

SAD

الجمعية الجزائرية لتقويم الاسنان
Société Algérienne d'Orthodontie

AJO Algerian journal of Orthodontics

Volume 01
Décembre 2025

Numéro

01

Comité éditorial de l'Algerian Journal of Orthodontics (AJO)

Société Algérienne d'Orthodontie 2025



Rédacteur en chef et Directeur de la publication

Dr Réda ALIM

Orthodontiste, universitaire
faculté de Médecine dentaire d'Alger
Président de la Société Algérienne
d'Orthodontie (SAO)

Comité de rédaction

Pr Nadira BENKHERFALLAH

Orthodontiste universitaire - Alger

Pr Nadir KACI

Orthodontiste universitaire - Tizi Ouzou

Pr Asma KHEROUA

Orthodontiste universitaire - Blida

Dr Ilies TIBAOU

Orthodontiste Libéral - Alger

Dr Wassim BOUZID

Orthodontiste Libéral - Constantine

Dr Mohammed HAMMIDECHE

Orthodontiste Libéral - Oran

Secrétaires de rédaction

Managing Editors

Dr Rafika HARMIM

Orthodontiste Libérale - Alger

Dr Rabah ZOBIRI

Orthodontiste Libéral - Alger

Responsables de la communication

Dr Seif El Islam GUENDOUI

Orthodontiste public - Annaba

Dr Samira BOUTERAA

Orthodontiste Libérale - Tlemcen

Dr Ouafi BOUAFIA

Orthodontiste public - Tizi Ouzou

Dr Afef ABADA

Orthodontiste Libérale - Ouargla

Dr Ilhame ZEMIECHE

Orthodontiste Libérale - Alger

Comité Scientifique

Pr Merzak GHARNAOUT

Pneumo-Phtisiologue et Allergologue universitaire - Recteur
de l'Université des Sciences de la Santé d'Alger

Pr Rachid LATAFI

Pathologiste universitaire - Vice Recteur de l'université des sciences
de la santé d'Alger

Pr Safia LARABA

Orthodontiste universitaire - Faculté de Médecine dentaire d'Alger

Pr Fatma SI AHMED

Orthodontiste universitaire - Faculté de Médecine dentaire d'Alger

Pr Djillali HADJOUS

Paléoanthropologue universitaire - Université Alger 2

Pr Kheireddine OUENNOUGH

ORL universitaire - Faculté de Médecine de Blida

Pr Yamina KOURAD

Orthodontiste universitaire - Faculté de Médecine dentaire d'Alger

Pr Amel BELKHIRI

Orthodontiste universitaire - Faculté de Médecine dentaire d'Alger

Pr Olivier SOREL

Orthodontiste universitaire - Faculté de Rennes France

Pr Patricia VERGARA

Orthodontiste universitaire Faculté de Carthagène - Colombie

Pr Leila ADNANE AMARA

Chimiste universitaire faculté Chimie USTHB - Alger

Pr Ilham BEN YELLES BENMANSOUR

Endodontiste - Oc Universitaire Faculté de Médecine de Tlemcen

Dr Narimen DJERBI

Orthodontiste Libérale - Tunisie

Dr Ayoub CHAOUATI

Orthodontiste praticien associé - Faculté de Montpellier - France

Dr Sofiane GHERSALLAH

Chirurgien maxillo facial libéral - France

Dr Nadji BENAZALA

Prosthodontiste Universitaire - faculté de Médecine dentaire d'Alger

Dr Ilham SADOUKI

Parodontiste libérale - Alger

Dr Jean Marc STEVE

Chirurgien maxillo Facial libéral - France

Dr Juan C Perez VARELLA

Orthodontiste libéral - Espagne

Dr Soufyane BENSAIDI

Parodontiste universitaire faculté de Médecine de Tlemcen

Dr Sara OULOUNIS

Orthodontiste universitaire - Faculté de Médecine dentaire d'Alger

Dr Mimi DRARENI

Orthodontiste universitaire - Faculté de Médecine dentaire d'Alger

Dr Nassila ALIM

Pédiatre libérale spécialiste en Neuro développement - Alger

Dr Tarik Aridj

Orthodontiste Libérale - Alger

Dr Rafik BENNAI

Orthodontiste universitaire - Faculté de Médecine de Blida

Dr Aida OUSSALAH

Pathologiste universitaire - Faculté de Médecine dentaire d'Alger

AJO

Algerian journal of
Orthodontics



Sommaire

01

Préface Réda ALIM , Rédacteur en chef de l'AJO
Preface Reda ALIM , Editor-in-Chief of the AJO

03

Étude comparative des effets orthopédiques et orthodontiques des bielles fixes, versus élastiques inter-maxillaires de classe II
Comparative study of the orthopedic and orthodontic effects of fixed appliance, versus class II inter-maxillary elastics
Asma KHEROUA ,Sara OULOUNIS ,Soraya TABBI ,Rafik BENNAI ,Souad MEDDAH.

19

Les mini-implants en alliage de titane, à visée orthodontique : résistance mécanique en torsion et limites de réutilisation
Titanium alloy orthodontic mini-implants : torsional strength and reuse limits
Nadir KACI , Nasser BENREKAA.

31

Le rôle du chirurgien maxillo-facial dans la prise en charge des déficits transversaux maxillaires et mandibulaires : approche technique et indications
The role of the maxillofacial surgeon in the management of maxillary and mandibular
Sofiane GHERSALLAH.

43

Traitement du sourire gingival à l'aide de minivis et de système autoligaturant passif
Treating a gummy smile with miniscrews and passive self-ligation
Wassim BOUZID.

53

Association entre les protéines salivaires et l'expression clinique de l'hypominéralisation molaire-incisive : revue de la littérature.
Linking Salivary Proteins to the Clinical Expression of MIH: A Mini-Review
Ilham BEN YELLES BENMANSOUR ,Warda MEZIANE ,Lamia TEMMOUCHE,Zoheir SALIM METREF , Fouad OUDGHIRI.

63

Gestion d'une résorption radiculaire sévère lors du retraitement d'une canine incluse par technique sectionnelle : à propos d'un cas
Managing severe root resorption during the re-treatment of an impacted canine using a sectional technique : a case report.
Abderrezak MEDKOUR , Asma ABDELHADI.



THE FUTURE OF ORTHODONTICS IS CLEAR.

CLEARMOTION

ALIGNERS

www.clearmotionaligners.com



Dr. Réda ALIM
RÉDACTEUR EN CHEF

PRÉFACE

Lancement après lancement, projet après projet, une conviction n'a jamais quitté notre communauté : l'orthodontie en Algérie mérite un espace scientifique qui reflète son dynamisme, ses talents et ses ambitions. C'est dans cet esprit que naît l'Algerian Journal of Orthodontics (AJO).

Cette revue est le fruit d'un engagement collectif : offrir à nos cliniciens, chercheurs et enseignants un lieu où partager leurs travaux, confronter leurs idées et faire progresser notre discipline. Elle se veut un pont entre l'expérience clinique du terrain et

les standards méthodologiques internationaux, un outil pour valoriser les compétences nationales et encourager l'émergence d'une véritable culture de recherche.

Le numéro inaugural illustre la diversité des réflexions qui traversent aujourd'hui notre discipline : avancées thérapeutiques, innovations biomécaniques, approches interdisciplinaires, apports de la biologie et analyses cliniques de situations complexes. Cette pluralité témoigne de la vitalité de la recherche orthodontique et de la richesse des questionnements portés par notre communauté.

À travers ces contributions, l'AJO affirme sa volonté de promouvoir une production scientifique solide, utile tant pour le praticien que pour le chercheur. La revue adopte un cadre éditorial rigoureux, une évaluation par les pairs transparente et des standards conformes aux recommandations internationales. En permettant un accès libre à ses contenus, elle encourage le partage du savoir au sein de l'ensemble de la communauté orthodontique.

Nous souhaitons renforcer la confiance des jeunes praticiens, stimuler l'esprit critique, encourager l'innovation et ouvrir notre discipline aux collaborations régionales et internationales. Chaque numéro sera une invitation à réfléchir, à apprendre et à progresser – ensemble.

Puisse cette revue devenir non seulement un support scientifique, mais aussi un symbole de cohésion et de rayonnement pour l'orthodontie algérienne. Par cet effort collectif, contribuons à bâtir un avenir où le savoir se construit et se partage, accompagnant la progression constante de nos pratiques vers l'excellence.

je vous souhaite une bonne lecture !

PREFACE

Issue after issue, project after project, one conviction has never left our community: orthodontics in Algeria deserves a scientific platform that reflects its dynamism, its talent, and its ambitions. It is in this spirit that the Algerian Journal of Orthodontics (AJO) is born.

This journal is the result of a collective commitment: to offer clinicians, researchers, and educators a place to share their work, confront ideas, and advance our discipline. It aims to serve as a bridge between clinical experience and international methodological standards, a tool to highlight national expertise and encourage the emergence of a genuine research culture.

The inaugural issue illustrates the diversity of reflections that shape our discipline today: therapeutic advances, biomechanical innovations, interdisciplinary approaches, biological insights, and clinical analyses of complex situations. This plurality reflects the vitality of orthodontic research and the richness of the questions emerging from our community.

Through these contributions, the AJO affirms its intention to promote solid scientific production that is useful to both practitioners and researchers. The journal adopts a rigorous editorial framework, a transparent peer-review process, and standards consistent with international recommendations. By offering open access to its contents, it encourages the sharing of knowledge across the entire orthodontic community.

We seek to strengthen the confidence of young practitioners, stimulate critical thinking, encourage innovation, and open our discipline to regional and international collaborations. Each issue will be an invitation to reflect, to learn, and to progress — together.

May this journal become not only a scientific resource, but also a symbol of cohesion and visibility for Algerian orthodontics. Through this collective effort, let us help build a future in which knowledge is developed and shared, supporting the continuous advancement of our practices toward excellence.

I wish you an enjoyable reading!



Étude comparative des effets orthopédiques et orthodontiques des bielles fixes, versus élastiques inter-maxillaires de classe II

Comparative study of the orthopedic and orthodontic effects of fixed appliance, versus class II inter-maxillary elastics

KHEROUA Asma ^{*1}, OULOUNIS Sara ², TABBI Soraya ¹, BENNAI Rafik ¹, MEDDAH Souad ¹.

¹ Service d'Orthopédie dento-Faciale du Centre hospitalo-universitaire de Blida

² Service d'Orthopédie dento-Faciale du Centre hospitalo-universitaire de Beni Messous.

*Auteur correspondant: Kheroua Asma. kherouaasma@gmail.com

Résumé:

Le but de ce travail est d'analyser et de comparer, à court terme, les effets squelettiques et dento-alvéolaires des bielles fixes « Forsus FFRD » versus les TIM de classe II.

Soixante-seize patients âgés de 10 à 14 ans, présentant une classe II squelettique, ont reçu un traitement fixe multiattache. Après une phase de nivellement, 38 patients (9 garçons et 29 filles) ont été traités à l'aide des bielles Forsus FFRD, et les 38 autres (7 garçons et 31 filles) avec des TIM de classe II.

Les deux dispositifs semblent avoir des effets relativement similaires sur le maxillaire supérieur et les structures dentaires. Cependant, le Forsus FFRD semblerait stimuler la croissance mandibulaire de manière statistiquement plus significative, avec un taux de croissance estimé à 6,13 % pour le FFRD contre 1,43 % pour les TIM ($p = 0,001$).

Une amélioration du profil a également été observée en comparaison avec les TIM de classe II.

Mots clés:

Classe II, Forsus FFRD, Tractions inter-maxillaires de classe II.

Abstract

The aim of this study is to analyze and compare the short-term skeletal and dentoalveolar effects of fixed Class II appliances "Forsus FFRD" versus Class II intermaxillary elastics (TIM).

Seventy-six patients aged between 10 and 14 years with skeletal Class II malocclusion received fixed multibracket treatment. After the leveling phase, 38 patients (9 boys and 29 girls) were treated using Forsus FFRD, and the other 38 (7 boys and 31 girls) with Class II TIM.

Both appliances seem to have relatively similar effects on the maxilla and the teeth. However, the Forsus FFRD appeared to stimulate mandibular growth significantly more, with an estimated mandibular growth rate of 6.13% for FFRD and 1.43% for TIM ($p=0.001$).

An improvement in facial profile was also observed compared to Class II TIM.

Keywords:

Class II, Forsus FFRD, Class II intermaxillary elastics.

Reçu le, 14/04/2025 ; Accepté le, 10/09/ 2025.

Introduction

Les thérapeutiques de la classe II squelettique sont aussi nombreuses que variées. Elles ont été l'objet de nombreux débats et ont donné lieu à une littérature extrêmement abondante.

De nombreuses techniques et appareils orthodontiques sont utilisés par les orthodontistes afin de traiter les malocclusions de classe II. Les appareils fonctionnels de classe II ont montré, au fil des années, leur grande efficacité dans le traitement de ces anomalies chez les patients en pleine croissance [1].

Les appareils fonctionnels amovibles sont très utilisés dans notre pays et leur efficacité n'est plus à démontrer. De même, les élastiques intermaxillaires se révèlent assez efficaces à long terme dans le traitement des classes II modérées, avec peu d'influence sur le profil.

Cependant, ces deux types de traitement dépendent fortement de la coopération du patient pour être efficaces. Or, la coopération en orthodontie est variable et difficile à prévoir. Une mauvaise coopération peut conduire à de mauvais résultats et à un allongement du temps de traitement.

Les appareils fonctionnels fixes représentent alors une bonne alternative, permettant d'optimiser les résultats thérapeutiques tout en s'affranchissant de la coopération du patient.

Le premier propulseur a été présenté pour la première fois en 1909 par Emil Herbst [2]. Aujourd'hui, on compte plus de cinquante propulseurs rigides. Les plus utilisés par les orthodontistes sont le Herbst [3,4], le MARA (« Mandibular Anterior Repositioning Appliance ») [5], le Forsus [6,7], ou encore le Jasper Jumper [8]...

Le Forsus FFRD utilisé dans notre étude est un système télescopique semi-rigide muni d'un ressort super-élastique en nickel-titane. Il s'étend des premières molaires maxillaires jusqu'au fil mandibulaire, distalement aux canines ou aux premières prémolaires [9].

Introduction

Skeletal Class II treatment approaches are numerous and diverse. They have been the subject of countless debates and have generated an extremely abundant body of literature.

Many orthodontic techniques and appliances are used by practitioners to treat Class II malocclusions. Over the years, Class II functional appliances have demonstrated great effectiveness in managing these anomalies in growing patients [1].

Removable functional appliances are widely used in our country, and their efficiency is well established. Similarly, intermaxillary elastics are also quite effective in treating moderate Class II cases over the long term, with minimal influence on facial profile. However, both treatment types depend heavily on patient compliance for success—compliance that is often variable and difficult to predict. Poor cooperation may lead to unsatisfactory results and prolonged treatment duration.

Fixed functional appliances therefore represent a good alternative, allowing clinicians to optimize treatment outcomes while minimizing dependence on patient cooperation.

The first functional propulsor was introduced in 1909 by Emil Herbst [2]. Today, more than fifty rigid propulsors exist, among which the most commonly used are the Herbst [3,4], the MARA (Mandibular Anterior Repositioning Appliance) [5], the Forsus [6,7], and the Jasper Jumper [8].

The Forsus FFRD used in our study is a semi-rigid telescopic system topped with a superelastic nickel-titanium spring extending from the maxillary first molars to the mandibular archwire distal to the canines or first premolars [9].

2. Matériels et Méthode

2.1. Type de l'étude :

Il s'agit d'une étude prospective (analytique et comparative) non randomisée, comparant les effets des bielles de propulsion fixes type « Forsus FFRD » à ceux obtenus avec des tractions intermaxillaires de classe II bien portées.

2.2. Objectif de l'étude :

L'objectif de notre étude est d'analyser et comparer à court terme, les effets squelettiques et dentaires des bielles fixes, versus TIM de classe II.

2.3. La population de l'étude

Enfants des deux sexes âgés de 10-14 ans, présentant une malocclusion de classe II squelettique moyenne, à modérée. (ANB qui varie entre 5° et 8°).

2.4. Déroulement de l'étude

Notre échantillon comporte 76 patients des deux sexes, âgés entre 10 et 14 ans. Le recrutement, le traitement ainsi que le suivi des malades ont été réalisés au niveau du service de médecine dentaire Zabana, Centre Hospitalo-Universitaire Frantz Fanon de Blida.

Notre étude a été menée de juin 2017 jusqu'en décembre 2020, soit 3 ans et 5 mois.

Tous les patients ont reçu un traitement fixe multiattache bimaxillaire. Durant cette phase de nivellement préliminaire, la coopération des malades a été évaluée sur la base de : la rigueur, l'hygiène bucco-dentaire, l'assiduité de la présence aux rendez-vous, l'attitude et la coopération en général du patient.

Les patients répondant à ces critères ont été placés dans le groupe « élastiques », afin de pouvoir vérifier l'efficacité réelle de ceux-ci.

Les patients dont la coopération a été jugée moindre durant la phase d'alignement préliminaire ont été donc placés dans le groupe « Bielles FFRD ».

Notre étude a donc concerné deux groupes, avec deux correcteurs de classe II différents : un groupe traité par des bielles de propulsion fixe « FFRD » : 38 patients (9 garçons et 29 filles), et un groupe traité par des tractions intermaxillaires de classe II (TIM) : 38 patients (7 garçons et 31 filles), durée de port : 06 mois.

Une première téléradiographie de profil a été prise avant le traitement multibague (T0) et une autre juste après la dépose du correcteur de classe II (T2). Les deux tracés céphalométriques ont été comparés en utilisant l'analyse céphalométrique de Pancherz [10].

2. Materials and Methods

2.1. Type of study

This is a prospective (analytical and comparative) non-randomized study comparing the effects of fixed Class II propulsion devices, specifically the "Forsus FFRD," with those obtained using well-worn Class II intermaxillary elastics (TIM).

2.2. Objective of the study

The aim of this study is to analyze and compare, in the short term, the skeletal and dental effects of fixed functional appliances versus Class II TIM.

2.3. Study population

- Children of both sexes, aged 10 to 14 years, presenting with mild to moderate skeletal Class II malocclusion (ANB ranging between 5° and 8°).

2.4. Study procedure

Our sample included 76 patients of both sexes, aged between 10 and 14 years. Recruitment, treatment, and follow-up were carried out at the Department of Dental Medicine, Zabana, Frantz Fanon University Hospital Center of Blida. The study was conducted from June 2017 to December 2020, over a period of 3 years and 5 months.

All patients received a fixed bimaxillary multibracket treatment. During the preliminary leveling phase, patient cooperation was assessed based on: discipline, oral hygiene, regular attendance at appointments, attitude, and overall cooperation.

Patients who met these criteria were assigned to the "elastics" group, in order to accurately assess their actual effectiveness.

patients whose cooperation was judged to be lower during the preliminary alignment phase were therefore assigned to the "Forsus FFRD" group.

Our study thus included two groups, each treated with a different Class II corrector: one group treated with fixed propulsion devices "FFRD" (38 patients: 9 boys and 29 girls), and another group treated with Class II intermaxillary elastics (TIM) (38 patients: 7 boys and 31 girls). The duration of appliance wear was six months.

A lateral cephalometric radiograph was taken before the multibracket treatment (T0) and another immediately after removal of the Class II corrector (T2). The two cephalometric tracings were compared using Pancherz's cephalometric analysis [10].

2.5. L'analyse statistique :

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS (version 20, IBM).

Une analyse préalable de la distribution des valeurs au sein de chaque groupe a été effectuée à l'aide d'un test de Kolmogorov-Smirnov.

Nous avons ensuite comparé les résultats des deux groupes en fin de traitement.

Le test t de Student a été utilisé pour comparer les mesures céphalométriques.

Le test du Chi-2 de Pearson a été utilisé pour comparer les variables qualitatives.

2.5. L'analyse statistique :

Statistical analyses were performed using SPSS software (version 20, IBM).

A preliminary analysis of value distribution within each group was carried out using the Kolmogorov-Smirnov test. The results of both groups at the end of treatment were then compared. Student's *t*-test was used to compare cephalometric measurements, and Pearson's Chi-square test was applied to compare qualitative variables.



Figure 1: Photographies exobuccales d'une patiente.
Exobuccal photographs of a patient



Figure 2: Photographies endobuccales d'une patiente.
Endobuccal photographs of a patient.

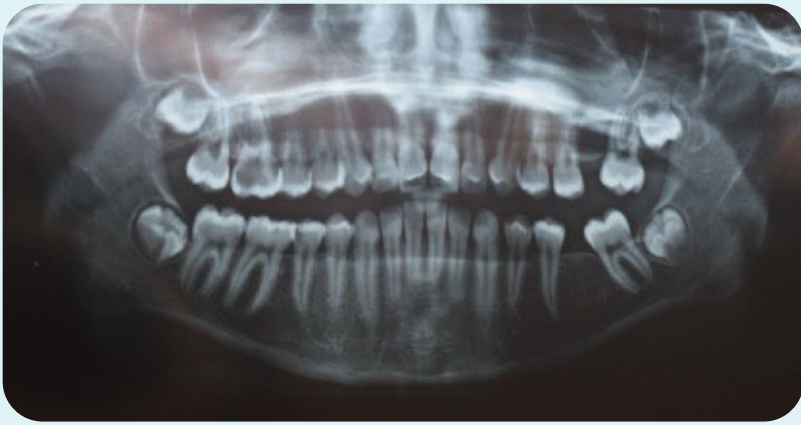


Figure 3 : Bilan radiographique avant traitement (T0)
Pre-treatment radiographic assessment (T0)



(A)



(B)

Figure 4 :
(A) Mise en place du FFRD
(A) Placement of the FFRD.
(B) Dépose du FFRD après 06 mois de port
(B) Removal of the FFRD after 6 months of wear.

3. Résultats

Les deux groupes (TIM et BLL) ont été comparés avant traitement, les tests statistiques pour groupes indépendants (test de SNEDECOR) ne montrent pas de différence significative entre les deux échantillons, nos deux groupes sont donc homogènes.

Après traitement, la comparaison entre les deux groupes, montre que Sur 18 mesures étudiées, 07 seulement ont révélé des différences significatives [SNA ($p=0.009$), SNB ($p=0.000$), ANB ($p=0.000$), Co.Pog ($p=0.045$), Olp.Pog ($p=0.001$) et FMA ($p=0.000$), amélioration du profil cutané ($p=0.000$)]. Ce sont essentiellement les mesures concernant les effets squelettiques.

Il y a une différence significative entre les deux traitements concernant la croissance mandibulaire, avec un taux de croissance mandibulaire estimé à 6.13% pour le FFRD et 1.43% pour les TIM. ($p=0.001$)

Nous avons retrouvé un effet restricteur sur le maxillaire supérieur avec les deux traitements selon la valeur OLP-ss ($p=0.224$).

Pour la composante verticale, l'angle FMA s'ouvre fortement dans le groupe TIM (+3.48°). Cette ouverture est beaucoup moins importante dans le groupe BLL, où l'angle FMA reste plus ou moins stable (+0.71°). Cette augmentation dans le groupe TIM affecte fortement le sens vertical faisant basculer le type de croissance mandibulaire de ce groupe, de « normodivergent » au début à « hyperdivergent » après traitement. FMA passe de 29.5° à 33°, ce qui n'est pas le cas avec le groupe bielles, où les patients gardent le même schéma de croissance mandibulaire à la fin du traitement, à savoir ; normodivergent. (FMA₂=28.60°).

En fin pour les effets dento-alvéolaire, il n'y a pas de différence significative, les deux traitements proclinent les incisives inférieures, rétroclinent les incisives supérieures et mésialent la molaire inférieure. La molaire supérieure semble plus ou moins stable pour les deux groupes.

3. Results

The two groups (TIM and FFRD) were compared before treatment. Statistical tests for independent samples (Snedecor's test) showed no significant difference between the two samples, confirming that both groups were homogeneous.

After treatment, the comparison between the two groups showed that, among the 18 measurements analyzed, only seven revealed significant differences [SNA ($p=0.009$), SNB ($p=0.000$), ANB ($p=0.000$), Co-Pog ($p=0.045$), Olp-Pog ($p=0.001$), FMA ($p=0.000$), and improvement of the soft tissue profile ($p=0.000$)]. These parameters mainly reflected skeletal effects.

There was a significant difference between the two treatments regarding mandibular growth, with an estimated mandibular growth rate of 6.13% for the FFRD group and 1.43% for the TIM group ($p=0.001$).

Regarding the vertical component, the FMA angle increased markedly in the TIM group (+3.48°). This opening was much less pronounced in the FFRD group, where the FMA angle remained relatively stable (+0.71°). The increase observed in the TIM group significantly affected the vertical dimension, shifting the mandibular growth pattern from "normodivergent" at the beginning to "hyperdivergent" after treatment. FMA changed from 29.5° to 33°, whereas in the FFRD group, patients maintained the same mandibular growth pattern at the end of treatment, remaining normodivergent (FMA₂ = 28.60°).

Finally, regarding dentoalveolar effects, no significant difference was found between the two groups. Both treatments caused proclination of the lower incisors, retroclination of the upper incisors, and mesial movement of the lower molars. The upper molar remained relatively stable in both groups.

Table1 : Comparaison des valeurs de l'analyse de Tweed dans le sens sagittal

Variables	Groupes	T0 (avant traitement)		T2 (après traitement)		Différence		P
		Moyenne Mean	±DS ±SD	Moyenne Mean	±DS ±SD	Moyenne Mean	±DS ±SD	
SNA (degrés)	BLL	80.97	1.71	79.94	2.25	-1.03	1.30	0.009*
	TIM	80.18	1.79	81.10	1.39	+0.92	1.49	
SNB (degrés)	BLL	74.31	1.98	77.81	2.38	+3.50	1.85	0.000*
	TIM	73.73	1.82	75.44	1.92	+1.71	1.33	
ANB (degrés)	BLL	6.65	1.45	2.13	1.74	-4.52	2.03	0.000*
	TIM	6.44	1.17	5.65	2.36	-0.79	1.41	
AOBO (mm)	BLL	4.84	1.30	3.52	0.97	-1.31	0.78	0.520
	TIM	4.50	0.95	3.85	3.85	-0.64	0.70	
FMA (degrés)	BLL	27.89	4.67	28.60	4.29	+0.71	0.98	0.000*
	TIM	29.52	5.5	33.00	5.35	+3.48	2.47	
AxeY (degrés)	BLL	57.92	4.33	57.95	9.14	+0.03	8.08	0.136
	TIM	57.07	4.35	59.65	3.21	+2.57	2.63	

*Différence significative

4. Discussion

L'échantillon de notre étude était composé de sujets présentant une Classe II à responsabilité mandibulaire ou mixte, se trouvant en période de croissance. L'évaluation de l'âge squelettique à partir la téléradiographie prise avant traitement (T0) a été réalisée en évaluant les stades de maturation des vertèbres cervicales (classification de Lamparski) [11] afin d'éviter la réalisation de radiographies main-poignet supplémentaires.

Nous avons retrouvé des résultats différents selon le type d'analyse utilisée

Pour l'analyse de Downs, il y a un recul du point A (-1.03mm) dans le groupe bielles, qui témoigne d'une restriction significative de la position squelettique sagittale du maxillaire supérieur. Dans le groupe TIM, il y a une avancée du point A de +0.92mm, qui signifie probablement que la croissance sagittale du maxillaire n'a pas été freinée par l'utilisation des

TIM de classe II. La différence entre les deux groupes était significative. ($P=0.009$.DS)

Nous avons également retrouvé une restriction de la croissance maxillaire avec l'analyse de Pancherz, mais cette fois ci, elle concernait les deux groupes. En effet le recul du point ss était plus important dans le groupe bielles, que dans le groupe TIM. (1.64mm contre 0.46mm), mais la différence (1.18mm) n'était pas significative ($P=0.224$.NS).

Ces résultats ont été confirmés par l'analyse intra-groupes qui ne retrouve pas dans le groupe TIM une modification significative du point ss. ($P=0.3$.DS). Cette différence retrouvée au niveau du groupe TIM peut être expliquée par la différence des points de repères utilisés dans les deux analyses, en effet le point A (osseux et alvéolaire) est un mauvais repère squelettique car il est fortement influencé par la position des incisives supérieures. Une forte palatoversion des incisives supérieures avec inclinaison vestibulaire des racines peut déplacer le point A et masquer ainsi l'effet squelettique réel sur le maxillaire.

Ces résultats résument bien la grande divergence retrouvée dans la littérature concernant l'action squelettique sur le maxillaire, en effet selon la revue de la littérature et la méta-analyse réalisée par Perinetti [12] sur les propulseurs fixes, incluant notamment l'étude de Baccetti et Franchi pour étudier le dispositif de Herbst, on observe des résultats similaires.

4. Discussion

The sample in our study consisted of subjects presenting with Class II malocclusion of mandibular or mixed origin, all in the growth phase. Skeletal age assessment, based on the pretreatment lateral cephalometric radiograph (T0), was performed by evaluating the stages of cervical vertebral maturation according to Lamparski's classification [11], in order to avoid additional hand-wrist radiographs.

We observed varying results depending on the type of analysis used.

According to Downs analysis, there was a backward movement of point A (-1.03 mm) in the FFRD group, indicating a significant restriction of the sagittal skeletal position of the maxilla. In the TIM group, however, point A advanced by +0.92 mm, suggesting that sagittal maxillary growth was not inhibited by the use of Class II elastics. The difference between the two groups was statistically significant ($p = 0.009$, SD).

