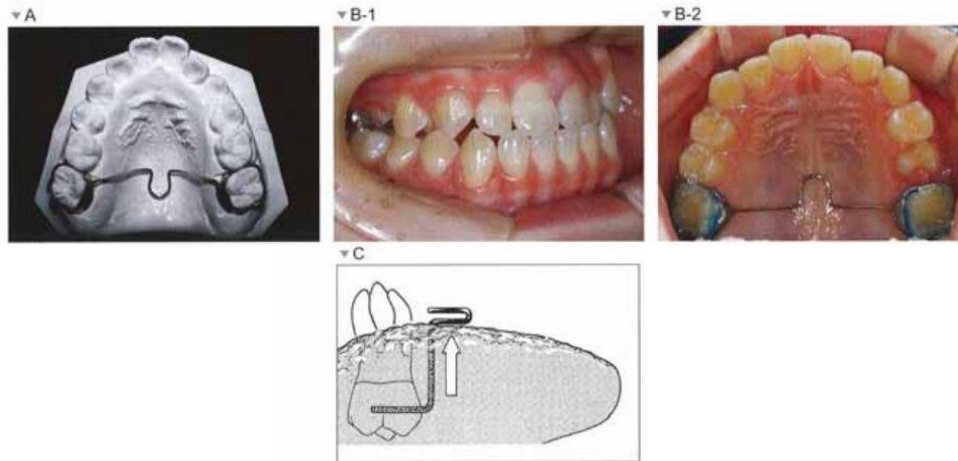


Figure 30 :Arc transpalatin (43).

5.3.3.2. Arc double (double archwire)

Description: le porte d'un arc double sur le maxillaire

Mécanismes de fonctionnement : après la mise en place d'un arc double sur le maxillaire. En raison de l'intrusion des dents antérieures maxillaires et de l'extrusion des dents postérieures maxillaires, le plan occlusal maxillaire tourne dans le sens anti-horaire. Pour ce traitement, ni l'arc transpalatin ni le casque à traction haute ne sont appliqués sur les dents postérieures maxillaires.

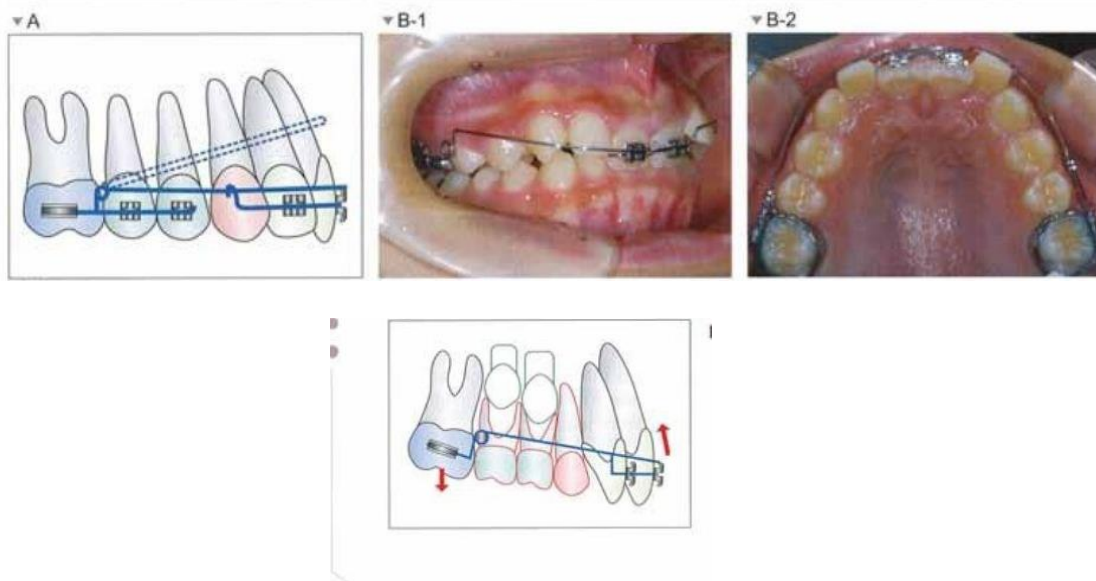


Figure 31 : Arc double (40).

5.3.4. Les mini-implants

Ils peuvent être utilisés pour fermer l'espace d'extraction et contrôler le plan occlusal. Différentes forces orthodontiques peuvent être appliquées en fonction de la position des mini implant(44).

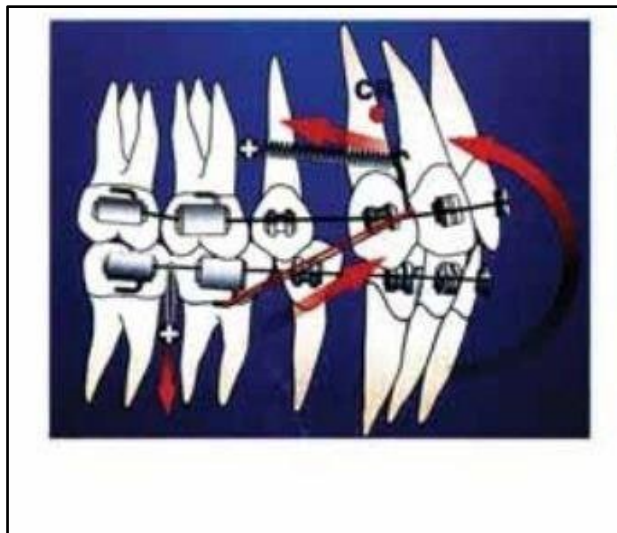


Figure 32 : Les mini-implants pour changer le plan d'occlusion (40)

6. Conclusion

Ce chapitre a présenté les notions fondamentales qui sous-tendent la technique de Pr SATO, une approche thérapeutique innovante pour les anomalies squelettiques de classe II et III. Nous avons abordé la croissance mandibulaire et la croissance de l'articulation temporo-mandibulaire, deux processus essentiels pour le développement facial harmonieux. Ensuite, nous avons examiné les anomalies squelettiques, en mettant l'accent sur les classes II et III, et leur impact sur l'occlusion. Enfin, nous avons introduit le plan d'occlusion, un concept clé pour comprendre la technique de Pr SATO et son fonctionnement.

Les informations présentées dans ce chapitre serviront de base au chapitre suivant, qui explorera en détail la technique de Pr SATO. Nous examinerons les principes fondamentaux de cette approche, les indications et contre-indications de son utilisation, ainsi que les différentes étapes du traitement. Nous discuterons également des preuves scientifiques étayant son efficacité et les avantages qu'elle offre par rapport aux méthodes thérapeutiques traditionnelles.

L'accent sera mis sur les avantages de la technique MEAW par rapport aux approches orthodontiques traditionnelles, ainsi que sur les considérations pratiques pour la mise en œuvre de cette technique en clinique. Des cas cliniques illustratifs seront également présentés pour démontrer l'efficacité de la technique MEAW dans le traitement d'une variété de malocclusions complexes.

Chapitre 2 : Technique de Sato

1. Introduction

L'orthodontie, vise à corriger les anomalies squelettiques et à rétablir les fonctions. Parmi les différentes techniques orthodontiques existantes, la technique MEAW (Multi-bend Edgewise Arch Wire) se distingue par son approche innovante et ses résultats prometteurs.

Ce chapitre s'ouvre sur une brève introduction du Pr. Sato Sadao, le fondateur de la technique MEAW, avant de plonger dans les principes fondamentaux de cette approche, ses étapes de diagnostic, ses avantages par rapport aux techniques orthodontiques conventionnelles, ses limites et ses perspectives d'avenir.

2. Historique

En visite de Yokosuka, Japon Le professeur Sato Sadao est un spécialiste reconnu au niveau international dans le domaine de l'orthodontie(45). En 1971, le professeur Sato est diplômé du Kanagawa Dental College, au Japon. Après avoir obtenu son diplôme DDS en 1979, il est devenu professeur adjoint à l'Université dentaire de Kanagawa. En 1989, il a été nommé professeur associé et depuis 1996 jusqu'à aujourd'hui, il est professeur à l'Université dentaire de Kanagawa (orthodontie). Entre 1991 et 2001, le professeur Sato a été président de la fondation japonaise pour la technique et la recherche MEAW. Depuis 1992 jusqu'à aujourd'hui, il est membre de l'Angle Society of Orthodontics. En 2009, le professeur Sato a été nommé doyen de l'Université dentaire de Kanagawa , où il dirige aujourd'hui l'institut de recherche en médecine d'occlusion(46).

Pr. Young H Kim a développé les arcs multi boucles dans la région de Boston à la fin des années 1960. Très tôt, Il a découvert qu'avec ces fils, il pouvait obtenir des résultats spectaculaires même dans des cas très difficiles. Les béances squelettiques étaient désormais facilement traitées sans chirurgie orthognathique.

Pendant ce temps, à l'autre bout du monde, à Yokosuka, Japon, le Pr .SadaoSato développait sa philosophie sur l'importance du plan occlusal postérieure et son influence sur la position mandibulaire sans avoir recours à la chirurgie orthognathique, ni aux extractions de prémolaires, ni à la contention.

En 1985, il rencontre le Pr. Kim à Tokyo et trouve l'outil qu'il cherchait pour appliquer ses idées de traitement. Au fil des années, le Pr. Sato a enseigné et promu sa philosophie à travers le monde et de nombreux orthodontistes en Extrême-Orient, en Europe et en Amérique latine ainsi que quelques-uns aux états unis, utilisent cette incroyable modalité de traitement.

Le Pr. Jorge Coro a commencé à utiliser l'approche thérapeutique du Pr. Kim en 1996, intégrant les fils multiloopedgewise dans sa pratique à cette époque. Il a été le pionnier de la philosophie et de l'approche thérapeutique du Pr.Sato aux états unis en 2004/1 et a traité avec succès certaines malocclusions très difficiles depuis qu'il a assisté à de nombreux cours et conférences donnés par le Pr. Sato.

Le Pr. Coro est considéré comme l'un des praticiens MEAW les plus expérimentés des États-Unis. Il enseigne le cours MEAW dans les départements d'orthodontie de l'université de Floride et de l'université Nova Hester depuis 2007(40).



Figure 33 : Pr Kim Young



Figure 34 : Pr Sadao Sato

3. Philosophie du Pr Sato Sadao

La philosophie de traitement de professeur Sato prend en compte non seulement le mouvement des dents, mais aussi la capacité d'adaptation de la mandibule et des ATM(47).

Cependant, certains auteurs suggèrent que la dimension verticale de la partie postérieure de la dentition pourrait affecter l'inclinaison du plan occlusal postérieur maxillaire et le positionnement fonctionnel de la mandibule. En conséquence, le condyle s'adapte (secondairement) à la nouvelle position adoptée par la mandibule pendant la croissance. Selon Moss et Salentijn(48), les cartilages condyliques mandibulaires ne sont que les sites d'une croissance secondaire et compensatoire qui suit le repositionnement spatial de la mandibule par d'autres facteurs. Ainsi, la morphologie et la

croissance de la partie inférieure du visage sont influencées et guidées par la fonction de la dentition. Dans un squelette facial en croissance, l'adaptabilité se situe principalement au niveau de la fonction de la dentition, alors qu'elle est secondairement localisée au niveau des sutures et des condyles(49).

De plus, selon Petrovic et Stutzman(50), la fonction occlusale est le facteur fonctionnel qui régule la croissance mandibulaire. La mandibule peut s'adapter fonctionnellement à la position spatiale des surfaces occlusales maxillaires et de l'arcade dentaire maxillaire, ce qui fait que l'articulation temporo-mandibulaire s'ajuste à la nouvelle position mandibulaire. Cela conduit à un remodelage ou à une croissance de la mandibule.

De plus, l'impact des traitements orthodontiques sur les schémas squelettiques est évident, ce qui indique que la croissance craniofaciale peut être influencée par des modifications occlusales induites par des appareils orthodontiques(51).

3.1. Les origines des malocclusions squelettiques selon Pr Sato Sadao

La philosophie de traitement du Professeur Sato repose sur des considérations anthropologiques concernant la verticalisation du crâne durant le développement de la posture de l'Homo sapiens. Son concept s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle des changements sélectifs de l'inclinaison du plan occlusal peuvent compenser divers types de malocclusions en adaptant fonctionnellement la mandibule à la position spatiale des surfaces occlusales et de l'arcade dentaire maxillaire. Cela permet à l'articulation temporo-mandibulaire de s'ajuster à la nouvelle position mandibulaire par un remodelage condylien(52).

Un plan occlusal postérieur incliné est souvent observé dans les cas de classe II squelettique, tandis qu'un plan occlusal postérieur plat est typique des cas de classe III. Pour traiter ces malocclusions, il est nécessaire de corriger l'inclinaison verticale de la région postérieure en aplanissant ou accentuant l'inclinaison du plan occlusal respectivement. Cela implique un ajustement de l'angulation des dents postérieures par des activations de type tip-back de trois à cinq degrés sur chaque dent.

La cause de ces anomalies est supposée résulter d'un déséquilibre évolutif entre la taille du maxillaire et celle des dents, entraînant ce qu'on appelle l'encombrement postérieur, accentué par l'éruption des troisièmes molaires. Cela entraîne principalement trois problèmes :

- Une sur-éruption anormale des premières molaires conjointement avec l'éruption des deuxièmes et troisièmes molaires, connue sous le nom d'effet d'écrasement.
- L'inclinaison mésiale et l'encombrement des dents antérieures causés par la poussée mésiale associée à l'éruption postérieure.
- L'impaction molaire résultant des difficultés d'éruption des troisièmes molaires elles-mêmes.

Pour ces raisons, la thérapie MEAW vise principalement à réduire l'encombrement postérieur, corriger les inclinaisons mésiales des dents postérieures et rétablir le plan occlusal grâce aux ajustements appropriés de l'appareil MEAW.

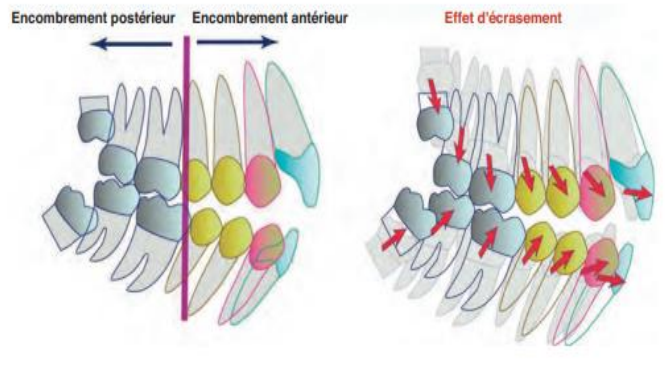


Figure 35 : Rôle de la troisième molaire dans l'étiologie des malocclusions (45).

3.2. Plan d'occlusion selon Sato:

D'après les résultats des recherches du Professeur Sato sur un échantillon d'enfants en classe I en croissance naturelle, le plan occlusal, initialement incliné vers le bas et vers l'avant, s'est progressivement horizontalisé. Cela est principalement dû à une éruption plus importante des molaires maxillaires que des dents antérieures, ce qui entraîne une adaptation progressive de la mandibule vers une position plus antérieure, établissant ainsi une relation squelettique de classe I.

Chez les sujets en croissance présentant une relation squelettique de classe II, on observe une faible augmentation de la hauteur occlusale au niveau des molaires maxillaires, cela maintient le plan occlusal incliné et limite le repositionnement antérieur de la mandibule vers une occlusion de classe I(53).

En revanche, chez un sujet avec un développement de type classe III squelettique, la descente des molaires maxillaires au cours de la croissance est encore plus importante, ce qui entraîne une horizontalisation plus nette du plan d'occlusion. Par conséquent, l'adaptation mandibulaire vers une position antérieure est également importante, établissant ainsi une occlusion de classe III.

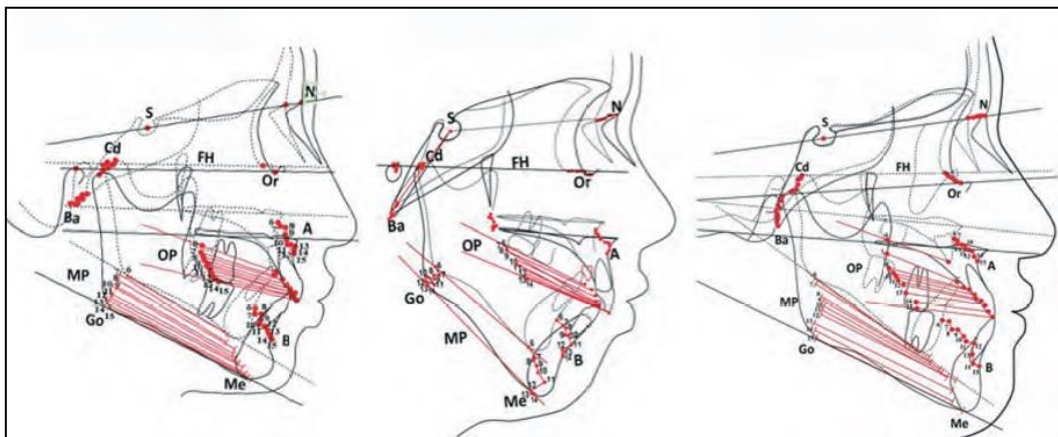


Figure 36 : Les changements annuels de l'inclinaison du plan d'occlusion et du plan mandibulaire

3.3. Les principes du traitement des anomalies squelettiques selon Pr. Sato :

La caractéristique distinctive de l'arc "multi loop" dans la technique MEAW est qu'il permet de réduire le taux de charge en intégrant une boucle horizontale entre chaque dent. En ajoutant un tip-back, les dents peuvent être redressées individuellement de manière efficace, ce qui peut raccourcir la durée du traitement. Ainsi, à l'aide d'un fil rectangulaire, une force orthodontique douce et continue peut être exercée. De plus, le contrôle vertical est possible en incorporant un step bend dans chaque boucle horizontale en forme de chaussette, permettant ainsi de contrôler le plan d'occlusion. Étant donné que le fil rectangulaire est utilisé, il est facile d'améliorer simultanément la fonction occlusale par un contrôle approprié du torque (69).

Le nivellement est réalisé avec un arc classique. Dans de nombreux cas, des élastiques intermaxillaires de type classe II ou classe III sont utilisés.

Traitement des anomalies squelettiques sans extraction des prémolaires et sans contention. Pendant la croissance, la relation occlusale des premières molaires se rapproche de la classe I vers l'âge de 6 ans en raison de l'augmentation de la hauteur verticale postérieure. Cependant, cette relation reste instable. En effet, la relation entre les premières prémolaires maxillaires et mandibulaires, qui apparaissent vers 9-10 ans, commence souvent en demi-classe II. À ce stade, la crête mésiale de la cuspide linguale de la première prémolaire maxillaire et l'arête centrale de la première prémolaire mandibulaire entrent en contact, guidant la mandibule vers l'avant et empêchant son recul, pour établir une occlusion de classe I stable. Ce guidage anti-rétroposition (GAR) des premières prémolaires est important pour établir une occlusion de classe I stable, soulignant le rôle important des premières prémolaires (69).