We also observed maxillary growth restriction using Pancherz analysis, but in this case, it was found in both groups. The backward movement of point ss was greater in the FFRD group than in the TIM group (1.64 mm versus 0.46 mm), although the difference (1.18 mm) was not statistically significant ($p = 0.224$, NS). These findings were confirmed by intra-group analysis, which showed no significant change in point ss within the TIM group ($p = 0.3$, DS).

The difference observed in the TIM group can be explained by the variation in reference points used in the two analyses. Indeed, point A (a bony and alveolar landmark) is not a reliable skeletal reference, as it is strongly influenced by the position of the upper incisors. A pronounced palatal inclination of the upper incisors, combined with a vestibular root inclination, may shift point A and thus mask the true skeletal effect on the maxilla.

These results clearly illustrate the wide divergence reported in the literature regarding the skeletal action on the maxilla. In fact, according to the literature review and meta-analysis by Perinetti [12] on fixed functional appliances—including the study by Baccetti and Franchi on the Herbst appliance—similar findings were observed. Franchi [13] reported effects on the maxilla comparable

Franchi [13], retrouve les mêmes effets sur le maxillaire que ceux retrouvés dans notre étude, avec un recul plus marqué dans l'étude de Karacay [14], les auteurs rapportent une différence du SNA de l'ordre de $-0,66^\circ$ par rapport à leur groupe contrôle. ($p = 0,001$) du point A.

Concernant la croissance mandibulaire, les résultats étaient plus incisifs. Ces valeurs ont presque toutes donné des différences statistiquement significatives entre les deux traitements, en faveur du groupe bielles. SNB ($P=0,000$.DS), ANB ($P=0,000$ DS), OIp.Pog ($P=0,001$.DS), Co.Pog ($P=0,045$.DS). Sauf pour OIp-Co ($p = 0,689$.DNS) et pour Co. Go ($P= 0,589$.DNS), où la différence n'était pas significative.

Les résultats révèlent une forte stimulation de la croissance mandibulaire SNB ($+3,5^\circ$) avec l'utilisation des bielles contre ($+1,71^\circ$) pour le groupe TIM, nous retrouvons également un allongement mandibulaire de ($+4,23$ mm) objectivé par l'avancée du point Pog, ce qui correspond à un taux de croissance de la longueur mandibulaire estimé à 6.13% en fin de traitement contre une avancée de 0.97mm avec les TIM soit un taux de croissance de 1.43%. ($P=0,000$.DS). Nos résultats sont globalement en accord avec les études retrouvées dans la littérature. Tarvade et al [15], Franchi et al [13] et Mahamad et al. [16] retrouvent une forte stimulation de la croissance mandibulaire comparé aux TIM.

Jones[126] note aussi une différence de la stimulation mandibulaire en faveur du groupe Forsus, dans son étude mais cette différence n'était pas significative.

Dans le sens vertical, toutes les mesures céphalométriques verticales étudiées augmentent après traitement (FMA, AxeY, HFA, HFP). Même si ces augmentations sont plus importantes dans le groupe TIM, que dans le groupe bielles. Il n'existe aucune différence significative entre les deux groupes. Sauf pour la valeur de l'angle FMA qui elle reste stable dans le groupe bielles.

Concernant les déplacements alvéolo-dentaires, que ce soit au niveau incisif, ou au niveau molaire, nous n'avons noté aucune différence significative entre les deux traitements. Jones arrive aux mêmes conclusions que celles obtenues dans notre étude [17].

Cependant, ce résultat pour l'inclinaison de l'incisive supérieure n'est pas en accord avec les études de Karacay[14], de Heinig[18] et de Franchi[13] qui retrouvent une linguoversion de l'incisive supérieure plus marquée dans le groupe bielles. Ce qui peut être expliqué par la différence des analyses céphalométriques utilisées.

to those found in our study, showing a more pronounced retraction. In the study by Karacay [14], the authors reported a difference in SNA of about -0.66° compared with their control group ($p = 0.001$) at point A.

Regarding mandibular growth, the results were more conclusive. Most of the values showed statistically significant differences between the two treatments, in favor of the FFRD group: SNB ($p = 0.000$, SD), ANB ($p = 0.000$, SD), OIp-Pog ($p = 0.001$, SD), and Co-Pog ($p = 0.045$, SD). Only OIp-Co ($p = 0.689$, NS) and Co-Go ($p = 0.589$, NS) did not show significant differences.

The results revealed a strong stimulation of mandibular growth, with an increase in SNB of $+3.5^\circ$ in the FFRD group compared to $+1.71^\circ$ in the TIM group. Mandibular elongation was also observed, with an advancement of $+4.23$ mm at point Pog, corresponding to a mandibular growth rate of 6.13% at the end of treatment, versus an advancement of 0.97 mm and a 1.43% growth rate with TIM ($p = 0.000$, SD).

Our findings are generally consistent with those reported in the literature. Tarvade et al. [15], Franchi et al. [13], and Mahamad et al. [16] all found a strong stimulation of mandibular growth with FFRD compared to TIM. Jones [17] also observed a difference favoring the Forsus group, although it was not statistically significant.

In the vertical dimension, all vertical cephalometric measurements (FMA, Y-axis, HFA, HFP) increased after treatment, with greater increases observed in the TIM group than in the FFRD group. However, no significant difference was found between the two groups, except for the FMA angle, which remained stable in the FFRD group.

Regarding alveolo-dental movements, whether at the incisor or molar level, no significant differences were observed between the two treatments. Jones [17] reported similar findings in his study.

However, this result regarding upper incisor inclination does not agree with the findings of Karacay [14], Heinig [18], and Franchi [13], who reported a more pronounced linguoversion of the upper incisor in the FFRD group. This discrepancy can be explained by the differences in cephalometric analyses used.

Tableau 2 : Comparaison des valeurs de l'analyse de Tweed de Pancherz

Variables	Groupes	T0 (avant traitement)		T2 (après traitement)		Différence		P
		BLL n=38 TIM n=38	Moyenne Mean ±DS ±SD	Moyenne Mean ±DS ±SD	Moyenne Mean ±DS ±SD	Moyenne Mean ±DS ±SD		
Olp.ss (mm)	BLL	66.85	5.54	65.21	6.11	-1.64	2.60	0.224
	TIM	67.32	5.06	66.86	5.67	-0.46	2.70	
Olp.pog (mm)	BLL	69.00	5.06	73.23	5.27	+4.23	2.01	0.001*
	TIM	67.50	6.22	68.47	6.19	+0.97	0.63	
Co.pog (mm)	BLL	94.05	7.96	99.44	6.14	+5.39	3.27	0.045*
	TIM	95.23	6.47	96.65	5.75	+1.42	1.63	
Olp-is (mm)	BLL	76.22	6.00	72.44	5.56	-3.78	2.14	0.114
	TIM	76.27	6.21	74.05	6.62	-2.22	2.82	
Olp/ss- Olp/is (mm)	BLL	9.31	2.40	7.23	2.86	-2.08	2.78	0.064
	TIM	8.89	2.91	5.44	5.12	-3.45	5.18	
Olp-is (mm)	BLL	76.22	6.00	72.44	5.56	-3.78	2.14	0.114
	TIM	8.89	2.91	5.44	5.12	-3.45	5.18	
Olp-ii (mm)	BLL	68.61	6,17	70.73	6.48	+2.12	2.29	0.260
	TIM	70.75	5.78	74.00	6.05	+3.25	2.16	
Olp/PogO lp/ii(mm)	BLL	1.22	2.10	0.68	3.44	-0.54	4.04	0.372
	TIM	0.13	4.58	1.78	6.75	+1.65	9.94	
Olp-ms (mm)	BLL	45.97	4.56	46.10	4.48	0.13	1.78	0.361
	TIM	45.51	4.24	45.21	3.97	0.30	2.30	
Olp-ms- Olp-ss (mm)	BLL	17.51	11.85	19.10	3.86	1.59	10.1	0.072
	TIM	20.02	4.62	20.86	4.51	0.84	5.61	
Olp-mi (mm)	BLL	42.89	4.05	45.18	6.65	2.29	5.41	0.549
	TIM	43.71	2.80	45.89	2.91	2.18	1.90	
Olp-pog- Olp-mi (mm)	BLL	26.10	4.89	25.23	5.04	0.87	1.83	0.062
	TIM	23.78	6.75	22.57	6.92	1.21	2.02	

*Différence significative

5. Conclusion:

Sur 18 mesures étudiées 07 seulement ont révélé des différences significatives, ce sont essentiellement les mesures concernant les effets squelettiques dans le sens sagittal et vertical, ainsi que les effets sur le profil cutané.

Tout d'abord, pour la croissance du maxillaire, on peut conclure que pour les deux traitements,

Il existe un effet restricteur sur la croissance maxillaire, cependant cet effet « Headgear » est plus important avec l'utilisation des bielles, comparé au TIM ($p=0.009$).

Pour la croissance mandibulaire en revanche, nous avons retrouvé des différences significatives entre les deux appareillages, notamment pour la longueur et la diagonale mandibulaire, qui est plus importante avec l'utilisation du FFRD. Les bielles de propulsion semblent avoir un réel effet orthopédique d'avancée mandibulaire (Taux de croissance mandibulaire évalué à 6.19%), cet effet orthopédique n'est pas retrouvé avec l'utilisation des élastiques de classe II. (Taux de croissance mandibulaire 1.55%). En effet cette réponse mandibulaire constitue la clé de réussite des traitements des classes II par rétromandibulie et contribue grandement à l'amélioration esthétique du profil de nos patients. Cette amélioration a été retrouvée chez 71% des patients après traitement par bielles.

Dans le sens vertical, la réponse mandibulaire est plutôt favorable avec un angle FMA stable après traitement et une rotation antihoraire de la mandibule.

Avec les élastiques, il existe une augmentation importante du sens vertical ($FMA+3.48^\circ$). ($P=0.000$). En effet, hormis un léger effet sur le maxillaire, il est important à souligner que les seuls effets squelettiques observés avec les élastiques de classe II se situent dans le sens vertical.

Concernant les effets dento-alvéolaires, on peut conclure que les deux appareils ont des effets similaires, ils proclinent les incisives inférieures, rétroclinent les incisives supérieures et mésialent la molaire inférieure. La molaire supérieure semble plus ou moins stable dans les deux groupes. Ces déplacements dento-alvéolaires contribuent à l'amélioration du surplomb et de la relation molaire et donc permettent une correction dentaire de la classe II. Par contre la correction du profil avec les élastiques de classe II est vraiment minime, très peu d'effets sur les tissus mous de recouvrement ont été retrouvés.

5. Conclusion:

Out of the 18 measurements analyzed, only seven showed significant differences, mainly concerning skeletal effects in the sagittal and vertical directions, as well as the impact on the soft tissue profile.

First, regarding maxillary growth, it can be concluded that both treatments exert a restrictive effect on maxillary development. However, this "headgear effect" is more pronounced with the use of the FFRD compared to TIM ($p = 0.009$).

In contrast, for mandibular growth, significant differences were observed between the two appliances, particularly in mandibular length and diagonal, both greater with the FFRD. Fixed functional appliances appear to produce a true orthopedic mandibular advancement effect, with an estimated mandibular growth rate of 6.19%, compared to 1.55% with Class II elastics. This mandibular response is a key factor in the successful treatment of Class II malocclusions due to mandibular retrusion and contributes greatly to the aesthetic improvement of the patient's profile. Such improvement was observed in 71% of patients treated with the FFRD.

In the vertical dimension, the mandibular response was generally favorable, with a stable FMA angle after treatment and a slight counterclockwise mandibular rotation.

With intermaxillary elastics, there was a marked increase in the vertical dimension ($FMA +3.48^\circ$, $p = 0.000$). Apart from a slight effect on the maxilla, it is important to note that the only significant skeletal effects observed with Class II elastics occur in the vertical direction.

Regarding dentoalveolar effects, both appliances produced similar outcomes: proclination of the lower incisors, retroclination of the upper incisors, and mesial movement of the lower molar. The upper molar remained relatively stable in both groups. These dentoalveolar movements contributed to the improvement of overjet and molar relationship, thus enabling a dental correction of the Class II malocclusion. However, profile correction with Class II elastics was minimal, showing very limited influence on the soft tissues.



Figure 5 :
Photographie exo et endobuccales
après dépose du dispositif fixe
Extraoral and intraoral photographs
after removal of the fixed appliance.

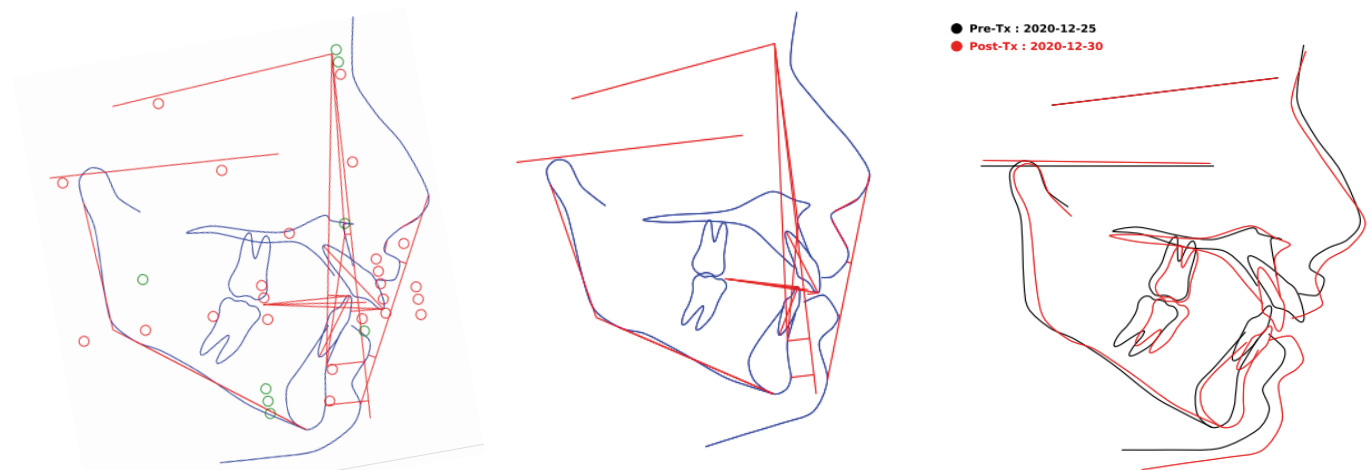
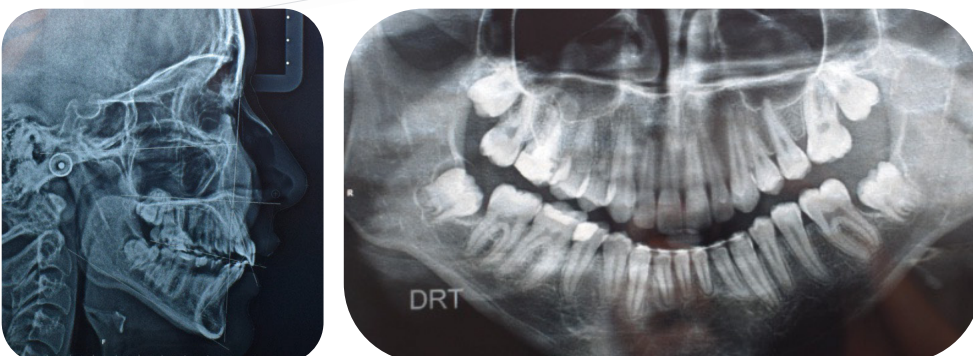


Figure 6 :
Radios et superpositions en fin
de traitement
Radiographs and superimpositions
at the end of treatment.



Il s'agit dans notre étude, de comparer les effets de ces deux types de traitement, dans la correction de la malocclusion de classe II et il semblerait que les bielles de propulsion fixes FFRD permettent à court terme une meilleure réponse mandibulaire dans le sens sagittal. Mais il ne s'agit en aucun cas de prôner leur utilisation systématique chez tous les patients porteurs de malocclusion de classe II.

En effet, malgré la grande diversité des dispositifs myofonctionnels, qui ne cesse de s'allonger au gré des avancées techniques, des résultats de publications scientifiques et de l'émergence de nouvelles philosophies de traitement, aucune modalité thérapeutique n'est cependant parvenue, à s'imposer de façon décisive, ce qui amène à douter de la suprématie de l'une d'entre elles. Les anomalies de classe II, ainsi que nos patients sont aussi nombreux que variés, l'orthodontiste devra alors choisir le traitement qui permettra la meilleure réponse squelettique tout en limitant les compensations dento-alvéolaires,

mais aussi tenir compte, de la solidité dispositif, son coût, sa stabilité en bouche, sa facilité de mise en place clinique, la bonne préservation des fonctions orales lors du traitement, son acceptation par le patient et la coopération de ce dernier.

The purpose of our study was to compare the effects of these two treatment modalities in the correction of Class II malocclusion. It appears that fixed functional appliances (FFRD) provide a better short-term mandibular response in the sagittal direction. Nevertheless, this does not imply that their use should be systematically recommended for all patients with Class II malocclusion.

Indeed, despite the wide range of myofunctional devices, which continues to expand with technological advances, new clinical studies, and evolving treatment philosophies, no therapeutic approach has yet demonstrated clear superiority. Class II anomalies—and patients themselves—are highly diverse; therefore, the orthodontist must choose the treatment that offers the best skeletal response while minimizing dentoalveolar compensations.

but must also take into account the strength and durability of the appliance, its cost, its intraoral stability, and the ease of clinical placement. Moreover, it is essential to ensure the preservation of oral functions during treatment, as well as the patient's acceptance and level of cooperation.

Références :

- (1). Ionnidou-Marathiotou.J, Papadopoulos M A. Mode d'action des appareils fonctionnels, évidence clinique. Preuves scientifiques. Orthod Fr 2005;76:111-126
- (2). Herbst.E .Atlas und grundriss der Zahnärztlichen orthopädie.Munich:JF Lehmann Verlag, 1910.
- (3). Konik M, Pancherz H, Hansen K. The mechanism of Class II correction in late Herbst treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997;112:87-91.
- (4). Gundega J,Latkauskienė D, McNamara Jr et al. Mechanisms of Class II correction induced by the Herbst appliance as a single-phase Class II therapy: 1 year follow-up .Progress in Orthodontics 2013, 14:27.
- (5). Gönner U, Özkan V, Jahn E, Edward D : Effect of the MARA Appliance on the Position of the Lower anteriors in Children, Adolescents and Adults with Class II Malocclusion .J Orofac Orthop 2007;68:397-412.
- (6). Cacciatore G, Alvetto L ,Defraia E ,Huan L T,Franchi L. Active-treatment e Active-treatment effects of the Forsus fatigue resistant device during comprehensive Class II correction in growing patients. Korean J Orthod 2014; 44: 136-142.
- (7). Canigur N,Balos B ,Turkoz C ,Ulusoy C.Changes in airway dimensions and hyoid bone position follow following class II correction with forsus fatigue resistant device . Clin Oral Invest,2014.19,(2).
- (8). Beccari S, Sfondrini G,Gandini P. L'appareil de Herbst et le Jasper Jumper au cours du traitement orthodontique fixe. .Rev Orthop Dento Faciale28 : 281-295, 1994.
- (9). Vogt W: The Forsus Fatigue Resistant Device. J Clin Orthod 2006, 40(6):368-377.
- (10). Pancherz.H.Ruff.The Herbst applianceResearch-based Clinical Management.Editions Quintessence. Great Britain.2008.27-30

- (11). Baccetti T, Franchi L, Mc Namara J. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle orthod* 2002;72:316–323.
- (12). Perinetti G, Primožic J, Furlani G, et al. Treatment effects of fixed functional appliances alone or in combination with multibracket appliances: A systematic review and meta-analysis. *Angle* 2015 May;85(3):480-92.
- (13). Franchi L, Alvetro L, Giuntini V, et al. Effectiveness of comprehensive fixed appliance treatment used with the Forsus Fatigue Device in Class II Angle Orthod. 2011;81(4):678–83.
- (14). Karacay S, Akin E, Olmez H, Gurton AU, Sagdic D: Forsus Nitinol Flat Spring and Jasper Jumper corrections of Class II division 1 malocclusions. *Angle Orthod* 2006, 76(4):666-672.
- (15). Tarvade SM, Chaudhari CV, Daokar SG, Biday SS, Ramkrishna S, Handa AS. Dentoskeletal comparison of changes seen in class II cases treated by Twin Block and Forsus. *J Int Oral Health* 2014;6(3):27-31
- (16). Mahamad IK, Neela PK, Mascarenhas R, Husain A. A comparison of Twin-block and Forsus (FRD) functional appliance, a cephalometric study. *Int J Orthod Milwaukee* 2012 ;23 (3):49-58
- (17). Jones G, Buschang PH, Kim KB, Oliver DR: Class II non-extraction patients treated with the Forsus Fatigue Resistant Device versus intermaxillary elastics. *Angle Orthod* 2008, 78(2):332-338.
- (18). Vogt W: The Forsus Fatigue Resistant Device. *J Clin Orthod* 2006, 40(6):368-377.



AS200E

Innovation Takes Flight

- Wireless Scanning
- All-day Battery
- Duo Scan Buttons
- Fast and Accurate
- Wireless Charging
- 245g Light Weight
- Calibration Free





Les mini-implants en alliage de titane, à visée orthodontique : résistance mécanique en torsion et limites de réutilisation

Titanium alloy orthodontic mini-implants : torsional strength and reuse limits

Nadir KACI¹, Nasser BENREKAA²

¹ Service d'orthopédie dento-faciale, Centre hospitalo-universitaire de Tizi-Ouzou, Département de médecine dentaire, Université Mouloud Mammeri, 15000 Tizi-Ouzou, Algérie.

² Faculté de physique, USTHB, Laboratoire de physique des matériaux, Département des matériaux et composants, 16000 Alger, Algérie.

Résumé:

Introduction: L'objectif de cette étude est d'identifier la résistance à la fracture des mini-implants recyclés, en alliage de titane, à visée orthodontique, ayant séjourné en bouche pendant différentes périodes.

Matériels et méthodes: Au total, 52 mini-implants de conception hybride, de 12mm de longueur, d'une longueur filetée $L = 8$ mm, autoforants et autotaraudants ont été utilisés chez 32 patients présentant des anomalies orthodontiques nécessitant la mise en place de mini-implants. Les tests effectués sont de deux types: l'imagerie optique polarisante pour révéler l'état de surface des mini-implants (microscopie optique polarisante) et les tests mécaniques en torsion, plus quantitatifs, pour établir le point de rupture des mini-implants lors de leur réutilisation.

Résultats: Pour les mini-implants ayant séjourné peu de temps en bouche (retrait immédiat ou après deux mois d'utilisation), il est à noter que leur état de surface ne révèle aucun défaut à l'échelle du μm , la tête de forage ne semble pas être abîmée, avec un enregistrement d'un point de rupture à environ 53 Newton/cm^2 (Nlcm^2). En revanche, les mini-implants ayant séjourné 12 et 14 mois en bouche présentent une altération de leurs surfaces surtout au niveau de la jonction "vis-gencive" et la contrainte à la rupture passe respectivement à 42 et 39 N/cm^2 .

Discussion: Nos résultats montrent que la résistance à la fracture des mini-implants réutilisés, est inversement proportionnelle à la durée de séjour en bouche.

Mots clés: Mini-implant recyclé, Résistance en torsion, Alliage de titane, Point de rupture

Abstract:

Introduction: The aim of this study was to identify the fracture resistance of Titanium alloy mini-implants recycled for orthodontic purposes and having stayed in the mouth during different periods of time.

Materials and methods: A total of 52 hybrid-designed titanium alloy mini-implants, threaded length $L = 8$ mm, total length 12 mm, self drilling and self-taping were used in 32 patients presenting orthodontic's anomalies which required the use of mini-implants. Two types of tests were performed: polarizing optical imagery to assess the surface characteristics of the mini-implants (polarizing optical microscopy) and mechanical torsional strength tests, more quantitative, in order to establish the breaking point of the mini-implants during their re-use.

Results: For the mini-implants which had been in the mouth for a short period of time, (immediate removal or after two months of use), it must be noted that their surface characteristics revealed no defect at micron scale, the drilling head did not show any alteration, with a breaking point record of about 53 Newton/cm^2 (Nlcm^2). In contrast, the mini-implants, which had stayed in the mouth for 12 and 14 months, showed surface alterations especially at the "screw-gingiva" interface and the rupture stress ranges from 42 to 39 Nlcm^2 .

Discussion: Our results show that the resistance to fracture of the re-used mini-implants is inversely proportional to the duration of stay in the mouth.

Key-words: recycled mini-implant, Torsional strength, Titanium alloy, Breaking point.

Reçu le, 10/08/2025 ; Accepté le, 30/09/ 2025.

Introduction

L'usage des minivis, appelées aussi à l'origine mini-implants en Corée, est en orthodontie, aujourd'hui, en voie de généralisation. Il suffit de dénombrer dans la littérature internationale de ces dix dernières années les articles qui leur sont consacrés pour constater un intérêt croissant de la part de praticiens du monde entier [1,2]. Leur démocratisation ne tardera donc pas et les années 2000 virent éclore de nombreuses versions commerciales en titane et alliage de titane [3], inspirées par différents auteurs ; on assiste à la sortie de multiples systèmes tels que celui de Melsen (Aarhus®) en 1999, le MTI de Gray et Smith en 2000, le MIA® de Park en 2002 suivi des systèmes AbsoAnchor, Spider Screws et l'Omas en 2003, le C-Orthodontic de Chung en 2004, celui de Imtek de 3M en 2005 et Ancotek de Tekka en 2006. C'est en 2002 que sortit la première minivis en acier chirurgical (Léone); elle est rejointe sur le marché par la minivis Ancora® (Serf) depuis 2004 [4].

L'acier inoxydable utilisé pour la fabrication des minivis Ancora® est un acier inoxydable austénitique écroui à froid de norme ISO 5832-1 ; il a pour propriétés une densité égale à 7,9 g/cm³ et un module d'élasticité égal à 195000 N/mm²[4].

On constate, aujourd'hui, que la grande majorité des minivis sont en alliage de Titane (Ti-6Al-4V). Plus récemment, une version encore améliorée est disponible ; le titane grade 23, appelé encore Ti-6Al-4V Eli (extra low interstitials = faible teneur en Fe et O) a été développé pour améliorer la ténacité et la ductilité cryogénique de l'alliage. Ce faible niveau d'interstice (espace entre les grains composant l'alliage) garantit une présence faible d'impuretés et d'inclusions comme l'oxygène [5]. Il a pour propriétés une excellente biocompatibilité comme le titane pur, une résistance élevée de 860 N/mm² (supérieure à celle du titane pur), un module d'élasticité égale à 115 000 N/mm² et une densité égale à 4,43 g/cm³.

Omniprésent dans les nouvelles «thérapeutiques orthodontiques», le mini-implant permet de créer un ancrage absolu et de s'affranchir de la compliance du patient. En revanche, lors de sa mise en place, il arrive que celui-ci ne soit pas mis au bon endroit (fig. 1), entravant ainsi les mouvements dentaires désirés, ou alors mis de travers, provoquant ainsi une lésion du ligament alvéolodentaire (fig. 2) quelques temps après son utilisation. Face à des situations semblables, le praticien, après avoir analysé l'erreur de positionnement, retire et replace le mini-implant correctement. Peut-on alors, recycler les mini-implants en alliage de titane sans risque de fracture (fig. 3, 4) ? Quelle est la limite de leur réutilisation ? Par notre étude expérimentale, nous nous efforcerons de répondre à nos questions !

Introduction

Today, the use of miniscrews, also initially called mini implants in Korea, has been commonly implemented for orthodontic purposes. Indeed, during the last decade, numerous articles have been published on this topic in the international literature, thus showing the increasing interest of clinicians around the world [1,2]. Therefore, their democratization should not take long, and during the years 2000, there has been a burst of numerous commercial versions in both titanium and titanium alloys [3], inspired by different authors; multiple systems have been proposed, such as the Melsen system (Aarhus®) in 1999, the MTI of Gray and Smith in 2000, the MIA® of Park in 2002, followed by other systems: AbsoAnchor, Spider Screws and Ornas in 2003, the C Orthodontic of Chung in 2004, the Imtek of 3M in 2005 and the Ancotek system of Tekka in 2006. The first surgical steel miniscrew (Leone) came out in 2002, soon joined on the market by the Ancora® miniscrew (Serf) since 2004 [4].

The stainless steel used for manufacturing the Ancora R miniscrews is an austenitic stainless steel hardened in cold conditions of standard ISO 5832-1; its properties are the following: a density of 7.9 g/cm³ and an elastic modulus of 195,000 N/mm²[4].

Today, we notice that the large majority of miniscrews are made of titanium alloy (Ti-6Al-4V). More recently, an improved version has been available; the grade 23 titanium, also called Ti-6Al-4V Eli [extra low interstitials = low iron (Fe) and oxygen (O₂) content] has been developed to improve the toughness and cryogenic ductility of the alloy. This low level of interstice (space between the grains of the alloy) ensures a low level of impurities and inclusions such as oxygen [5]. Its properties are: excellent biocompatibility like pure titanium, a high resistance of 860 N/mm² (greater than that of pure titanium), an elastic modulus of 115,000 N/mm², and a density of 4.43 g/cm³.

Omnipresent in the new "Orthodontic's Therapies", the mini implant allows to create an absolute anchorage and to be free from patient's compliance. However, during its placement, it may happen to be positioned in a wrong place (fig. 1), thus impeding the desired tooth movements, or in a sideways position, thus inducing a lesion of the periodontal ligament (fig. 2) shortly after its use. In order to face such situations, the clinician, once aware of his mishandling, must remove and replace the mini-implant adequately. Therefore, can we recycle titanium alloy mini-implants without risking fracture? (Figs. 3, 4). What is the limit of their reuse?

Through our experimental study, we will try to find an answer to our questions!

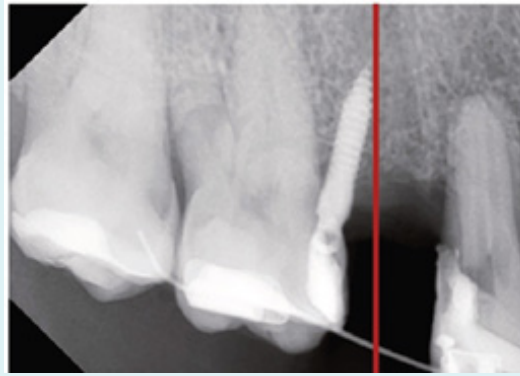


Figure 1 : Mini-implant entravant le mouvement dentaire de la 16.
Mini-implant impeding the movement of tooth 16.

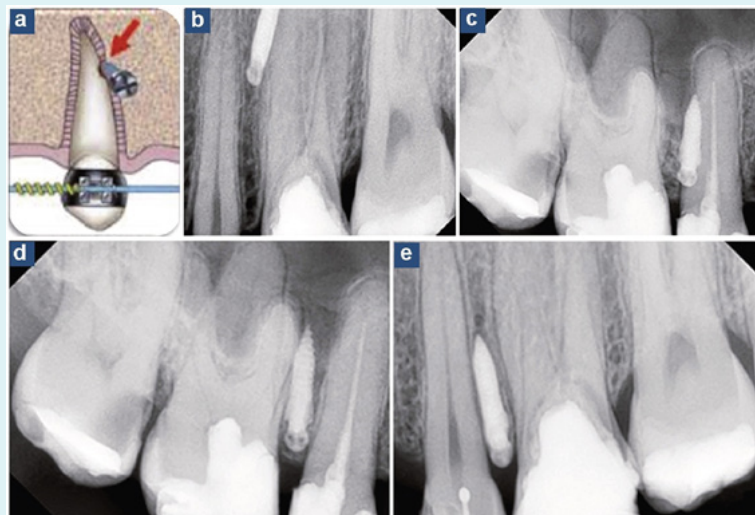


Figure 2 : Mini-implant provoquant une lésion du ligament alvéolo-dentaire ; a : schéma ; b-e : clichés radiologiques numérisés RVG. / Mini-implant inducing a lesion of the periodontal ligament.
a : schema; b-e : radiographie images (RVG).

Matériels et méthodes

Cinquante-deux mini-implants en alliage de titane, de conception hybride (fig. 4) de 12mm de longueur, d'une longueur filetée $L = 8$ mm, d'un diamètre $d = 2$ mm, auto-forants et autotaraudants ont été utilisés chez 32 patients présentant des anomalies orthodontiques nécessitant la mise en place de mini-implants :

- 6 mini-implants ont été récupérés le même jour (provoquant une lésion du ligament) ;
- 6 mini-implants ont été récupérés après 2 mois (entravant les mouvements désirés) ;
- 20 mini-implants ont été récupérés après 12 mois (utilisés jusqu'à la fin des mouvements désirés) ;
- 20 mini-implants ont été récupérés après 14 mois (utilisés jusqu'à la fin des mouvements désirés).

Materials and methods

Fifty-two hybrid-designed titanium mini-implants, with a threaded length of $L = 8$ mm, total length 12mm, diameter $d = 2$ mm, self-drilling and self-taping were used in 32 patients presenting orthodontic's anomalies which required the use of mini-implants:

- 6 mini-implants were removed on the same day (they induced periodontal ligament alteration;
- 6 mini-implants were removed after 2 months (impeding the desired movements);
- 20 mini-implants were removed after 12 months (used until the desired movements were achieved);
- 20 mini-implants were removed after 14 months (used until the desired movements were achieved).

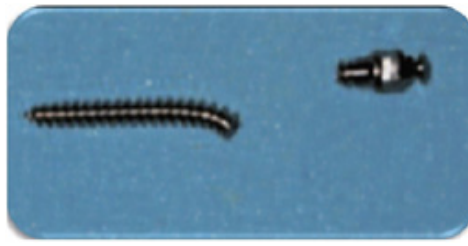


Figure 3 : Fracture d'un mini-implant.
Fracture of a mini-implant.

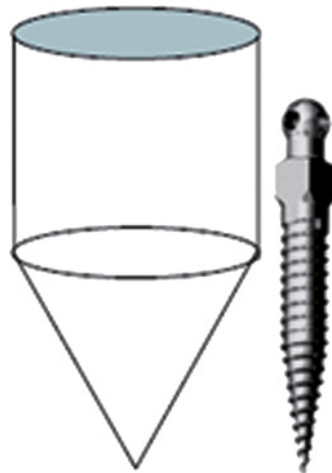


Figure 4 : Mini-implant en titane grade 23, design hybride = cylindro-conical.
Grade 23 titanium mini-implant, hybrid-designed = cylindro-conical.

2.1. Site d'insertion des mini-implants

Le site d'insertion retenu pour cette étude est la région prémolomolaire maxillaire (fig. 5).

2.2. Procédure d'insertion

Une clé de localisation est fabriquée avec un fil acier .017 x .025", maintenue en place dans la zone où la vis doit être implantée (fig. 5). Une imagerie RVG est réalisée pour servir de référence à la mise en place du mini-implant. Une seconde imagerie RVG de contrôle est systématique pour s'assurer de l'intégrité tissulaire (fig. 6) . En effet, les mini implants reflétant les positions b, c, e, f (fig. 7) seront déposés [6] pour être replacés dans des éprouvettes en résine (fig. 8), utilisées comme substitut de l'os cortical, à base d'un mélange non miscible méthylméthacrylate / hydroxyéthyl-méthacrylate de densité égale à 1,68 g/cm³ proche de la valeur moyenne de l'os cortical, estimée à 1,8 g/cm³ Les éprouvettes ont été maintenues à température ambiante pendant 48 heures afin d'assurer un séchage uniforme en volume.

2.1. Insertion site of the mini-implants

The insertion site selected for this study was the upper pre molar-molar region (fig. 5).

2.2. Insertion procedure

A positioning key was made using a stainless steel wire .017 X .025", held in place in the area where the screw must be implanted (fig. 5). A radiographie digital imaging (RVG, RadioVisioGraphy) was performed and used as a reference for the mini-implant positioning. A second control radiograph (RVG imaging) was performed systematically to check tissue integrity (fig. 6). Indeed, the mini-implants in positions b, c, e, f (fig. 7) will be removed [6], and then placed in test tubes filled with acrylic resin (fig. 8), used as a cortical bone substitute, and composed of an immiscible methyl methacrylate, hydroxyethyl methacrylate blend of equal density (1.68 g/cm³ close to the mean value density of cortical bone, estimated at 1.8 g/cm³. The test tubes were kept at room temperature during 48 hours to ensure a uniform volume drying.

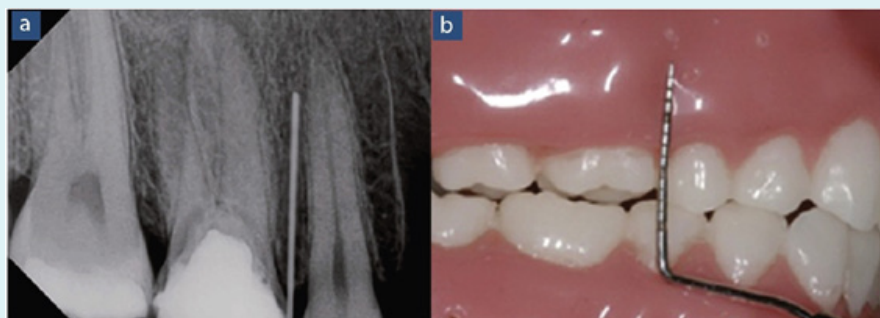


Figure 5: Images du site d'insertion des mini-implants : a : image RVG ; b : image typodont.
Visualisation of the insertion site of the mini-implant: a : RVG image; h : typodont image.

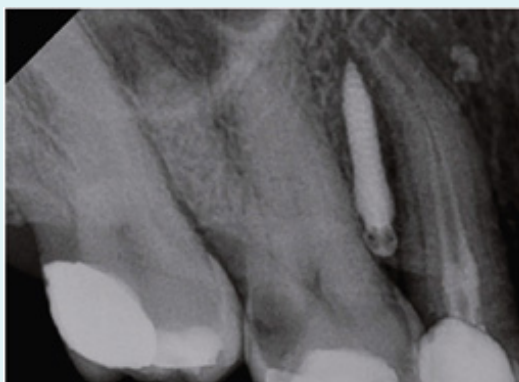


Figure 6: Cliché radiologique RVG de contrôle après insertion.
Control radiographie image (RVG) after insertion.

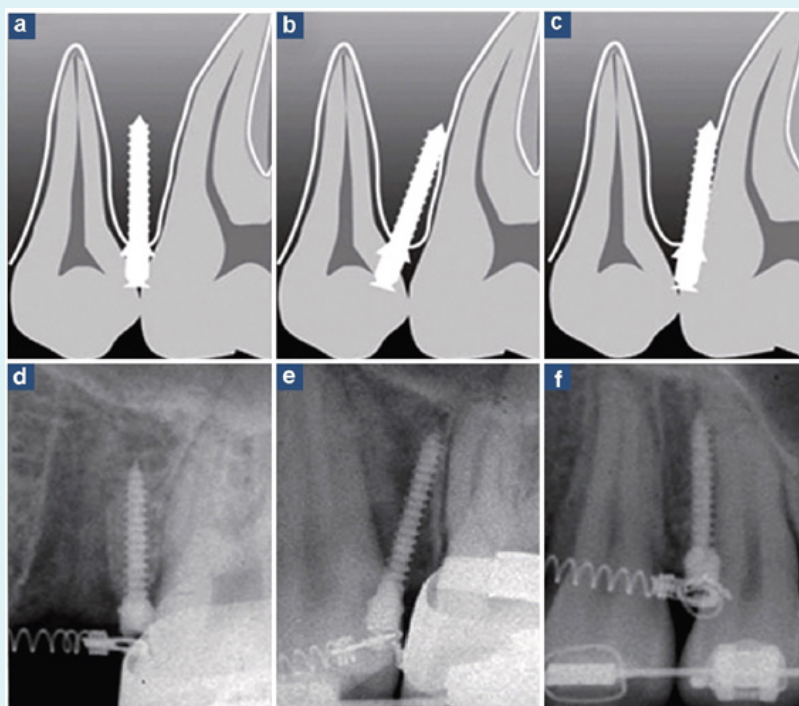


Figure 7 : Différentes positions du mini-implant : a,d : positions désirées du mini-implant ; b, c, e, f :positions inadéquates avec lésions du ligament. Different positions of the mini-implant: a,d :correct positioning of the mini-implant; b, c, e, f : lesion of the periodontal ligament.



Figure 8 : Éprouvette en résine pour l'insertion des mini-vis.
Acrylic resin test tube for the re insertion of the mini-implants.

2.2. Partie expérimentale

Les tests effectués sont de deux types :

- l'imagerie optique polarisante pour révéler l'état de surface des mini-implants ; les tests sont effectués avant leur réinsertion dans les éprouvettes en résine. Les images sont prises grâce à un microscope optique de type «Euromex» piloté par un ordinateur (fig. 9) ;

- tests mécaniques en torsion, plus quantitatifs, pour établir le point de rupture des mini-implants en alliage de titane, lors de leur réinsertion. Un dispositif de mesure « Lloyd » contenant une mâchoire, un ordinateur de traitement de données, des capteurs de force et des jauges de contrainte, ont été utilisés (fig. 10) . La taille très réduite des mini-implants nous a contraints à modifier le montage en insérant dans ce dispositif un mandrin de perceuse de composants électroniques « Proxxon » doté d'une tête de maintien très petite qui s'est avérée efficace pour les tests effectués. Les tests mécaniques (torsion-temps) ont été réalisés pour différentes profondeurs d'insertion allant de 0 mm à l'insertion totale à 8 mm (correspondant à 4,4 mm sur éprouvette) ; les mini-implants ont été à chaque fois retirés de la résine par un moyen mécanique sans les affecter (la résine est brisée).

2.2. Experimental part

Two types of tests were performed:

- polarizing optical imagery to assess the surface characteristics of the mini-implants, the tests were performed before their reinsertion in the acrylic test tubes. The images were recorded using a computer-driven optical microscope "Euromex" type (fig. 9);

- mechanical torsional strength tests, more quantitative, in order to establish the breaking point of the mini-implants during their reinsertion. A "Lloyd" measuring device including a jaw, a data processing computer, force sensors and stress gauges, was used (fig. 10). The very small size of the mini implants obliged us to modify the mounting by inserting an electronic drill chuck "Proxxon" provided with a very small holding head which proved to be efficient for the performed tests. The mechanical tests (torsion-time) were performed at different inserting depths ranging from 0 mm at full insertion to 8 mm (corresponding to 4.4 mm on the test tube); the mini implants were each time retrieved from the acrylic using a mechanical mean without altering them (the acrylic was broken).



Figure 9 : Microscope optique polarisant.
Polarized optical microscope.

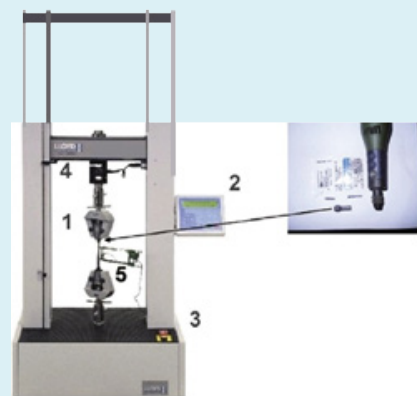


Figure 10 : Équipement Lloyd : 1 : mâchoire ; 2 : ordinateur de traitement de données ;
Lloyd equipment: (1) jaw; (2) data processing computer; (3) on/off switch; (4) sensor; (5) strain gauge.

3. Résultats et discussion

3.1. Microscopie optique polarisante

Pour les mini-implants ayant séjourné peu de temps en bouche (retrait immédiat, après deux mois d'utilisation), il est à noter que leur état de surface ne révèle aucun défaut à l'échelle du μm , la tête de forage ne semble pas être abîmée. Le pas de vis est régulier sur toute la longueur du mini-implant (fig.11) et la distance inter pas de vis (calculée à l'aide du programme de pilotage du microscope) est estimée à $d = 440 \pm 5 \mu\text{m}$ avec une erreur relative d'environ 1,13%.

Pour les mini-implants ayant séjourné 12 à 14 mois en bouche, on note une altération de leur état de surface surtout au niveau de la jonction « vis-gencive », ceci étant probablement dû aux attaques acides de la flore bactérienne. Le pas de vis ainsi que la pointe autoforante sont également affectés par le vieillissement (fig.12). On estime la distance inter pas de vis à $d' = 468 \mu\text{m}$ ($d' > d$). Cette dernière constatation est sans doute le résultat de l'usure partielle [7].

3. Results and discussion

3.1. Polarized optical microscop

For the mini-implants, which had stayed for a short time in the mouth (immediate removal, after two months of use), we observed that their surface characteristics revealed no defect at micron (μm) scale; the drilling head did not seem altered. The screw pitch was regular on the overall length of the mini implant (fig. 11), and the inter-pitch distance (calculated using the microscope's drive program) was estimated to $d = 440 \pm 5 \mu\text{m}$ with a relative error of about 1.13%.

For the les mini-implants having remained 12 to 14 months in the mouth, we observed surface alterations especially at the "screw-gingiva" junction, probably due to the acid attacks of the bacterial flora. The screw pitch as well as the self-drilling tip was also affected by ageing (fig. 12). The interscrew pitch distance is estimated at $d' = 468 \mu\text{m}$ ($d' > d$). This last finding probably results from a partial degradation [7].

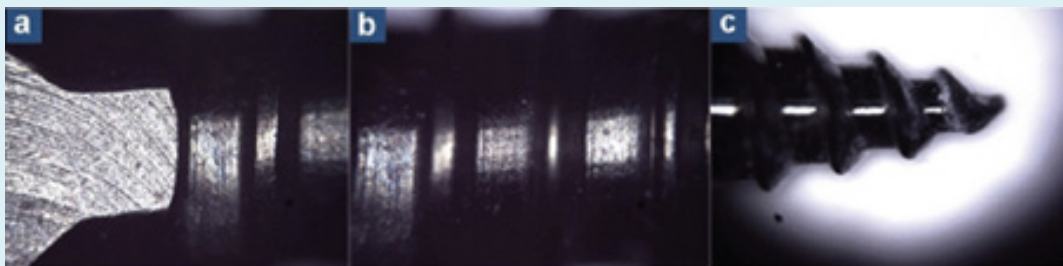


Figure 11 : a-c : illustration à l'échelle 200 μm des différentes sections de la vis : a : col ; b : filetage ; c : pointe autoforante. illustration on a 200 μm scale of the different screw sections: a : neck; b : thread ing; c : self-drilling tip.

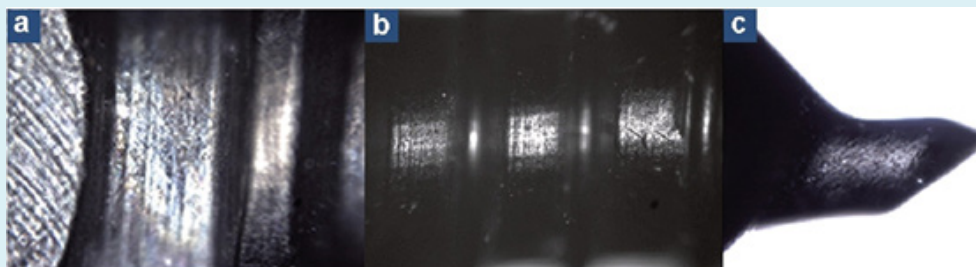


Figure 12 : a-c : illustration à l'échelle 200 μm de l'usure des différentes sections de la vis : a : col ; b : filetage ; c : pointe autoforante. a-c: illustration on a 200 μm scale of the different sections of the recycled mini-implant; a : neck; b : threading; c : self-drilling tip.

3.2. Tests mécaniques en torsion

Les résultats montrent que le temps d'insertion des mini-implants est d'autant plus important que l'épaisseur de résine soit importante (allant de 1,2 mm puis 1,8 mm et 2,4 mm et enfin 4,4 mm) avec un enregistrement d'un point de rupture à environ 53 N/cm² pour une insertion supérieure ou égale à 4,4 mm (fig. 13).

L'erreur relative issue du calcul d'incertitude dû aux jauges de contraintes est de l'ordre de 2 % sur la valeur mesurée. Le coefficient de corrélation est de 0,998.

À titre illustratif, la (fig.14) représente une courbe type « modèle », qui permet d'extraire les paramètres (contrainte de rupture, temps d'insertion dans la résine).

Pour les tests de rupture, nous avons choisi une profondeur d'insertion légèrement supérieure à 4,4 mm. La fig.15- montre, d'une manière nette, que lorsque les mini-implants séjournent longtemps en bouche, ils subissent un vieillissement causé par l'attaque du milieu buccal et le phénomène de fatigue du matériau dû aux charges utilisées lors des traitements, ce qui provoque une rupture des mini-implants pour des contraintes inversement proportionnelles à leurs durée du séjour.

En effet, la contrainte passe de 53 N/cm² (pour les mini-implants utilisés entre 0 et 2 mois) à 42 N/cm² (pour ceux utilisés pendant 12 mois) et enfin à 39 N/cm² (pour ceux utilisés pendant 14 mois) (fig. 15).

Aussi, il est à noter que le temps d'insertion dans la résine est d'autant plus important lorsque le séjour en bouche est croissant. Ce phénomène est dû à la modification relative de la texture du pas de vis et de la pointe autoforante. Nous avons, par ailleurs, testé la résistance à la torsion des mini-implants neufs en titane commercialement pur (T.C.P), d'une longueur filetée $L' = 8$ mm et d'un diamètre $d' = 2$ mm.

Ces derniers ont été insérés directement dans les éprouvettes en résine. Les résultats sont surprenants (fig. 17). La courbe contrainte-temps de ces mini-implants neufs montre bel et bien que leur point de rupture avoisine 41 N/cm² pour une insertion de 4,4 mm. On constate que le mini-implant en TCP présente une contrainte à la rupture inférieure à celle d'une mini vis en alliage de titane utilisée pendant 12 mois (42 N/cm²). Cette dernière est donc plus résistante !

3.2. Mechanical torsional strength tests

The results show that the greater the time of insertion of the mini-implants, the greater the thickness of the acrylic resin (ranging from 1.2 mm, then 1.8 mm and 2.4 mm and finally 4.4mm), with a breaking point record of about 53 N/cm² for an insertion higher or equal to 4.4 mm (fig. 13).

The relative error obtained from the accuracy assessments due to the strain gauges is in the range of 2% on the measured value. The correlation coefficient is 0.998.

To illustrate, fig. 14 represents a "model" type of curve, which allows to extract the parameters (breaking stress, insertion time in the acrylic resin).

For the rupture tests, we selected an insertion depth slightly higher than 4.4 mm. fig. 15 clearly shows that when the mini implants stay in the mouth for a long time, they undergo ageing due to the acid attack of the oral environment and material fatigue due to the loads used during the treatments, which induce a mini rupture of the mini-implants with strains inversely proportional to their duration times within the mouth.

Indeed, the strain decreases to 53 N/cm² (for the mm1-implants used between 0 and 2 months) to 42 N/cm² (for those used during 12 months), and finally to 39 N/cm² (for those used during 14 months) (fig. 15).

Also, it must be noted that the insertion time in the acrylic resin increases when the duration of stay within the mouth increases. This phenomenon is due to the relative texture change of the screw pitch and the self-drilling tip. Moreover, we tested the torsional strength of the new commercially pure titanium (C .P.T.) mini-implants with a threaded length $L' = 8$ mm and a diameter $d' = 2$ mm.

The latter were inserted directly into the test tubes. The results are surprising (fig. 17). The stress loading-time curve of these new clearly shows that their breaking point is close to 41 N/ cm² for 4,4mm of insertion. We observed that the CPT mini-implant shows a rupture stress point, which is lower than that of a titanium alloy miniscrew used during 12 months (42 N/cm²). Therefore, this last miniscrew is more resistant!

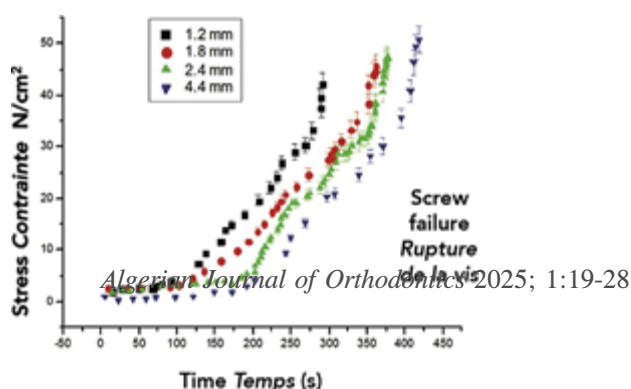


Figure 13 : Contrainte en fonction du temps d'insertion dans la résine.
Stress according to the insertion time within the acrylic resin.

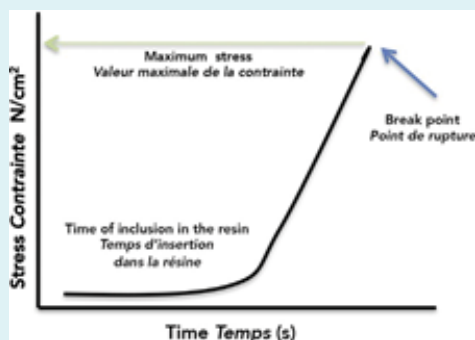


Figure 14 : Courbe type contrainte-déformation (torque) en fonction du temps.
Strain curve (torque) according totime.

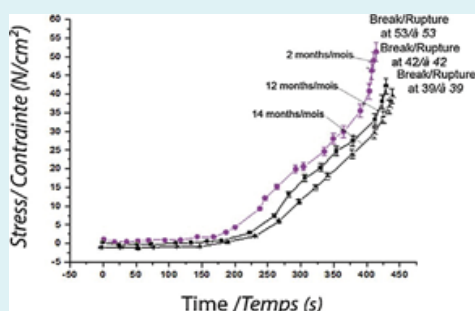


Figure 15 : Contrainte à la rupture pour une profondeur fixée à 4,4 mm à différentes durées de séjour en bouche.
Rupture strain for a drilling depth fixed al 4.4 mm for different periods of stay in the mouth.

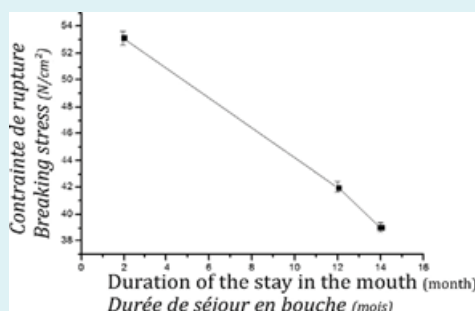


Figure 16 : Illustration de la contrainte à la rupture en fonction de la durée de séjour en bouche des mini-implants.
Illustration of the rupture strain according to the duration of stay of in the mouth of the mini-implants.

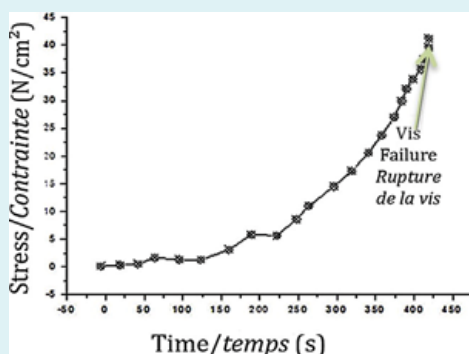


Figure 17 : Contrainte en fonction du temps d'insertion dans la résine d'un mini-implant TCP.
Stress according to the time of insertion in the acrylic resin of a CPT mini-implant.

Conclusions

L'alliage de titane (Ti-6Al-4V) reste un bon compromis entre ses principaux concurrents : le titane pur (TCP) et l'acier chirurgical.

La comparaison entre les mini-implants neufs en alliage de titane et ceux utilisés entre 0 et 2 mois permet d'affirmer que leur réutilisation, du point de vue mécanique, est envisageable et ne présente aucun risque de fracture.

En comparant les mini-implants utilisés pendant 2 mois avec ceux utilisés pendant 12 mois, on observe une diminution de la résistance de ces derniers de l'ordre de 11 N/cm². Si 53 N/cm² représentent 100% de résistance à la torsion, alors 42 N/cm² représentent 79,24 %. On enregistre donc 20,76 % de fragilité après 12 mois d'utilisation, leur réutilisation est donc déconseillée !

En comparant les mini-implants utilisés pendant 2 mois avec ceux utilisés pendant 14 mois, on observe une diminution de leur résistance de l'ordre de 14 N/cm². Le même raisonnement implique que 39 N/cm² représentent 73,58 % de résistance à la torsion. On enregistre donc 26,42 % de fragilité après 14 mois d'utilisation, leur réutilisation n'est pas envisageable !

Obtention d'une ostéointégration partielle de 15 à 20 % au bout d'un an d'utilisation de mini-implants en alliage de titane, mais sans compromettre la facilité du dévissage.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Conclusions

Titanium alloy (Ti-6Al-4V) remains a good compromise between its main competitors: pure titanium (CPT) and surgical steel.

The comparison between the new titanium alloy mini implants and those used between 0 and 2 months allows to assert that their reuse, on a mechanical point of view, is possible and presents no fracture risk.

When comparing the mini-implants used during 2 months with those used during 12 months, we observe a decrease in the resistance of the latter around 11 N/cm². If 53 N/cm² represent 100%, then 42 N/cm² represent 79.24%. This means that we record 20.76% of weakness after 12 months of use, so their re-use is not recommended!

When comparing the mini-implants used during 2 months with those used during 14 months, we observe a decrease of their resistance of about 14 N/cm². The same rationale implies that 39 N/cm² represent 73.58%. This means that we record 26.42% of weakness after 14 months of use, so their reuse is not recommended!

A partial osteointegration of 15 to 20% was obtained after using the grade 23 titanium mini-implants during one year, but without compromising the easiness for unscrewing.

Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

Références :

- (1). Garfinkle JS, Cunningham Jr. LL, Beeman CS, Kluemper GT, Hicks EP, Kim MO. Evaluation of orthodontic mini-implant anchorage in premolar extraction therapy in adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:642-53.
- (2). Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung H-M, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:9-15.
- (3). Melsen B. Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system. *Rev Orthop Dento Faciale* 2006;40:41-61.
- (4). Le Gall M, Matossian L, Filippi R. La minivis Ancora® en acier chirurgical M25. In: Bassigny F., Chillès D., Chillès J-G., Dumoulin B., Filippi R., Le Gall M., Matossian L., Thébaud B., Watcher L. (Eds.), *Nouvelles conceptions de l'ancrage en orthodontie*. Editions CDP, France, 57-9 [CDP Initiative santé. 57-9. 195 p.] 2013.
- (5). Lazaroo B, Tilotta F, Emoult JF. Les minivis: ancrage osseux en orthodontie et en orthodontie. Editions CDP, Mémento, Paris 2010.
- (6). Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:S68-73.
- (7). Ellouze S, Darqué F. Mini-implants : l'orthodontie de demain. Ed. Quintessence International, France [260 p.] 2012.