Figure 37 : Guidage anti-rétroposition (69).

Une expansion lente avec la technique MEAW au lieu d'une expansion palatine rapide, assure un élargissement plus stable. De plus, il est envisagé d'ajuster l'inclinaison vestibulo-linguale des axes dentaires pour aligner la courbe de Wilson lors de l'expansion de l'arcade dentaire. Ce contrôle précis des axes dans le plan transversal est important du point de vue parodontal.



Figure 38 : Elargissement de l'arcade dentaire maxillaire par une activation lente (65)

Traitements des dysmorphoses squelettiques de classe II ou de classe III sans recours à la chirurgie maxillo-faciale par l'utilisation des moyens plus bio-physiologiques comme l'adaptation et la compensation.

- La compensation verticale : en augmentant la dimension verticale d'occlusion, on diminue la classe III squelettique et inversement.
- La compensation sagittale : au niveau de l'articulation temporo mandibulaire, par exemple, dans les malocclusions de classe III, il est fréquent d'observer un pro glissement mandibulaire en occlusion en intercuspitation maximal, Le repositionnement de la mandibule en relation centrée diminuera la classe III.
- compensations dento-alvéolaires : seront appliquées pour corriger les décalages squelettiques sagittaux, comme ceux observés en classe III, par linguo-version des incisives mandibulaires et vestibulo-version des incisives maxillaires

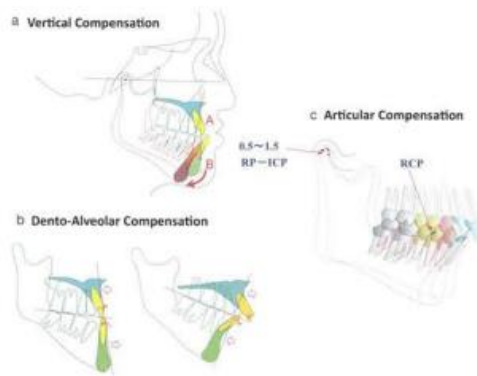


Figure 39 : Les différents types de compensations (69).

3.4. Objectifs atteints et critères de fin de traitement selon Sato

La fin du traitement occlusal est atteinte lorsque les objectifs souhaités sont accomplis. Il est essentiel d'assurer la concordance occlusale des arcades, l'intercuspitation de toutes les dents et l'engrènement correct des premières molaires comme clé principale, ainsi qu'un fonctionnement de guidage non verrouillée et un guidage anti-rétroposition. Il est également important de vérifier que la position mandibulaire est physiologique, c'est-à-dire que l'articulation temporo-mandibulaire n'est

pas sous contrainte, en s'assurant que la position de l'intercuspidation maximale correspond à la position de référence articulaire.

Pour confirmer l'atteinte de ces critères de finition, l'analyse occlusale des moulages montés sur un articulateur, l'enregistrement du mouvement des condyles mandibulaires avec un condylographe, ainsi que l'analyse des rapports occlusaux fonctionnels avec un Bruxchecker sont essentiels pour valider la phase finale du traitement.

La technique du Bruxchecker, est un outil simple, peu coûteux, et peu encombrant pour le patient, permettant d'évaluer efficacement les contacts occlusaux pendant l'éveil et le sommeil. Bruxchecker est utilisé également pour évaluer le bruxisme. Selon Sadao Sato, l'obtention d'une finition occlusale précise conduit rarement à recommander un système de contention après le traitement orthodontique (69).



Figure 40 : Bruxchecker

Selon Pr Sato(47) , les origines squelettiques dentaires, et environnementaux sont étroitement liées.

On conclut que les facteurs environnementaux peuvent également affecter les os et les dents en fonction de l'activité musculaire on peut évaluer un angle élevé ou faible (OP-MP) qui va déterminer la classe squelettique(48), En outre les facteurs environnementaux et squelettiques peuvent être modifiés par l'origine dentaire.

Pour bien comprendre l'interaction entre les différents facteurs déjà cités, on doit passer par une analyse des structures dentaires et une analyse squelettique (céphalométrie).

4. Analyse des structures dentaires

4.1. Niveau du plan occlusal

Il s'agit de la distance droite entre les incisives supérieures et la ligne des lèvres. Si les dents antérieures maxillaires sont situées plus bas que la ligne des lèvres, cela est marqué comme positif

(+). Mais si elles sont situées plus haut que la ligne des lèvres cela est marqué comme négatif (-). En général, lorsque la pointe de l'incisive UI est à 3 mm en dessous de la ligne des lèvres, cela est considéré comme normal, si elle dépasse 5mm, l'intrusion des dents antérieures maxillaires peut être nécessaire(54).

Figure 41 l'illustre :



Figure 41 : Niveau du plan d'occlusion

4.2. Inclinaison du plan occlusal (Cant)

Il s'agit de l'angle entre l'UOP (plan occlusal supérieure) et la ligne FH (plan de francfort), UOP est une ligne qui relie les pointes des incisives maxillaires au centre de la première molaire maxillaire. En général, sa valeur normale est de 10. Elle décrit la position verticale des dents lorsque les côtés gauche et droit sont différents. Cela se définit par la rotation vers le haut ou vers le bas dans le plan transversal d'un côté par rapport à l'autre(55).

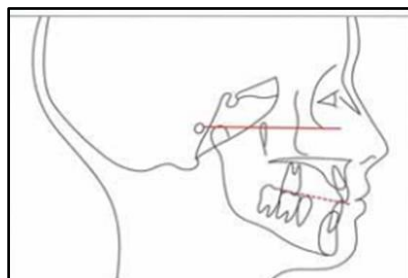


Figure 42: Plan occlusal supérieur (52)



Figure 43: UOP normal (52).



Figure 44: STEEP UOP (52)



Figure 45: Flat UOP (52)

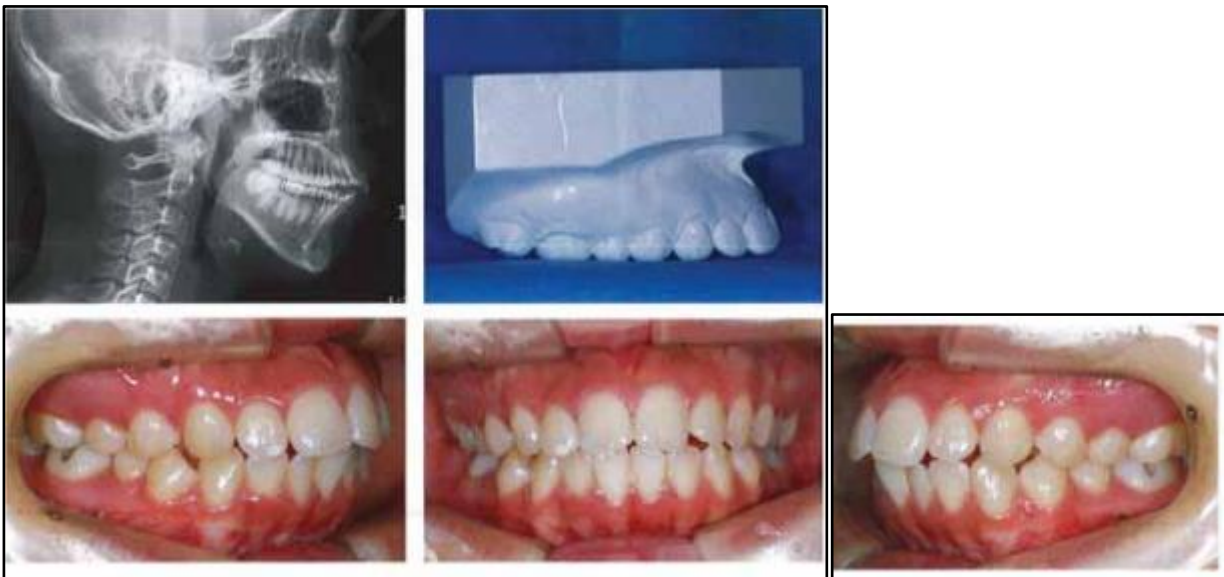


Figure 46: Cas montrant une UOP normale (62).



Figure 47: Cas montrant un plan occlusal accentué (steep) (62).

4.3. Les courbes d'occlusion

L'angle entre le plan occlusal postérieur (POP) et le plan FH est déterminé par une ligne reliant la pointe cuspidale de la deuxième prémolaire mandibulaire à la pointe distale de la cuspidale de la deuxième molaire mandibulaire(42).

En cas de malocclusion de classe I, cet angle est généralement inférieur à 13 degrés. Lorsqu'il dépasse 15 degrés, on parle de POP incliné, souvent associé à une rétrusion mandibulaire et à une malocclusion de classe II. A l'inverse, un angle plat entre le POP et le plan FH est souvent associé à une malocclusion de classe III.

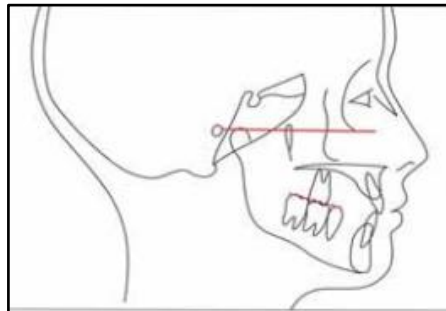


Figure 48 :Plan d'occlusion postérieure POP (42)



Figure 49 : TLR et photo endobuccal d'un cas du POP normal.



Figure 50 : Moulage d'un cas du POP normal.

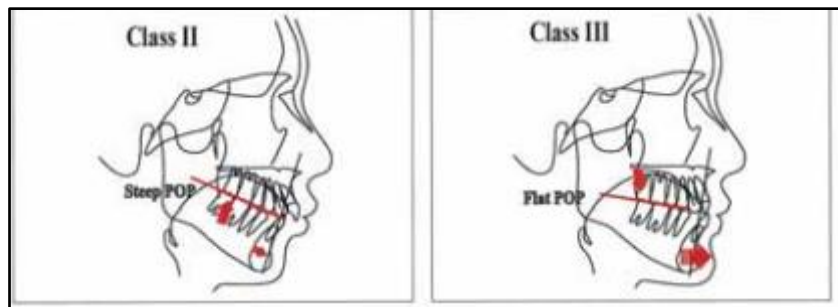


Figure 51 : POP des malocclusions squelettiques.

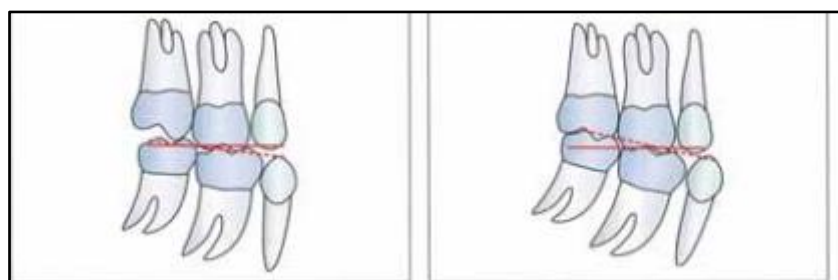


Figure 52 : POP incliné (steep).

5. Analyse céphalométrique de Young H Kim

5.1. Analyse horizontale

5.1.1. Indicateur de profondeur de supraclusion (ODI)

C'est l'indicateur de profondeur de la supraclusion(56), il est utilisé comme indicateur des types verticaux de malocclusion qui sont les conditions de béance et de la supraclusion profonde.

L'élément principal de mesure en ODI est l'angle AB-MP. Cet angle est un indicateur fiable de la dimension verticale de la malocclusion(57).

Il existe une forte corrélation entre la dimension verticale de la malocclusion et la zone inférieure du visage notamment l'adaptation de la mandibule .Par conséquent, la mesure de l'angle doit être comprise comme une figure représentant la corrélation entre l'adaptation du squelette et la fonction occlusale(54).

L'ODI peut être diminué par deux principaux facteurs :

- Béance à angle élevé résultant d'une hyperdivergences mandibulaire.
- Affection de classe 3 résultant de l'adaptation antérieure de la mandibule.

L'un ou l'autre de ces facteurs peut affecter la dimension verticale.

5.1.2. L'indicateur de dysplasie antéropostérieure (APDI)

L'angle ANB est essentiel pour évaluer le profil squelettique antéropostérieur(58). Mais, il comporte des limitations puisque sa valeur peut varier selon la position verticale et horizontale du point nasion (Na). De plus, la hauteur des points de mesure A et B peut varier d'un individu à l'autre, même en présence d'une relation maxillo-mandibulaire harmonieuse. L'indicateur de dysplasie antéropostérieure est une méthode qui résout cette limitation en offrant une évaluation plus précise.

L'indicateur de dysplasie antéropostérieure (APDI) : est une mesure céphalométrique développée par Dr Kim utilisée pour évaluer la relation horizontale entre les maxillaires et la mandibule. Il s'agit d'une somme de trois angles :

- Angle facial : Angle forme par l'intersection du plan horizontal de Francfort et du plan facial sa valeur moyenne 87° plus ou moins 3° , il permet de Déterminer la position du menton par rapport à la base du crâne ainsi que pour évaluer si la classification squelettique est due à la mandibule
- Angle ouvert : Associé à une mandibule en avant
- Angle fermé : Associé à une mandibule en retrait

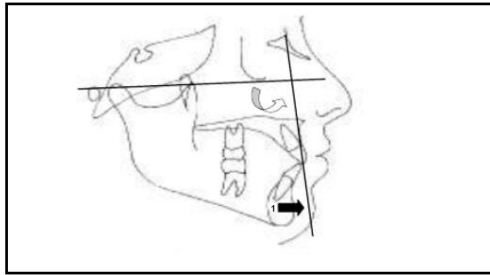


Figure 53 :Angle facial ouverte (52).

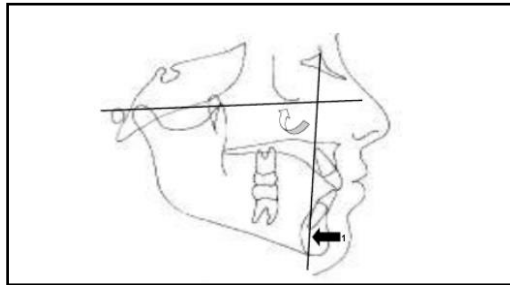


Figure 54 :Angle facial fermé (52)

➤ Angle du plan AB :

Cet angle, formé par l'intersection du plan facial et du plan AB, permet de déterminer la relation horizontale entre le maxillaire supérieur (A) et la mandibule (B). Il s'agit d'un indicateur important de la convexité faciale et de la malocclusion(55).

Mandibule en avant : L'angle FP-AB sera fermé avec une tendance à un angle positif (Classe III)

Mandibule en retrait : La convexité sera augmentée en ouvrant l'angle avec une tendance à un angle négatif (Classe II).

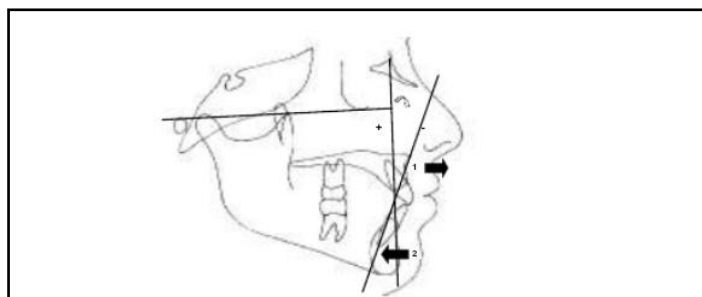


Figure 55 : Angle du plan AB positif

➤ Angle du plan palatin :

Angle forme par l'intersection du plan horizontal de Francfort et du plan palatin. Il permet d'évaluer la position du palais sa valeur moyenne et de -2

Angle négatif : Indique que le palais est incliné vers le haut et vers l'avant. Cela peut être associé à une malocclusion de Classe II.

Angle positif : Indique que le palais est incliné vers le bas et vers l'avant. Cela peut être associé à une malocclusion de Classe III.

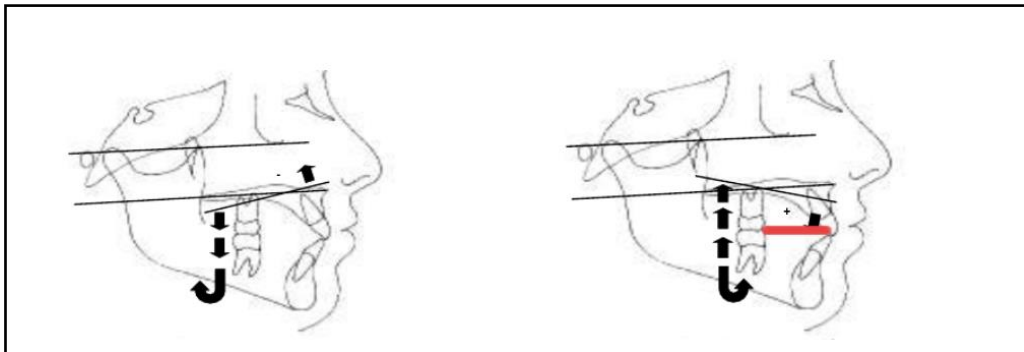


Figure 56 : Angle du plan palatin négatif et positif.

D'après Kim et vietas(59), l'angle APDI peut être calculé à l'aide de l'équation suivante :

$APDI = \text{angle facial} + \text{angle du plan AB} + \text{angle du plan palatin}$

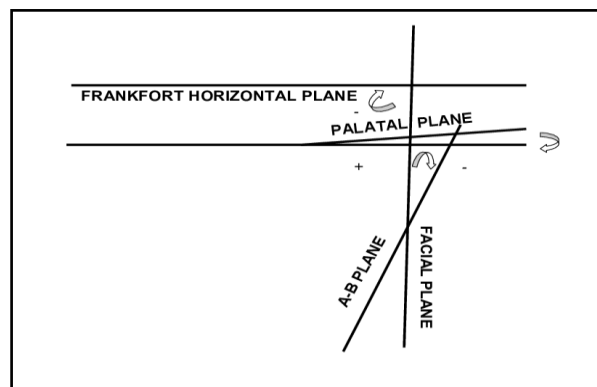


Figure 57 : Indicateur de dysplasie antéropostérieure APDI

En combinant ces trois angles, l'APDI fournit une mesure globale de la relation horizontale entre les maxillaires et la mandibule. Une valeur APDI inférieure à 77° indique une relation maxillo-mandibulaire de Classe II, tandis qu'une valeur APDI supérieure à 85° indique une relation maxillo-mandibulaire de Classe III. Une valeur APDI proche de zéro indique une relation maxillo-mandibulaire harmonieuse (Classe I).