ODA

Orthodontal Algérie

ULTRA BAND
RELIANCE



COMPOSITE
GC ORTHODONTICS



TOURNEVIS
BIO-RAY



FIL DE CONTENTION
RELIANCE



Pitts21

REPRÉSENT EXCLUSIF DES MARQUES MONDIALES DE PRODUITS DENTAIRES



Le rôle du chirurgien maxillo-facial dans la prise en charge des déficits transversaux maxillaires et mandibulaires : approche technique et indications

The role of the maxillofacial surgeon in the management of maxillary and mandibular

Sofiane GHERSALLAH¹, Chirurgien maxillo-faciale libéral- Le Mans - France

Auteur correspondant: sofiane GHERSALLAH. dr.ghersallahsofiane@gmail.com

Résumé:

Les déficits transversaux des arcades dentaires, qu'ils concernent le maxillaire ou la mandibule, ont des conséquences fonctionnelles et esthétiques importantes. Si le traitement orthodontique est souvent efficace chez l'enfant, l'adulte nécessite une prise en charge chirurgicale. Le chirurgien maxillo-facial joue un rôle central en collaboration avec l'orthodontiste dans l'évaluation, la planification et la réalisation des interventions nécessaires à la correction de ces anomalies. Cet article met en lumière la place du chirurgien dans cette prise en charge, et décrit les principales techniques chirurgicales employées : l'expansion rapide assistée chirurgicalement du maxillaire (SARPE), les ostéotomies segmentaires, et la distraction ostéogénique transverse mandibulaire. Les indications, les limites et les résultats de ces techniques sont décrites.

Mots clés:

Déficit transversal, Maxillaire, Mandibule, SARPE, Distraction ostéogénique, Ostéotomie segmentaire, Chirurgie orthognathique.

Abstract :

Transverse defects of the dental arches, whether affecting the maxilla or mandible, have significant functional and aesthetic consequences. While orthodontic treatment is often effective in children, adults require surgical treatment. The maxillofacial surgeon plays a central role, working in collaboration with the orthodontist, in the assessment, planning and performance of the procedures necessary to correct these anomalies. This article highlights the surgeon's role in this treatment and describes the main surgical techniques used: surgically assisted rapid maxillary expansion (SARPE), segmental osteotomies, and mandibular transverse osteogenic distraction. The indications, limitations and results of these techniques are described.

Keywords:

deficit, Maxilla, Mandible, SARPE, Osteogenic distraction, Segmental osteotomy, Orthognathic surgery

Reçu le, 16/06/2025 ; Accepté le, 28/08/ 2025.

Introduction

Les anomalies transversales du maxillaire et de la mandibule constituent une entité clinique fréquente, souvent associée à des malocclusions de classe II ou III, des troubles de l'articulé dentaire croisé et des désordres temporo-mandibulaires. Chez l'enfant, l'expansion orthodontique seule est souvent suffisante, profitant de la croissance. Chez l'adulte, en revanche, la rigidité des structures osseuses par ossification des sutures impose un recours à la chirurgie [1].

Le rôle du chirurgien maxillo-facial est ici primordial : il doit évaluer les dimensions osseuses, proposer une technique adaptée, réaliser l'intervention, et assurer le suivi post-opératoire. Cet article vise à souligner le rôle décisif du chirurgien et à décrire les techniques chirurgicales majeures dans la gestion de ces déficits transversaux.

2. Déficit transversal maxillaire

Le déficit transverse maxillaire (DTM) est défini comme une réduction de la largeur du maxillaire supérieur par rapport aux dimensions mandibulaires ou aux normes céphalométriques. Il peut être isolé ou associé à d'autres dysmorphoses faciales (Classe III, asymétries). Cliniquement, il se manifeste par des articulés croisés postérieurs, un encombrement dentaire, des troubles fonctionnels (ventilation, mastication, phonation) et un retentissement esthétique [2].

3. Prise en charge du déficit maxillaire transversal

La prise en charge du DMT dépend de l'origine de ce déficit, de son importance et de l'âge du patient, les différentes options thérapeutiques qui s'offrent à nous sont:

Chez l'Enfant :

- a) une expansion sur fil orthodontique;
- b) une expansion palatine lente;
- c) une expansion palatine rapide (0,5 mm/jour) ou semi-rapide (0,25 mm/jour) comme le Haas ou le Hyrax;

Chez l'Adulte [2]

- a) une expansion palatine rapide assistée chirurgicale-
- b) ment (EPRAC) ou SARPE en anglais
- une expansion chirurgicale de type Lefort1 segmenté;

Le chirurgien maxillo-facial intervient uniquement chez l'adulte dans les deux dernières options thérapeutiques, en effet leur point commun est la nécessité de réaliser une ostéotomie palatine médiane [3].

Introduction

Transverse anomalies of the maxilla and mandible are a common clinical entity, often associated with Class II or III malocclusions, crossbite disorders and temporomandibular disorders. In children, orthodontic expansion alone is often sufficient, taking advantage of growth. In adults, however, the rigidity of the bone structures due to ossification of the sutures requires surgery [1].

The role of the maxillofacial surgeon is essential here: they must assess the bone dimensions, propose an appropriate technique, perform the operation and provide post-operative follow-up. This article aims to highlight the decisive role of the surgeon and to describe the major surgical techniques used in the management of these transverse deficits.

2. Maxillary transverse deficit

Maxillary transverse deficit (MTD) is defined as a reduction in the width of the upper jaw in relation to the dimensions of the lower jaw or cephalometric standards. It may be isolated or associated with other facial dysmorphologies (Class III, asymmetries). Clinically, it manifests as posterior crossbites, dental crowding, functional disorders (ventilation, mastication, phonation) and aesthetic repercussions [2].

3. Treatment of transverse maxillary deficiency

The treatment of TMD depends on the cause of the deficiency, its severity and the age of the patient. The various treatment options available to us are:

In children:

- a) expansion using orthodontic wires;
- b) slow palatal expansion;
- c) rapid palatal expansion (0.5 mm/day) or semi-rapid palatal expansion (0.25 mm/day)

In adults [2]

- a) surgically assisted rapid palatal expansion (SARE) or SARPE
- b) segmented Lefort 1 surgical expansion;

The maxillofacial surgeon only intervenes in adults in the last two treatment options, as they both require a median palatal osteotomy [3].

3.1 Le SARPE (Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion)

Il se définit comme étant une technique chirurgicale associant une ostéotomie palatine médiane à une expansion orthodontique, destinée à corriger les déficits transversaux du maxillaire chez les patients avec une croissance osseuse achevée. Contrairement à l'expansion palatine rapide utilisée chez l'enfant, le SARPE permet de surmonter la résistance squelettique des sutures maxillaires fusionnées, notamment la suture intermaxillaire [4,5].

3.1.1 Indications

Le SARPE est indiqué dans les situations suivantes :
Déficit transversal du maxillaire ≥ 4 mm, généralement avec articulé croisé postérieur uni- ou bilatéral.
Patients en fin de croissance ou adultes, chez qui les sutures palatines sont ossifiées.

3.1.2 Technique chirurgicale

A. Préparation

- Évaluation clinique et radiologique (CBCT, moulages).
- Pose préalable d'un dispositif d'expansion fixe (type Hyrax, Haas, ou distracteur à vis d'ancrage osseux).

B. Temps opératoire

- Temps opératoire.
- Abord chirurgical.
- Ostéotomie type Lefort I.
- Ostéotomie médiane de la suture palatine avec ostéotome ou scie piezoélectrique.
- Activation du distracteur en salle d'opération pour vérifier la mobilité.
- Fixation non rigide au fil d'acier.

C. Phase de distraction

- Latence post-opératoire : 5 à 7 jours.
- Activation : $0,25 \text{ mm} \times 2 \text{ fois/jour}$ (soit $0,5 \text{ mm/j}$).
- Durée de distraction: 7 à 15 jours selon le déficit à corriger.
- Phase de consolidation : minimum 3 mois, avec contention rigide.

3.1.3 Avantages et limites

Avantages :

- Expansion squelettique réelle (non seulement dentaire).
- Préserve l'intégrité parodontale.
- Améliore le volume des voies nasales (respiration).
- Bonne stabilité à long terme si contention bien assurée.

3.1 SARPE (Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion)

This is defined as a surgical technique combining a median palatal osteotomy with orthodontic expansion, intended to correct transverse maxillary deficits in patients whose bone growth is complete. Unlike rapid palatal expansion used in children, SARPE overcomes the skeletal resistance of fused maxillary sutures, particularly the intermaxillary suture [4,5].

3.1.1 Indications

SARPE is indicated in the following situations:
Transverse maxillary deficiency ≥ 4 mm, generally with unilateral or bilateral posterior crossbite. Patients who have finished growing or adults, in whom the palatal sutures are ossified.

3.1.2 Surgical technique

A. Preparation

Clinical and radiological evaluation (CBCT, casts)
Prior placement of a fixed expansion device (Hyrax, Haas, or bone anchor screw distractor type)

B. Surgical procedure

- Surgical approach Lefort I osteotomy
- Lefort I osteotomy
- Median osteotomy of the palatal suture with osteotome or piezoelectric saw.
- Activation of the distractor in the operating theatre to check mobility
- Non-rigid fixation to the steel wire.

C. Distraction phase

- Post-operative latency: 5 to 7 days.
- Activation: $0.25 \text{ mm} \times 2 \text{ times/day}$ (i.e. 0.5 mm/day).
- Duration of distraction: 7 to 15 days depending on the deficit to be corrected
- Consolidation phase: minimum 3 months, with rigid restraint

3.1.3 Advantages and limitations

Advantages:

- Real skeletal expansion (not just dental)
- Preserves periodontal integrity
- Improves nasal airway volume (breathing)
- Good long-term stability if retention is well secured.

Inconvénients :

- Intervention invasive, nécessite anesthésie générale.
- Risques : douleur, œdème, hémorragie, désunion des sutures, infection, nécrose muqueuse, lésion dentaire [6,7].
- Suivi rigoureux nécessaire pendant la distraction.

3.2 Ostéotomie de Le Fort I segmentée

L'ostéotomie de Le Fort I segmentée est une technique chirurgicale qui permet la mobilisation tridimensionnelle du maxillaire en le segmentant en deux ou plusieurs parties. Elle est utilisée lorsque le repositionnement global du maxillaire ne suffit pas à corriger les anomalies occlusales ou squelettiques transversales, sagittales ou verticales [8]. Cette technique est particulièrement utile pour :

- l'expansion transverse modérée du maxillaire.
- le nivellement du plan d'occlusion.
- la correction des compensations dentoalvéolaires, et l'alignement des segments alvéolaires dans les dysmorphoses complexes.

3.2.1 Indications

Les principales indications d'un Le Fort I segmenté sont :

- Déficit transversal du maxillaire modéré (<4–5 mm), souvent en complément d'une ostéotomie sagittale
- Cas de bécane antérieure associée à une dysmorphose maxillaire.
- Intégration dans une chirurgie bimaxillaire, pour optimiser les rapports inter-arcades.

3.2.2 Technique chirurgicale

Préparation préopératoire

- Évaluation céphalométrique et occlusale.
- Simulation numérique 3D (si disponible).
- Pose d'un appareil de contention orthodontique ou d'un guide chirurgical.
- Avec ou sans mise en place d'une gouttière ou d'un plan de repositionnement occlusal.

Temps opératoire

- Abord chirurgical.
- Ostéotomie de Le Fort I classique.
- Section de la cloison nasale et du septum.
- Détachement du maxillaire.
- Segmentation sagittale du maxillaire selon l'indication (2 ou 3 segments) .
- Réduction et repositionnement tridimensionnel des segments .

Disadvantages:

- Invasive procedure, requires general anaesthesia
- Risks: pain, oedema, haemorrhage, suture separation, infection, mucosal necrosis, dental damage [6,7].
- Close monitoring required during distraction.

3.2 Segmented Le Fort I osteotomy

Segmented Le Fort I osteotomy is a surgical technique that allows three-dimensional mobilisation of the maxilla by segmenting it into two or more parts. It is used when overall repositioning of the maxilla is not sufficient to correct occlusal or skeletal transverse, sagittal or vertical abnormalities [8].

- This technique is particularly useful for: moderate transverse expansion of the maxilla, levelling of the occlusal plane,
- correction of dentoalveolar compensations, and alignment of the alveolar segments in complex dysmorphoses.

3.2.1 Indications

The main indications for a segmented Le Fort I osteotomy are:

- Moderate transverse maxillary deficiency (<4–5 mm), often in addition to a sagittal osteotomy
- Cases of anterior open bite associated with maxillary dysmorphosis.
- Integration into bimaxillary surgery to optimise interarch relationships.

3.2.2 Surgical technique

Preoperative preparation

- Cephalometric and occlusal assessment .
- 3D digital simulation (if available).
- Fitting of an orthodontic retainer or surgical guide.
- With or without the placement of a splint or occlusal repositioning plan.

Operating time

- Surgical approach.
- Classic Le Fort I osteotomy.
- Sectioning of the nasal septum and septum, Detachment of the maxilla.
- Sagittal segmentation of the maxilla as indicated (2 or 3 segments).
- Reduction and three-dimensional repositioning of the segments.

- Expansion transverse.
- Avancée ou recul différencié selon les segments.
- Nivellement vertical (si nécessaire).
- Fixation rigide par mini-plaques et vis sur les piliers canins et postérieurs.
- Vérification de l'occlusion avec la gouttière ou le guide occlusal ou BIM (blocage maxillo-mandibulaire) si intégré dans une chirurgie bimaxillaire.

3.2.3 Avantages et limites

Avantages :

- Permet une correction précise de l'arcade maxillaire dans les trois plans de l'espace [9]
- Peut être combinée à une chirurgie bimaxillaire pour corriger les dysmorphoses complexes
- Évite le recours à multiplier les temps opératoires.
- Donne des résultats fonctionnels et esthétiques précis.

Limites :

- Technique plus complexe que le Lefort I simple
Risque accru de dévascularisation si les segments sont étroits ou mal manipulés
- Mobilité post-opératoire des segments si fixation inadéquate
- Risque de nécrose alvéolaire ou gingivale en cas de tension excessive
- Nécessite une excellente coordination avec l'orthodontiste.

3.2.4 Suivi post-opératoire

- Contention rigide ou élastiques intermaxillaires pendant 3 à 6 semaines
- Surveillance des signes de dévascularisation, d'infection ou de désunion segmentaire
- Reprise du traitement orthodontique secondaire pour asseoir l'occlusion
- Suivi à long terme pour évaluer la stabilité transverse et la qualité fonctionnelle.

3.3 Description de la technique opératoire d'ostéotomie étape par étape

3.3.1 Voie d'abord

Que ce soit pour le Lefort I segmenté ou pour L'EPRAC la voie d'abord est la même à savoir:

Incision muqueuse en aile de mouette centrée sur le frein labial allant de 14 à 24 à 4 à 5 mm des collets dentaires en gencive attachée

- Transverse expansion.
- Differentiated advancement or retraction depending on the segments Vertical levelling (if necessary).
- Rigid fixation using mini-plates and screws on the canine and posterior abutments.
- Occlusion check using the splint or occlusal guide or BIM (maxillomandibular block) if integrated into bimaxillary surgery.

3.2.3 Advantages and limitations

Advantages:

- Allows precise correction of the maxillary arch in all three planes [9]
- Can be combined with bimaxillary surgery to correct complex dysmorphoses Avoids the need for multiple operations.
- Provides precise functional and aesthetic results

Limitations:

- More complex technique than simple Lefort I
Increased risk of devascularisation if segments are narrow or poorly handled Post-operative mobility of segments if fixation is inadequate
- Risk of alveolar or gingival necrosis in case of excessive tension Requires excellent coordination with the orthodontist

3.2.4 Post-operative follow-up

- Rigid retention or intermaxillary elastics for 3 to 6 weeks
Monitoring for signs of devascularisation, infection or segmental separation Resumption of secondary orthodontic treatment to establish occlusion
Long-term follow-up to assess transverse stability and functional quality

3.3 Step-by-step description of the osteotomy surgical technique

3.3.1 Approach:

Whether for segmented Lefort I or EPRAC, the approach is the same, namely:

A gull-wing incision in the mucosa centred on the labial frenulum, extending from 14 to 24 mm to 4 to 5 mm from the dental collars in the attached gingiva

Décollement d'un lambeau muco-périosté, libération de l'épine nasale antérieure et des orifices piriformes [11]
Alternative: incision sulculaire dans le sillon gingivo-dentaire au contact des collets dentaires avec décharges verticales distales [12].

3.3.2 Les ostéotomies:

Pour le Lefort 1 segmenté la technique est bien codifiée par contre pour le SARPE il n'y a pas de consensus, plusieurs type d'ostéotomie avec ou sans disjonction pterygomaxillaire sont possibles [13], Je décris ici la technique utilisée dans notre service à savoir l'ostéotomie avec disjonction ptérygomaxillaire car elle permet l'expansion la plus large et la plus uniforme [14]

Les ostéotomies peuvent être réalisées avec un piezotome ou un moteur classique.

Ostéotomie antéro-latérale: commune aux deux techniques Ostéotomie type Lefort 1 allant de l'orifice piriforme jusqu'en arrière du pilier zygomato-malaire en postérieur, la même procédure en controlatéral (fig 1).

Un ostéotome droit boutonné est utilisé pour le vomer (fig. 2)
et un ostéotome droit simple pour le pilier canin (fig. 3).

Detachment of a mucoperiosteal flap, release of the anterior nasal spine and piriform orifices [11]
Alternative: sulcular incision in the gingival-dental sulcus in contact with the dental collars with distal vertical releases [12].

3.3.2 Osteotomies:

For segmented Lefort 1, the technique is well codified, but for SARPE there is no consensus; several types of osteotomy with or without pterygomaxillary disjunction are possible [13]. Here I describe the technique used in our department, namely osteotomy with pterigo-maxillary disjunction, as it allows for the widest and most uniform expansion [14].

Osteotomies can be performed with a piezotome or a conventional motor.

Anterolateral osteotomy: common to both techniques Lefort 1 osteotomy extending from the piriform aperture to behind the zygomatic-malar pillar posteriorly, with the same procedure on the contralateral side (Fig. 1).

A straight button osteotome is used for the vomer (Fig 2) and a straight simple osteotome for the canine pillar (Fig 3).

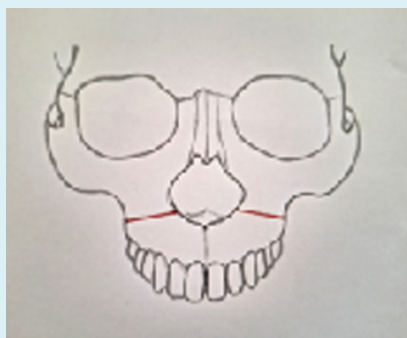


Figure 1: Ostéotomie antéro-latérale
Anterolateral osteotomy

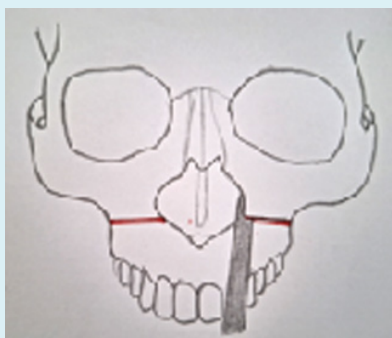


Figure 2: Ostéotomie du pilier canin
Canine pillar osteotomy

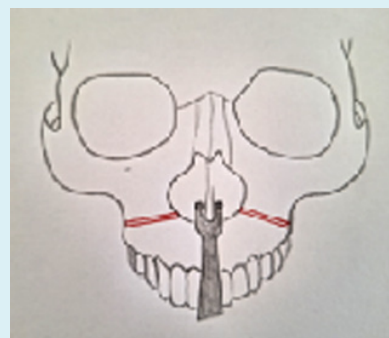


Figure 3: Ostéotomie septo-vomerienne
Septovomerian osteotomy

Ostéotomie postérieure: avec un ostéotome courbe type Obwegeser qui est utilisé dans la fosse ptérygoïde fig 4. Pour détacher complètement le maxillaire à la pince de Tessier Fig 5

Posterior osteotomy: using a curved Obwegeser osteotome, which is used in the pterygoid fossa (Fig. 4). To completely detach the maxilla using Tessier forceps (Fig. 5).

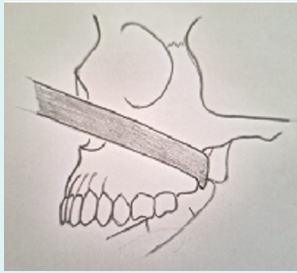


Figure 4: Ostéotomie ptérygo maxillaire
Pterygomaxillary osteotomy

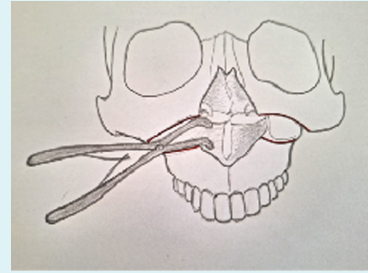


Figure 5: décrochage du maxillaire
Maxillary down-fracture

Ostéotomie palatine: Décollement des fosses nasales et descente du maxillaire Ostéotomie palatine : plusieurs tracés d'ostéotomies ont été décrits :

- Médiane
- Paramédiane unique
- En flute de champagne avec deux traits de coupes paramédian qui se croise en arrière de l'orifice du canal incisif et se poursuivent par un seul trait de coupe qui contourne l'épine nasale antérieure et se termine en inter incisif (fig 6 et 7).

Palatal osteotomy: Detachment of the nasal fossae and lowering of the maxilla

Palatal osteotomy: several osteotomy patterns have been described:

- Median
- Single paramedian
- Champagne flute with two paramedian cuts that intersect behind the incisive canal opening and continue with a single cut that goes around the anterior nasal spine and ends at the interincisive (Figs. 6 and 7).

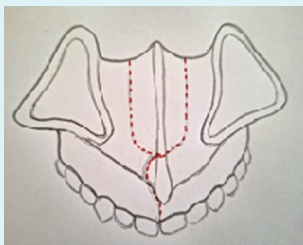


Figure 6: Ostéotomie palatine
Palatal osteotomy

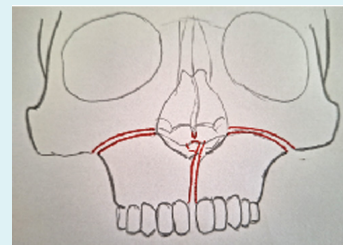


Figure 7: expansion maxillaire
Maxillary expansion



Figure 8: Voie d'abord
Surgical approach



Figure 9: Ostéotomies Lefort I et inter-maxillaire
Le Fort I and inter-maxillary osteotomies



Figure 10: Radio panoramique post op
Post-operative panoramic radiograph



Figure 11: Résultat à la fin de la distraction
Result at the end of distraction

4. Déficit mandibulaire transverse

Le déficit mandibulaire transverse est défini comme une réduction anormale de la largeur de la mandibule, entraînant une discordance transversale entre les bases maxillaires et mandibulaires.

Sur le plan clinique, il se manifeste par un articulé croisé uni ou bilatéral ou des compensations dentoalvéolaires [11].

Contrairement au maxillaire, dont l'expansion transverse est bien documentée chez l'adulte, la correction chirurgicale du déficit transverse mandibulaire reste plus complexe, en raison de la rigidité anatomique. Le chirurgien maxillo-facial est l'acteur principal dans l'exécution des techniques chirurgicales correctrices, en coordination étroite avec d'autres spécialités [12].

4. Transverse mandibular deficiency

Transverse mandibular deficiency is defined as an abnormal reduction in the width of the mandible, resulting in transverse discordance between the maxillary and mandibular bases.

Clinically, it manifests as unilateral or bilateral crossbite or dentoalveolar compensations [11].

Unlike the maxilla, whose transverse expansion is well documented in adults, surgical correction of mandibular transverse deficiency remains more complex due to anatomical rigidity. The maxillofacial surgeon plays the leading role in performing corrective surgical techniques, in close coordination with other specialities [12].

4.1. Ostéotomie segmentaire mandibulaire

La technique chirurgicale consiste en la réalisation d'ostéotomies interforaminales situées entre les canines et les prémolaires, suivies d'une expansion manuelle de la symphyse mandibulaire.

La stabilisation est assurée par la fixation à l'aide de miniplaques, et des greffes osseuses peuvent être nécessaires pour optimiser la consolidation. Cependant, cette procédure présente certaines limites, notamment un risque accru de dévascularisation des segments osseux et une instabilité plus fréquente par rapport à d'autres techniques d'expansion mandibulaire.

4.1. Mandibular segmental osteotomy

The surgical technique consists of performing interforaminal osteotomies between the canines and premolars, followed by manual expansion of the mandibular symphysis.

Stabilisation is achieved by fixation using miniplates, and bone grafts may be necessary to optimise consolidation. However, this procedure has certain limitations, including an increased risk of devascularisation of the bone segments and more frequent instability compared to other mandibular expansion techniques.

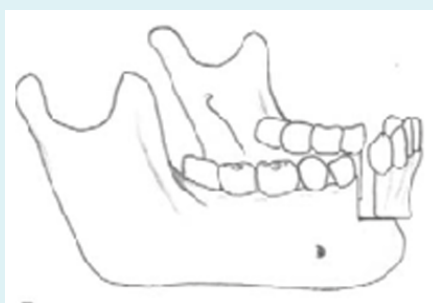


Figure 11: Ostéotomie segmentaire mandibulaire
Mandibular segmental osteotomy

4.2. Distraction ostéogénique mandibulaire transverse

La distraction ostéogénique mandibulaire transverse constitue une alternative thérapeutique indiquée dans les cas de déficit transverse mandibulaire supérieur à 4 mm [13].

La technique consiste en la réalisation d'une ostéotomie médiane symphysaire — ou paramédiane selon les cas — suivie de la mise en place d'un distracteur transverse intraoral.

Une période de latence de 5 à 7 jours précède la phase d'activation, réalisée à raison de 0,5 mm par jour pendant 10 à 15 jours. La phase de consolidation osseuse s'étend ensuite sur une durée de 3 à 4 mois. Le rôle du chirurgien est central à chaque étape, notamment lors de la réalisation de l'ostéotomie, qui doit être effectuée avec une grande précision afin d'éviter les fractures dentaires ou les lésions nerveuses [16]. Un suivi radiologique rigoureux est nécessaire pour évaluer la progression de la distraction et détecter d'éventuelles complications, parmi lesquelles figurent la mobilité dentaire, les infections localisées, les déhiscences muqueuses, les paresthésies ainsi que les asymétries [14].

4.2. Transverse mandibular osteogenic distraction

Transverse mandibular osteogenic distraction is a therapeutic alternative indicated in cases of transverse mandibular deficiency greater than 4 mm [13].

The technique consists of performing a median symphyseal osteotomy — or paramedian osteotomy, depending on the case — followed by the placement of an intraoral transverse distractor.

A latency period of 5 to 7 days precedes the activation phase, which is performed at a rate of 0.5 mm per day for 10 to 15 days. The bone consolidation phase then lasts for 3 to 4 months. The surgeon plays a central role at each stage, particularly during the osteotomy, which must be performed with great precision in order to avoid dental fractures or nerve damage [16].

Rigorous radiological monitoring is necessary to assess the progress of distraction and detect any complications, including tooth mobility, localised infections, mucosal dehiscence, paraesthesia and asymmetry [14].



Figure 12: voie d'abord (14)
Surgical approach (14)



Figure 13 :Ostéotomie médiane (14)
Midline osteotomy (14)

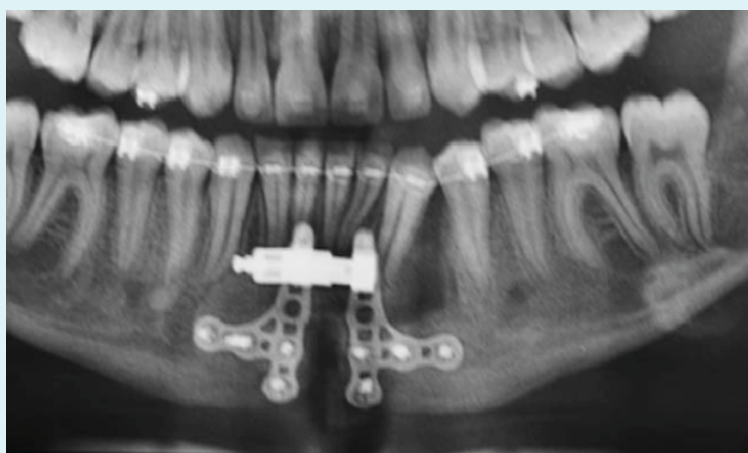


Figure14 :radio post opératoire (14)
Postoperative radiograph (14)

5. Discussion: the central role of the maxillofacial surgeon

Le chirurgien maxillo-facial ne se limite pas à l'acte technique. Il est acteur à chaque étape :

Diagnostic tridimensionnel : en intégrant les données cliniques, radiologiques, fonctionnelles et esthétiques
Choix de la technique chirurgicale : selon l'âge, le type de déficit, l'objectif fonctionnel

Réalisation précise de l'ostéotomie ou de la distraction
Suivi post-opératoire : contrôle de la stabilité, surveillance de la consolidation osseuse, coordination avec l'orthodontie

Le chirurgien est aussi responsable de prévenir les récidives, par une planification rigoureuse, l'utilisation de contentions fiables, et une évaluation à long terme.

5. Discussion: the central role of the maxillofacial surgeon

The maxillofacial surgeon does not limit themselves to the technical procedure. They are involved in every stage:

Three-dimensional diagnosis: integrating clinical, radiological, functional and aesthetic data
Choice of surgical technique: depending on age, type of defect, functional objective

Precise performance of osteotomy or distraction
Post-operative follow-up: stability control, monitoring of bone consolidation, coordination with orthodontics

The surgeon is also responsible for preventing recurrence through rigorous planning, the use of reliable restraints and long-term evaluation.

6. Conclusion

Le chirurgien maxillo-facial occupe une position clé dans la prise en charge des déficits transversaux qu'ils soient maxillaires ou mandibulaires notamment chez l'adulte. Grâce à une approche chirurgicale adaptée et une collaboration étroite avec l'orthodontiste, il est possible de restaurer l'équilibre fonctionnel et esthétique des arcades dentaires. Les progrès en imagerie, modélisation 3D et techniques chirurgicales mini-invasives ouvrent de nouvelles perspectives pour un traitement plus précis et plus sûr.

6. Conclusion

The maxillofacial surgeon plays a key role in the management of transverse deficits, whether maxillary or mandibular, particularly in adults. Thanks to an appropriate surgical approach and close collaboration with the orthodontist, it is possible to restore the functional and aesthetic balance of the dental arches. Advances in imaging, 3D modelling and minimally invasive surgical techniques are opening up new possibilities for more precise and safer treatment.

Références :

- (1). Proffit, W. R., Fields, H. W., & Sarver, D. M. (2013). Contemporary Orthodontics (5th ed.). Elsevier Health Sciences.
- (2). Harari, D., & Ngan, P. (2001). "Transverse maxillary deficiency: diagnosis and treatment." International Journal of Orthodontics, 12(1), 15–22.
- (3). Reyneke JP. Surgical correction of transverse discrepancies of the maxilla. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 2019;34(2):101-110.
- (4). Troulis MJ, Kaban LB. Atlas of orthognathic Surgery. Saunders 2013
- (5). Turvey TA, et al. Oral maxillofac Surg Clin North Am. 2000; 12(3): 569-480.
- (6). Barone S, Moriconi A, Bianchi A, Gracco A. Can different osteotomies influence SARPE outcomes? J Cranio-maxillofac Surg. 2024;52(1):45–53.
- (7). Zheng Y, Sun Y, Xu T, Huang C. Two-stage distraction osteogenesis for severe maxillary transverse deficiency: clinical outcomes and complications. J Oral Maxillofac Surg. 2019;77(5):935.e1–935.e10.
- (8). Starch-Jensen T, Blæhr TL, Christensen AE, Sindet-Pedersen S. Transverse expansion and stability after segmental Le Fort I osteotomy: a systematic review. J Oral Maxillofac Surg. 2016;74(2):324–36.
- (9). Rios O, Guerrero CA, Alarcón J, Zapata U, Parra W, Vélez E, et al. Accuracy of segmented Le Fort I osteotomy with virtual planning and patient-specific fixation plates. Int J Oral Maxillofac Surg. 2022;51(8):1029–37.
- (10). Lin JH, Wu CW, Lo LJ, Chen YR, Hsieh YJ, Chen PKT, et al. Asymmetric expansion after surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review. J Oral Maxillofac Surg. 2022;80(5):776–87.
- (11). Martin A, Lefèvre B, Dubois L. "Mandibular transverse deficiency: diagnosis and surgical management." J Oral Maxillofac Surg. 2021;79(3):412-419.
- (12). Cheung, L.K., et Chua, HDP (2006) distraction osteogenesis of the mandibular body and symphysis. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Endodontology, 101(3), 387-394.
- (13). Swennen, G. R., Schliephake, H., Dempf, R., Schierle, H., & Malevez, C. (2001). "Craniofacial distraction osteogenesis: a review of the literature: Part 1: clinical studies." International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 30(2), 89–103.
- (14). Ghersallah S, Anavekar N, FRACS, Ferri J, "Technical Variants of Mandibular Median Distraction « J Craniofac Surg 2017;28: 236–238 .



TASK

INSTRUMENTS D ORTHODONTIE

Depuis 1968...



Dentalia

☎ +213(0)561 673 443 / +213(0)561 673 261
📍 Adresse garidi 2 kouba **MAPS:** dentalia kouba

📷📘 Team Dentalia
🌐 Dentalia.kouba@yahoo.fr

Traitement du sourire gingival à l'aide de minivis et de système autoligaturant passif

Treating a gummy smile with miniscrews and passive self-ligation

Wassim BOUZID.¹ Orthodontiste libéral- Constantine-Algérie
Auteur correspondant: Wassim Bouzid. bouzidwassim@live.fr

Résumé:

Ce cas clinique présente une approche non chirurgicale pour le traitement d'un sourire gingival sévère en utilisant un ancrage squelettique et des protocoles orthodontiques orientés vers l'esthétique.

Une patiente de 28 ans présentant une exposition gingivale excessive (~9 mm), une malocclusion de Classe II légère et une supraclusion profonde a été traitée avec le système autoligaturant Pitts 21, combiné à des mini-vis extra-radicaux et palatines. Six mini-vis ont été placées stratégiquement afin d'obtenir une intrusion maxillaire et un rééquilibrage du sourire. Le traitement a duré 30 mois, suivi d'une phase de finition esthétique comprenant une recontouring gingival, un remodelage dentaire et une optimisation du design du sourire.

Le résultat final a montré une occlusion de Classe I idéale, une courbe du sourire améliorée et une réduction significative de l'exposition gingivale, permettant d'obtenir une excellente esthétique blanche et rose sans intervention chirurgicale.

Ce cas démontre que la combinaison d'un ancrage squelettique, d'une biomécanique contrôlée et de protocoles guidés par l'esthétique permet aux orthodontistes de traiter efficacement les cas complexes de sourire gingival tout en évitant la chirurgie invasive.

Mots clés:

Sourire gingival, ancrage squelettique, intrusion maxillaire.

Abstract :

This clinical report presents a non-surgical approach for treating a severe gummy smile using skeletal anchorage and esthetic-focused orthodontic protocols.

A 28-year-old female patient with excessive gingival display (~9 mm), mild Class II malocclusion, and deep overbite was treated with the Pitts 21 self-ligating system combined with extra-radicular and palatal TADs. Six mini-screws were placed strategically to achieve maxillary intrusion and smile rebalancing. Treatment lasted 30 months, followed by esthetic finishing including gingival recontouring, reshaping, and smile design optimization.

The outcome showed ideal Class I occlusion, improved smile arc, and a significant reduction in gingival exposure, achieving excellent white-and-pink esthetics without surgical intervention.

This case demonstrates how combining skeletal anchorage, controlled biomechanics, and esthetic-driven protocols allows orthodontists to manage complex gummy-smile cases effectively while avoiding invasive surgery.

Keywords:

Gummy smile, Skeletal anchorage (TADs), Maxillary intrusion.

Reçu le, 8/06/2025 ; Accepté le, 17/08/ 2025.

Introduction:

Le sourire d'une personne est le deuxième trait du visage que les gens ont tendance à évaluer lorsqu'ils jugent de l'attractivité.

Les orthodontistes s'efforcent d'améliorer l'esthétique du sourire, permettant ainsi aux patients d'atteindre un bien-être social et psychologique, tout en améliorant leur santé bucco-dentaire.

Lorsque le paradigme des tissus mous en orthodontie a été introduit, les orthodontistes sensibles à l'esthétique ont déplacé leur vision d'un diagnostic et d'un plan de traitement purement dento-squelettiques vers un diagnostic et un plan de traitement fondés sur le profil.

Les objectifs thérapeutiques visaient alors à améliorer, ou du moins à maintenir, l'apparence esthétique du profil.

Plus récemment, les approches orientées vers le visage cherchent à harmoniser l'esthétique du sourire avec les caractéristiques faciales du patient, en recherchant des positions dentaires esthétiques et des contours optimisés des tissus blancs et roses (dents et gencives) à l'intérieur du cadre du sourire et du visage.

Aujourd'hui, les orthodontistes axés sur l'esthétique intègrent activement dans leur planification des facteurs décrits par nos collègues en dentisterie esthétique sous le terme de « conception du sourire » (smile design) : le flux facial, le cadre et le contour des lèvres, l'arc du sourire, la dominance des incisives, la quantité d'émail visible, la proportionnalité des dents, les couloirs buccaux, l'inclinaison axiale des incisives et des segments postérieurs, le flux dentaire, la couleur des dents ainsi que le contour et la qualité gingivale.

Cet article montrera comment ces paramètres esthétiques peuvent être atteints, même chez des patients présentant d'importantes dysharmonies dento maxillaires, à condition d'un plan de traitement adéquat et d'une bonne coopération du patient.

une bonne coopération, sans compromettre l'excellence des objectifs fonctionnels occlusaux.

Dans cet exemple, un sourire gingival sévère a été traité grâce à une combinaison d'un système d'autoligation passive et de mini-vis extraradiculaires (TADs).

Les techniques de traitement précoces actives (« active early ») m'ont été enseignées par mes mentors, les docteurs Tom Pitts et Duncan Brown. Je leur suis reconnaissant de m'avoir appris à repousser les limites de l'orthodontie afin d'obtenir des résultats esthétiques exceptionnels.

Dans un monde où l'esthétique faciale occupe une place prépondérante et où les patients sont de plus en plus exigeants — recherchant des profils et des lèvres plus pleins, des sourires plus larges et plus lumineux avec une plus grande exposition de l'émail et des incisives supérieures plus verticales — ces techniques se révèlent particulièrement utiles.

En définitive, atteindre ou dépasser les attentes esthétiques des patients contribue largement à leur satisfaction durant le traitement, tout en réaffirmant la place essentielle de l'orthodontie dans le domaine de l'esthétique faciale.

Introduction:

An individual's smile is the second facial feature that people tend to evaluate when assessing attractiveness. Orthodontists strive to improve smile aesthetics, enabling patients to reach a social and psychological well-being while improving their oral health. When the soft-tissue paradigm in orthodontics was introduced, aesthetically aware orthodontists shifted their vision from a pure dental and skeletal orthodontic diagnostic and treatment planning to profile-based diagnostic and treatment planning. Treatment goals were directed to improve, or at least maintain, the profile's aesthetic appearance.

More recently, facially driven approaches considered harmonizing smile aesthetics with the facial attributes of the patient, seeking aesthetic tooth positions and optimized white/pink tissue contours within the smile frame and face.

Today's aesthetically focused orthodontists actively incorporate factors into treatment planning that are described by our cosmetic dental colleagues as "smile design": facial flow, lip frame and contour, smile arc, incisor dominance, enamel display, tooth proportionality, buccal corridors, axial inclination of both incisors and buccal segments, dental f low, tooth color, and gingival contour and quality.

This article will demonstrate how aesthetic parameters can be met even in patients who have significant discrepancies, given sufficient planning and patient.

cooperation, without sacrificing excellence in functional occlusal goals. In this example, a severe gummy smile was treated with a combination of a passive self-ligating system and extraradicular miniscrews (TADs).

The treatment techniques of "active early" case management protocols were taught to me by my mentors, Drs. Tom Pitts and Duncan Brown. I am grateful to them for guiding me how to stretch the limits of orthodontics to achieve exceptional aesthetic results. In a world where facial aesthetics is of major importance and patients are more demanding of exceptional aesthetics—fuller profiles and lips, broader white smiles with increased enamel display and upright upper incisors—these techniques are very useful. In the final analysis, meeting or exceeding patients' aesthetic expectations goes a long way in establishing their satisfaction during the treatment experience, and reestablishing the relevance of orthodontic treatment in aesthetics.

2. Présentation du cas clinique :

Cette patiente de 28 ans (Fig. 1) a consulté pour un traitement orthodontique visant à corriger un sourire gingival sévère.

Sa principale plainte portait sur la visibilité excessive des gencives lors du sourire.

Dans la conception conventionnelle, une telle dysharmonie squelettique serait traitée par une chirurgie de repositionnement supérieur du maxillaire (ostéotomie de Le Fort I), afin de réduire l'excès vertical maxillaire associé.

Ces dernières années, les injections de Botox, la chirurgie de repositionnement labial et le réallongement coronaire ont gagné en popularité parmi les praticiens esthétiques, représentant de bonnes options pour certains patients afin d'obtenir des résultats agréables. Ces techniques présentent toutefois des limites bien connues : elles nécessitent, pour le Botox, une réinjection tous les six mois ; la chirurgie de repositionnement labial comporte un risque élevé de récurrence ; et le réallongement coronaire n'est indiqué que de façon limitée chez les patients ayant des couronnes cliniques courtes.

L'examen clinique de cette patiente a révélé une malocclusion dentaire de Classe II légère, associée à une supraclusion (overbite) importante.

Lors du sourire animé, on observait une exposition gingivale de 9 mm, des incisives supérieures rétro-inclinées et des arcades dentaires étroites sur les deux mâchoires, du point de vue esthétique.

Les quatre dents de sagesse étant présentes, leur extraction a été retenue comme option préférentielle (Fig. 2).

Une analyse appelée « Visual Esthetic Outcome » (VEO) a été réalisée dès le premier examen, afin de montrer à la patiente la quantité d'intrusion nécessaire pour obtenir un résultat esthétique harmonieux (Figs. 3 et 4).

Le plan de traitement prévoyait d'utiliser une combinaison de brackets à autoligation passive et de dispositifs d'ancrage temporaire extraradiculaires (TADs) pour agir globalement sur la denture maxillaire.

Le raffinement des tissus blancs et roses (dents et gencives) devait être effectué à l'aide d'une coronoplastie et d'un recontourage gingival au laser.

Des appareils fixes Pitts 21 ont été posés sur les arcades supérieure et inférieure, selon la technique de positionnement dite « Smile Arc Protection » (SAP).

Des butées postérieures (bite turbos) ont été collées sur les premières molaires supérieures, et des fils initiaux en NiTi thermique activé Pitts Broad de 0,014 pouce ont été insérés sur les deux arcades.

Lors du deuxième rendez-vous, les fils ont été remplacés par des fils Ultra Soft Pitts Broad de 0,018 x 0,018 pouce afin de favoriser l'élargissement des arcades.

Conformément à la planification VEO, une réduction interproximale a été réalisée lors de la mise en place du fil carré.

2. Clinical case:

This 28-year-old patient (Fig. 1) sought orthodontic treatment to resolve her severe gummy smile. Her chief complaints was focused on the excessive visibility of the gingiva when smiling.

In conventional thinking, this skeletal discrepancy would be treated with a maxillary superior repositioning surgery (LeFort 1 osteotomy) to reduce the associated vertical maxillary excess.

Lately, Botox injections, lip repositioning surgery and crown lengthening have gained in popularity among aesthetic providers, and these are good options for some patients in getting pleasant results. These techniques have understood limitations, considering the need for reinjection every 6 months (Botox), high risk of relapse (lip repositioning) and a limited indication in patients with short clinical crowns (crown lengthening).

The clinical examination of this patient revealed that she displayed a mild Class 2 dental malocclusion with a deep overbite. On animated smile, the patient displayed 9 millimeters of gingival exposure, retroclined upper incisors and aesthetically narrow upper and lower arches. Four wisdom teeth were present, so their extraction was selected as a preferred option (Fig. 2).

"Visual esthetic outcome" (VEO) was performed during the initial exam to show the patient the amount of intrusion that would be needed to get a pleasant aesthetic result (Figs. 3 and 4).

The treatment plan was to use the combination of passive self-ligating brackets and extraradicular temporary anchorage devices to en masse affect the maxillary dentition. Refinement of white and pink tissues would be undertaken with coronoplasty and laser recontouring of the pink tissues.

We placed upper and lower Pitts 21 fixed appliances, with the smile arch protection (SAP) bracket positioning approach. Posterior bite turbos were bonded on the upper first molars and 0.014-inch thermal-activated NiTi Pitts Broad upper and lower were placed as initial wires.

On the second appointment, upper and lower arch wires were changed to 0.018-by-0.018-inch Ultra Soft Pitts Broad to help widening the arches. Consistent with the VEO, interproximal reduction was performed on engagement of the square wire. A detorquing chain was inserted on the lower arch to help the uprighting control of the lower incisors.

Une chaîne de détorsion a été insérée sur l'arcade inférieure afin de contrôler le redressement des incisives inférieures.

Après huit mois de traitement, des fils Pitts Broad en acier inoxydable de 0,019 x 0,019 pouce ont été placés sur les deux arcades. Six mini-vis Bioray en acier inoxydable ont été insérées sur l'arcade supérieure, marquant le début de l'impaction de la denture maxillaire (Fig. 5) :

- Deux mini-vis de 12 mm ont été placées sur la crête infrazygomatique, en veillant à les positionner le plus haut possible pour que la chaîne élastique ait une longueur suffisante permettant de générer une force intrusive efficace.
- Deux mini-vis de 12 mm ont été insérées au niveau du palais, entre les dents 16 et 17 (première et deuxième molaires supérieures). De plus, quatre boutons linguaux ont été collés sur la face palatine des molaires afin d'y fixer une chaîne élastique, dans le but de prévenir l'effet secondaire d'un déversement vestibulaire des segments postérieurs durant l'intrusion.
- Deux mini-vis de 8 mm ont été placées entre les incisives centrales et latérales supérieures, non seulement pour favoriser l'intrusion, mais aussi pour obtenir une inclinaison positive pendant le processus d'impaction, car les dents antérieures supérieures étaient initialement inclinées vers l'intérieur (lingualement).

Après 14 mois de traitement, un jeu complet de photos intra- et extra-orales a été réalisé afin d'évaluer objectivement l'avancement du cas (Fig. 6). Un changement positif notable est observé sur le sourire posé du patient, avec une réduction de l'exposition gingivale lors du sourire.

Dans le but de comparer et d'évaluer l'évolution du traitement, j'ai adopté une technique de comparaison non conventionnelle qui m'a été présentée par le Dr Ahmed Zeribi de Tunisie. Cette méthode consiste à calibrer ensemble, selon les yeux et le nez, les photos du sourire du même côté de l'hémiface avant et au milieu du traitement, afin de comparer les deux côtés du visage et de mesurer l'ampleur de l'intrusion effective survenue pendant le processus d'impaction (Fig. 7).

Après 20 mois de traitement, lorsque l'intrusion antérieure avait été atteinte et que l'exposition gingivale était très minimale, deux ligatures métalliques ont été fixées sur l'arcade antérieure pour empêcher toute extrusion (Fig. 8).

Comme l'analyse du sourire a révélé que l'arcade du sourire s'était aplatie pendant le processus d'impaction, il a été décidé de continuer l'intrusion du segment postérieur supérieur afin d'incliner le plan occlusal dans le sens "horaire" et d'améliorer l'arcade du sourire. Cette approche a été poursuivie pendant encore 8 mois, produisant un changement positif significatif sur l'arcade du sourire (Fig. 9).

After 8 months of treatment, 0.019-by-0.019-inch stainless steel Pitts Broad wires were placed on both upper and lower arches. Six stainless steel Bioray miniscrews were inserted on the upper arch and impaction of the maxillary dentition initiated (Fig. 5):

- Two 12 mm miniscrews were inserted on the infrazygomatic crest; care was taken to put the screws as high as possible to give the power chain a certain length to allow an intrusive force to take place.
- Two 12 mm miniscrews were inserted on the palate between upper 6 and upper 7, and four lingual buttons were bonded to the palatal surface of both molars to engage a power chain to prevent the side effect of a posterior buccal segment flaring on intrusion.
- Two 8mm miniscrews were inserted between the upper centrals and laterals to not only help the intrusion but also to get some positive inclination during the impaction, because the upper front teeth were lingually inclined initially.

After 14 months of treatment, a full set of intra- and extraoral photos was taken to compare objectively assess case progress (Fig. 6). A noticeable positive change is observed on the patient's posed smile, with a reduction on the gingival exposure when smiling.

For the purpose of comparison and evaluation of the treatment progress, I have adopted a nonconventional comparison technic introduced to me by Dr. Ahmed Zeribi from Tunisia. The method consists of having the same side hemiface of the pre- and mid-treatment smiling photographs calibrated together according the eyes and the nose, comparing both sides of the face and the amount of the effective intrusion that occurred during the impaction process (Fig. 7).

After 20 months of treatment, when anterior intrusion had been attained and the amount of gingiva exposure was very minimal, two metal ligatures were secured to the arch wire anteriorly to impede any extrusion (Fig. 8).

Because smile analysis revealed that the smile arch had been flattened during the impaction process, it was decided to continue intruding the upper posterior segment, to tip the occlusal plane "clockwise" and enhance the smile arc. The approach was continued for another 8 months, producing a significant positive change on the smile arc (Fig. 9).

A pleasant change on the inclination of the upper front teeth was noticeable at this point, mainly due to the intrusive force that had been applied to the front teeth, which resulted on upper incisors uprighting.



Figure 1



Figure 2



Figure 3



Figure 4

Un changement agréable dans l'inclinaison des dents antérieures supérieures était perceptible à ce stade, principalement dû à la force intrusive appliquée sur les dents antérieures, ce qui a entraîné le redressement des incisives supérieures.

Des courbures de finition ont été introduites à ce stade sur le fil acier inoxydable Pitts Broad de 0,019 × 0,019 pouce, en complément de certains recontourages et remodelages dentaires pour affiner l'aspect micro-esthétique global (Fig. 10). Après 30 mois de traitement, l'appareil orthodontique a été retiré et un jeu de photos intra- et extra-orales a été réalisé pour évaluer le changement global (Figs. 11 et 12).

Finishing bends were introduced at this stage on the 0.019-by-0.019-inch stainless steel Pitts Broad in addition to some tooth recontouring and reshaping to refine the overall microaesthetic aspect (Fig. 10). After 30 months of treatment, the orthodontic appliance was removed and a set of intraoral and extraoral photos was taken to evaluate the overall change (Figs. 11 and 12).



Figure 5



Figure 7



Figure 8

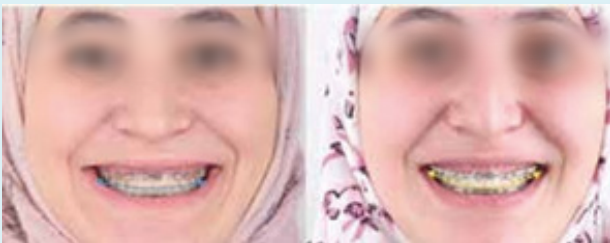


Figure 9



Figure 10

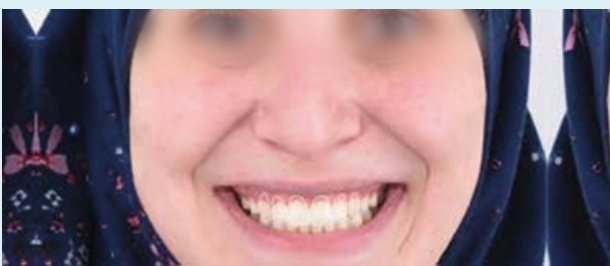


Figure 11



Figure 12

En utilisant le modèle VEO, la nécessité d'éventuels ajustements esthétiques supplémentaires, qu'ils soient de la partie blanche ou rose, a été évaluée. L'analyse a révélé qu'un recontourage gingival était nécessaire afin d'améliorer l'esthétique rose, de créer un sourire plus naturel et de transformer de manière significative l'esthétique globale du visage. Par conséquent, une procédure de recontourage gingival a été réalisée à l'aide d'un laser à diode ultrapulse (Spectralase 980).

Les avantages d'un souci obsessionnel du détail sur les principes micro-esthétiques des embrasures gingivales et des points de zenith font une énorme différence ; une photo intraorale (Fig. 13) a été prise juste après la procédure de remodelage au laser. Les photos finales ont été prises 30 jours après la procédure au laser.

Il a fallu 30 mois pour atteindre les résultats finaux (Fig. 14). Occlusalement, une relation solide Classe I canines et molaires a été obtenue, une occlusion "socked-in" a été atteinte, et les lignes médianes supérieures et inférieures coïncident avec la ligne médiane faciale. Les photos du patient révèlent un sourire plus large, des incisives supérieures redressées, un arc de sourire coïncident et une exposition attrayante des incisives supérieures et de la gencive. On note une amélioration de l'inclinaison linguale des incisives supérieures, et le patient présente une meilleure inclinaison des dents antérieures ainsi qu'une amélioration du profil (Fig. 15).

Tous ces paramètres ont contribué à un résultat transformationnel de l'esthétique faciale globale. Les Figs. 16 et 17 illustrent respectivement la progression du traitement de 0 à 30 mois et les clichés Panorex et céphalométriques avant et après traitement.

Using the VEO template, the need for any additional white or pink aesthetic refinements were assessed. The analysis revealed the necessity of gingival recontouring to enhance the pink aesthetics, create a more natural smile and dramatically change the overall facial aesthetics. Consequently, a gingival recontouring procedure was performed using an ultrapulse diode laser (Spectralase 980).

The benefits of obsessive detailing on the microaesthetic principles of gingival embrasures and the zenith points makes a huge difference; an intraoral photo (Fig. 13) was taken just after the laser remodeling procedure. Final photographs were taken 30 days after the laser procedure.

It took 30 months to reach the final results (Fig. 14). Occlusally, a solid Class 1 canine and molar relationship have been achieved, a "socked-in" occlusion has been attained, and both upper and lower midlines are coincidence with the facial midline. Patient photos reveal a broader smile, upright upper incisors, coincident smile arc and attractive exposure of the upper incisors and the gingiva. There is improvement of the lingual inclination of the upper incisors, and the patient displays a better inclination of the front teeth along with a profile enhancement (Fig. 15).

All of these parameters contributed to a transformational outcome for her overall facial aesthetics. Figs. 16 and 17, respectively, illustrate the treatment progress from 0 to 30 months and the pretreatment versus posttreatment Panorex and head film.



Figure 13



Figure 14



Figure 15



Figure 16



Figure 17

6. Conclusion

Le traitement du sourire gingival est considéré comme l'un des cas les plus complexes, voire le plus difficile, en orthodontie, de nombreux orthodontistes estimant que la chirurgie est la seule option pour ce type de dysharmonie.

Ce cas clinique démontre une manière efficace et pragmatique de traiter le sourire gingival avec confiance, en utilisant la combinaison du système de brackets Pitts 21, des protocoles Pitts et des TADs extraradiculaires pour obtenir un résultat transformationnel extraordinaire pour ce patient.

6. Conclusion

Gummy smile treatment is considered one of the most, if not the most, challenging and difficult cases in the orthodontic field, with many orthodontists considering surgery as the only option for this kind of discrepancy.

This clinical case report demonstrates an efficient and pragmatic way to treat gummy smile with confidence, using the combination of Pitts 21 bracket system, Pitts protocols and extraradicular TADs to create an extraordinary transformational result for this patient.

Je pense que l'objectif des orthodontistes esthétiques va au-delà de simplement donner au patient ce qu'il souhaite ; il s'agit d'atteindre des résultats qu'il n'aurait jamais cru possibles. Le contraste spectaculaire illustré à la Fig. 17 est un exemple parfait de ce que nous devons envisager pour nos patients.

Les concepts de priorité à l'esthétique, de protocoles de traitement "actif précoce" efficaces, de systèmes d'appareils technologiques avancés et d'un focus obsessionnel sur la microesthétique permettront aux cliniciens d'atteindre un niveau supérieur en orthodontie. Cela garantira un rôle pertinent pour les orthodontistes dans le monde transdisciplinaire des professionnels de l'esthétique.

I believe the goal for aesthetic orthodontists reaches beyond giving the patient what they want, to results that they never thought it was possible for them to have. The dramatic contrast in Fig. 17 is a perfect example of what we must consider for our patients.

The concepts of aesthetic-first, efficient "active early" treatment protocols, advanced technological appliance systems and a monomaniacal focus on microaesthetics will enable clinicians to reach the next level in orthodontics. This will secure relevant role for orthodontists in the transdisciplinary world of aesthetic providers.

Références :

- (1). Wilmes B, Nienkemper M, Drescher D. Application and effectiveness of a mini-implant- and miniplate-based orthodontic anchorage system. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2009.
- (2). Lin JC, Liou EJ. A new bone screw for orthodontic anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2007.
- (3). Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextraction treatment with microcrew implants. *Angle Orthodontist*. 2004
- (4). Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. 6th ed. Mosby, 2019.

Dentina

x-mind
optima 3D
acteon



MEDIT i900

Association entre les protéines salivaires et l'expression clinique de l'hypominéralisation molaire-incisive : revue de la littérature.

Linking Salivary Proteins to the Clinical Expression of MIH: A Mini-Review.

Ilham BEN YELLES BENMANSOUR^{1,2}, Warda MEZIANE^{1,3}, Lamia TEMMOUCHE², Zoheir Salim METREF², Fouad OUDGHIRI²

¹ Laboratoire de Biologie moléculaire appliquée et d'immunologie, Université de Tlemcen

² Laboratoire de recherche Odontologie Conservatrice et Endodontie, Université Ahmed Benbella 1Oran

³ Laboratoire de Biologie expérimentale & Pharmacologie, Université de Médéa.