L'APDI peut être utilisé pour déterminer la nécessité d'une extraction dentaire avant le traitement orthodontique. En effet, lorsque l'angle facial (PF-FH) est faible, cela suggère une relation maxillo-mandibulaire de classe II et une possible insuffisance d'espace dans les arcades dentaires. Dans de tels cas, une extraction dentaire peut être nécessaire pour créer l'espace nécessaire au réalignement des dents(54).

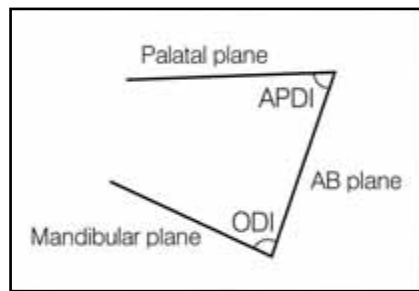


Figure 58 : Letriangle AB maxillomandibulaire



Figure 59 : Le triangle AB en Classe 2 (53).



Figure 60 :Le triangle AB en Classe III (53).

➤ Le triangle AB maxillomandibulaire

C'est un triangle constitué par le plan palatin, le plan mandibulaire et le plan AB. L'angle entre le plan palatin et le plan AB est désigné APDI, tandis que l'angle entre le plan mandibulaire et le plan AB indique ODI. La somme de ces deux angles est appelée facteur de combinaison (CF).

5.1.3. Le facteur de combinaison

Kim(55)amené une étude comparant l'efficacité de deux approches orthodontiques pour traiter la malocclusion de classe II division I. L'étude a porté sur deux groupes de patients :

Groupe 1 : Traitement sans extraction

Groupe 2 : Traitement avec extraction

Les résultats ont montré que le groupe traité par extraction présentait des valeurs moyennes d'Overbite (ODI) et L'indicateur de dysplasie antéropostérieure (APDI) significativement plus faibles que le groupe sans extraction.

Pour comparer globalement l'efficacité des deux traitements, les auteurs ont combiné les valeurs ODI et APDI en un seul facteur de combinaison (CF) calculé comme suit:

$$\text{Combinaison (CF)} = \text{ODI} + \text{APDI}$$

Le Facteur de Combinaison(54) (CF), défini comme la somme de l'Overbite (ODI) et de L'indicateur de dysplasie antéropostérieure (APDI), il offre une évaluation plus complète de la relation squelettique maxillo-mandibulaire que l'analyse individuelle de chaque mesure.

L'analyse du facteur de combinaison a révélé que le traitement avec extraction a conduit à une amélioration plus importante de l'occlusion par rapport au traitement sans extraction chez les patients atteints de malocclusion de classe II division I.

Le FC permet de classer les anomalies squelettiques en tenant compte simultanément de l'ODI, de l'APDI et de leur interaction, fournissant une image plus précise de la relation entre les mâchoires.

En cas de tendances à la supraclusion ou l'infraclusion , il est crucial de considérer le FC car l'ODI seul peut être influencé par l'APDI.

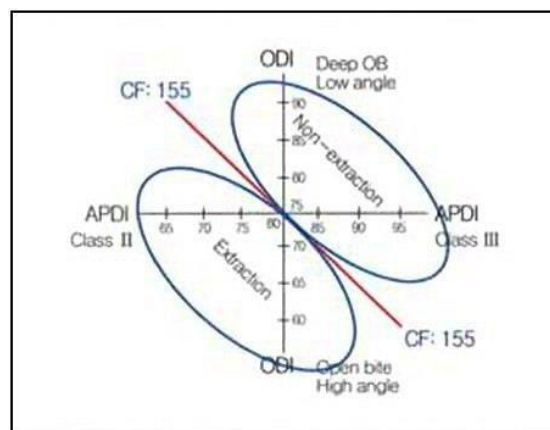


Figure 61 : l'effet du CF sur le choix entre un traitement par extracton ou non extraction (52).

La valeur CF, demeure constante tout au long du développement et de la croissance d'un individu. Un visage avec angle CF élevé conservera son angle, tandis qu'un visage avec angle CF faible restera tel quel. La transformation d'un visage à angle CF élevé en un visage à angle CF faible après traitement est extrêmement rare. D'après l'étude de Björk(1)une valeur CF faible indique une tendance à une croissance faciale verticale, tandis qu'une valeur CF élevée indique une tendance à une croissance faciale horizontale(60).

Le facteur CF c'est un indicateur du volume osseux disponible pour les dents, détermine la nécessité ou non d'une extraction dentaire pour un alignement correct. Un CF élevé permet un placement adéquat sans extraction, tandis qu'un CF faible peut l'exiger. La taille des dents joue également un rôle : des dents plus petites peuvent s'adapter à un espace osseux réduit.

La vitesse de déplacement des dents est inversement proportionnelle à la valeur CF plus la valeur CF est élevée, plus le mouvement des dents est lent et inversement.

➤ Classification des anomalies squelettiques à l'aide du FC :

le FC permet de classer les anomalies squelettiques en six catégories(54) :

1. classe I face longue
2. classe I face courte
3. classe II face longue
4. classe II face courte
5. classe III face longue
6. Classe III face courte

Tableau 2 : Classification des anomalies squelettiques selon la valeur FC(54)

	APDI	ODI	CF
Classe I face longue	78<<85	<65.5	<150
Classe I face courte	78<<85	<77.7	<155
Classe II face longue	<77	<77.7	<150
Classe II face courte	<77		<155
Classe III face longue	<85		<155
Classe III face courte	<85		<160

5.1.4. Indice d'extraction

L'indice d'extraction(59) est un outil objectif qui permet d'évaluer la nécessité d'extraire des dents en orthodontie. Il prend en compte plusieurs facteurs notamment la protrusion maxillo-mandibulaire, la ligne E et les classe squelettique (classe I, II III).

Le calcul de l'EI implique la combinaison de mesures dentaires et faciales, telles que l'overjet dentaire, L'indicateur de dysplasie antéropostérieure, l'angle inter incisif, la position des lèvres par rapport à la ligne esthétique et la classe squelettique.

$$EI = ODI + APDI + (IIA - 130) / 5 - (LP-EL) .$$

EI > 10 : Indique une protrusion maxillo-mandibulaire importante et une saillie des lèvres, suggérant une possibilité de traitement par extraction de prémolaires (classe I).

EI < 10 : Indique une protrusion maxillo-mandibulaire modérée et une absence de saillie labiale importante, suggérant un traitement sans extraction possible (classe I).

Classes II et III : L'utilisation de l'EI doit être faite avec prudence, des radiographies et des modèles d'étude, est essentielle pour prendre une décision correcte.

L'EI est un outil d'évaluation préliminaire et ne doit pas être utilisé comme seul critère pour déterminer la nécessité d'extraire des dents

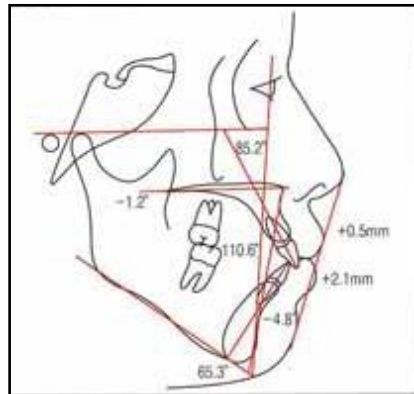


Figure 62: Index d'extraction en cas de Classe I (52).

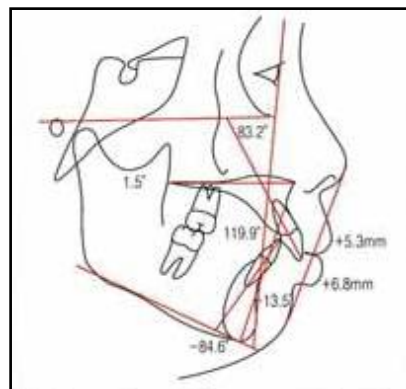


Figure 63 : Index d'extraction en cas de classe II (52).

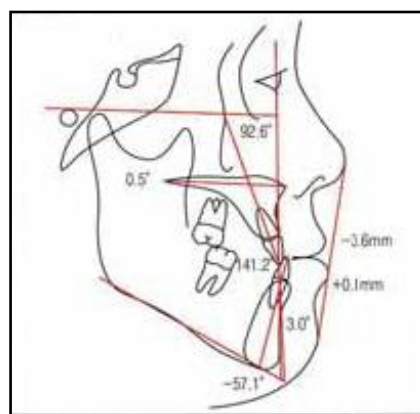


Figure 64: Index d'extraction en cas de classe III (52).

6. Définition de la technique SATO

Dans le traitement des malocclusions squelettiques, il existe des paramètres importants qui doivent être pris en considération pour un diagnostic correcte, notamment l'inclinaison du plan occlusal. Pour cela, le professeur SATO a développé une technique permettant de changer l'inclinaison du plan occlusal au moyen de la MEAW afin de corriger les dimensions verticales des classes squelettiques II et III(61).

L'approche diagnostique du professeur SATO comprend une analyse céphalométrique ainsi qu'une analyse médicale, fonctionnelle et instrumentale. Cependant, une évaluation bien déterminé de l'âge osseux est primordial car La technique MEAW, particulièrement adaptée aux jeunes patients en pleine croissance, donc pour avoir un traitement orthodontique efficace il faut bien évaluer l'âge osseux, cette évaluation permet de déterminer le moment optimal pour initier le traitement afin d'optimiser les résultats et l'adhésion du patient. Différentes méthodes existent, dont l'âge chronologique, l'âge dentaire et l'âge statural, mais elles présentent une faible prédictibilité.

Ainsi, Pour une évaluation plus précise, il est recommandé d'utiliser des techniques plus avancées comme la maturation des vertèbres cervicales (MVC) ou la maturation de la phalange moyenne (MPM).

En générale La téléradiographie est la méthode de choix pour réaliser une étude céphalométrique et une évaluation de l'âge osseux par la méthode MVC. Son adoption s'explique par plusieurs avantages majeurs en raison de sa praticité, de sa faible dose d'exposition aux rayonnements ALARA et de sa simplicité d'analyse.

Après un diagnostic approfondi, la technique MEAW de SATO peut être appliquée en basant sur la rotation mesiale, distale ou latérale de la mâchoire, ce qui va permettre une correction facile et rapide des malocclusions sans extraction des prémolaires ni chirurgie orthognatique(62).

On conclut que MEAW est un traitement orthognatique plus qu'orthodontique très efficaces et innovante qui trouve une indication particulière dans les cas complexes, les cas d'ATM et les cas chirurgicaux, le point clé de cette approche consiste à modifier l'inclinaison du plan occlusal et l'adaptation de l'articulation temporo mandibulaire.

7. Description de la technique SATO

Multi-loop-edgewise-archwire est un arc avec des boucles horizontales positionnées au niveau des espaces inter proximaux de chaque dent depuis la face distale des incisives latérales jusqu'aux dents postérieures. On utilise généralement des brackets avec fente 0.18 0.25 et des fils en elgiloy bleu rectangulaire 0.016 0.022(40) ..

La forme de l'arc, la taille et la longueur de la boucle...etc. sont des paramètres qui dépendent essentiellement du type du cas du patient, il doit intégrer toutes les formes anatomiques de la dentition, mais la structure de base reste toujours la même(40).

La structure de base de MEAW est l'arc fréquemment utilisé dans les étapes finales de la technique Edgewise, qui doit contenir des plicatures de premier, du deuxième et de troisième ordre(40).

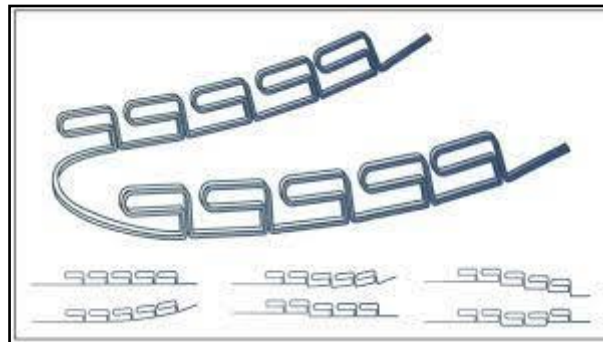


Figure 65: Multi-loop-edgewise-archwire(50)

Nous allons décrire la structure du Multi-loop-Edgewise-Aarchwire et ses différents composants:

- Boucle horizontal

Représente la majeure partie de l'arc, elle réduit la force verticale et ajuste le mouvement vertical de la dent. Cette boucle est ajoutée dans l'arc pour:

- Abaisser le rapport charge/flexion
- Fournir une force orthodontique faible mais continue sur les dents.
- Permettre un contrôle plus facile du mouvement pour chaque dent.
- Facilite l'alignement et l'ingression des dents ainsi que le réglage du torque.
- À l'aide d'élastiques, elle peut reconstruire le plan occlusal.

- Breaker:

Il régule le mouvement horizontal de la dent et déplace simultanément chaque dent.

- Base de la boucle :

C'est la partie où les deux angles courbes perpendiculairement se rencontrent, et où les Tips back et le torque sont contrôlés.

- Partie horizontale du fil :

Cette partie est insérée dans la fente du bracket ou la force transmise aux dents.

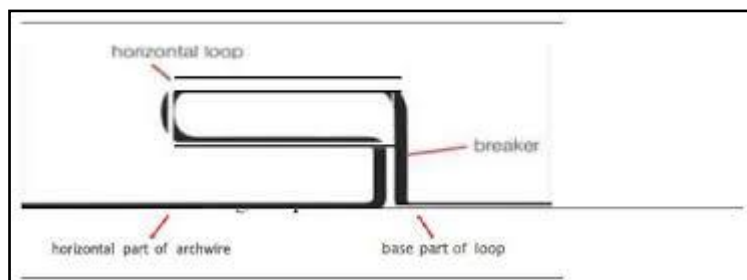


Figure 66 : Les parties du MEAW (64).

L'arc de MEAW(63) est 2,5 à 3 fois plus long que l'arc Edgewise classique, à cause des boucles horizontales qui sont ajoutées à l'arc idéal. Cela diminuerait la force orthodontique de 1/5 et permettrait en même temps d'appliquer une force orthodontique constante aux dents. En conséquence, le mouvement dentaire idéal se produit simultanément dans toute la denture en raison du contrôle du fil en trois dimensions.

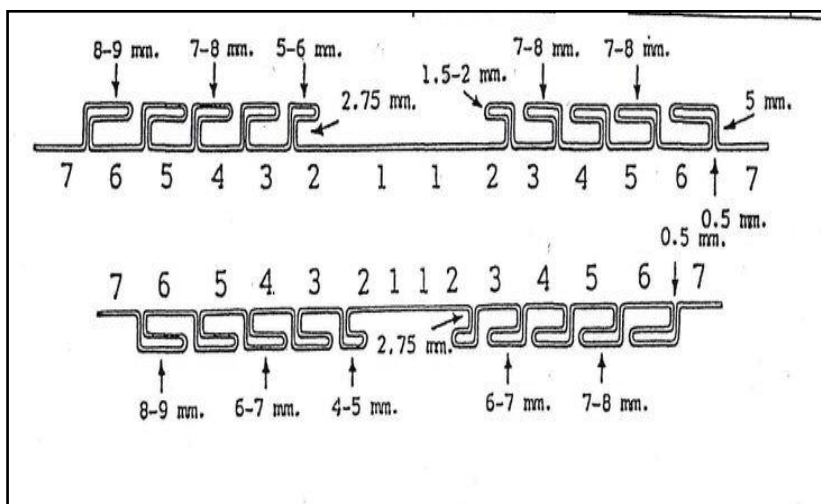


Figure 67: Arc avec boucles en L (59).

8. Principes de la technique MEAW

Le dispositif MEAW comme le montre la (figure 64) se compose de tip back bend qui permet de gagner de l'espace mésio-distal, ainsi que des améliorations de la dimension verticale et des changements dans le plan occlusal en redressant les dents inclinées mésialement. Les tip-back bends varient d'un patient à l'autre en fonction de l'approche thérapeutique et l'inclinaison du plan occlusal mais il est généralement de 3° à 5° sur chaque dent et de 15° à 20° pour toutes les dents. L'application de cet arc intra buccal et l'utilisation des élastiques permettent la réorientation du plan occlusale et un meilleur contrôle du déplacement dentaire(60).

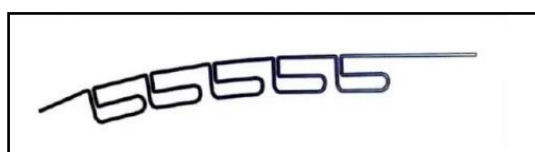


Figure 68 : Tip back bend (60).

L'utilisation de MEAW associée aux élastiques(45) permet de:

- Aligner les dents.
- Contrôler l'inclinaison du plan occlusal.
- Contrôler la dimension verticale.
- Établir une bonne intercuspidation.
- Contrôler l'axe des dents, en particulier celles qui sont inclinées mésialement.

8.1. Les instruments

- Kim plier :

Le Kim plier est un instrument orthodontique utilisé pour plier les fils orthodontiques en forme d'arc. Il est conçu pour une utilisation précise et efficace, et permet de créer des arcs de différentes formes et tailles. Il y est composé de deux poignées et d'une pince. Les poignées sont généralement ergonomiques pour une prise en main confortable et une utilisation facile. La pince est dotée de deux becs incurvés qui se rejoignent lorsqu'on presse les poignées. Les becs sont lisses et polis pour éviter d'endommager le fil orthodontique(63).

Le Kim plier présente plusieurs avantages par rapport aux autres instruments de pliage de fils orthodontiques ,il permet de plier les fils orthodontiques avec une grande précision, ce qui est important pour obtenir un résultat optimal, il peut être utilisé pour plier des fils orthodontiques de différentes tailles et formes, plus qu' il est conçu pour une utilisation confortable, même pour les mains petites(63).

Le Kim plier est un instrument relativement chère.

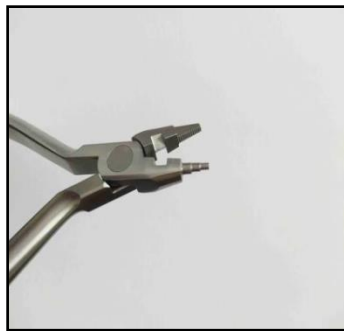


Figure 69 : Kim plier (61)

- Three prong pliers pince



Figure 70 : Three prong pliers.

- Arch turret (tourelle)



Figure 71 : Tourelle.

- Le fil Elgiloy bleu :

On utilise généralement des brackets dotées d'une fente de 0.18 0.25 accompagnées de fils rectangulaires en Elgiloy bleu de diamètres 0.016 0.022. Cet alliage métallique à base de cobalt, chrome et traces de nickel offre une excellente résistance à la corrosion et une bonne résistance mécanique. Suite à un traitement thermique à 1250°C, cet alliage peut considérablement modifier ses propriétés mécaniques tout en maintenant une limite élastique basse pour une grande malléabilité après un refroidissement rapide

Le revenu par durcissement améliore la limite élastique du matériau. Selon son intensité, différents types de fils sont choisis, du plus résilient au moins résilient. Par exemple, l'Elgiloy rouge est très résilient mais se déforme facilement, l'Elgiloy vert est semi-résilient, l'Elgiloy jaune est ductile, et l'Elgiloy bleu est très ductile. À mesure que la limite élastique augmente, la capacité de déformation diminue, rendant le matériau plus fragile, ce qui est adapté pour des boucles répétées avec le fil bleu.

En clinique, le traitement thermique implique de chauffer l'arc façonné pour obtenir des propriétés similaires à celles de l'acier. La durée et la température de chauffage sont ajustées en fonction du diamètre des fils, les plus épais nécessitant moins de temps. Une pâte indicatrice signale

l'atteinte de la température requise, bien que le traitement à la flamme puisse produire des résultats inégaux.



Figure 72 : Fil Elgiloy bleu

9. Les plicatures

9.1. Courbures de premier ordre

Ce sont les premières courbures introduits dans le sens horizontal sur une ébauche d'arc rectangulaire. Pour réaliser les plicatures de premier ordre, il faut obtenir la ligne médiane du fil et créer une légère courbes dans les dents antérieures pour former un arc antérieur, il est important de prendre en compte le torque incisive supérieur et inférieur du MEAW. Ensuite, à l'aide d'une pince tweed, pliez le file vers l'intérieur en mésial pour créer un inset latérale vers l'extérieur en distal pour obtenir une offset canine et une offset molaire bilatéralement(40).

Leur objectif principal est de créer une configuration harmonieuse de l'arcade toutes en tenant compte de la morphologie des couronnes dentaires.

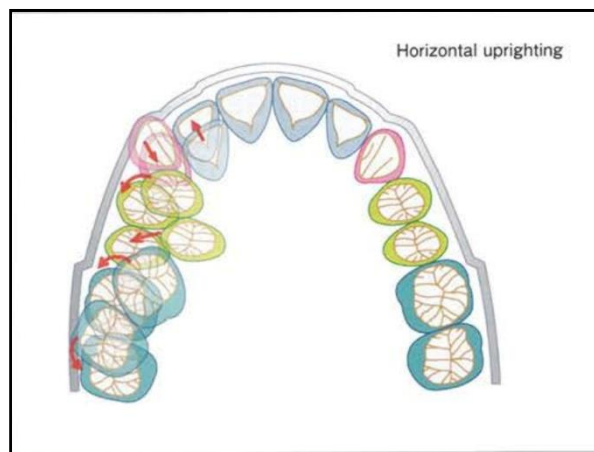


Figure 73 : Plicature de 1ère ordre (58).

Ce sont des plicatures réaliser dans le plan vertical, elles visent à contrôler la direction mésiodistal de l'axe des dents, le principe c'est la création d'une boucle horizontal qui est l'élément du base de la technique MEAW.

Après avoir réalisé le MEAW plat on passe aux Plicatures de tip back, c'est un décrochement en direction gingivale, il provoque une disto-version des molaires et une ingression des dents antérieures, cependant une angulation est appliquée a chaque dent environ 3 a 5 degré au niveau de la partie postérieure la deuxième boucle jusqu'à la dernière boucle, a la fin, l'angulation totale est environ 15 a 20 degré.

Après avoir ajouté les courbures du premier ordre et les courbures du deuxième ordre, il est important d'avoir une symétrie entre le côté droit et le côté gauche de l'arc.

Ces plicatures sont réalisées avec la pince Kim où il est important d'avoir une symétrie du côté droit et gauche de l'arcade.

Au maxillaire supérieur on obtient la courbe compensatrice de Spee et au niveau mandibulaire on aura la courbe de Spee inversé.

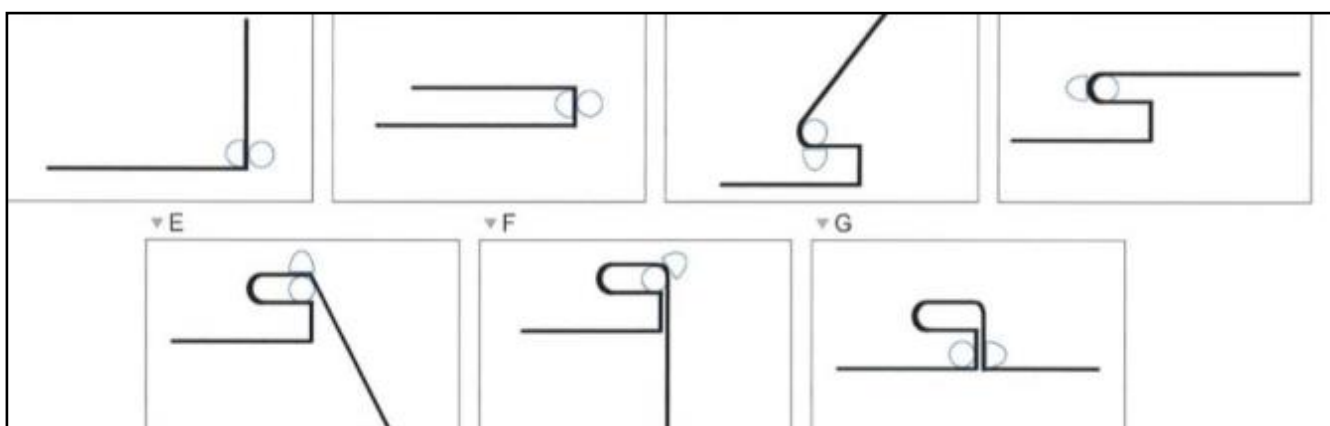


Figure 74 : Fabrication de la boucle en L (58).

9.2. Les courbures de 3ème ordre

Il existe deux types de torque : le torque passif et le torque actif. Le torque antérieur est obtenu en utilisant une tourette pour tordre le fil. Cependant, il y a des cas où un ajustement du torque est nécessaire pendant le traitement orthodontique. Un torque progressif est appliqué dans les secteurs prémolo-molaires. Avec une pince en tweed, tenir la partie distale de la canine puis incliner latéralement la deuxième boucle jusqu'à 5°. Afin d'offrir un torque progressif et éloigner la boucle du tissu gingival, la même procédure doit être répétée sur la troisième, quatrième et cinquième boucle(40).

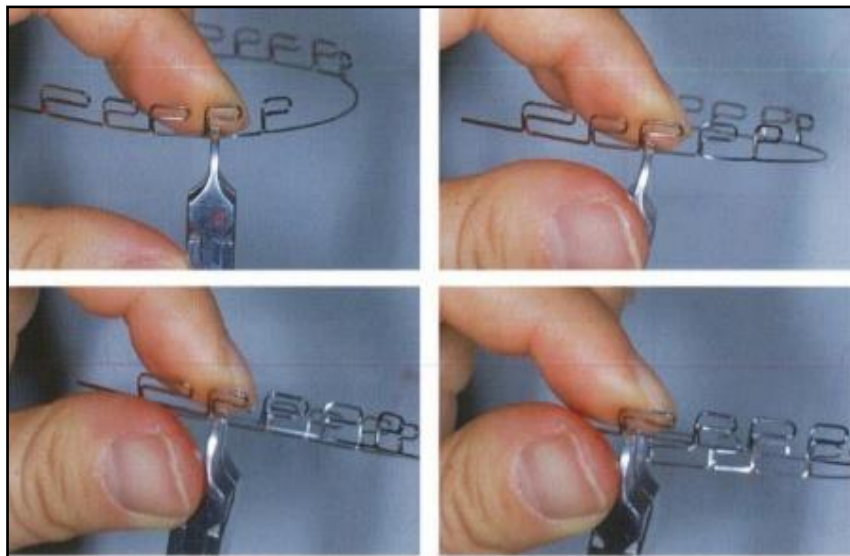


Figure 75: Torque progressive de secteur postérieur (55).

9.3. Arcs de MEAW terminés

- Un MEAW terminé doit avoir un torque approprié pour chaque dent.
- Afin d'empêcher le contact avec la gencive, le MEAW doit être angulé vers l'extérieur.
- Il doit être symétrique.
- Il doit avoir la forme de l'arc idéale.
- L'arc supérieur doit être 3 mm plus large que l'arc inférieur.
- L'arcade supérieure doit avoir la courbe de Spee et l'inférieure doit avoir la courbe de Spee inversée(40).

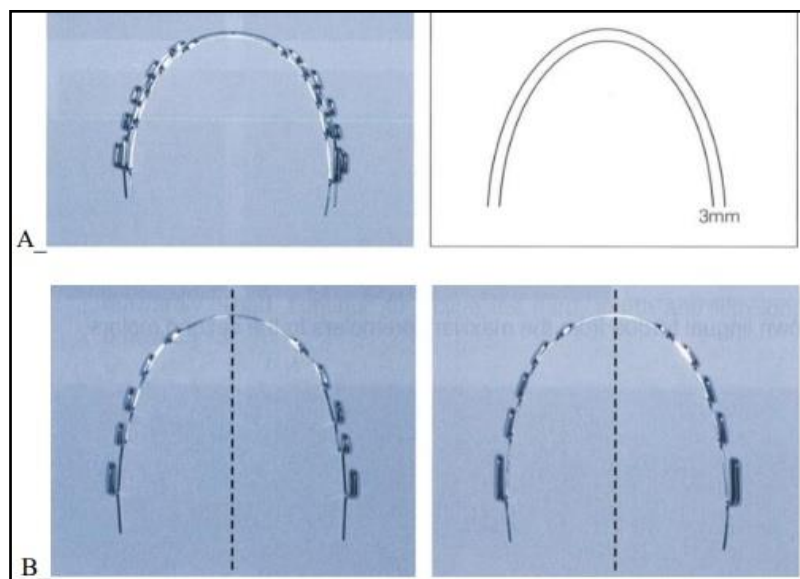


Figure 76 : MEAW terminé ; A-coordination, B- symétrie (57).

9.4. Traitement thermique des arcs

Pour activer le fil, Un traitement thermique de trois minutes à 475°C est effectué sur la machine Big Jane, ce qui augmente la rigidité et la résilience des arcs orthodontiques et leur donne une couleur brune(63).

Pour obtenir une apparence plus esthétique , il est essentiel de polir les fils dans un bain d'acide pendant 15 secondes après le traitement thermique afin d'éliminer la coloration brune avant d'insérer le MEAW dans la bouche du patient , c'est le traitement d'électropolissage . En l'absence de four, une lampe à alcool peut-être utilisée, Chauffez le fil jusqu'à ce qu'il prenne une couleur uniformément brun doré(63).

10. Méthode d'ajustement

Les appareils MEAW révolutionnent l'orthodontie grâce à leur conception ingénieuse. Les boucles horizontales minimisent la déflexion de la charge vers les tissus parodontaux, tandis que les boucles verticales favorisent un mouvement individualisé des dents. Les fils rectangulaires, associés à des ajustements précis des courbures, permettent un contrôle minutieux du déplacement dentaire. Cette synergie entre les composants induit un mouvement simultané de toutes les dents, maximisant l'efficacité du traitement et réduisant sa durée(64).

De plus, la flexibilité du système MEAW permet d'adapter les courbures, comme le tip back et le step back, à chaque patient et à chaque étape du traitement (activation ou désactivation)

Pour une forme d'arcade dentaire optimale, il est important d'appliquer correctement les courbures de premier ordre, d'aligner les surfaces linguales antérieures et de faire coïncider la ligne inter incisive. Des ajustements de fil supplémentaires peuvent être nécessaires. Ensuite, un torque corono lingual progressif et une harmonisation des courbures du troisième ordre, permettent d'obtenir un résultat précis et esthétique(64).

10.1. Activation de tip back

L'activation du tip-back s'effectue à partir de la deuxième boucle du MEAW. Réalisez la deuxième boucle avec une pince Kim, puis inclinez le segment postérieur du fil d'arc de 3 à 5 degrés vers l'arrière. Répétez ce mouvement pour toutes les boucles restantes Grâce à cette technique, le MEAW supérieur adopte une forme de courbe de Spee, tandis que le MEAW inférieur prend la forme d'une courbe de Spee inversée. L'activation du tip-back permet de gagner jusqu'à 1,5 mm d'espace(63)

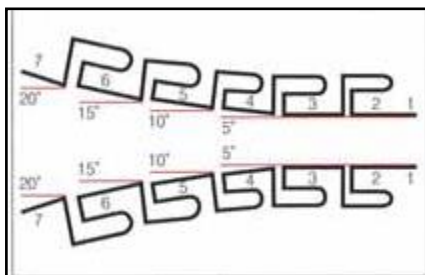


Figure 77 : La forme de courbe de spee.

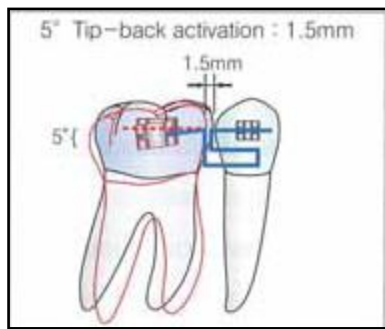


Figure 78 : Tip back activation.

Traitement sans extraction: Dans ce cas, 4 boucles sur 5 peuvent subir une activation de tip-back de 20 degrés, permettant ainsi de gagner un espace de 6 mm

traitement avec extraction: En raison de la présence de seulement 3 boucles sur 4, un espace de 4,5 mm peut être obtenu avec une activation de tip-back de 20 degrés par boucle

Le degré d'activation optimal est déterminé en évaluant l'angulation antérieure des molaires inférieures une fois le surplomb et le recouvrement corrects établis par le déplacement de la mandibule vers l'avant

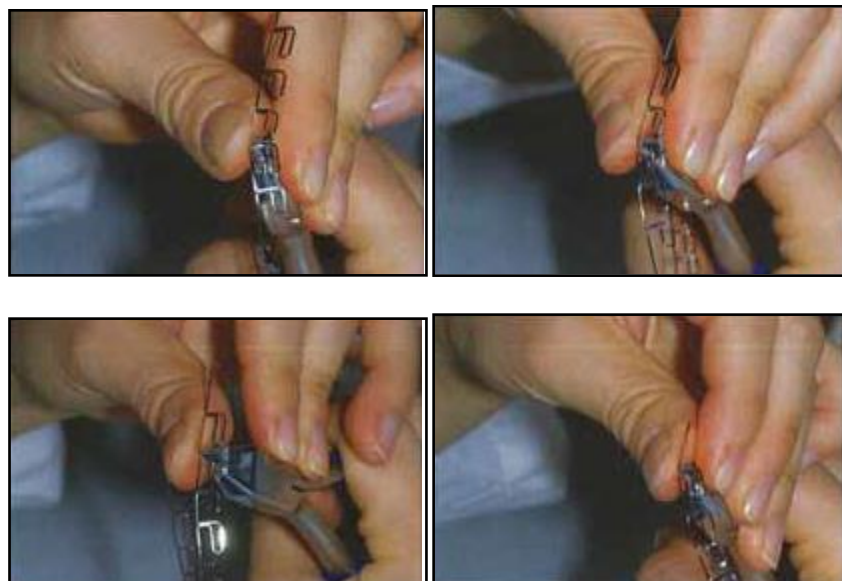


Figure 79 : Activation de tip back (58).

10.2. Désactivation de Tip back

Lorsqu'un alignement correct de l'ensemble de la dentition est obtenu, la phase de désactivation du tip back peut commencer. Cette désactivation, qui vise à annuler l'effet du tip back initialement placé sur le fil orthodontique, s'effectue en réduisant progressivement la courbure du fil. Cette procédure se base sur la suppression des courbures de tip back présentes sur chaque boucle du fil(40)

10.3. Les plicatures Step up /Step down

Ces courbures visent à corriger les différences de hauteur de gencive au niveau des molaires et à améliorer l'esthétique du sourire au niveau des incisives. Ils peuvent être vers le haut (extrusion, "step-up") ou vers le bas (intrusion, "step-down"). Idéalement, on planifie ces ajustements sur le modèle lors de la fabrication de l'appareil MEAW, mais des modifications peuvent être réalisées en cours de traitement(64).

10.3.1. Plicature de step up

Cette plicature est utilisée pour faire descendre une dent lorsque la dent est en position d'intrusion. En effet, la position des crêtes marginales peut être corrigée en déplaçant la dent concernée vers le haut. Cependant, en raison de la présence des brackets collés, un torque lingual coronaire se produit. Pour contrebalancer cela, un torque vestibulaire coronaire supplémentaire doit être appliqué avec précaution(63)

Pour relever une seule dent de manière précise, le fil orthodontique (MEAW) doit être ajusté en utilisant une technique de pliage spécifique. Cette technique consiste d'abord à élargir la section horizontale du fil à l'aide d'une pince. Ensuite, la partie avant de cette section horizontale est pliée vers le bas, ce qui a pour effet d'abaisser la base de la boucle(40).

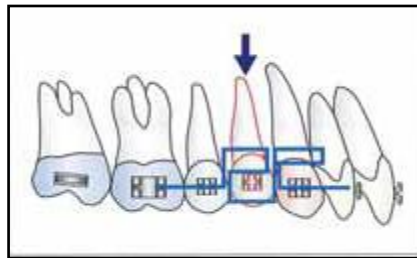


Figure 80 : Step up bend pour l'extrusion (61).

10.3.2. Plicatures de step down

Cette technique de pliage est utilisée pour corriger l'extrusion excessive d'une dent. L'intrusion des dents maxillaires et mandibulaires peut entraîner une vestibuloversion de la couronne. C'est pourquoi, lors de l'utilisation des plicatures step down, un torque lingual coronaire supplémentaire doit être appliqué avec précaution(62).

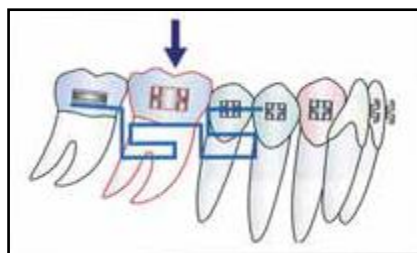


Figure 81 :step down bend (61).