*Auteur correspondant: Ilham Ben Yelles Benmansour. benyelles.ilham@univtlemcen.dz

Résumé:

L'hypominéralisation molaire-incisive (MIH) est un défaut qualitatif de l'émail d'origine multifactorielle, se manifestant par des opacités bien délimitées touchant les premières molaires permanentes, souvent associées aux incisives. Sa prévalence mondiale, estimée entre 8 et 40 %, en fait, il s'agit d'une anomalie fréquente et cliniquement préoccupante en raison de la fragilité de l'émail, de l'hypersensibilité dentaire et de la susceptibilité accrue à la lésion carieuse [1], [2].

Si les mécanismes étiopathogéniques de la MIH demeurent incomplets, la salive, en raison de sa composition [3] et son rôle dans la protection et la minéralisation de l'émail, pourrait offrir de nouvelles perspectives d'interprétation [4].

Cette revue a pour objectif d'explorer le lien potentiel entre la composition protéique de la salive et l'apparition de la MIH, en mettant en évidence le rôle fonctionnel des principales protéines salivaires dans la protection et la minéralisation de l'émail.

Mots clés:

hypominéralisation molaire incisive, protéome, salive

Abstract :

Molar-Incisor Hypomineralization (MIH): Clinical, Etiological, and Salivary Aspects

Molar-incisor hypomineralization (MIH) is a qualitative enamel defect of multifactorial origin, characterized by well-defined opacities affecting the first permanent molars, often associated with the incisors. Its global prevalence, estimated between 8% and 40%, makes it a common and clinically concerning anomaly due to enamel fragility, dental hypersensitivity, and increased susceptibility to carious lesions [1], [2].

Although the etiopathogenic mechanisms of MIH remain incompletely understood, saliva — because of its composition [3] and its role in enamel protection and remineralization — could offer new interpretative perspectives [4].

This review aims to explore the potential link between the salivary proteome and the occurrence of MIH, highlighting the functional role of major salivary proteins in enamel protection and mineralization.

Keywords:

molar-incisor hypomineralization, proteome, saliva.

Reçu le, 12/07/2025 ; Accepté le, 15/09/ 2025.

Introduction:

L'hypominéralisation molaire-incisive (MIH) : aspects cliniques, étiologiques et salivaires

Pendant sa genèse, la dent peut être soumise à diverses perturbations physiques, chimiques ou traumatiques susceptibles de compromettre sa structure, sa fonction et son esthétique dès son éruption, provoquant ainsi différentes anomalies [5]. Parmi celles-ci, l'hypominéralisation molaire-incisive (MIH) occupe une place particulière en raison de sa fréquence, de son retentissement fonctionnel et des difficultés thérapeutiques qu'elle engendre [6].

La MIH (Molar-Incisor Hypomineralization) est un défaut qualitatif de l'émail décrit pour la première fois dans les années 1970, puis défini officiellement lors du congrès de l'European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD) tenu à Athènes en 2001. À cette époque, plusieurs appellations figuraient dans la littérature, telles que cheese molars, idiopathic enamel hypomineralization ou hypomineralised permanent first molars [7].

Depuis, la MIH est reconnue comme une entité clinique distincte, caractérisée par une atteinte systémique de l'émail touchant une à quatre premières molaires permanentes, souvent associée à des incisives permanentes [8]. Aujourd'hui, elle constitue un véritable problème de santé publique, avec une prévalence mondiale estimée entre 13 et 14 % [9]. Dans certaines études, un taux de 20,5 % a été rapporté, indiquant qu'environ un enfant sur sept âgé de 8 à 12 ans présente cette lésion [10]. Comparé à l'émail normal, l'émail hypominéralisé présente un rapport calcium/phosphore réduit, une teneur en carbone élevée altérant ses propriétés mécaniques, et une désintégration post-éruptive fréquente.

Il se caractérise également par une concentration protéique accrue et un rapport carbonate/carbone modifié. Une forte concentration d'albumine sérique a été observée dans les formes sévères de MIH, suggérant un rôle inhibiteur potentiel sur la croissance cristalline de l'émail. De plus, l'antitrypsine et l'antithrombine inhibent l'enzyme KLK4, à activité protéolytique [11]. Ces altérations rendent la prise en charge clinique complexe, en raison de l'usure rapide, de la perte d'émail, de la susceptibilité accrue à la carie, de la défaillance des restaurations et d'une hypersensibilité marquée [12].

Bien que la MIH soit une affection fréquente chez l'enfant, son étiologie demeure incertaine. Plusieurs hypothèses ont été avancées, impliquant des infections ORL, la prise de certains médicaments, l'exposition à la dioxine ou au bisphénol A, ainsi que des facteurs génétiques [13]. D'où la nécessité de mieux comprendre les causes et les conséquences de la MIH aux niveaux cellulaire et moléculaire.

Introduction:

Molar-Incisor Hypomineralization (MIH): Clinical, Etiological, and Salivary Aspects

During tooth development, the dentition may be exposed to various physical, chemical, or traumatic disturbances that can compromise its structure, function, and esthetics from the moment of eruption, leading to different types of anomalies [5]. Among these, molar-incisor hypomineralization (MIH) holds a particular place due to its frequency, functional impact, and the therapeutic challenges it poses [6].

MIH is a qualitative enamel defect first described in the 1970s and officially defined during the European Academy of Paediatric Dentistry (EAPD) congress held in Athens in 2001. At that time, several terms appeared in the literature, such as cheese molars, idiopathic enamel hypomineralization, or hypomineralised permanent first molars [7]. Since then, MIH has been recognized as a distinct clinical entity characterized by a systemic enamel defect affecting one to four permanent first molars, often associated with permanent incisors [8]. Today, it represents a real public health issue, with a global prevalence estimated between 13% and 14% [9]. Some studies have reported rates as high as 20.5%, indicating that approximately one in seven children aged 8 to 12 years is affected by this condition [10]. Compared to normal enamel, hypomineralized enamel shows a reduced calcium-to-phosphorus ratio, a higher carbon content that alters its mechanical properties, and a frequent tendency toward post-eruptive breakdown.

It is also characterized by an increased protein concentration and a modified carbonate/carbon ratio. A high concentration of serum albumin has been observed in severe forms of MIH, suggesting a potential inhibitory role on enamel crystal growth. In addition, antitrypsin and antithrombin inhibit the KLK4 enzyme, which has proteolytic activity [11]. These alterations make clinical management challenging due to rapid wear, enamel loss, increased susceptibility to caries, restoration failures, and pronounced hypersensitivity [12].

Although MIH is a common condition in children, its etiology remains uncertain. Several hypotheses have been proposed, involving ENT infections, the use of certain medications, exposure to dioxin or bisphenol A, as well as genetic factors [13]. This highlights the need for a better understanding of the causes and consequences of MIH at the cellular and molecular levels.

L'inflammation pulpaire chronique, due à l'exposition dentinaire, résulte de l'augmentation de la porosité et de la diminution de la dureté de l'émail. Elle se traduit par une infiltration accrue de neutrophiles dans le tissu pulpaire, et certains biomarqueurs peuvent être détectés dans le fluide gingival [14]. Par ailleurs, la salive des patients atteints de MIH présente des altérations physico-chimiques notables, telles qu'une modification du débit, de la viscosité, du pH et de la capacité tampon. Il est donc concevable que la composition protéique salivaire subisse des changements caractéristiques contribuant aux manifestations cliniques de la maladie [15–17].

Plusieurs études ont également mis en évidence l'implication de protéines salivaires dites « fonctionnelles » [18], stathérines, proline-rich proteins (PRP), histatines, mucines et α -amylase dont les variations quantitatives ou structurales pourraient influencer la minéralisation amélaire [19]. Par ailleurs, certaines protéines ou peptides d'origine microbienne semblent moduler le protéome salivaire dans la MIH, augmentant ainsi la valeur diagnostique des marqueurs identifiés [16]. Ces observations suggèrent une perturbation des mécanismes amélogénétiques, dans laquelle le microenvironnement salivaire pourrait jouer un rôle clé.

2. Rôle général de la salive et de ses protéines :

La salive agit comme une barrière biologique et chimique essentielle contre les agressions mécaniques, chimiques et microbiennes. Elle favorise la clairance des débris alimentaires, neutralise les acides produits par les bactéries et fournit les ions calcium et phosphate nécessaires à la reminéralisation de l'émail.

Les protéines salivaires, en se déposant à la surface des dents, forment la pellicule acquise, une fine couche protectrice qui régule les échanges ioniques, empêche l'adhésion bactérienne et contribue à la résistance acide. La salive contient une grande diversité moléculaire : environ 3000 protéines ont été identifiées, dont près de 400 d'origine intrinsèque, sécrétées directement par les glandes salivaires. Les protéines d'origine extrinsèque proviennent principalement du fluide gingival, de la desquamation épithéliale ou du sang [20] (figure 1)

Chronic pulpal inflammation, resulting from dentin exposure, is due to increased porosity and reduced enamel hardness. It leads to a greater infiltration of neutrophils into the pulpal tissue, and some biomarkers can be detected in gingival fluid [14]. Moreover, the saliva of MIH patients shows notable physicochemical alterations, such as changes in flow rate, viscosity, pH, and buffering capacity. It is therefore conceivable that the salivary protein composition undergoes specific modifications contributing to the clinical manifestations of the disease [15–17].

Several studies have also highlighted the involvement of so-called functional salivary proteins [18] — including statherins, proline-rich proteins (PRPs), histatins, mucins, and α -amylase — whose quantitative or structural variations could influence amelar mineralization [19]. Furthermore, certain microbial-origin proteins or peptides appear to modulate the salivary proteome in MIH, thereby increasing the diagnostic value of identified biomarkers [16]. These observations suggest a disruption of amelogenic mechanisms, in which the salivary microenvironment may play a key role.

2. General Role of Saliva and Its Proteins:

Saliva acts as an essential biological and chemical barrier against mechanical, chemical, and microbial aggressions. It promotes the clearance of food debris, neutralizes acids produced by bacteria, and provides the calcium and phosphate ions necessary for enamel remineralization.

Salivary proteins, by depositing on the tooth surface, form the acquired pellicle, a thin protective layer that regulates ionic exchanges, prevents bacterial adhesion, and contributes to acid resistance.

Saliva exhibits great molecular diversity: approximately 3,000 proteins have been identified, of which about 400 are intrinsic, secreted directly by the salivary glands. Extrinsic proteins mainly originate from gingival fluid, epithelial desquamation, or blood [20] (Figure 1).

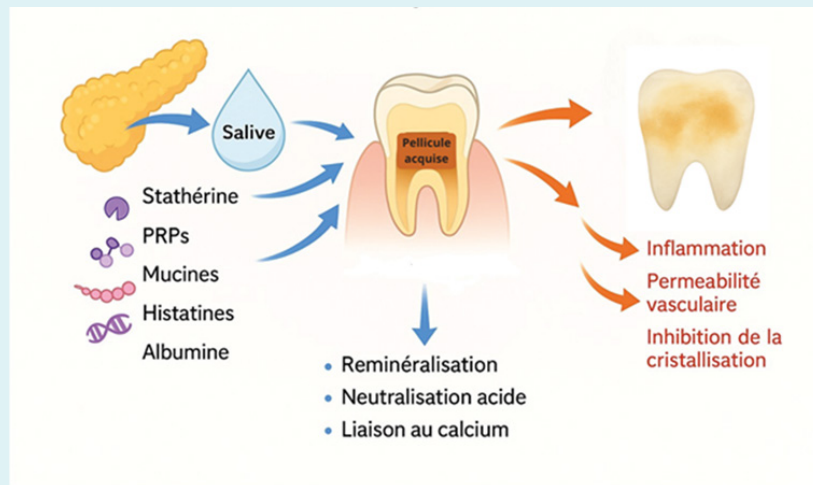


Figure 1 : protéines salivaires et mécanismes physiopathologique de l'hypominéralisation molaire -incisive (MIH), iconographie personnelle conçue par BioRender© version 2025.

Salivary proteins and pathophysiological mechanisms of molar-incisor hypomineralization (MIH), original illustration created with BioRender©, 2025 version.

3. Protéines salivaires impliquées dans la minéralisation amélaire :

Parmi les protéines salivaires, plusieurs jouent un rôle clé dans la régulation de la minéralisation de l'émail :

La stathérine, phosphoprotéine acide sécrétée par les glandes parotides et sous-maxillaires, inhibe la précipitation spontanée du phosphate de calcium et stabilise sa phase amorphe. Elle maintient ainsi un équilibre ionique favorable entre déminéralisation et reminéralisation [21].

Les protéines riches en proline (PRPs), dont une forte affinité existe avec l'hydroxyapatite, facilitent la fixation des ions calcium à la surface amélaire et contribuent à la résistance aux attaques acides [21].

Les histatines, peptides cationiques, possèdent une activité antimicrobienne et leur liaison à l'émail pourrait limiter la déminéralisation.

Les mucines (MUC5B et MUC7), glycoprotéines de haut poids moléculaire, limitent la diffusion des acides issus du biofilm bactérien et participent à la régulation de la reminéralisation [22].

L'albumine, issue principalement du fluide gingival, agit comme transporteur de diverses molécules, notamment des ions métalliques. Des concentrations élevées ont été associées à des états inflammatoires susceptibles d'altérer la fonction protectrice de la salive [23, 24].

3. Salivary Proteins Involved in Enamel Mineralization

Among salivary proteins, several play a key role in regulating enamel mineralization:

Statherin, an acidic phosphoprotein secreted by the parotid and submandibular glands, inhibits the spontaneous precipitation of calcium phosphate and stabilizes its amorphous phase. It thus maintains an ionic balance favorable for the processes of demineralization and remineralization [21].

Proline-rich proteins (PRPs), which have a strong affinity for hydroxyapatite, facilitate the binding of calcium ions to the enamel surface and contribute to resistance against acid attacks [21].

Histatins, cationic peptides, possess antimicrobial activity, and their binding to enamel may help limit demineralization.

Mucins (MUC5B and MUC7), high-molecular-weight glycoproteins, limit the diffusion of acids from the bacterial biofilm and participate in the regulation of remineralization [22].

Albumin, primarily derived from gingival fluid, acts as a carrier for various molecules, including metal ions. Elevated concentrations have been associated with inflammatory states that may impair the protective function of saliva [23, 24].

La composition protéique salivaire varie selon l'âge, le régime alimentaire, la médication ou la nature de la glande sécrétrice. Ces protéines, en formant la pellicule acquise, constituent une interface dynamique entre la surface amélaire et le milieu buccal. Leurs altérations qualitatives ou quantitatives peuvent influencer la susceptibilité à des anomalies telles que la MIH.

4. Lien potentiel entre le profil protéique salivaire et la MIH : (figure 2)

Des études récentes ont mis en évidence des variations significatives du protéome salivaire chez les patients atteints de MIH, suggérant une implication directe des protéines salivaires dans la pathogénèse.

Une diminution de la stathérine ou des PRPs pourrait réduire la capacité de la salive à maintenir l'équilibre ionique, compromettant la minéralisation au cours de l'amélogénèse [21].

Inversement, une augmentation des protéines d'origine plasmatique, telles que l'albumine, refléterait une perméabilité vasculaire accrue ou un état inflammatoire local pouvant perturber l'environnement amélogénique. Ces déséquilibres biochimiques, survenant durant la maturation amélaire, favoriseraient la formation d'un émail poreux et mécaniquement affaibli [25, 26].

Ces observations appuient l'hypothèse d'une interaction bidirectionnelle entre l'émail en formation et le fluide salivaire, ouvrant la voie à l'identification de biomarqueurs protéiques spécifiques de la MIH.

The salivary protein composition varies with age, diet, medication, and the type of secreting gland. By forming the acquired pellicle, these proteins constitute a dynamic interface between the enamel surface and the oral environment. Qualitative or quantitative alterations in these proteins may influence susceptibility to anomalies such as MIH.

4. Potential Link Between the Salivary Protein Profile and MIH: (Figure 2)

Recent studies have highlighted significant variations in the salivary proteome of patients with MIH, suggesting a direct involvement of salivary proteins in its pathogenesis.

A decrease in statherin or PRPs could reduce the saliva's ability to maintain ionic balance, thereby compromising enamel mineralization during amelogenesis [21]. Conversely, an increase in plasma-derived proteins, such as albumin, may reflect increased vascular permeability or a local inflammatory state, potentially disrupting the amelogenetic environment. These biochemical imbalances occurring during enamel maturation could promote the formation of porous and mechanically weakened enamel [25, 26].

These observations support the hypothesis of a bidirectional interaction between developing enamel and salivary fluid, paving the way for the identification of protein biomarkers specific to MIH.

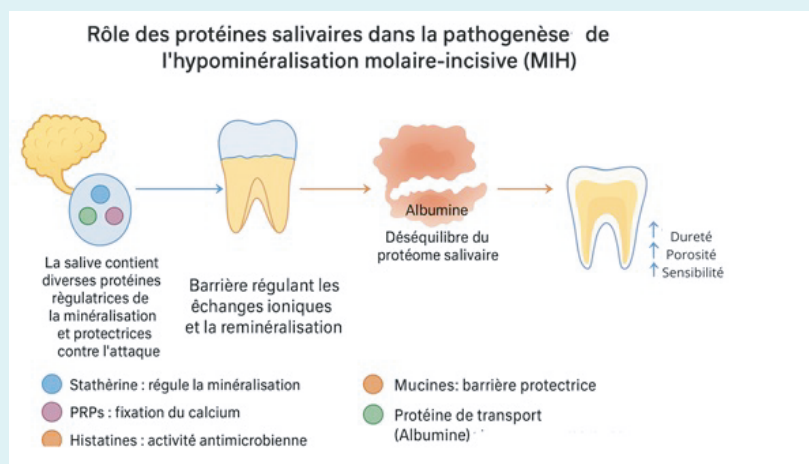


Figure 2 : Rôle des protéines salivaires dans la pathogénèse de l'hypominéralisation Molaire et Incisive, Iconographie personnelle conçue par logiciel BioRender© version 2025.

Role of Salivary Proteins in the Pathogenesis of Molar-Incisor Hypomineralization, Personal Illustration Designed Using BioRender© Software, 2025 Version.

5. État actuel des connaissances sur la relation salive–MIH :

Plusieurs études protéomiques ont confirmé que la composition de la salive diffère significativement entre enfants atteints de MIH et témoins sains.

Dans l'étude de Bekes et al. (2020), 618 protéines ont été identifiées, dont 88 spécifiques aux sujets MIH. Ces protéines sont principalement impliquées dans la réponse immunitaire innée, la dégradation de la matrice extracellulaire et le système du complément, traduisant un contexte inflammatoire marqué [19].

Une autre étude récente a montré que les fonctions liées à la liaison du calcium, à la dynamique des microtubules et au facteur de croissance plaquettaire varient selon la sévérité clinique de la MIH [17].

L'analyse du protéome amélaire affecté par la MIH révèle une abondance accrue de protéines d'origine systémique (albumine, hémoglobine, inhibiteurs de protéases tels que l' α 1-antitrypsine, l'antithrombine III, la Serpin B3), susceptibles d'inhiber la croissance cristalline de l'hydroxyapatite [8].

La pellicule acquise, constituée de protéines telles que la stathérine, les PRPs, les histatines et les mucines, agit comme première ligne de défense en réagissant de barrière physique contre les acides, liant des ions calcium et phosphate pour la reminéralisation, et en modérant la vitesse de dissolution de l'émail sous attaque acide.

Une étude de 2024 sur les protéines matricielles de l'émail a démontré que leur élimination réduit la capacité des protéines salivaires à adhérer efficacement et à former une pellicule protectrice, ce qui accroît la vulnérabilité amélaire [27].

Certaines protéines, notamment la stathérine, les PRPs, les histatines et les cystatines, résistent particulièrement aux défis acides. Leur persistance à la surface de l'émail est essentielle au maintien du pouvoir protecteur de la pellicule acquise [28].

Les études les plus récentes soulignent que les protéines salivaires ne se limitent pas à un rôle protecteur : leurs profils protéomiques varient selon la sévérité clinique de la MIH, ce qui en fait des biomarqueurs potentiels pour le diagnostic précoce [17].

6. Limites et perspectives :

La majorité des études disponibles sur la MIH et le protéome salivaire présentent un caractère transversal, ce qui limite la capacité à établir un lien de causalité. Il reste difficile de déterminer si un profil protéique salivaire altéré constitue une cause de la MIH ou plutôt une conséquence de l'émail déjà hypominéralisé [29].

5. Current state of knowledge on the saliva–MIH relationship:

Several proteomic studies have confirmed that the composition of saliva differs significantly between children affected by MIH and healthy controls.

In the study by Bekes et al. (2020), 618 proteins were identified, including 88 specific to MIH subjects. These proteins are mainly involved in the innate immune response, extracellular matrix degradation, and the complement system, reflecting a marked inflammatory context [19].

Another recent study showed that functions related to calcium binding, microtubule dynamics, and platelet growth factor vary according to the clinical severity of MIH [17].

Analysis of the enamel proteome affected by MIH reveals an increased abundance of systemic-origin proteins (albumin, hemoglobin, protease inhibitors such as α 1-antitrypsin, antithrombin III, Serpin B3), which may inhibit hydroxyapatite crystal growth [8].

The acquired pellicle, composed of proteins such as statherin, PRPs, histatins, and mucins, acts as the first line of defense by serving as a physical barrier against acids, binding calcium and phosphate ions for remineralization, and moderating the rate of enamel dissolution under acid attack.

A 2024 study on enamel matrix proteins demonstrated that their removal reduces the ability of salivary proteins to effectively adhere and form a protective pellicle, thereby increasing enamel vulnerability [27].

Certain proteins, notably statherin, PRPs, histatins, and cystatins, are particularly resistant to acidic challenges. Their persistence on the enamel surface is essential for maintaining the protective potential of the acquired pellicle [28].

The most recent studies highlight that salivary proteins are not limited to a protective role: their proteomic profiles vary according to the clinical severity of MIH, making them potential biomarkers for early diagnosis [17].

6. Limitations and perspectives:

Most of the available studies on MIH and the salivary proteome are cross-sectional in nature, which limits the ability to establish a causal relationship. It remains difficult to determine whether an altered salivary protein profile represents a cause of MIH or rather a consequence of already hypomineralized enamel [29].

Par ailleurs, une grande variabilité méthodologique entre les travaux publiés complique la comparaison des résultats : les modalités de prélèvement de la salive (stimulée ou non stimulée), le moment de la collecte (matin, après-midi), l'état de santé général des participants, ainsi que les techniques analytiques utilisées (notamment les différents protocoles de spectrométrie de masse), peuvent influencer considérablement la composition protéique observée.

Ces limites méthodologiques soulignent la nécessité d'études longitudinales chez l'enfant, permettant de suivre l'évolution du profil protéique salivaire avant l'apparition clinique de la MIH ou durant les phases de l'amélogénèse. De telles approches offriraient la possibilité d'identifier des biomarqueurs précoces et de mieux comprendre les mécanismes moléculaires impliqués dans la formation d'un émail vulnérable.

En perspective, une caractérisation approfondie du protéome salivaire au cours du développement dentaire pourrait ouvrir la voie à de nouvelles stratégies diagnostiques et préventives, en identifiant les enfants à risque de MIH avant l'éruption des dents permanentes

Moreover, significant methodological variability among published studies complicates the comparison of results: the conditions of saliva collection (stimulated or unstimulated), the timing of sampling (morning or afternoon), the general health status of participants, as well as the analytical techniques used (particularly the various mass spectrometry protocols), can greatly influence the observed protein composition.

These methodological limitations highlight the need for longitudinal studies in children, allowing the monitoring of salivary protein profiles before the clinical onset of MIH or during the phases of amelogenesis. Such approaches would offer the possibility of identifying early biomarkers and gaining a better understanding of the molecular mechanisms involved in the formation of vulnerable enamel.

Looking ahead, an in-depth characterization of the salivary proteome during dental development could pave the way for new diagnostic and preventive strategies by identifying children at risk of MIH before the eruption of permanent teeth.

7. Conclusion

L'ensemble des données disponibles souligne le rôle potentiel du profil protéique salivaire dans la genèse de l'hypominéralisation molaire-incisive. La salive, en tant que reflet du métabolisme systémique et local, pourrait constituer un biomarqueur prometteur pour la détection précoce et la compréhension mécanistique de la MIH.

Des études protéomiques approfondies, associant analyses quantitatives et fonctionnelles, sont nécessaires afin de déterminer la valeur diagnostique et pronostique des protéines salivaires, ainsi que leur éventuel intérêt dans le développement de stratégies préventives ciblées.

7. Conclusion

All available data highlight the potential role of the salivary protein profile in the genesis of molar-incisor hypomineralization. Saliva, as a reflection of both systemic and local metabolism, could represent a promising biomarker for the early detection and mechanistic understanding of MIH.

In-depth proteomic studies combining quantitative and functional analyses are needed to determine the diagnostic and prognostic value of salivary proteins, as well as their potential relevance in the development of targeted preventive strategies.

Références :

- (1). M. R. Giuca, L. Lardani, M. Pasini, M. Beretta, G. Gallusi, et V. Campanella, « State-of-the-art on MIH. Part. 1 Definition and aepidemiology », *Eur. J. Paediatr. Dent.*, no 1, p. 80-82, 2020, doi: 10.23804/e-jpd.2020.21.01.16.
- (2). D. G. Bussanelli, A. R. Vieira, L. Santos-Pinto, et M. Restrepo, « Molar-incisor hypomineralisation: an updated view for aetiology 20 years later », *Eur. Arch. Paediatr. Dent.*, vol. 23, no 1, p. 193-198, févr. 2022, doi: 10.1007/s40368-021-00659-6.
- (3). S. Moradi, F. J. Bikker, et D. Hesse, « Saliva composition from birth to adolescence: a systematic review of the literature », *J. Oral Biosci.*, vol. 67, no 2, p. 100661, juin 2025, doi: 10.1016/j.job.2025.100661.
- (4). « Assessment of severity and mineral composition of saliva in schoolchildren with molar-incisor hypomineralization (MIH) », *J. Clin. Pediatr. Dent.*, 2024, doi: 10.22514/jocpd.2024.024.
- (5). E. Piette et G. Michel, *La dent normale et pathologique*. Bruxelles: De Boeck Université, 2001.
- (6). C. Hajbaoui et M. Sakout, « Hypomineralization of Molar Incisors: A Challenge for the Pedodontist (About a Clinical Case) », *OALib*, vol. 10, no 06, p. 1-6, 2023, doi: 10.4236/oalib.1110321.
- (7). K. L. Weerheijm, B. Jälevik, et S. Alaluusua, « Molar-Incisor Hypomineralisation », *Caries Res.*, vol. 35, no 5, p. 390-391, 2001, doi: 10.1159/000047479.
- (8). F. Rexhaj, N. Sabel, A. Robertson, et T. Lundgren, « Proteomic profiling of human dental enamel affected by molar incisor hypomineralisation of different clinical severity grades: an in vitro study », *Eur. Arch. Paediatr. Dent.*, vol. 25, no 4, p. 533-545, août 2024, doi: 10.1007/s40368-024-00911-9.