10.3.3. Step up progressive

Le traitement non-chirurgical des malocclusions de Classe III utilise des élastiques de Classe III qui peuvent aplatir le sourire au niveau des incisives. Pour compenser cela, on applique des courbures step up progressives sur la face vestibulaire du MEAW supérieur. Cette technique, connue sous le nom de PSU MEAW, est utilisée une fois que le contact canin de Classe I est établi. Elle est combinée à des élastiques verticaux antérieurs (3/16", 6 oz).

Les MEAW supérieurs avec courbures "tip-back" risquent de vestibuler les incisives, ce qui peut conduire à un aspect inesthétique. Par conséquent, il est recommandé de désactiver le "tip-back", d'insérer un MEAW plat, puis d'utiliser le PSU MEAW avec des élastiques verticaux antérieurs pour l'extrusion des incisives supérieures et obtenir un meilleur résultat esthétique(61).

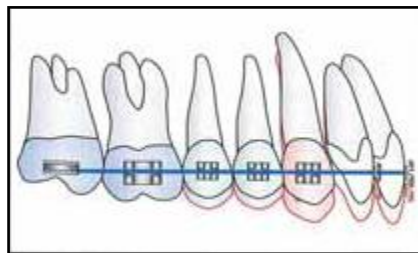


Figure 82 : Step up progressif (60).

10.4. Courbe de Spee

Pour traiter les malocclusion de Classe III avec un open bite, on commence par une activation "tip-back" qui corrige l'inclinaison des dents latérales du maxillaire pour obtenir une occlusion de Classe I. Ensuite, on utilise un MEAW GOS modifié. Le fil métallique du COS MEAW pousse les molaires inférieures vers l'avant (mésialisation).

Cette action ne doit être entreprise que lorsque l'occlusion des prémolaires est déjà bien établie. Utiliser le COS MEAW avant cela pourrait perturber l'occlusion des prémolaires. Contrairement à l'activation "tip-back", ce MEAW incorpore la courbe de Spee et s'applique uniquement aux zones des premières et deuxièmes molaires inférieures. Cette forme spécifique de MEAW, associée à des élastiques verticaux antérieurs (3/16", 6 oz), vise uniquement à corriger l'open bite ou les malocclusions de Classe III(63).

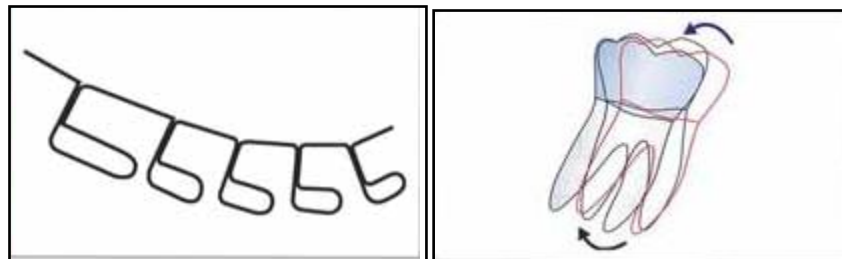


Figure 83 : COS MEAW (61).

10.5. Set up progressive (PSU)

Lorsqu'une méthode de traitement non chirurgicale est utilisée pour traiter une malocclusion de Classe III, des élastiques de Classe III sont utilisés. Cependant, on peut soutenir que cela peut augmenter le risque d'un sourire gingival au niveau des dents antérieures. Par conséquent, pour compenser cela, il est nécessaire d'appliquer des torsions progressives (gradins) aux arcs supérieurs au niveau des incisives. Il s'agit du MEAW PSU (**P**rogressive **S**tep-**U**p) et il ne doit être utilisé qu'après l'établissement de la relation canine de Classe I. Le MEAW PSU est utilisé conjointement avec des élastiques verticaux antérieurs(45).



Figure 84 : Set up progressif (61).

Un MEAW supérieur avec des torsions de recul (tip-back) peut entraîner une labioversion des incisives et un résultat inesthétique. Ici, après la désactivation du recul, un MEAW plat doit être inséré. Ensuite, un MEAW SU doit être utilisé avec des élastiques verticaux antérieurs (AVE) pour déclencher l'extrusion des incisives supérieures afin d'obtenir un meilleur résultat esthétique.

11. Les élastiques en association avec la technique MEAW

11.1. Les objectifs

- 1- l'alignement des dents
- 2- régulation de l'inclinaison du plan occlusal
- 3- contrôle de la dimension vertical
- 4- déplacement global de toute la dentition en masse

11.2. Les types

11.2.1. Élastiques longs

Ce sont les élastiques qui s'utilisent depuis la zone antérieure jusqu'aux première ou deuxième molaires de l'arcade opposée. En raison des composantes vectorielles de la force, une force horizontale plus forte peut être appliquée par rapport à la force verticale. Cependant, la force verticale peut entraîner l'extrusion des molaires. Par conséquent il ne doit pas être utilisé dans les cas d'angle élevé, mais seulement de manière sélective dans les cas d'angle faible(65).

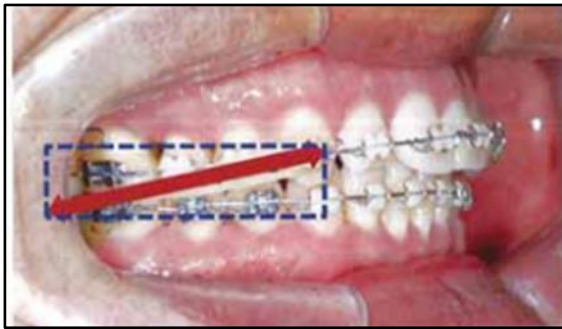
Complications possibles lors de l'utilisation d'élastiques longs :

1-Extrusion molaire :les molaires inférieures peuvent être extrudées lorsque les élastiques de classe 2 sont utilisés et les molaires supérieures peuvent être extrudées lorsque les élastiques de classe 3 sont utilisés

2-Mouvement d'ouverture mandibulaire : il se produit plus fréquemment, surtout lorsque la valeur de CF est faible et qu'il existe un schéma de croissance vertical.

3-Modification excessif du plan d'occlusion.

4-Articulation temporo mandibulaire surchargée.



Molaire Inférieure	Extrusion + basculement en mésial
Molaire supérieure	Extrusion + mouvement distal

Figure 85 : Les élastiques longs (63).

11.2.2. Élastiques courts

Ces élastiques sont utilisées depuis la zone antérieure jusqu'aux premières ou deuxième prémolaires de l'arcade opposée.

En raison des composantes vectorielles de la force, une force verticale plus forte (par rapport à la force horizontale) est appliquée. Cette force verticale entraîne l'extrusion des prémolaires, ce qui aplatit la courbe de spee(64).

Lorsque des élastiques de classe 2 sont utilisés, l'activation du tip back du MEAW inférieur peut entraîner le redressement et l'intrusion des molaires, ainsi qu'une protraction facile de la dentition inférieure. En revanche, lorsque des arcs continus sont utilisés, les effets de redressement et d'extrusion des molaires sont faibles, donc dans les cas d'angle élevé des élastiques courts doivent être utilisés.

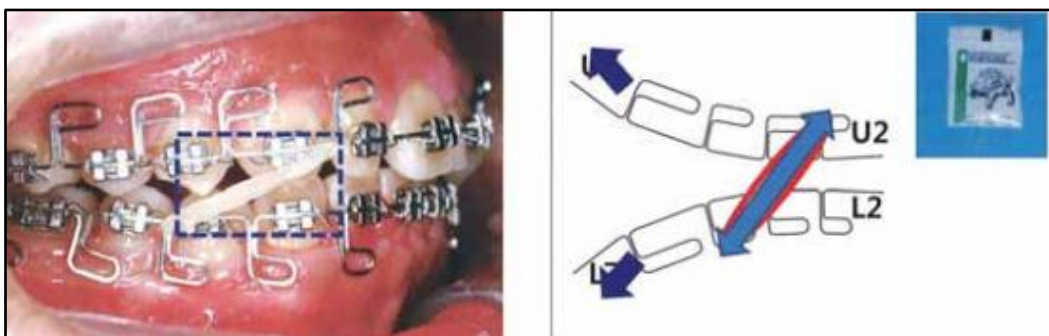


Figure 86 : Élastiques courtes (62).



Figure 87 : Les élastiques longs à prescrire (62).

11.2.3. Élastiques inter maxillaire

Ces élastiques sont utilisés entre les arcades dentaires opposées pour améliorer les relations antéro-postérieure, transversales et verticales(64).

11.2.4. Élastiques intra maxillaire

Ces élastiques sont utilisés dans la même arcade dentaire, par exemple les élastiques de classe I pour fermer un espace grâce à un mécanisme coulissant (64).

11.2.5. Élastiques en boîte

Ces élastiques de forme rectangulaire sont utilisés pour l'extrusion des dents. 1/4 6 oz est l'outil principal de ces élastiques. Ceci est utilisé pour améliorer l'inter digitation dans les étapes finales du traitement(40).

11.2.6. Élastiques triangulaires

Les élastiques triangulaires, notamment ceux de taille ¼ 6oz, sont conçus spécifiquement pour l'extrusion dentaire. Leur forme triangulaire favorise une extrusion plus efficace des dents, surtout au niveau du sommet, ce qui aide à corriger la courbe de spee de manière plus efficace



Figure 88 : Élastiques triangulaire (62).

11.2.7. Les objectifs

11.2.7.1. Élastiques de classe I

Ces élastiques sont utilisés dans une arcade dentaire spécifique, par exemple, lors de la fermeture d'espace d'extraction. Ils sont placés au niveau des canines jusqu'aux premières molaires (1/4 6 oz) ou secondes molaires (5/16 6 oz)(63).



Figure 89 : Élastiques de classe 1.

11.2.7.2. Élastiques verticaux antérieure

Ces élastiques sont utilisés dans les cas open bite ou béances. Pour faire l'extrusion des incisifs et d'améliorer le plan occlusal, les élastiques doivent être placés entre les premières boucles du MEAW supérieure et inférieure. Les élastiques utilisés sont connus sous le nom de 3/16 6oz(66).

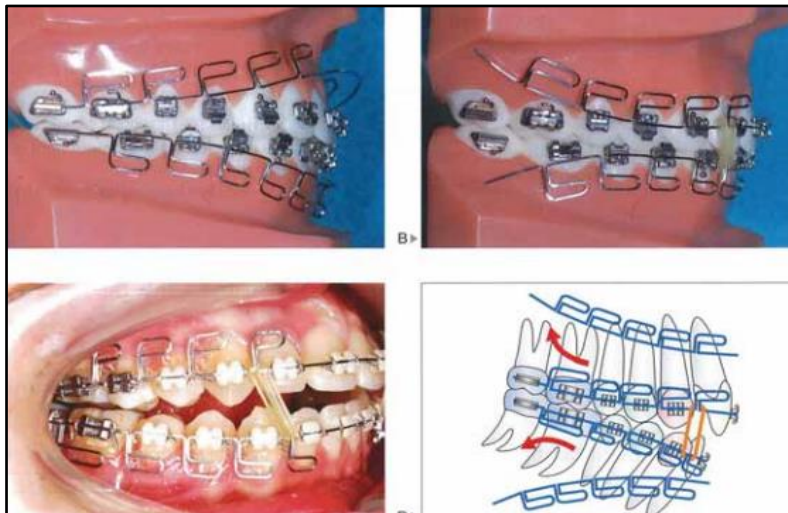


Figure 90 : Élastiques verticaux antérieure (64).

11.2.8. Élastiques de classe II

Ces élastiques utilisés de manière unilatérale ou bilatérale depuis la zone antérieure de l'arcade supérieure jusqu'à la zone postérieure de l'arcade inférieure. Il est utilisé pour améliorer la relation de classe 2 et diminuer le surplomb. Les élastiques de classe 2 peuvent déclencher une force verticale et transversale ainsi qu'une force antéropostérieure(67).



Figure 91 : Élastiques de classe 2.

11.2.9. Élastiques de classe III

Sont utilisés de manière unilatérale ou bilatérale, s'étendant de la zone antérieure de l'arcade inférieure à la zone postérieure de l'arcade supérieure(65).

Ils visent à corriger la malocclusion de classe III, allonger les molaires supérieures et augmenter le surplomb des incisives. Ces élastiques peuvent générer des forces verticales, transversales et antéropostérieure.

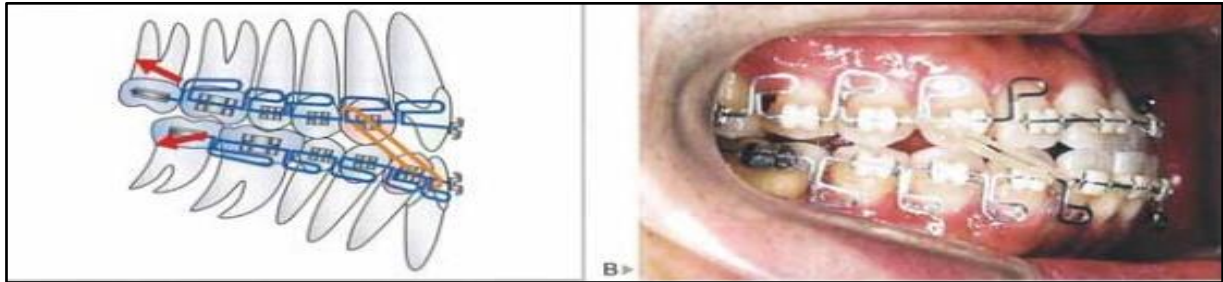


Figure 92 : Élastiques de classe 3.

11.2.10. Élastiques croisé

Ces élastiques sont utilisés en cas de morsure croisé .étant donné que ces élastiques peuvent provoquer une inclinaison bucco-linguale indésirable des dents individuelle et aggraver une malocclusion, il convient d'être extrêmement prudent lors de leur utilisation(40).

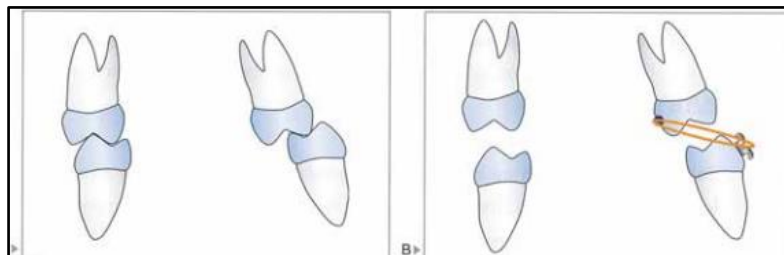


Figure 93 : Élastiques croisés.

11.3. Types d'élastiques

- 3/16 6oz : les élastiques courts ou verticaux antérieures sont les principaux outils élastiques utilisés dans la plupart des cas.
- 1/4 6oz : sont utilisés dans le cas d'occlusion serré.
- 5/16 6OZ : sont utilisé lors de l'application de longs élastiques de la zone des incisives supérieures ou inférieures à la zone des molaires .les dents opposées peuvent extruder, il est

donc important d'être très prudent lors de l'utilisation de ces élastiques.



Figure 94 : Types d'élastiques.

11.4. Modalités d'utilisation des élastiques

Les élastiques doivent être appliqués dans la direction qui peut améliorer la relation canine de classe I(68). Toutes les lignes médianes doivent également être appariées. Il n'est pas souhaitable de suspendre les «élastiques diagonale de la ligne médiane (figure : 89), par contre il est préférable des élastiques courts de classe II ou de classe III après avoir soigneusement examiné le modèle squelettique. En particulier, dans les zones ou les relations canine sont établies, des élastiques plus courts doivent être utilisés.

L'application des élastiques visent à corriger la relation antéro postérieure et la relation canine, Une fois la relation canine est établie, les élastiques sont alors employés pour ajuster la relation verticale .dans le cas d'une open bite, un AVE est recommandé, tandis que pour une deep bite l'utilisation d'élastiques triangulaires au niveau des prémolaires est préconisée pour induire l'extrusion des molaires(63).

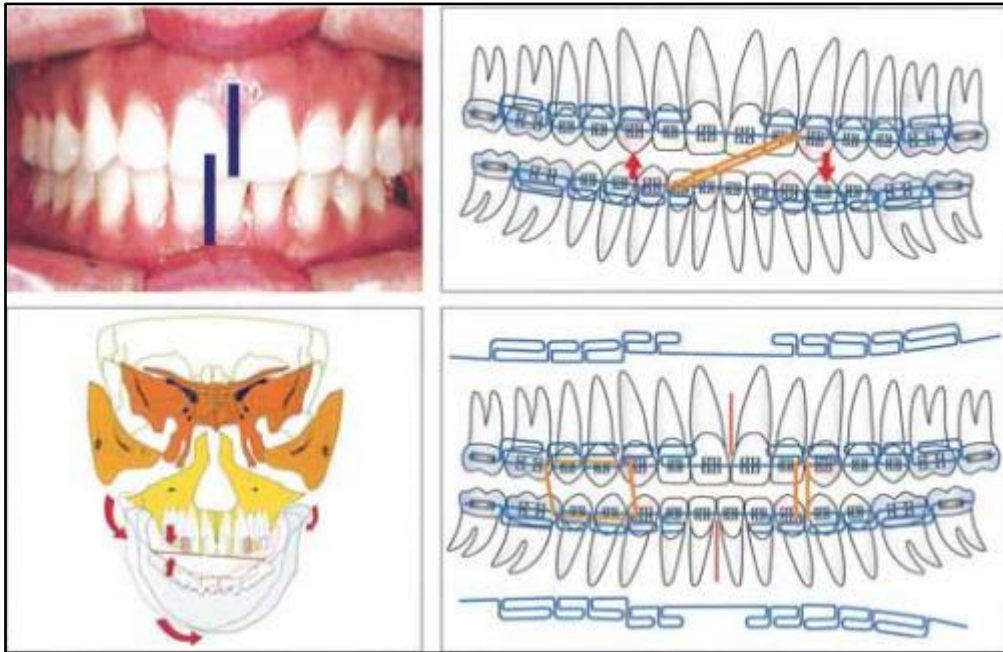


Figure 95 : Modalités d'utilisation des élastiques.

11.5. Précautions

Les élastiques doivent être portés toute la journée, sauf pendant les repas et le brossage des dents. Le brossage des dents après les repas est la principale responsabilité du patient. Pour éliminer les particules alimentaires coincées dans les attaches sur les faces vestibulaires des dents, l'utilisation d'un hydropulseur est recommandée.

Environ 6 heures après la pose des MEAW et des élastiques, toute la dentition commence à bouger, et le patient commence à ressentir une sensibilité autour des dents. L'intensité augmente pendant environ 18 heures, puis s'estompe. Si les élastiques sont portés toute la journée comme indiqué, la sensibilité ne se reproduit pas. Cependant, si les élastiques sont portés par intermittence, la sensibilité persiste. Par conséquent, il est important d'expliquer l'action des MEAW et leur relation avec les élastiques. Il est également préférable d'informer les patients sur le lien entre cette sensibilité et le résultat global du traitement. Il est important de noter ici que le confort des patients et le succès du traitement sont proportionnels à leur niveau de coopération(40).

11.6. Éléments à vérifier lors de la phase de finition

Vérifier si les élastiques ont été portés ou non. Si les élastiques ont été utilisés avec la technique MEAW, il est nécessaire d'informer les patients que le traitement restant prendra environ 6 mois supplémentaires.

L'hygiène bucco-dentaire doit être vérifiée.

Vérifier les contacts prématurés. Dans la technique MEAW, comme l'ensemble de la dentition (et pas seulement les dents individuelles) est déplacé en une seule fois, il existe un risque important de contact prématuré entre les dents et les appareils orthodontiques. Par conséquent, la mobilité dentaire doit toujours être vérifiée dans les phases finales du traitement. Si une mobilité est

détectée, une équilibration occlusale doit être réalisée ou les dents affectées doivent être ligaturées en huit(68).

12. Les avantages et les limites de la technique MEAW :

➤ Les avantages de la technique

Le MEAW se distingue par ses capacités uniques en orthodontie, offrant un éventail d'avantages considérables par rapport aux approches orthodontiques classiques(67) :

- ✓ Traitement des problèmes orthodontiques complexes.
- ✓ Succès dans le traitement des patients dysfonctionnels (traitement efficace pour les problèmes de sommeil et de respiration).
- ✓ Traitement non invasif : Pas de chirurgie orthognathique ni d'extraction de prémolaires.
- ✓ Traitement orthodontique ne nécessitant que quelques mois de suivi et offrant une stabilité à vie.
- ✓ Traitement précoce innovant, avec un impact important sur la croissance squelettique.
- ✓ Traitement orthodontique évitant les forces extra-orales et les appareils amovibles.
- ✓ Amélioration des problèmes de posture et des symptômes du système nerveux autonome.
- ✓ Réduction du LDR (Low Dose Radiography): Minimisation de l'exposition aux rayons X:
- ✓ Amélioration globale de la qualité de vie des patients.

➤ Les limites de la technique(65)

Effet limité sur le squelette : En comparant la méthode MEAW à la technique straight wire, on observe des facteurs limitants. Seuls des changements squelettiques mineurs ont été constatés, la région dento-alvéolaire étant celle qui subit le plus de modifications suite au traitement. Cela souligne le fait que la technique MEAW est avant tout une méthode de traitement compensatoire car elle n'a pas d'impact significatif sur la structure squelettique.

Risque de résorption radiculaire: Bien que l'appareil MEAW lui-même ne représente pas un facteur de risque, son utilisation combinée à des élastiques pendant une période prolongée augmente le risque de résorption radiculaire. Si la durée d'application dépasse 6 mois, l'incidence des résorptions radiculaires est la plus importante.

Coopération élevée du patient nécessaire: Un besoin fondamental de coopération élevée du patient est nécessaire pour une mise en œuvre précise de la technique MEAW et pour éviter les effets secondaires indésirables.

Difficulté de confection des boucles.

13. Evolution récente du MEAW :

L'établissement d'une occlusion physiologique et fonctionnelle optimale exige une approche méticuleuse qui intègre les principes d'adaptation et de compensation, un diagnostic précis basé sur le concept de malocclusion, un plan de traitement détaillé et une exécution rigoureuse des étapes nécessaires. Cela comprend l'atteinte d'une position mandibulaire adéquate, d'une dimension verticale occlusale correcte, d'une inclinaison appropriée du plan occlusal, d'un espacement interdentaire précis et d'une gestion efficace du stress occlusal (63).

Traditionnellement, l'appareil Multiloop Edgewise Arch Wire (MEAW) a été utilisé pour établir une occlusion fonctionnelle. Cependant, l'introduction récente du système GUMMETAL Edgewise Arch Wire (GEAW), qui utilise un fil orthodontique fabriqué à partir d'un alliage de titane innovant appelé GUMMETAL, offre une alternative prometteuse (68).



Figure 96 : Le fil Gummetal.

Le fil GUMMETAL, développé par Rocky Mountain Morita Corporation en juin 2010, présente des propriétés uniques qui le distinguent du fil MEAW conventionnel. Sa combinaison de superélasticité et de superplasticité à température ambiante permet une déformation importante sans écrouissage, ce qui se traduit par une flexibilité exceptionnelle et une adaptabilité accrue(69).

Des études cliniques ont démontré que le système GEAW est capable d'atteindre des résultats de traitement comparables à ceux obtenus avec le système MEAW, tout en éliminant le besoin de boucles horizontales. Cette avancée simplifie la procédure et améliore le confort du patient (68).

L'utilisation du système GEAW, basé sur les mêmes principes orthodontiques que le système MEAW, a permis d'obtenir une occlusion fonctionnelle dans de nombreux cas cliniques. Cependant, il est important de souligner que ni le système MEAW ni le système GEAW ne garantissent à eux seuls des résultats optimaux. L'efficacité de ces approches dépend d'un diagnostic précis, d'un plan de traitement individualisé et d'une manipulation adéquate des fils par l'orthodontiste.

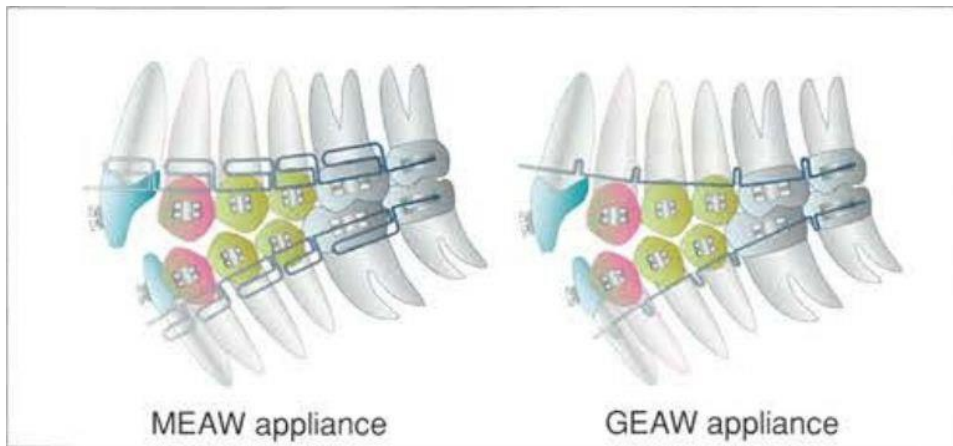


Figure 97 : Dessin schématiques des appareils MEAW et GEAW (68).

13.1. Propriétés uniques du GUMMETAL

L'alliage de titane GUMMETAL se distingue par ses caractéristiques remarquables :

- Combinaison inédite d'un module élastique très faible et d'une résistance élevée: Ces propriétés, généralement considérées comme incompatibles, permettent au GUMMETAL d'exercer une force constante et contrôlée sur les dents tout en conservant une grande flexibilité (68).

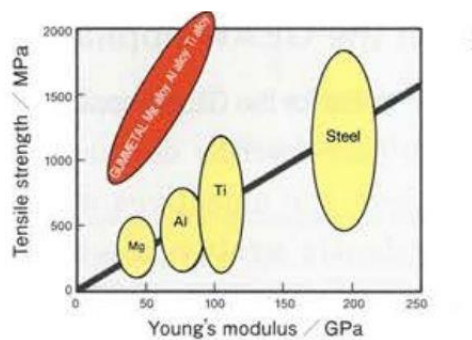


Figure 98 : propriétés physique de fil Gummetal (68).

Superélasticité exceptionnelle: Le GUMMETAL peut subir une déformation élastique dépassant 23%, sans rupture ni déformation permanente. Cette propriété lui confère une adaptabilité remarquable aux structures buccales complexes.

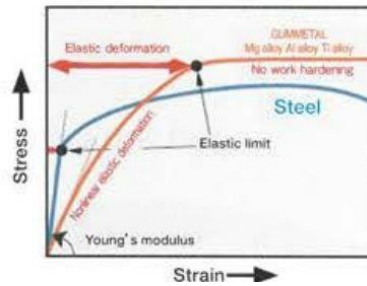


Figure 99 : Propriétés physique du fil Gummetal (68).

- Superplasticité: Le GUMMETAL peut être écroui à froid jusqu'à 99,9% ou plus sans écrouissage, ce qui facilite sa manipulation et son ajustement précis.

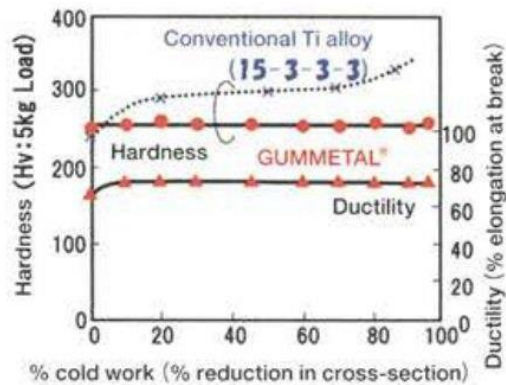


Figure 100 : Propriétés physique du fil Guemmetal

On conclut que le système GUMMETAL Edgewise Arch Wire, avec ses fils en alliage de titane GUMMETAL innovants, offre une alternative prometteuse au système MEAW traditionnel pour l'établissement d'une occlusion physiologique et fonctionnelle. Les propriétés uniques du GUMMETAL, notamment sa superélasticité et sa superplasticité, permettent une flexibilité accrue, une adaptabilité supérieure et un confort accru pour le patient, tout en garantissant une efficacité de traitement comparable. Lorsqu'il est utilisé conjointement avec un diagnostic précis et un plan de traitement individualisé, le système GEAW représente un outil précieux dans l'arsenal de l'orthodontiste pour créer des sourires sains et fonctionnels (63).

13.2. Instruments utilisés :

Pince GEAW(70) et pliage des formes de base pour l'appareil GEAW, est une pince formant boucle spécialement conçue pour le fil GUMMETAL pour atteindre les objectifs du Système GEAW



Figure 101 : Pince GEAW.

Les deux côtés de chaque bec de la pince sont parfaitement arrondis en demi-cercle de 13 mm de diamètre (rayon 0,65 mm.) pour permettre le pliage d'une boucle de chaque côté. Le bec a une configuration de pyramide à quatre marches. La marche supérieure ou première marche mesure 2,5 mm en largeur et en hauteur. Une boucle verticale formée à l'aide de cette étape est appelée Short Form (63).

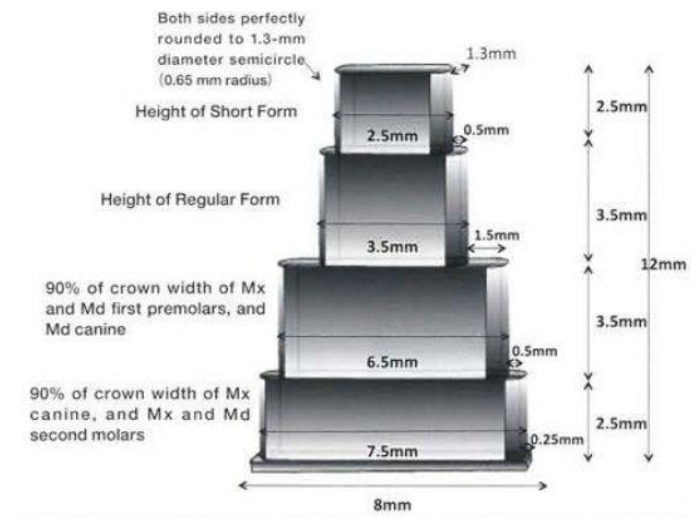


Figure 102 : Diagramme schématique montrant les caractéristiques de la pince GEAW(68).

La deuxième marche mesure 3,5 mm de large et 3,5 mm de haut. Une boucle verticale formée lors de la deuxième étape est appelée forme régulière. Une boucle verticale formée à l'aide des première et deuxième étapes est appelée forme combinée. Deux types de formulaires combinés, progressifs et réducteurs, peuvent être réalisés. La troisième marche mesure 3,5 mm de hauteur et 6,5 mm de largeur, soit environ 90 % de la largeur moyenne des premières prémolaires maxillaires et mandibulaires et de la canine mandibulaire. De même, la quatrième marche mesure 2,5 mm de haut et 7,5 mm de large, soit environ 90 % de la largeur moyenne de la canine maxillaire et des secondes molaires maxillaires et mandibulaires. La largeur de la base du bec est de 8 mm.

Les quatre marches sont centrées sur la base, rendant les étagères égales en largeur de part et d'autre du bec : 0,5 mm pour la première marche. 15 mm pour la deuxième marche, 0,5 mm pour la

troisième marche et 0,25 mm pour la quatrième marche. Ainsi, la pince peut également être utilisée comme règle pour approximer la largeur de la couronne (63).

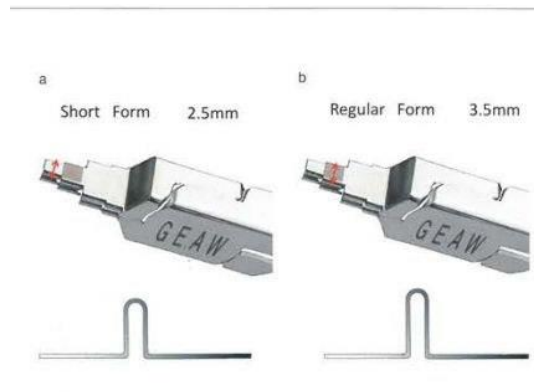


Figure 103 : Configuration du formulaire court et du formulaire régulier (68).

- a : Une boucle verticale pliée sur la première marche est appelée forme courte (2,5 mm).
- b : Une boucle verticale courbée sur la deuxième marche est appelée forme régulière (3,5 mm)

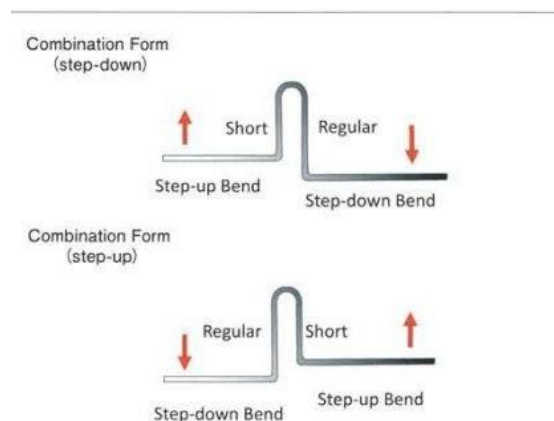


Figure 104 : Configuration du formulaire de combinaison

Une boucle verticale pliée avec une combinaison de la première étape (forme courte de 2,5 mm) et de la deuxième étape (forme régulière de 3,5 mm) est appelée forme combinée

Les fils GUMMETAL préformés aux formes d'arcade maxillaire et mandibulaire sont les principaux arcs utilisés pour l'appareil GEAW. Les appareils GEAW maxillaires et mandibulaires sont fabriqués en pliant une combinaison de forme courte, de forme régulière et de forme combinée en arcs préformés.

Des coudes étagés conçus pour extruder les prémolaires maxillaires et mandibulaires sont incorporés dans l'arc dès le début du traitement. L'appareil GEAW est essentiellement un arc idéal utilisé au stade final du traitement sur chant avec des courbures de premier ordre, des courbures de pointe pour les molaires et des courbures de troisième ordre pour le contrôle du couple. Les appareils GEAW maxillaires et mandibulaires terminés (69).

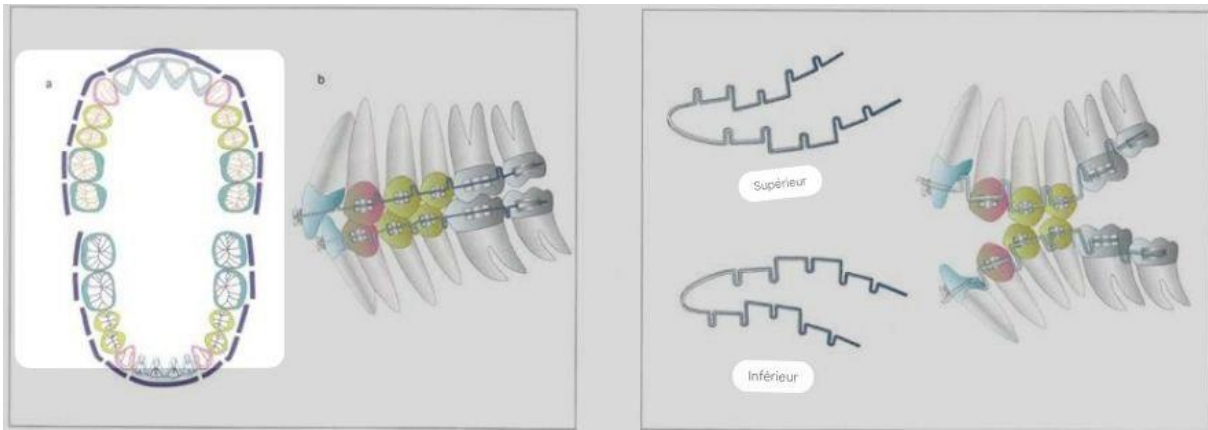


Figure 105. Illustration schématique des arcs idéaux pour le système GEAW (68).

Chapitre 3 : Cas clinique

1. Le traitement du classe III

L'arc multiboucle edgewise est une technique orthodontique qui peut être efficace pour corriger la malocclusion de Classe III sans chirurgie. Dans cet article(71), le Dr Paulo Beltrão présente un cas clinique de traitement non chirurgical de la malocclusion de Classe III avec le MEAW.

1.1. Les objectifs du traitement

Pour traiter efficacement la malocclusion de classe III, il est important de corriger l'égression des molaires et l'aplatissement du plan occlusal postérieur supérieur causés par l'encombrement postérieur. Cela implique deux étapes clés :

- L'élimination de l'encombrement postérieur : L'encombrement postérieur est généralement résolu par l'extraction des troisièmes molaires ou des deuxièmes molaires. Avant de décider d'extraire les deuxièmes molaires supérieures, il est essentiel d'évaluer radiographiquement les troisièmes molaires pour vérifier leur taille, leur forme, ainsi que leur position et leur l'inclinaison appropriées pour l'éruption correcte et le remplacement des deuxièmes molaires extraites.
- La reconstruction du plan occlusal : la malocclusion de classe III nécessite un plan occlusal plus incliné pour une adaptation mandibulaire vers l'arrière. Les courbures tip back du MEAW permet le redressement des prémolaires et des molaires ainsi que l'intrusion des molaires. Les mécaniques de traitement correctes utilisées sont des activations progressives des courbures tip back de 3° à 5° sur les dents postérieures, accompagnées d'élastiques de classe III courts (3/16 de pouce, 6 oz) sur les dents antérieures.