- (9). L. B. Lopes, V. Machado, P. Mascarenhas, J. J. Mendes, et J. Botelho, « The prevalence of molar-incisor hypomineralization: a systematic review and meta-analysis », *Sci. Rep.*, vol. 11, no 1, p. 22405, nov. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-01541-7.
- (10). Atailia I, « PREVALENCE DES HYPOMINÉRALISATIONS MOLAIRES-INCISIVES DANS LA POPULATION SCOLARISÉE (8-12 ANS) AU NIVEAU DE LA COMMUNE DE CONSTANTINE. », *constantine*, 2022.
- (11). L. Bandeira Lopes, V. Machado, J. Botelho, et D. Haubek, « Molar-incisor hypomineralization: an umbrella review », *Acta Odontol. Scand.*, vol. 79, no 5, p. 359-369, juill. 2021, doi: 10.1080/00016357.2020.1863461.
- (12). N. A. Lygidakis, E. Garot, C. Somani, G. D. Taylor, P. Rouas, et F. S. L. Wong, « Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with molar-incisor-hypomineralisation (MIH): an updated European Academy of Paediatric Dentistry policy document », *Eur. Arch. Paediatr. Dent.*, vol. 23, no 1, p. 3-21, févr. 2022, doi: 10.1007/s40368-021-00668-5.
- (13). J. A. Dulla et H. Meyer-Lückel, « Molar-incisor hypomineralisation: narrative review on etiology, epidemiology, diagnostics and treatment decision », *SWISS Dent. J. SSO – Sci. Clin. Top.*, vol. 131, no 11, p. 886-895, nov. 2021, doi: 10.61872/sdj-2021-11-763.
- (14). B. Kaur, Y. Kobayashi, C. Cugini, et E. Shimizu, « A Mini Review: The Potential Biomarkers for Non-invasive Diagnosis of Pulpal Inflammation », *Front. Dent. Med.*, vol. 2, p. 718445, déc. 2021, doi: 10.3389/fd-med.2021.718445.
- (15). N. Ismayilova, O. E. Gungor, et H. Karayilmaz, « Assessment of severity and mineral composition of saliva in schoolchildren with molar-incisor hypomineralization (MIH) », *J. Clin. Pediatr. Dent.*, vol. 48, no 3, p. 86-93, mai 2024, doi: 10.22514/jocpd.2024.024.
- (16). E. Pappa et al., « Analysis of Human and Microbial Salivary Proteomes in Children Offers Insights on the Molecular Pathogenesis of Molar-Incisor Hypomineralization », *Biomedicines*, vol. 10, no 9, p. 2061, août 2022, doi: 10.3390/biomedicines10092061.
- (17). E. D. S. Toledo, K. F. Rizzardi, F. G. De Carvalho, M. Nobre-dos-Santos, J. M. Sciani, et T. M. Parisotto, « Salivary proteomics as signature for molar incisor hypomineralization stages », *Clin. Oral Investig.*, vol. 29, no 2, p. 102, janv. 2025, doi: 10.1007/s00784-025-06157-z.
- (18). G. Riccardi et al., « Salivary Biomarkers in Oral Squamous Cell Carcinoma: A Proteomic Overview », *Proteomes*, vol. 10, no 4, p. 37, nov. 2022, doi: 10.3390/proteomes10040037.
- (19). K. Bekes, G. Mitulović, N. Meißner, U. Resch, et R. Gruber, « Saliva proteomic patterns in patients with molar incisor hypomineralization », *Sci. Rep.*, vol. 10, no 1, p. 7560, mai 2020, doi: 10.1038/s41598-020-64614-z.
- (20). P. Dongiovanni et al., « Salivary proteomic profile of young healthy subjects », *Front. Mol. Biosci.*, vol. 10, p. 1327233, nov. 2023, doi: 10.3389/fmolb.2023.1327233.
- (21). P. Ahmad, A. Hussain, A. Carrasco-Labra, et W. L. Siqueira, « Salivary Proteins as Dental Caries Biomarkers: A Systematic Review », *Caries Res.*, vol. 56, no 4, p. 385-398, 2022, doi: 10.1159/000526942.
- (22). D. D. Chawhuaveang, O. Y. Yu, I. X. Yin, W. Y.-H. Lam, M. L. Mei, et C.-H. Chu, « Acquired salivary pellicle and oral diseases: A literature review », *J. Dent. Sci.*, vol. 16, no 1, p. 523-529, janv. 2021, doi: 10.1016/j.jds.2020.10.007.
- (23). R. A. Farah, B. C. Monk, M. V. Swain, et B. K. Drummond, « Protein content of molar-incisor hypomineralisation enamel », *J. Dent.*, vol. 38, no 7, p. 591-596, juill. 2010, doi: 10.1016/j.jdent.2010.04.012.
- (24). M. Mutahar, D. Bartlett, G. Carpenter, et R. Moazzez, « Proteins from whole mouth saliva mediate greater protection against severe erosive tooth wear than proteins from parotid saliva using an in vitro model », *J. Dent.*, vol. 95, p. 103319, avr. 2020, doi: 10.1016/j.jdent.2020.103319.
- (25). V. A. Perez, J. E. Mangum, et M. J. Hubbard, « Pathogenesis of Molar Hypomineralisation: Aged Albumin Demarcates Chalky Regions of Hypomineralised Enamel », *Front. Physiol.*, vol. 11, p. 579015, sept. 2020, doi: 10.3389/fphys.2020.579015.
- (26). A. Gil-Bona, H. Karaaslan, B. Depalle, R. Sulyanto, et F. B. Bidlack, « Proteomic Analyses Discern the Developmental Inclusion of Albumin in Pig Enamel: A New Model for Human Enamel Hypomineralization », *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 24, no 21, p. 15577, oct. 2023, doi: 10.3390/ijms242115577.
- (27). H. Wang et al., « Enamel matrix proteins in promoting saliva lubrication », *Friction*, vol. 12, no 10, p. 2298-2312, oct. 2024, doi: 10.1007/s40544-024-0873-8.
- (28). G. Sivaramakrishnan et K. Sridharan, « A scoping review of proteomic alterations in molar-incisor hypomineralisation: insights from enamel and salivary composition », *Eur. Arch. Paediatr. Dent.*, mai 2025, doi: 10.1007/s40368-025-01050-5.

ASSURANCE MultiPro

Vivez votre métier
avec passion !



Une protection complète et sur mesure
pour les cabinets dentaires.

www.caat.dz



Gestion d'une résorption radiculaire sévère lors du retraitement d'une canine incluse par technique sectionnelle : à propos d'un cas

Managing severe root resorption during the re-treatment of an impacted canine using a sectional technique : a case report.

Abderrezak MEDKOUR *,¹ Asma ABDELHADI.

¹Cabinet dentaire spécialisé en Orthodontie - Annaba.

Auteur correspondant: Abderrezak Medkour. dr.medkour.abderrezak@gmail.com

Résumé:

L'inclusion de la canine maxillaire représente un défi orthodontique fréquent, susceptible d'entraîner, dans certains cas, une résorption radiculaire sévère des incisives adjacentes. La prise en charge de ces situations exige un équilibre délicat entre la traction de la dent incluse et la préservation de l'intégrité des structures adjacentes.

Ce cas clinique décrit le retraitement d'une patiente âgée de 20 ans présentant une canine maxillaire gauche incluse, associée à une résorption radiculaire avancée des quatre incisives maxillaires. Les mécaniques orthodontiques conventionnelles à arc droit risquant d'aggraver la résorption par l'application de forces non contrôlées, une approche biomécanique planifiée avec précision a été mise en œuvre. Celle-ci reposait sur une stratégie de traitement séquentielle au moyen de mécaniques sectionnelles et d'un ancrage squelettique, afin de minimiser les risques tout en guidant la canine vers une position occlusale correcte.

L'application de forces légères, de vecteurs de traction contrôlés et d'un ancrage sélectif a permis un déplacement dentaire sûr et efficace, sans compromettre davantage les racines résorbées. Les objectifs thérapeutiques ont été atteints, avec la mise en occlusion fonctionnelle de la canine et l'absence de progression significative de la résorption radiculaire. Ce cas clinique souligne l'importance d'une biomécanique individualisée et conservatrice dans la gestion des cas d'inclusion à haut risque de résorption radiculaire.

Mots clés:

Mécanique sectionnelle, Résorption radiculaire, Canine incluse, Ancrage IZC, Cantilever, Effet « lip-bumper ».

Abstract :

Impaction of the maxillary canine is a frequent orthodontic challenge that can occasionally lead to severe root resorption of adjacent incisors. Managing such cases requires a delicate balance between achieving tooth eruption and preserving the integrity of the surrounding structures. This case report describes the retreatment of a 20-year-old patient presenting an impacted maxillary left canine associated with advanced root resorption of the four maxillary incisors. Because conventional straight wire mechanics could have exacerbated the existing resorption through uncontrolled contact forces, a carefully planned biomechanical approach based on sectional mechanics and staged anchorage was adopted to minimize further risk while guiding the canine into proper occlusion. Light forces, controlled vectors, and selective anchorage allowed safe and efficient movement without compromising the resorbed roots. Treatment objectives were achieved with the canine in functional occlusion and no significant progression of resorption. This case underscores the importance of individualized biomechanics and conservative force management in the orthodontic management of high-risk impaction cases.

Keywords:

Sectional mechanics; Root resorption; impacted canine; IZC anchorage; Cantilever; Lip-bumper effect.

Reçu le, 02/07/2025 ; Accepté le, 16/09/ 2025.

Algerian Journal of Orthodontics 2025; 1:63-78

Introduction:

La résorption radiculaire représente l'une des complications biologiques les plus complexes en orthodontie, en particulier lorsqu'elle concerne les incisives maxillaires dans les cas de canines incluses. Sa nature multifactorielle, combinant des facteurs mécaniques, biologiques et anatomiques, nécessite un diagnostic précis, un traitement conservateur et une stratégie biomécanique hautement contrôlée afin d'éviter tout dommage supplémentaire.

Les avancées dans l'ancrage squelettique et les systèmes auto-ligaturants ont amélioré le contrôle des forces orthodontiques ; cependant, les principes de la mécanique sectionnelle demeurent inestimables [1] lorsqu'il s'agit de traiter des dents avec des racines à haut risque. En isolant les dents vulnérables et en personnalisant les vecteurs de force, l'orthodontiste peut obtenir un mouvement précis et sécurisé, même dans le cadre de retraitements complexes.

Ce rapport illustre comment un protocole structuré de biomécanique sectionnelle a été appliqué pour traiter une canine maxillaire incluse associée à une résorption radiculaire sévère des quatre incisives maxillaires, démontrant que la mécanique classique reste essentielle en orthodontie moderne.

2.Présentation du cas :

Une patiente de 20 ans (Chorouk) s'est présentée en consultation pour reprendre son traitement orthodontique, après avoir suivi deux traitements orthodontiques sur une période totale de quatre ans.

L'anomalie principale était l'inclusion palatine des deux canines maxillaires. Le résultat du traitement précédent a permis le repositionnement de la 13, mais la traction de la 23 a échoué.

La pose d'un implant pour remplacer la canine gauche a été suggérée, malgré l'absence d'espace suffisant et sans tenir compte de la résorption des incisives ni d'aucune autre gestion alternative. Aucun antécédent médical ou familial pertinent n'a été relevé. L'état général de la patiente était bon.

Introduction:

Root resorption represents one of the most challenging biological complications in orthodontics, especially when involving the maxillary incisors in cases of impacted canines. Its multifactorial nature combining mechanical, biological, and anatomical factors requires careful diagnosis, a conservative treatment and a highly controlled biomechanical strategy to avoid further damage.

Advances in skeletal anchorage and self-ligating systems have improved the control of orthodontic forces; however, the principles of sectional mechanics remain invaluable [1] when dealing with high-risk roots. By isolating vulnerable teeth and customizing force vectors, the clinician can achieve precise and safe movement even in complex retreatments.

This report illustrates how a structured sectional biomechanics protocol was applied to retreat an impacted maxillary canine associated with severe root resorption of the four maxillary incisors, demonstrating that classical mechanics remain essential in modern orthodontics.

2.Case presentation :

A 20-year-old female (Chorouk) presented for consultation to resume her orthodontic treatment, after having undergone two orthodontic treatments over a total period of four years.

The main anomaly was the palatal impaction of both maxillary canines. The outcome of the previous treatment resulted in the successful traction of tooth 13 and the failure of traction of tooth 23. The placement of an implant to replace the left canine was suggested, despite the absence of adequate space and without consideration of the incisor resorption or any alternative management. She had no relevant medical and family history. The patient's general condition was good.

L'analyse faciale a révélé un visage harmonieux et symétrique avec les trois étages bien équilibrés. Le profil était légèrement concave, indiquant une tendance vers une classe III squelettique. Selon l'analyse esthétique et la classification de DAVID SARVER [2], l'analyse du sourire a mis en évidence un arc du sourire déséquilibré dû à l'absence de la canine en désinclusion, des corridors noirs modérés, une insuffisance d'exposition verticale aussi bien des incisives que gingivale. Une déviation de la ligne médiane dentaire maxillaire vers la gauche a également été notée (figure 1).

L'examen intra-oral a révélé des rapports molaires de classe I bilatérale, classe I canine du côté droit, tandis que la canine gauche était en désinclusion palatine et située près du collet des dents 21 et 22, cette dernière étant vestibuloversée, avec un espace réduit pour la canine. Quelques brackets de l'appareil orthodontique du traitement précédent étaient toujours en place avec une contention fixe sur les 11,21,22. (figure 2)

The facial analysis revealed a harmonious and symmetrical face with well-balanced vertical thirds. The profile was slightly concave; indicating a tendency to skeletal class III. According to DAVID SARVER's esthetic analysis and classification [2]; the smile analysis revealed an unbalanced smile arc due to the absence of the erupted canine, moderate buccal corridors, an unsufficient vertical incisors display and gingival exposure. A deviation of the maxillary dental midline to the left. (figure 1)

Intraoral examination revealed class I molar relationship bilaterally, class 1 canine on the right side, the left canine was partially erupted, positioned palatally, and located near the cervical area of teeth 21 and 22, the latter being flared labially. with a reduced space between teeth 22 and 24. Some brackets from the previous orthodontic treatment were still in place with fixed retention on teeth 11, 21, and 22. (figure 2)



Figure 1 : Photos extraorales initiales./ Pretreatment facial photographs.



Figure 2: Photos intraorales initiales/ Pretreatment intraoral photographs

L'analyse céphalométrique a confirmé la tendance à la classe III squelettique (ANB 0,63°), avec une typologie faciale hypodivergente (FMA 18,6°), une inclinaison vestibulaire de l'incisive centrale supérieure (U1 à NA 32°) et une inclinaison normale de l'incisive centrale inférieure (L1 à NB 27°) (figure 3).

Les radiographies (panoramique et CBCT initiales) ont montré une résorption radiculaire sévère des quatre incisives maxillaires sans mobilité significative; cette résorption était plus prononcée sur les dents 12, 21 et 22 (type 4) ; la dent 11 montrait une résorption modérée (type 3) selon la classification de LAVENDER et MALMGREN des résorptions radiculaires externes. [3][4] (figures 4, 6, 7). Elle a également montré que la dent 23 était en contact avec la racine de l'incisive latérale et présentait une inclinaison mésiale ; l'angle entre l'axe de cette dernière et le plan sagittal médian était de 30°. La cuspide de la canine chevauchait plus de la moitié de la largeur de l'incisive centrale (21) et son apex était aligné avec celui de la première prémolaire. Selon le "Treatment Difficulty Index for Unerupted Maxillary Canines" proposé par Pitt.S, Hamdan.A, et Rock.P [5][6], la position de la canine correspondait à un score de difficulté thérapeutique de 20, avec 27 étant le niveau de difficulté le plus élevé (figure 5).

Cephalometric analysis confirmed the skeletal class III tendency (ANB 0,63°), with a hypodivergent facial pattern (FMA 18,6°), labial inclination of the central upper incisor (U1 to NA 32°) and normal inclination of the central lower incisor (L1 to NB 27°) (figure 3)

Radiographic imaging (panoramic and initial CBCT) demonstrated severe root resorption of the four maxillary incisors, most pronounced on teeth 12, 21 and 22 (type 4); teeth 11 showed moderate involvement (type 3) according to the LAVENDER and MALMGREN classification of external root resorption. Periodontal support of the incisors was compromised but without over mobility. [3] [4](figure 4, 6,7)

It also demonstrated that tooth 23 was in contact with the root of the lateral incisor and exhibited a mesial inclination; the angle between the axis of the latter and the medial sagittal plane was 30°. The cusp tip of the canine overlapped over half the width of the central incisor (21) and its apex was located in line with the first premolar. According to the "Treatment Difficulty Index for Unerupted Maxillary Canines" proposed by Pitt.S, Hamdan.A, Rock.P [5] [6] the position of the canine corresponded to a treatment difficulty score of 20, with score 27 being the highest level of difficulty. (figure 5)

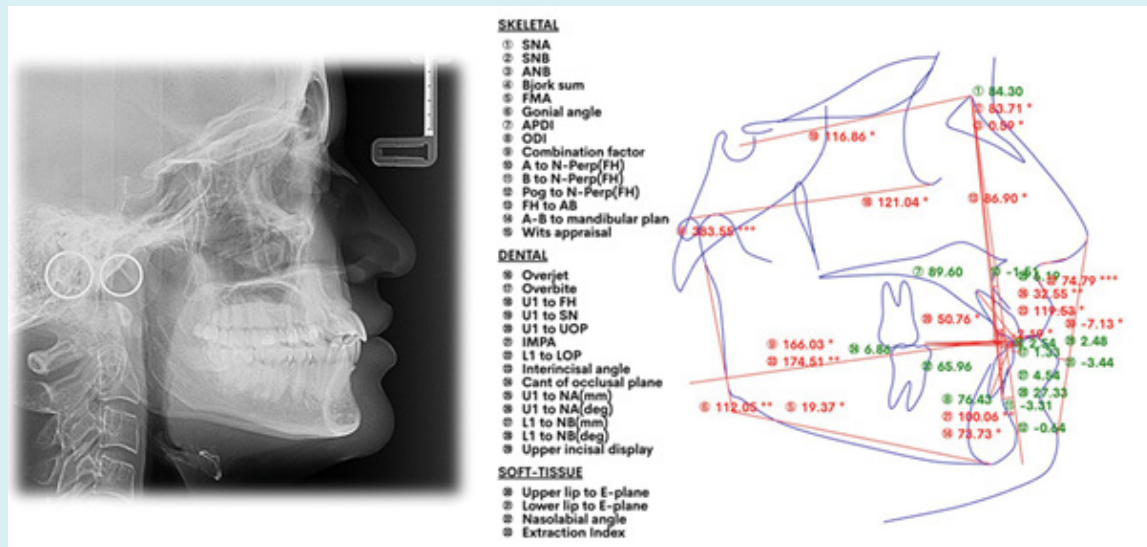


Figure 3 : Téléradiographie de profil initiale et analyse céphalométrique / Pretreatment cephalogram and cephalometric analysis.

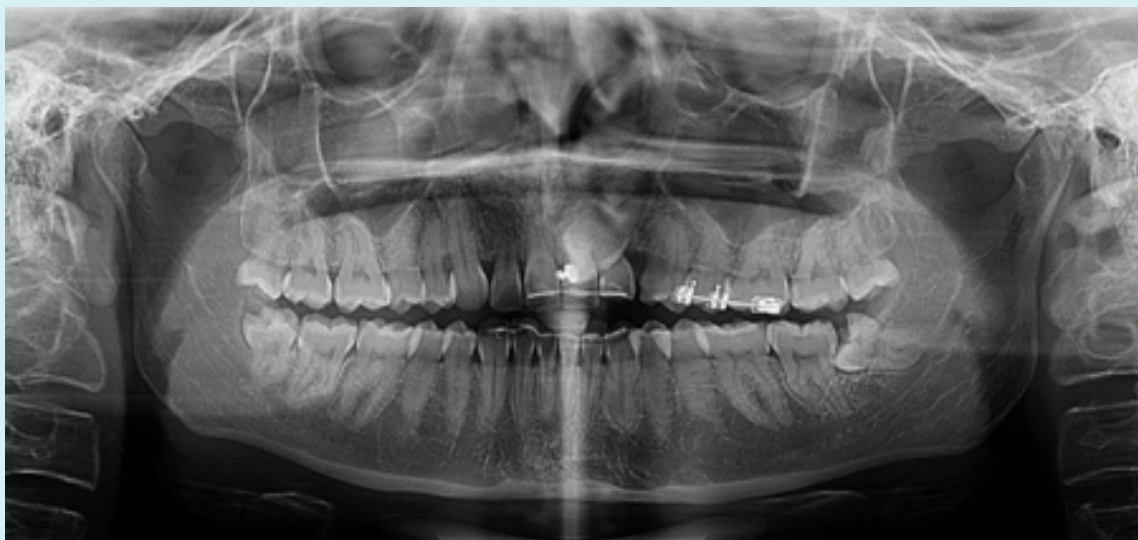
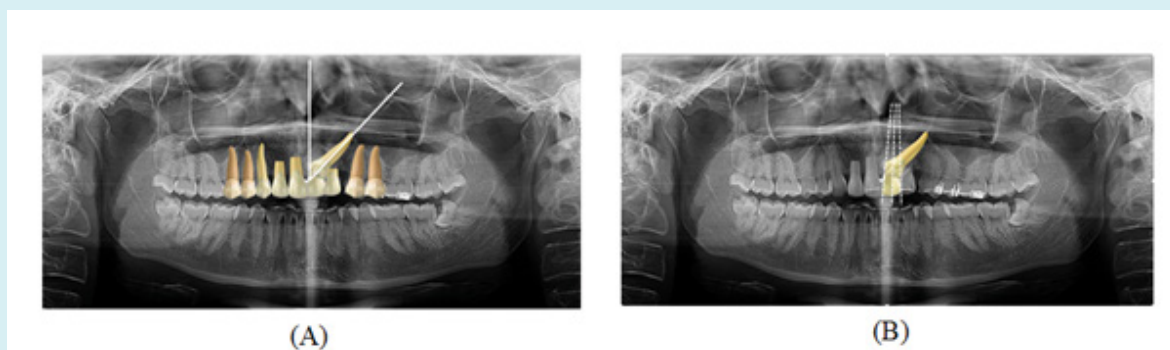


Figure 4 : radiographie panoramique initiale / Pretreatment panoramic radiograph and treatment difficulty index.



Angulation entre l'axe de la canine et le plan sagittal médian/ angulation between the axis of 23 and Medial sagittal plane

23 chevauchant la moitié de la largeur de l'incisive centrale./angulation between the axis of 23 and Medial sagittal plane

Figure 5: index de difficulté thérapeutique / Pretreatment panoramic radiograph and treatment difficulty index

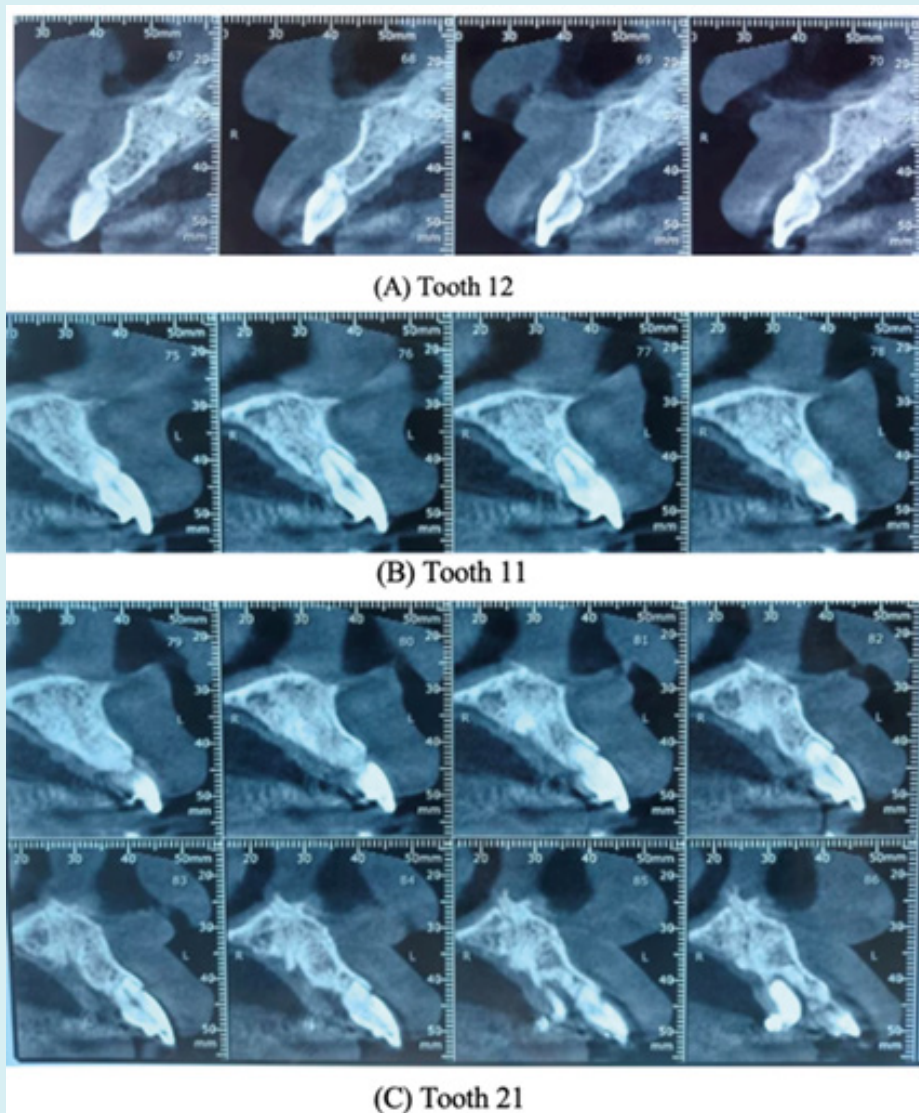


Figure 6: Coupes sagittales (tomodensitométrie) montrant l'étendue et la localisation des résorptions apicales radiculaires externes.

/ Sagittal sections (computed tomography) showing the extent and location of external apical root resorptions

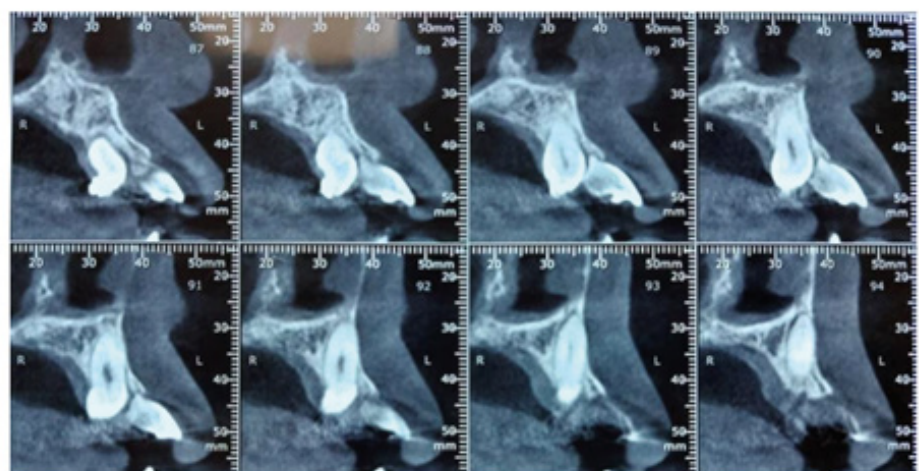


Figure 7: Coupes sagittales (tomodensitométrie) montrant l'étendue et la localisation des résorptions apicales radiculaires externes (suite)

/ Sagittal sections (computed tomography) showing the extent and location of external apical root resorptions (continued).

3. Objectifs de Traitement :

Le plan de traitement visait à atteindre les objectifs suivants :

Repositionner la canine maxillaire gauche en désinclusion dans une occlusion fonctionnelle, sans aggraver la résorption radiculaire existante des incisives.

Préserver l'intégrité et la stabilité des quatre incisives maxillaires présentant des résorptions sévères et modérées

Recentrer la ligne médiane dentaire maxillaire tout en créant un espace suffisant pour la canine.

Maintenir le support parodontal tout au long du traitement.

Obtenir une occlusion harmonieuse et améliorer l'apparence du visage et du sourire en utilisant des mécaniques sectionnelles contrôlées et un ancrage squelettique.

4. Etapes de traitement :

4.1. Description de l'appareil :

Un appareil multiattaches fixe autoligaturant passif (système avec slot $0,021 \times 0,021$) a été posé, garantissant des mécaniques de glissement à faible friction et un contrôle optimal du torque dès les premières étapes du traitement. Des arcs broads ont été sélectionnés pour favoriser le développement transversal des arcades, associés à des surélévations afin d'assurer la désarticulation.

4.2 Phases initiales du traitement & aménagement d'espace

Les quatre incisives maxillaires ont été contournées afin de minimiser le stress sur leurs racines et de générer un effet lip-bumper, réduisant ainsi la pression labiale et protégeant les zones résorbées lors de la gestion précoce de l'espace. (Figure 8)

Une mini-vis interradiculaire palatine a été placée pour appliquer un vecteur de traction distale à la canine, l'éloignant ainsi en toute sécurité de la racine de l'incisive latérale. (Figure 8)

Une mini-vis infrazygomatique (IZC) avec un slot rectangulaire a été placée pour créer de l'espace à la canine sans avoir recours aux coils qui auraient pu aggraver la résorption des incisives. À la place, des chaînettes élastiques ont été tendues depuis les premières prémolaires jusqu'à l'IZC pour obtenir une distalisation contrôlée sans solliciter le secteur antérieur.

3. Treatment Objectives:

The treatment plan aimed to achieve the following goals:

Reposition of the partially erupted maxillary left canine (tooth 23) into functional occlusion without aggravating existing root resorption.

Preserve the integrity and stability of the four maxillary incisors presenting severe and moderate resorption.

Recentre the maxillary dental midline while creating adequate space for the canine.

Maintain periodontal health and root support throughout the treatment.

Achieve harmonious occlusion and improve facial and smile appearance using controlled sectional mechanics and skeletal anchorage.

4. Course of treatment:

4.1 Appliance description:

A self-ligating fixed appliance (system with 0.021×0.021 slot) was bonded ensuring low friction sliding mechanics and optimal torque control from the early stages of treatment. Broad arch wires were selected to promote transverse arch development, combined to bite turbos to ensure disarticulation.

4.2. Initial phase of treatment / space management

The four maxillary incisors were bypassed to minimize stress on their roots and to generate a mild lip-bumper effect, reducing labial pressure and protecting the resorbed areas during early space management.

A palatal mini-screw was placed to apply a distal and palatal traction vector to the canine, safely disengaging it from the lateral incisor root.

An infrazygomatic crest (IZC) miniscrew with rectangular slot was placed to create space without using coil springs, which could have aggravated the incisor resorption. Instead, power chains were stretched from the first premolars to the IZC to achieve controlled distalization.

La même IZC a servi d'ancrage pour des élastiques light de classe III (5/16", 2,5 oz) fixés sur les canines inférieures, contribuant à redresser les dents inférieures et créant un overjet positif qui a réduit la surcharge occlusale sur les incisives supérieures résorbées et a facilité leur redressement ultérieur (Figure 8).