1.2. Les étapes du traitement :

1. L'alignement
2. L'élimination de l'interférence occlusale
3. Etablissement de la position mandibulaire
4. Reconstruction du plan occlusal
5. Obtention d'une occlusion physiologique

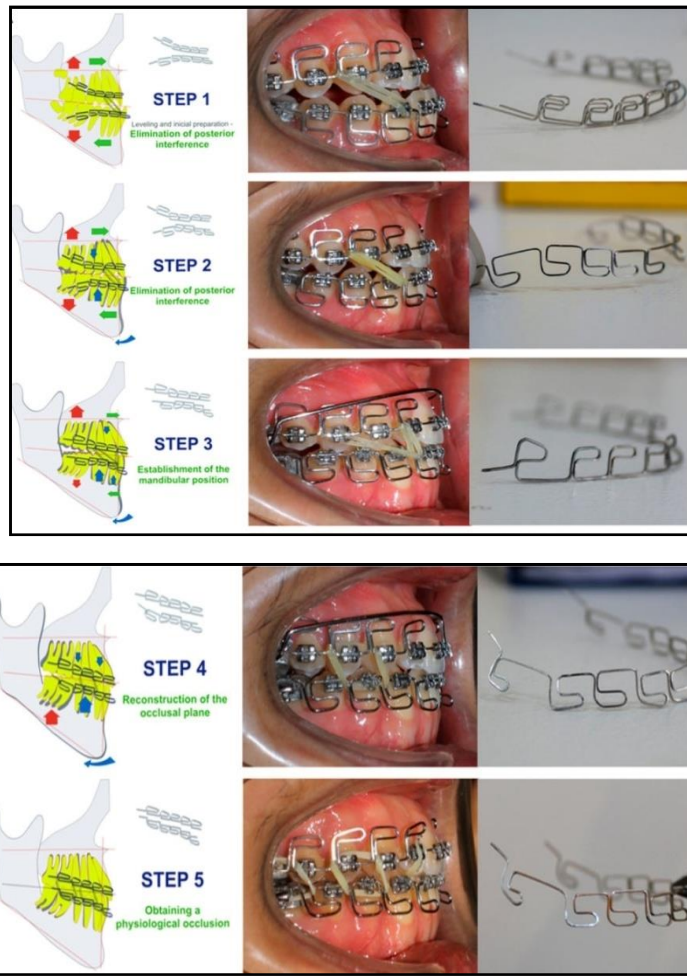


Figure 106 : Les étapes du traitement du classe III par technique Meaw (67)

2. Examen clinique

Patient de sexe féminin âgée de 13 ans et 3 mois, présentant une classe III squelettique et une classe III dentaire sur un schéma facial normodivergent, et un prognathisme mandibulaire.

L'examen exobuccal révéler :

- Une augmentation de l'étage inférieur
- Profil concave
- Prochélilie inférieur
- Progénie
- La mandibule paraît longue
- Une rotation mandibulaire postérieure



Figure 107 : Photographie de profil (67).



Figure 108 : Photographie de face (67).

2.1. L'examen Endobuccal :

- Un surplomb (0 mm)
- Un plan occlusal plat dans la zone des molaires supérieures produisant une interférence dans la zone postérieure.
- Rapport molaire et canine de classe III.
- Diastème entre canine et incisive latéral.



Figure 109 : Photographie endo buccal (67).

2.2. Examen radiologique :

- La branche montante est courte et étroite.
- Condyle grêle orienté vers l'arrière.
- Le corps mandibulaire est trop long.
- Angle goniale ouverte.
- ANB diminué.
- FMA augmenté.
- SNB augmenté.



Figure 110 : TLR de profil (67).

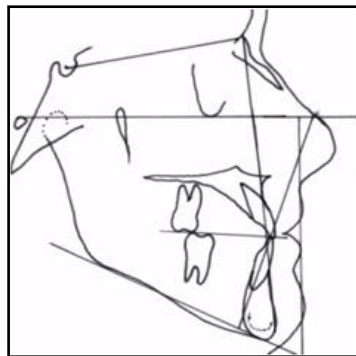


Figure 111 : Analyse céphalométriques (67).

3. Le protocole de traitement

Le traitement a débuté lorsque la patiente avait 13 ans et 3 mois et sa durée a été de 18 mois. Le type d'appareil utilisé était une multi-attache Edgewise 0,022x0,028, avec un slot de 0°, un couple de 0°, une angulation de 0° et des arcs MEAWs. L'appareil a été retiré en janvier 2013.

Le but du traitement pour cette patiente présentant une malocclusion de classe III était de reconstruire un plan occlusal afin d'obtenir un repositionnement adaptatif postérieur de la mandibule, de corriger l'encombrement et d'améliorer l'occlusion en redressant et en alignant la dentition.

1-Extraction des troisièmes molaires : Cette étape est nécessaire pour créer de l'espace dans les arcades dentaires et permettre l'alignement des dents.

2-Nivellement : Des fils en acier fins (0,016 pouce) sont utilisés pour aligner les dents et niveler le plan d'occlusion.

3-Élimination des interférences occlusales : Des arcs multiboucles edgewise (MEAW) (0,017x0,025) sont mis en place pour corriger l'alignement et l'inclinaison des dents. Un tip back progressive de 3° à 5° est appliqué au niveau des prémolaires vers les molaires, en utilisant des élastiques de classe III courts (3/16 pouce, 6 oz) des deux côtés.

4-Établissement de la position mandibulaire: Cette étape vise à repositionner la mandibule vers l'arrière pour un meilleur alignement des dents. À la fin de cette phase, l'occlusion molaire est de classe I.

5-Reconstruction du plan occlusal et obtention d'une occlusion physiologique le plan occlusal est incliné. Une occlusion stable est obtenue après 18 mois de traitement.

6-Contention : Une plaque Hawley maxillaire est portée la nuit pendant 6 mois pour maintenir le résultat, un fil lingual collé est mis en place entre les dents 33 et 43 pour assurer une stabilisation supplémentaire.





Figure 112 : photographie durant le traitement (67).

	Range	Beginning	End of treatment	End of retention
FMIA	67°± 3	71	77	75
FMA	25°± 3	27	28	28
IMPA	88°± 3	82	75	77
SNA	82°± 2	85	86	86
SNB	80°± 2	85	84	84
ANB	2°± 2	0	2	2
Ao-Bo	2mm	-2mm	3mm	3mm
OP	10°-14°	6	5	5
Z	75°±5	91	88	88
PFH	45mm	45	46	46
AFH	65mm	62	64	66
INDEX	0,69	0,73	0,72	0,70

Figure 113 : Analyse céphalométrique de Tweed (67).

	Beginning		End of treatment		End of retention	
ODI	MP/AB 60	60	60	60	60	60
	FH/PP 0		0		0	
APDI	HF/FP 95	93	94	87	92	87
	FP/AB -02		-05		-05	
	HF/PP 0		-2		0	
CF	ODI+APDI	153	147	147		

Figure 114 :Analyse céphalométrique de Kim (67).

Le traitement a permis d'améliorer le profil de la patiente, son occlusion et son sourire. Les examens intra-oraux confirment une relation molaire de classe I et des surplombs corrects. L'analyse mandibulaire révèle un léger décalage postérieur de la mandibule.



Figure 115 : Photographie de face et de profil après le traitement (67).



Figure 116 : Photographie endobuccal après le traitement (67).

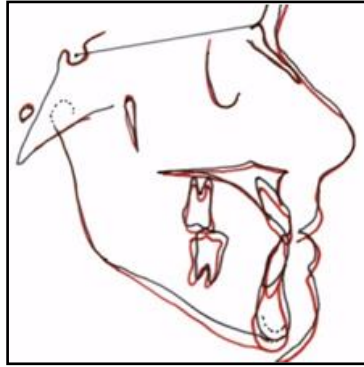


Figure 117 : Superposition avant et après le traitement (67).



Figure 118 :TLR de profil après le traitement (67).

4. **Traitement de classe II :**

Pour réussir le traitement, il est essentiel d'adopter une approche thérapeutique axée sur le contrôle du plan occlusal et de la dimension verticale.

Les objectifs de ce traitement sont les suivants :

- Augmentation de la dimension verticale
- Reconstruction et aplatissement du plan occlusal postérieur supérieur
- Correction des différences de forme entre les arcades dentaires
- Avancement mandibulaire pour obtenir une position physiologique
- Correction d'une morsure profonde
- Obtenir une occlusion correcte et améliorer le profil

Les étapes de traitement :

- 1) Alignement et nivellement
- 2) Correction des interférences occlusales
- 3) Atteindre une position mandibulaire physiologique
- 4) Reconstruire le plan occlusal
- 5) Atteindre une occlusion physiologique.

5. **Cas clinique :**

Un Patient de sexe masculin, âgé de 14 ans et 10 mois. L'examen clinique et radiologique a montré la présence d'une classe II squelettique avec une classe dentaire II division 1 sur un type facial hypodivergent (FMA 17°), un oberbite de (8 mm), overjet (5 mm), le plan occlusal postérieur est incliné, produisant des interférences en zone postérieure (62).

Un support occlusal insuffisant en zone postérieure avec une occlusion croisée du côté droit une fracture de la couronne de la 11, une divergence postérieure et un encombrement en zone maxillaire antérieure.



Figure 119 : Photographie extra orale (62).



Figure 121 : Photographies intra orale (62).



Figure 120 : Téléradiographie de profil (62).



Figure 122 : Panoramique dentaire (62).

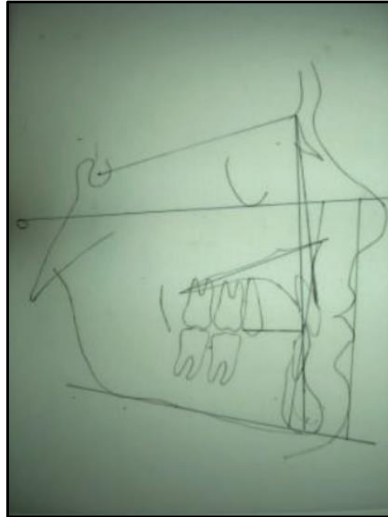


Figure 123 : Analyse céphalométrique (62).

6. Le protocole de Traitement :

Le patient a commencé le traitement à l'âge de 14 ans et 10 mois et le traitement a duré 24 mois. Le type d'appareil était une fente multi-supports sur chant de 0,022 x 0,028, un torque de 0°, une angulation de 0° et des arcs MEAW ainsi que des élastiques courts de classe II.

Les objectifs du traitement pour ce patient étaient : l'augmentation de la dimension verticale, l'élimination des interférences postérieures, la reconstruction du plan occlusal postérieur (aplatir), la coordination entre les deux arcades, la réalisation d'une adaptation antérieure de la mandibule et remodelage condylien secondairement induit. Le patient et ses parents ont refusé l'extraction des 38 et 48 pour éliminer le décalage mandibulaire postérieur et ont été informés des conséquences d'un tel refus.

6.1. Les étapes des traitements :

- Nivellement (alignement), début avec des arcs en acier inoxydable de 0,016".
- Élimination des interférences occlusales : des arcs MEAW de 0,017 x 0,025 ont été insérés dans les deux arcades, grâce à l'utilisation de petits élastiques de classe II bilatéralement.
- obtention d'une position mandibulaire fonctionnelle : des plicatures step down (prémolaires) dans l'arcade supérieure et des plicatures step up (prémolaires) dans l'arcade inférieure ont été réalisées ; (pour appliquer des élastiques de classe II (3/16 inch, 6 ounces) . Lorsque cette phase est terminée, la relation molaire est de classe I.
- Reconstruire le plan occlusal postérieur (aplanir le plan occlusal postérieur) et établir une occlusion physiologique.

La période de rétention a été réalisée avec une plaque de Hawley maxillaire pour une utilisation nocturne (12 mois) - et un fil lingual collé de 33 à 43.

Les résultats post-traitement démontrent une amélioration du sourire, du profil et de l'équilibre du visage.

Les photos intra-orales montrent une relation normale de classe I, un overbite et un overjet corrects.

L'analyse céphalométrique montre une réduction de l'angle ANB de 4° , une avancée mandibulaire (le point B a avancé de 3°), une réduction AO-BO de 3 mm et un

Meilleur profil. L'APDI a augmenté de 7° (de 66° à 73°), montrant une amélioration de la malocclusion squelettique de classe II (Figures, Tableaux..).



Figure 124 : Photographies durant le traitement (62).



Figure 125 : Photographies exobuccale post-post traitement (62).



Figure 126 : Photographie endobuccale post-traitement (62).

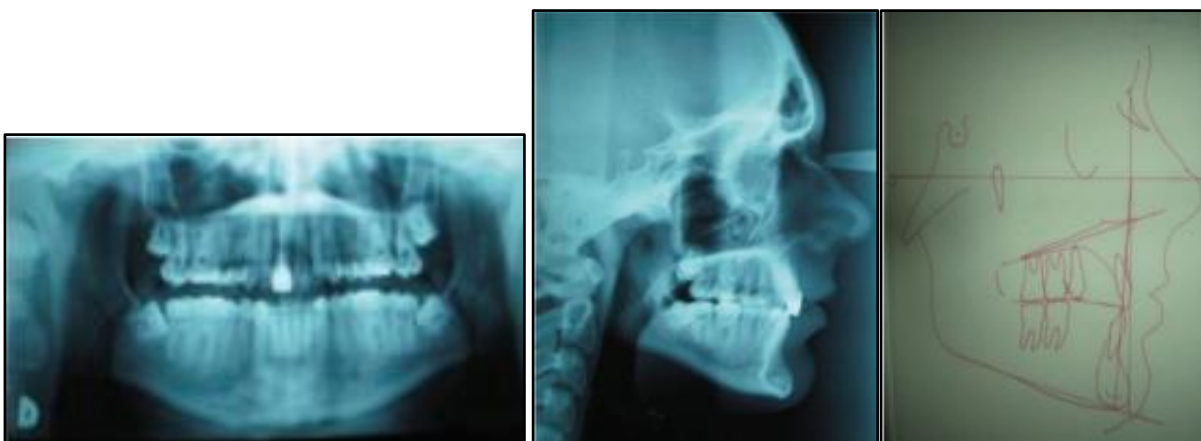


Figure 127 : Enregistrements post-traitement (62).

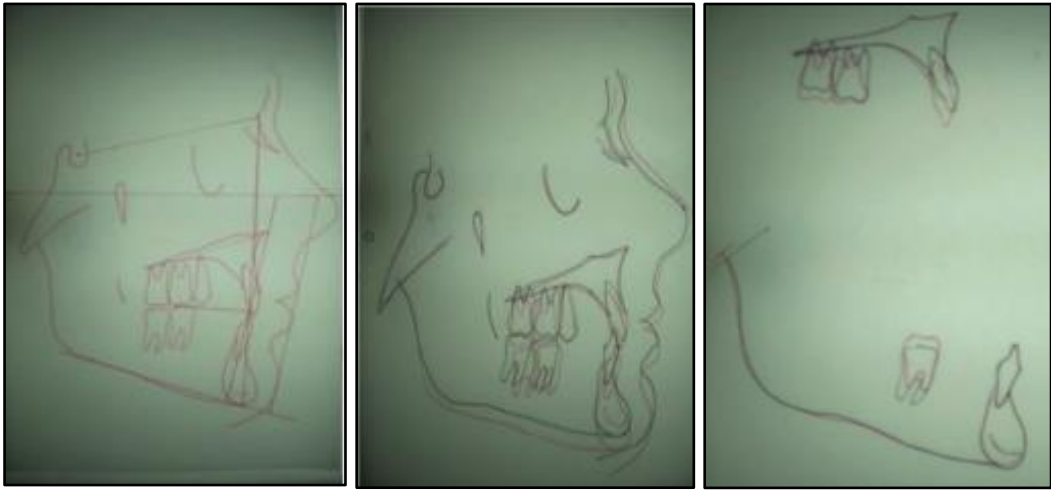


Figure 128 : Superpositions entre pré et post traitement (62).



Figure 129 : Photographies exobuccale post rétention (62).



Figure 130 : Photographies endo buccale post rétention (62).

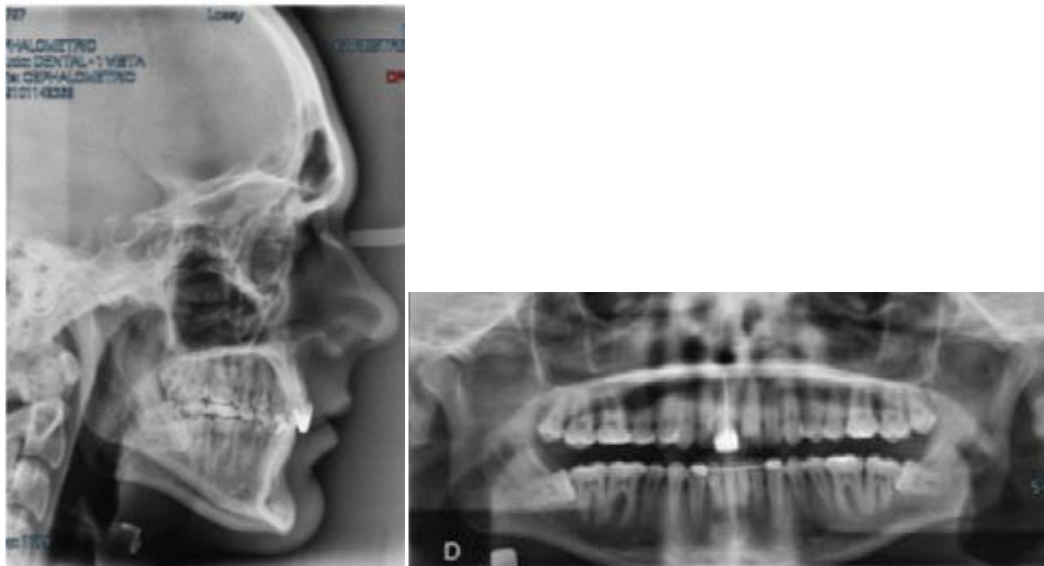


Figure 131 : Enregistrements post-rétention (62).



Figure 132 : Superposition post-rétention (62).



Figure 133 : Photographies exo-buccale 3 ans après le traitement (62).



Figure 134 : Photographie endo buccal 3 ans après le traitement (62).

	Pretreatment		Posttreatment		End of retention		
ODI	MP/AB	83	69	77	63	76	62
	FH/PP	-14		-14		-14	
APDI	HF/FP	90	66	91	73	91	74
	FP/AB	-10		-4		-3	
	HF/PP	-14		-14		-14	
CF	ODI + APDI		135	136	136	136	

Figure 135 : Analyse céphalométrique de Kim (62)

	Range	Pretreatment	Posttreatment	End of retention
FMIA	$67 \pm 3^\circ$	73	73	72
FMA	$25 \pm 3^\circ$	17	17	17
IMPA	$88 \pm 3^\circ$	90	90	91
SNA	$82 \pm 2^\circ$	78	78	78
SNB	$80 \pm 2^\circ$	73	77	76
ANB	$2 \pm 2^\circ$	05	01	02
AO-BO	2 mm	4 mm	1 mm	1 mm
OP	$10-14^\circ$	7	5	5
Z	$75 \pm 5^\circ$	83	80	81
PFH	45 mm	45	47	48
AFH	65 mm	66	70	72
INDEX	0.69	0.68	0.67	0.67

Figure 136 : Analyse céphalométrique de Tweed (62).

Conclusion générale

La technique MEAW présente des avantages thérapeutiques significatifs et agit comme une modalité de traitement compensatoire pour plusieurs types de malocclusions. L'approche MEAW possède un certain nombre de caractéristiques mécaniques qui facilitent le traitement de différentes malocclusions. Elle permet de contrôler chaque dent individuellement grâce à l'utilisation de forces douces et constantes. Des cas difficiles comme les situations de béance incisive ou les malocclusions squelettiques de classe III de sévérité faible à modérée peuvent être traités efficacement avec cette méthode.

Le point le plus important dans le traitement orthodontique est la compréhension exacte de la malocclusion, ainsi que le diagnostic et le plan de traitement. On ne peut traiter une malocclusion sans comprendre ses problèmes spécifiques et la stratégie de traitement. La majorité des orthodontistes reconnaissent la valeur de la technique MEAW, mais il est important de noter que celle-ci ne produit un résultat significatif que lorsqu'un diagnostic précis et un plan de traitement approprié sont établis. Cependant, le traitement MEAW n'a qu'un faible impact sur les schémas squelettiques de base.

Bibliographie

1. Bassigny F, Canal P. Manuel d'orthopédie dento-faciale. Masson; 1991. (Manuels d'odontostomatologie).
2. Netter FH. Atlas Of Human Anatomy, Sixth Edition. Elsevier Health Sciences; 2017. (Netter Basic Science).
3. Bousseksou D. La croissance de la mandibule.
4. Masson E. Croissance craniofaciale [Internet]. [cité 20 mai 2024]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/186464/croissance-craniofaciale>
5. DEVELOPMENT OF THE MANDIBLE - Focus Dentistry [Internet]. [cité 20 mai 2024]. Disponible sur: <https://thefuturedentistry.com/development-of-the-mandible/>
6. Théories de croissance - Cecsmo [Internet]. [cité 20 mai 2024]. Disponible sur: <https://www.cecsmo.com/cours/1-croissance/theories-de-croissance>
7. Atlas of Human Anatomy (Netter Basic Science): 8600007152881: Medicine & Health Science Books @ Amazon.com [Internet]. [cité 19 mai 2024]. Disponible sur: <https://www.amazon.com/Atlas-Human-Anatomy-Netter-Science/dp/0323393225>
8. Essentials of Facial Growth - Donald H. Enlow, Mark G. Hans | 9781604618525 | Amazon.com.au | Books [Internet]. [cité 20 mai 2024]. Disponible sur: <https://www.amazon.com.au/Essentials-Facial-Growth-Donald-Enlow/dp/1604618523>
9. Monique R, Ilinca C, Stephani GJ. [Cervical vertebrae: Mandibular growth dynamism indicators?]. Orthod Francaise [Internet]. mars 2012 [cité 3 juin 2024];83(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22455650/>
10. Poignonec S, Lamas G, Goudot P, Soudant J. [The temporomandibular joint: anatomy, physiology, clinical review]. Ann Radiol (Paris) [Internet]. 1990 [cité 28 mai 2024];33(7-8). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2095689/>
11. Piette E. Anatomy of the human temporomandibular joint. An updated comprehensive review. Acta Stomatol Belg [Internet]. juin 1993 [cité 28 mai 2024];90(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8237635/>
12. X A, J M, J C, Ja C, M L, I S, et al. Anatomy of the temporomandibular joint. Semin Ultrasound CT MR [Internet]. juin 2007 [cité 28 mai 2024];28(3). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17571700/>
13. Taguchi N, Nakata S, Oka T. Three-dimensional observation of the temporomandibular joint disk in the rhesus monkey. J Oral Surg Am Dent Assoc 1965 [Internet]. janv 1980 [cité 28 mai 2024];38(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6765973/>
14. Pierre B. [Temporo-mandibular joints and orthognathic surgery]. Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale [Internet]. sept 2016 [cité 3 juin 2024];117(4). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27481674/>
15. Anaca S, Monica S. Functional anatomy of the temporo-mandibular joint (II). Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi [Internet]. déc 2012 [cité 3 juin 2024];116(4). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23700914/>

16. Ashley K G, Peter J D, Albert F, Michael D S. Head and neck fascia and compartments: no space for spaces. *Head Neck* [Internet]. juill 2014 [cité 3 juin 2024];36(7). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23913739/>
17. Jennifer C, Michael D H, Michael M, Veerasthrasathpurush A, Michael R M. Interceptive Dentofacial Orthopedics (Growth Modification). *Oral Maxillofac Surg Clin N Am* [Internet]. févr 2020 [cité 3 juin 2024];32(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31699583/>
18. Rea G, Melina B. Orthodontics, Malocclusion [Internet]. 2024 [cité 3 juin 2024]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37276298/>
19. Fatma Deniz U, Belma Isik A, Mufide D. Dentoskeletal morphology in adults with Class I, Class II Division 1, or Class II Division 2 malocclusion with increased overbite. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* [Internet]. août 2019 [cité 3 juin 2024];156(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31375235/>
20. Caterina M, Arlette O, Armelle ME, Jean-Daniel O, Estelle C. [What is a malocclusion?]. *Orthod Francaise* [Internet]. 6 janv 2020 [cité 3 juin 2024];91(1-2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33146134/>
21. Anna K, Michal S, Beata K, Joanna AS. Objectification of Orthodontic Treatment Needs: Does the Classification of Malocclusions or a History of Orthodontic Treatment Matter? *Adv Clin Exp Med Off Organ Wroclaw Med Univ* [Internet]. déc 2016 [cité 4 juin 2024];25(6). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28028986/>
22. Arthur L, Sarah GC. [Does gender make a difference in orthodontics? A literature review]. *Orthod Francaise* [Internet]. juin 2018 [cité 4 juin 2024];89(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30040615/>
23. William P, Hw F, Lj M. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* [Internet]. 1998 [cité 4 juin 2024];13(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9743642/>
24. Dong-Soon C, Umberto G, Seong-Gon K. Current status of the surgery-first approach (part I): concepts and orthodontic protocols. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* [Internet]. 3 juin 2019 [cité 4 juin 2024];41(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30906735/>
25. Moore R, Moyer B. Skeletal maturation and craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* [Internet]. juill 1990 [cité 8 juin 2024];98(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2363404/>
26. Sara E, Jorge F, Ali F, Farnaz S, Vincenzo G, Abdolreza J. Treatment decision in adult patients with class III malocclusion: surgery versus orthodontics. *Prog Orthod* [Internet]. 8 févr 2018 [cité 4 juin 2024];19(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30069814/>
27. Hicham B, Mohamed Faouzi A, Claude G, Edith H, Redouane A, Fatima Z. Treatment of skeletal Class III malocclusions: orthognathic surgery or orthodontic camouflage? How to decide. *Int Orthod* [Internet]. juin 2011 [cité 4 juin 2024];9(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21511553/>
28. michl P, Bronis T, Juràsková Sedlatà E, Heinz P, Pink R, Šebek J, et al. Anterior open bite - diagnostics and therapy. *Acta Chir Plast* [Internet]. Winter 2021 [cité 4 juin 2024];63(4). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35042361/>

29. Swinnen K, Willems G, Fieuws S, Heidbuchel K, van Erum R, Verdonck A, et al. Skeletal and dento-alveolar stability after surgical-orthodontic treatment of anterior open bite: a retrospective study. *Eur J Orthod* [Internet]. oct 2001 [cité 4 juin 2024];23(5). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11668874/>
30. Solano-Hernández B, Scolozzi P. Combined orthodontic and orthognathic surgical treatment for the correction of skeletal anterior open-bite malocclusion: a systematic review on vertical stability. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* [Internet]. janv 2013 [cité 4 juin 2024];71(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22695022/>
31. Millett D, Cunningham S, O'Brien K, Benson P, de Oliveira C. Orthodontic treatment for deep bite and retroclined upper front teeth in children. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 10 févr 2017 [cité 4 juin 2024];10(10). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28968484/>
32. Benjamin J G, Analia VK. Extraction or non-extraction treatment for Class II division 2 malocclusion? *Evid Based Dent* [Internet]. oct 2018 [cité 4 juin 2024];19(3). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30361657/>
33. Bhateja N, Fida M, Shaikh A. Deep Bite Malocclusion: Exploration Of The Skeletal And Dental Factors. *J Ayub Med Coll Abbottabad JAMC* [Internet]. sept 2016 [cité 4 juin 2024];28(3). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28712211/>
34. Giampietro F, Lucia G, Guido G, Santo Andria S, Cinzia M. Orthodontic-surgical treatment: neuromuscular evaluation in open and deep skeletal bite patients. *Prog Orthod* [Internet]. 29 oct 2013 [cité 4 juin 2024];14. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24325989/>
35. Fleming P, Marinho V. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res* [Internet]. févr 2011 [cité 4 juin 2024];14(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21205164/>
36. Hideki I, Sangwook K, Takahiro S, Seong Sik K, Soo Byung P, Woo Sung S, et al. Effects of vertical positions of anterior teeth on smile esthetics in Japanese and korean orthodontists and orthodontic patients. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent AI* [Internet]. août 2013 [cité 4 juin 2024];25(4). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23910186/>
37. Koyano K. Inclination of the occlusal plane and occlusal guidance as contributing factors in mastication. *J Dent* [Internet]. nov 1998 [cité 5 juin 2024];26(8). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9793285/>
38. Li S hua, Huang Z shan, Xia-yi W. [Relationship between occlusal plane and masticatory path in youth with individual normal occlusion]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi Chin J Stomatol* [Internet]. juin 2010 [cité 5 juin 2024];45(6). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21163016/>
39. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Correlation between inclination of occlusal plane and masticatory movement. *J Dent* [Internet]. mars 1998 [cité 5 juin 2024];26(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9540306/>
40. Kim Young Ho. MEAW (Multi-Loop Edgewise Archwire) | PDF | Orthodontics | Health Sciences [Internet]. [cité 4 juin 2024]. Disponible sur: <https://fr.scribd.com/document/620698368/MEAW-Multi-loop-Edgewise-Archwire>

41. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Characteristics of masticatory movement in relation to inclination of occlusal plane. *J Oral Rehabil* [Internet]. sept 1997 [cité 5 juin 2024];24(9). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9357745/>
42. Yu Z, Sijie W, Luhan X, Jiaping S, Xiaoyan C. Implications of occlusal plane in diagnosis and treatment of malocclusion. *Zhejiang Xue Xue Bao Yi Xue Ban J Zhejiang Univ Med Sci* [Internet]. 25 avr 2023 [cité 5 juin 2024];52(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37283109/>
43. Jin-le L, Chung K, Min W. Changes of occlusal plane inclination after orthodontic treatment in different dentoskeletal frames. *Prog Orthod* [Internet]. 25 juin 2014 [cité 5 juin 2024];15(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25033937/>
44. Darek P, Sercan A, William W, Wellington R. Relapse of orthodontically corrected deepbites in accordance with growth pattern. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* [Internet]. avr 2012 [cité 5 juin 2024];141(4). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22464530/>
45. Sadao Sato. Meaw Technique. pdfcoffee.com [Internet]. [cité 5 juin 2024]; Disponible sur: <https://pdfcoffee.com/meaw-technique-4-pdf-free.html>
46. Prof. Sadao Sato, DDS., PhD. - IDEA Hands-On Courses on Orthodontics [Internet]. [cité 8 juin 2024]. Disponible sur: <https://www.ideausa.net/faculty/sadao-sato/>
47. Eliana Midori T, Sadao S. Longitudinal alteration of the occlusal plane and development of different dentoskeletal frames during growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* [Internet]. nov 2008 [cité 28 mai 2024];134(5). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18984389/>
48. Moss M, Salentijn L. The compensatory role of the condylar cartilage in mandibular growth: theoretical and clinical implications. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl Gesamte* [Internet]. janv 1971 [cité 5 juin 2024];56(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5276867/>
49. Traitement des anomalies squelettiques : modification de la position mandibulaire par le contrôle du plan d'occlusion à l'aide de déplacements dentaires individualisés. *L'Orthodontie Française*.
50. Petrovic A, Stutzmann J, Oudet C. [Control processes in postnatal growth of mandibular condyle cartilage]. *Rev Ibero-Am Ortod Publicacion Of Asoc Ibero-Am Ortod* [Internet]. avr 1986 [cité 5 juin 2024];6(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3273738/>
51. Han U, Young Ho K. Determination of Class II and Class III skeletal patterns: receiver operating characteristic (ROC) analysis on various cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod* [Internet]. mai 1998 [cité 5 juin 2024];113(5). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9598612/>
52. Tabancis M, Ratzmann A, Doberschütz P. Multiloop edgewise archwire technique and denture frame analysis: a systematic review. *Head Face Med* [Internet]. 26 nov 2020 [cité 18 juin 2024];16(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33243257/>
53. Armelle Manière- E, Casazza Estelle, Orthlibeb J D. Traitement des anomalies squelettiques : modification de la position mandibulaire par le contrôle du plan d'occlusion à l'aide de déplacements dentaires individualisés. Un entretien avec Sadao SATO. *Orthodontie*

- Francaise [Internet]. mars 2022 [cité 19 juin 2024]; Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/369071938_Traitement_des_anomalies_squelettiques_modification_de_la_position_mandibulaire_par_le_controle_du_plan_d'occlusion_a_l'aide_de_d_eplacements_dentaires_individualises_Un_entretien_avec_Sadao_SATO
54. Ortega O, Young H, Kim C. Cephalometric Analytic Procedure. [cité 16 mai 2024]; Disponible sur: https://www.academia.edu/36043263/Young_H_Kim_Cephalometric_Analytic_Procedure
 55. Kim Y. A comparative cephalometric study of Class II, Division 1 nonextraction and extraction cases. *Angle Orthod*. 1 mai 1979;49:77-84.
 56. Paola Janett CP, Luis AG, Gastavo Adolfo WK. Efficiency of ODI and APDI of Kim's cephalometric analysis in a Latin American population with skeletal open bite. *Dent Press J Orthod* [Internet]. 8 janv 2019 [cité 5 juin 2024];24(3). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31390449/>
 57. Farheen F, Mubassar F, Attiya S. Reliability of overbite depth indicator (ODI) and anteroposterior dysplasia indicator (APDI) in the assessment of different vertical and sagittal dental malocclusions: a receiver operating characteristic (ROC) analysis. *Dent Press J Orthod* [Internet]. oct 2016 [cité 5 juin 2024];21(5). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27901232/>
 58. Young Ho K. Overbite depth indicator with particular reference to anterior open-bite. *Am J Orthod* [Internet]. juin 1974 [cité 5 juin 2024];65(6). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4524490/>
 59. Young Ho K, Vietas J. Anteroposterior dysplasia indicator: an adjunct to cephalometric differential diagnosis. *Am J Orthod* [Internet]. juin 1978 [cité 5 juin 2024];73(6). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/276266/>
 60. Silva R, Young H, Kim C. Cephalometric Analytic Procedure.
 61. Sadao S, Suzuki Y. Relationship between the development of skeletal mesio-occlusion and posterior tooth-to-denture base discrepancy--its significance in the orthodontic reconstruction of skeletal Class III malocclusion. *Nihon Kyosei Shika Gakkai Zasshi J Jpn Orthod Soc* [Internet]. déc 1988 [cité 6 juin 2024];47(4). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3270675/>
 62. Sadao S. Case report: developmental characterization of skeletal Class III malocclusion. *Angle Orthod* [Internet]. 1994 [cité 6 juin 2024];64(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8010518/>
 63. SADA O SATO, SUSUMU AKIMOTO, ATSUSHI MATSUMOTO, AKIYUSHI SHIRASU, JUNZO YOSHIDA. Meaw Sato Book | PDF [Internet]. [cité 16 mai 2024]. Disponible sur: <https://www.scribd.com/document/576859623/Meaw-Sato-Book>
 64. Kim J. MEAW Multi-loop Edgewise Archwire – Dental Books [Internet]. 2019 [cité 16 mai 2024]. Disponible sur: <https://dental.downloadmedicalbook.com/15343/meaw-multi-loop-edgewise-archwire.html>
 65. Recardo J Orzeco. Manual Ortodoncia MEAW GEAW | PDF | Articulación | Ortodoncia [Internet]. [cité 10 juin 2024]. Disponible sur: <https://es.scribd.com/document/630236832/Manual-Ortodoncia-MEAW-GEAW>

66. Yilmaz H, Alakus E, Erdem B, Kucukkeles N. Effect of piezocision on molar intrusion in open-bite treatment using a modified MEAW technique. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopadie Organofficial J Dtsch Ges Kieferorthopadie* [Internet]. mai 2021 [cité 11 juin 2024];82(3). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33237371/>
67. Wang D, Yan Y, Wang C, Qian Y. [Three-dimensional finite element analysis of the biomechanical effects of multiloop edgewise archwire (MEAW)]. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi J Biomed Eng Shengwu Yixue Gongchengxue Zazhi* [Internet]. févr 2005 [cité 11 juin 2024];22(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15762123/>
68. Mohamed F, Reza M F, Fatemeh E. Treatment for Severe Class II Open Bite Using a Bonded Hyrax Expander, IZC Mini-Implants, and MEAW Technique in an Adolescent Patient. *Case Rep Dent* [Internet]. 25 sept 2023 [cité 11 juin 2024];2023. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37789900/>
69. Sadao Sato, Akiyochi Shirasu. Geaw | PDF [Internet]. [cité 19 juin 2024]. Disponible sur: <https://www.scribd.com/document/521486372/geaw>
70. Shirasu A, Sato S. Orthodontic Treatment of Malocclusion (Using the GEAW System). *Res Inst Occlusion Mediane Kanagawa Dent Univ.*
71. Paulo Beltrão. (Non-Surgical Treatment of Class III with Multiloop Edgewise Arch-Wire (MEAW) Therapy. *ResearchGate* [Internet]. [cité 11 juin 2024]; Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/274071376_Non-Surgical_Treatment_of_Class_III_with_Multiloop_Edgewise_Arch-Wire_MEAW_Therapy_Paulo_Beltrao_-_French_Board_of_Orthodontics