4.3 Correction de la ligne médiane

Une fois la canine 23 dégagée de la racine de la 22 et l'espace nécessaire entre les dents 13 et 12 obtenu grâce au développement de l'arcade et à la distalisation, les incisives ont été collées sur un fil passif (019".019" SS) tout en maintenant la contention afin d'assurer leur stabilisation et d'éviter toute charge active. Un cantilever TMA de 0,019" x 0,025" a été fixé à la mini-vis IZC du côté droit et relié à la boucle passive dans le segment passif antérieur, qui a été prolongé vers l'apex pour se rapprocher du centre de résistance des incisives. Cette configuration a permis une rétraction contrôlée en masse des quatre incisives, recentrant la ligne médiane dentaire et complétant la préparation de l'espace pour la canine (23). (Figures 9,12)

L'utilisation de ce cantilever était justifiée par son vecteur vestibulaire contrôlé, permettant un mouvement en translation contrairement à une chaîne élastique, qui a tendance à produire une version incontrôlée en déplaçant les couronnes en palatin et à produire un effet bowing, augmentant ainsi le risque de résorption radiculaire supplémentaire.

Des suivis réguliers par RVG ont été effectués pour surveiller l'intégrité des racines tout au long du traitement. (Figure 11).

4.4 Repositionnement de la canine :

La mini-vis IZC gauche a ensuite été utilisée comme ancrage stable pour un cantilever en acier 019".025" afin de repositionner la canine avec un contrôle tridimensionnel complet. Le système visait à obtenir à la fois une extrusion et un mouvement vestibulaire de la canine, tandis que l'ancrage squelettique assurait le mouvement de la canine sans solliciter les dents. (Figures 9 ,10 et 12)

4.5. Coordination des arcades et finition :

Étant donné que les canines incluses en position palatine présentent souvent un excès de torque positif à la fin du traitement, une correction du torque était nécessaire. Pour cela, le bracket canin a été inversé (passant d'un torque de +09 à un torque de -09), et un ressort de torque a été ajouté pour renforcer ce mouvement.

The same IZC served as anchorage for light Class III elastics (5/16", 2.5 oz) attached to the lower canines, contributed to uprighting lower incisors and created a positive overjet that reduced stress on the resorbed upper incisors and facilitated their later uprighting. (figure 8)

4.3 Midline correction:

Once the canine 23 was cleared from the root of the lateral incisor, and necessary space between tooth 13 and 12 was obtained through arch development and distalization, the incisors were bonded on a passive wire (019".019" SS) while keeping the retention in place to ensure stabilization and prevent any active loading.

A 0.019" x 0.025" TMA cantilever was attached to the IZC mini-screw on the right side and connected to the passive loop in the anterior passive segment, which was extended apically to approximate the center of resistance of the incisors. This configuration allowed controlled en-masse retraction of the four incisors, re-centering the dental midline and completing the space preparation for the canine. (figure 9)

The use of this cantilever was justified by its controlled vestibular vector, allowing bodily movement unlike an elastic chain, which tends to move the crowns palatally and produce a bowing effect, thereby increasing the risk of further root resorption .

Regular RVG follow-ups were performed to monitor root integrity throughout the treatment. (figure 11).

4.4 Canine repositioning :

The left IZC mini-screw was then used as a stable anchorage for a 019".025" SS cantilever to reposition the canine with full three-dimensional control. The system aimed to obtain both extrusion and buccal movement of the canine, while Skeletal anchorage ensured tooth movement, without loading the posterior segments. (figure 9, 10)

4.5. Finishing and coordination :

Since palatally impacted canines often present excessive positive torque at the end of treatment, torque refinement was required. to correct this, the canine bracket was flipped (from +09 torque to -09 torque) to enhance the negative torque expression, and a torque spring was added to reinforce the movement. A thin

Une fine couche de composite a été placée sous le ressort de torque afin de le surélever légèrement et de le préactiver, maximisant ainsi son effet de torque négatif tout en maintenant des forces douces et continues. L'arc a été légèrement arrondi au niveau de l'incisive latérale et de la prémolaire afin de neutraliser les effets secondaires indésirables du torque canin. Le raffinement final du torque a été réalisé à l'aide d'un aligneur in office. (Fig.10)

A layer of flowable composite was placed under the torque spring to slightly elevate and pre-activate it, thereby maximizing its torque effect while maintaining continuous gentle forces. The arch wire was slightly rounded at the level of the lateral incisor and the premolar to neutralize the unwanted side effects of the canine torque. Final refinement of the torque and detailing were achieved using an in-house aligner. (figure 10)



Figure 8: Phase initiale du traitement et gestion de l'espace : les incisives ont été contournées, deux mini-vis IZC ont été placées pour distaliser les segments latéraux supérieurs à l'aide d'une chaînette élastomérique et pour redresser les incisives inférieures à l'aide d'élastiques de classe III. Une mini-vis palatine a été utilisée pour désengager la canine de la racine de l'incisive latérale 22. / Initial phase of treatment and space management; the incisors were bypassed, two IZC miniscrews were placed to distalize the upper lateral segments with power chain and to upright the lower incisors using class III elastics. A palatal miniscrew was used to disengage the canine from the root of the lateral incisor 22



Figure 9: Phase initiale du traitement et gestion de l'espace ; les incisives ont été contournées, deux mini-vis IZC ont été placées pour distaler les segments latéraux supérieurs à l'aide d'une chaînette élastique et pour redresser les incisives inférieures à l'aide d'élastiques de classe III. Une mini-vis palatin a été utilisée pour dégager la canine de la racine de l'incisive latérale 22. / The incisors were bonded on a passive wire to ensure stabilization and prevent any active loading. the left IZC mini-screw was then used as a stable anchor for vestibular and vertical cantilever traction of the canine, providing three-dimensional control without overloading the teeth while the right IZC served as an anchor for the cantilever system used to correct the midline



Figure 10: Le système auto-ligaturant passif, utilisant des arcs broads, des élastiques lights immédiats et des surélévations, a assuré une mécanique de glissement à faible friction et un contrôle optimal du torque pendant la finition. Le bracket du 23 a été inversé et un ressort de torque a été utilisé pour améliorer le torque négatif. / The passive self-ligating system PITTS 21, using broad arch wires, light immediate elastics, and turbo bites, ensured low-friction sliding mechanics and optimal torque control during finishing. The bracket of the 23 was flipped and a torque spring was used to enhance negative torque.



Figure 11: Des contrôles réguliers par RVG ont été effectués afin de surveiller l'intégrité radulaire tout au long du traitement. / Regular RVG follow-ups were performed to monitor root integrity throughout the treatment.

5. Résultats :

La durée totale du traitement a été de 28 mois. La biomécanique segmentée a permis d'atteindre les objectifs fixés. La canine maxillaire gauche en désinclusion (23) a été repositionnée en occlusion fonctionnelle avec un contrôle radiculaire approprié. Les quatre incisives maxillaires, déplacées en masse à l'aide d'un cantilever, ont retrouvé leur symétrie et conservé l'intégrité de leurs racines. (Figure 14)

L'esthétique globale du sourire s'est nettement améliorée, avec une meilleure coordination des arcades, un meilleur équilibre facial et une ligne de sourire redéfinie. (Figure 13) Un CBCT post-traitement a été réalisé pour évaluer la stabilité radiculaire et parodontale. Il n'a révélé aucune progression significative de la résorption radiculaire. Le support parodontal a été préservé. (Figure 15)

6. Contention :

À la fin de la phase de finition par aligneur, le patient bénéficiera d'un protocole de contention complet comprenant un dispositif de contention fixe collé sur les deux arcades, complété par des gouttières de contention thermoformables amovibles.

7. Discussion :

Ce cas clinique souligne l'importance d'une biomécanique contrôlée dans la gestion des canines incluses associées à une résorption radiculaire sévère. Les approches conventionnelles en technique d'arc droit transmettent souvent des forces incontrôlées aux dents adjacentes, ce qui aurait pu aggraver la résorption existante. [7] L'utilisation combinée d'un ancrage squelettique représente une évolution biomécanique des systèmes cantilevers traditionnels, offrant un contrôle tridimensionnel amélioré. Elle a permis de prévenir la perte d'ancrage dans les plans sagittal et transversal. La mise en place du minivis IZC parallèlement aux dents a minimisé les moments de torque et assuré la stabilité. [8] [9] [10] L'utilisation de la mécanique sectionnelle fournit un système de forces statiquement déterminé avec des effets secondaires prévisibles et un besoin minimal de réactivation, en raison de son faible taux de déformation sous charge. [11] [12] [13] [14] [15]

Deux systèmes de cantilever ont été utilisés, (Figure 12) le premier pour corriger la ligne médiane maxillaire et rétracter le segment antérieur, comme le soutiennent Nanda et al. et Mittal et al. Les cantilevers étendus apicalement vers le centre de résistance du segment antérieur, permettent un mouvement de translation contrôlé tout en préservant l'intégrité des racines. [16] [17]

Le deuxième cantilever (Ballista Cantilever) a assuré un repositionnement efficace et biologiquement sûr de la canine à l'aide de forces légères et continues de 35 à 60 g (Proffit 2000). [18] [19] [20]

En ce qui concerne la stabilité de la résorption radiculaire, la littérature suggère qu'une fois la canine incluse repositionnée à l'aide de forces contrôlées, la résorption tend à se stabiliser.

5. Results:

The total treatment duration was 28 months. The staged biomechanics achieved the planned objectives. The impacted maxillary left canine (23) was aligned in functional occlusion with proper root control. The four maxillary incisors, moved en masse with cantilever mechanics, showed restored midline symmetry and preserved root integrity. (figure 13)

Overall smile esthetics improved markedly, with better arch coordination, facial balance, and an enhanced smile line. (figure 12)

A post-treatment CBCT was performed to assess root and periodontal stability. It revealed no significant progression of the root resorption. The periodontal support was preserved. (figure 14)

6. Retention:

At the end of the aligner finishing phase, the patient will benefit from a comprehensive retention protocol consisting of a bonded fixed retainer in both arches, complemented by removable vacuum-formed retainers

7. Discussion :

This case highlights the importance of controlled biomechanics in managing impacted canines associated with severe root resorption. straight-wire approaches often transmit uncontrolled forces to adjacent teeth, which could have aggravated the existing resorption. [7]

The combined use of skeletal anchorage represents a biomechanical evolution of traditional cantilever systems, offering enhanced three-dimensional control. It prevented anchorage loss in both sagittal and transverse planes. The IZC screw placement parallel to the dentition minimized torquing moments and ensured stability. [8] [9] [10] The use of cantilever mechanics provides a statically determinate force system with predictable side effects and minimal need for reactivation, owing to its low load-deflection rate. [11] [12] [13] [14] [15]

Two cantilevers systems were used, the first to correct the maxillary midline and retract anterior segment as supported by Nanda et al. and Mittal et al., cantilevers extended apically toward the center of resistance of the anterior segment permit through controlled bodily movement while preserving root integrity. [16] [17]

The second cantilever (Ballista Cantilever) ensured efficient and biologically safe canine repositioning using light, continuous forces 35–60 g (proffit 2000) [18] [19] [20]

Regarding root resorption stability; literature suggests that once the ectopic canine is repositioned with controlled forces, further resorption tends to stabilize. In this case, radiographs indicated maintained periodontal health and overall stability of the resorbed roots, aligning with observations by Kokich and Remington et al. [21]

Dans ce cas, les radiographies ont montré que la santé parodontale était maintenue et que les racines résorbées étaient globalement stables, ce qui concorde avec les observations de Kokich et Remington et al. [21]

La phase de finition à l'aide du système auto-ligaturant et de la mécanique de glissement à faible friction a encore favorisé le mouvement contrôlé et la coordination des arcades.

Ce protocole biomécanique hybride démontre que même dans les cas de résorption radiculaire sévère, Une combinaison de mécaniques sectionnelles soigneusement conçues, d'ancrage squelettique et de forces légères peut permettre d'obtenir des résultats satisfaisants et biologiquement sûrs. [22] [23] [24]

Finishing phase using the self-ligating system & low-friction sliding mechanics further supported controlled movement and arch coordination.

This hybrid biomechanical protocol demonstrates that even in cases of severe root compromise, a combination of light continuous forces, skeletal anchorage, and carefully designed sectional mechanics can achieve successful and biologically safe outcomes. [22] [23] [24]

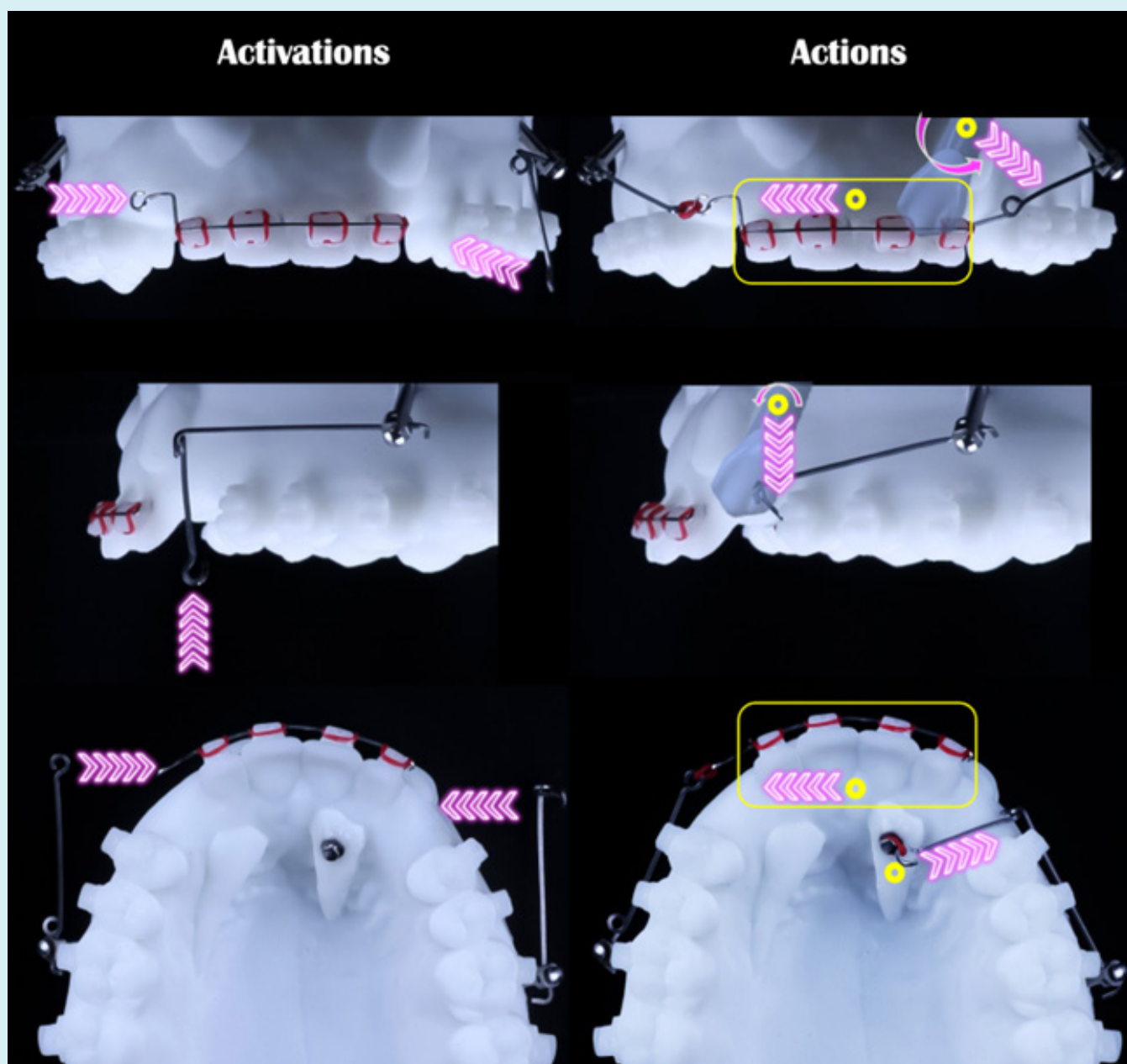


Figure 12: Activation biomécanique et mouvements dentaires correspondants avec le système cantilever : Illustration des activations (à gauche) et des actions biomécaniques qui en résultent (à droite) lors de la rétraction canine et de la rétraction en masse des incisives à l'aide d'une mécanique sectionnelle soutenue par un ancrage squelettique. Les flèches indiquent la direction des forces appliquées et les mouvements dentaires.

Biomechanical activations and corresponding tooth movements with the cantilevers system:

Illustration of the activations (left) and resulting biomechanical actions (right) during canine retraction and en masse retraction of the incisors using sectional mechanics supported by skeletal anchorage. The arrows indicate the direction of applied forces and tooth movements.

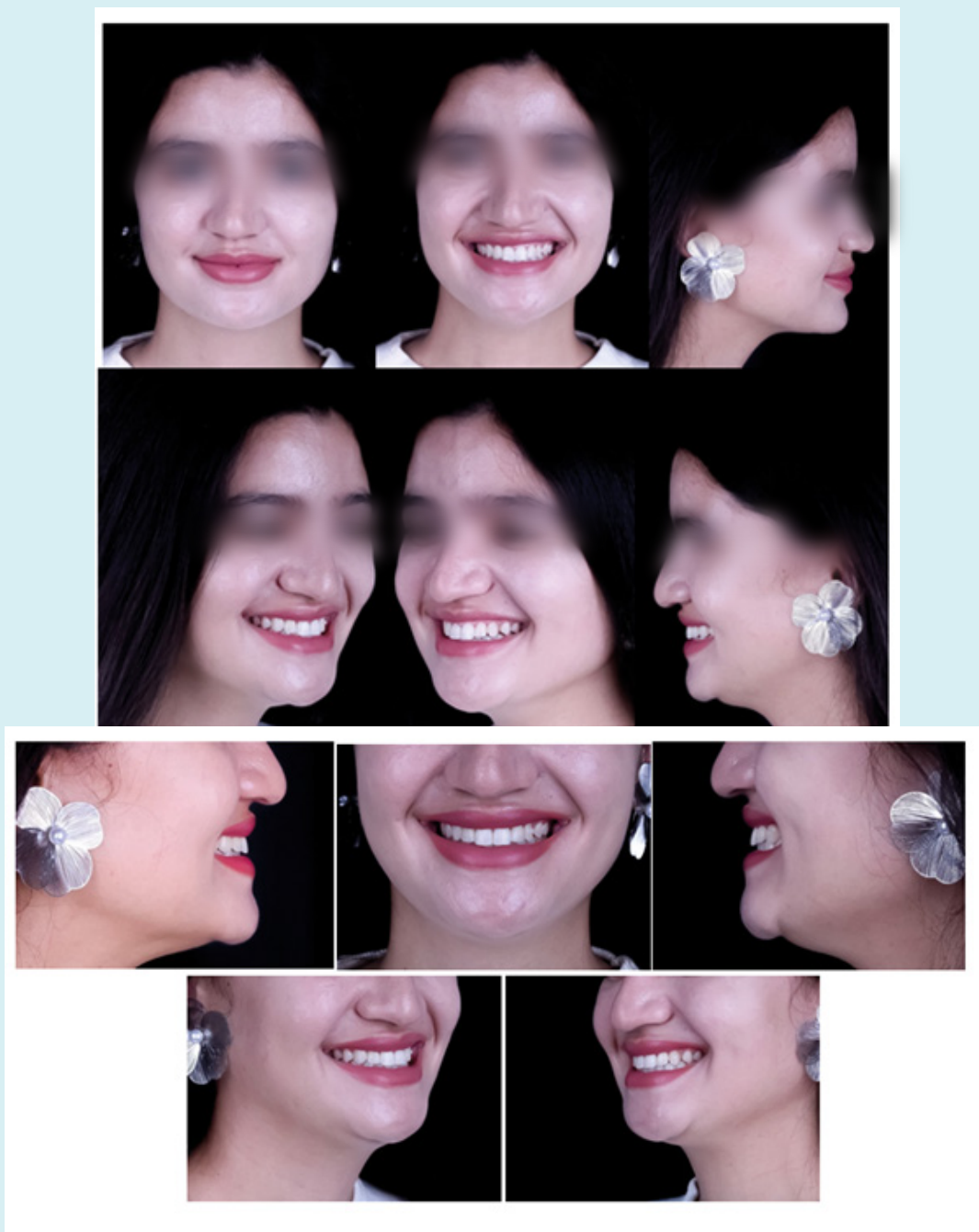


Figure 13: Photos extraorales finales illustrant les résultats esthétiques et occlusaux. / Final Extraorals and close up Views Demonstrating Aesthetics and Occlusal Results



Figure 14 Photos intraorales finales illustrant les résultats esthétiques et occlusaux. / Final intraorals views demonstrating aesthetics and occlusal results.

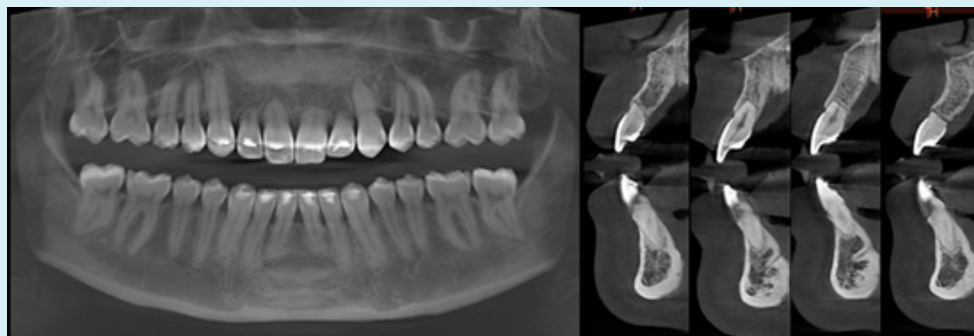


Figure 15: Radiographies panoramique et CBCT post traitement afin d'évaluer la stabilité radiculaire et parodontale. Aucune progression significative de la résorption radiculaire. Le support parodontal a été préservé. / Figure 14: A post-treatment panoramic and CBCT was performed to assess root and periodontal stability. They revealed no significant progression of the root resorption. The periodontal support was preserved.

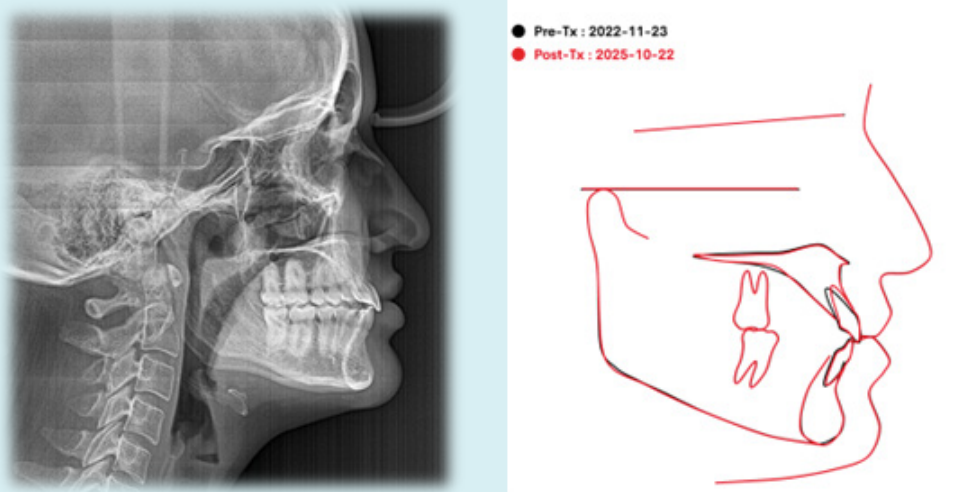


Figure 16: la superposition des TLR avant et après traitement a révélé un profil harmonieux et une amélioration des incisives supérieures précédemment vestibuloversées. / Superimposed tracing of the pretreatment and posttreatment lateral cephalometric radiographs revealed a harmonious profile and an enhancement of the previously flared upper incisors

8. Conclusion

Un protocole biomécanique sectionnel, associé à un système orthodontique moderne et à un ancrage squelettique avec une stratégie de traitement séquentielle, a permis de repositionner avec succès une canine maxillaire en désincluison tout en protégeant et en stabilisant des incisives fortement résorbées. Cette approche souligne l'utilité continue des principes sectionnels classiques lorsqu'ils sont adaptés aux systèmes d'ancrage squelettique modernes et à la mécanique d'arc à faible friction. Il va sans dire que l'objectif ultime n'était pas de préserver indéfiniment les incisives, mais plutôt de créer un environnement favorable à une éventuelle réhabilitation prothétique implantaire future.

Déclaration de liens d'intérêts : Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

8. Conclusion

A staged sectional biomechanics protocol combined with modern orthodontic system, and sequential skeletal anchorage allowed successful repositioning of an impacted maxillary canine while protecting and stabilizing severely resorbed incisors. This approach highlights the continuing utility of classical sectional principles when adapted to modern skeletal anchorage systems and low-friction arch mechanics. Needless to say, that the ultimate goal was not to preserve the incisors indefinitely, but rather to establish a favorable environment for potential future implant prosthetic rehabilitation.

Disclosure of interest: The authors declare that they have no competing interest.

Références :

- (1). B. C.J, «Rationale of the segmented arch,» AMERICAN JOURNAL OF ORTHODONTICS, vol. 48, pp. 805-822, 1962.
- (2). D. M.Sarver, Dentofacial Esthetics: From Macro to Micro, Quintessence Publishing Company,, 2020.
- (3). L. Malmgren.O, «Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: A study of upper incisors,» European Journal of Orthodontics, vol. 10, pp. 30-38, 1988.
- (4). Snehlata Oberoi · Stephanie Knueppel, «Three-dimensional assessment of impacted canines and root resorption using cone beam computed tomography,» Oral and maxillofacial radiology, Vols. %1 sur %2 113, Issue 2, pp. 260-267, February 2012.
- (5). P. H. Rock.P, «A treatment difficulty index for unerupted maxillary canines,» European Journal of Orthodontics, vol. 28, pp. 141-144, 2006.
- (6). A. A. Almashraqi.A, «Incidence, severity and orthodontic treatment difficulty index of impacted canines in Saudi population,» Journal of Clinical and Experimental Dentistry, pp. 327-334, 2018.
- (7). S. E.-M. ., S. M. ., J. G. K Zeno, «Finite element analysis of stresses on adjacent teeth during the traction of palatally impacted canines,» The Angle Orthodontist, vol. 89(3), pp. 418-425, 2018.
- (8). M. D. ., G. R. ., Fabio Annarumma, «The effectiveness of miniscrews in the three-dimensional control of a palatal impacted canine: "Canine Only" approach. Case report,» International Orthodontics , vol. 19, p. 716-725, 2021.
- (9). G. C. S. C. Adrian Becker, «Analysis of failure in the treatment of impacted maxillary canines,» American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics , vol. 137 (6), pp. 743-754, 2010.
- (10). E. D. B THEBAULT, «Disimpaction of maxillary canines using temporary bone anchorage and cantilever springs,» International Orthodontics, vol. 13, pp. 61-80, 2015.
- (11). Z. F. L. C. ischer T.J., «Cantilever mechanics for treatment of impacted canines.,» Journal of Clinical Orthodontics , vol. 34, p. 647-650., 2000.
- (12). J. C. b. M. U. c. F. J. d. ., W. E. R. e. Sumit Yadav a, «Comparison of the force systems of 3 appliances on palatally impacted canines,» American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Vols. %1 sur %2139, Issue 2, , pp. 206-213, February 2011.
- (13). K. A., «Cantilever springs: Force system and clinical applications,» Seminars in Orthodontics, vol. 7, p. 150-159., 2001.
- (14). A. G. ., B. T. H JACOB, «Effects of stress relaxation in beta-titanium cantilevers used in orthodontic mechanics,» Dental Press Journal of Orthodontics, vol. 26(6), 2021.

- (15). K. D. K. ,. M. D. M Bilinska, «Cantilevers: Multi-Tool in Orthodontic Treatment,» Dentistry Journal , vol. 10(7), p. 135, 2022.
- (16). H. S. P. K. Tanmay Mittal, «Dental midline correction using a cantilever spring: A novel approach,» International Journal of Orthodontic Rehabilitation, Vols. %1 sur %211, Issue 3, p. p. 145., 2020.
- (17). P. ,. K. CHOY. K, «Controlled Space Closure with a Statically Determinate Retraction System,» The Angle Orthodontist, vol. 72 (3), pp. 191-198, 2002.
- (18). J. R. G. D. S. C. T. B. R. J. B. D. B. R. Cláudia Nakandakari, «Orthodontic Traction of Impacted Canine Using Cantilever,» Case Report In Dentistry, vol. 21016 (1, 2016.
- (19). G. S. G. F. S Paduano, «Use of Cantilever Mechanics for Impacted Teeth: Case Series,» The Open Dentistry Journal, vol. 7, pp. 186-197, 2013.
- (20). D. S. B. L. H. F. w Proffit, Contemporary Orthodontics, Elsevier, 2025.
- (21). D. P. M. V G. Kokich, Orthodontic and Surgical Management of Impacted Teeth, Quintessence Publishing , 2014.
- (22). S. H. F. A. Z. S. M. M. Heravi F., «The effect of canine disimpaction performed with temporary anchorage devices (TADs) before comprehensive orthodontic treatment to avoid root resorption of adjacent teeth,» Dent. Press J. Orthod. , vol. 21, pp. 65-72, 2016 .
- (23). P. M. S. R. Adith Venugopal, «A Novel Temporary Anchorage Device Aided Sectional Mechanics for Simultaneous Orthodontic Retraction and Intrusion,» Case Reports in Dentistry, vol. 1, 2020.
- (24). D. Hyung-Kyu Noh et D. M. P. Hyo-Sang Park, « An efficient and noncompliant method for forced eruption with microimplants that is bracket free, and its long-term stability,» The Journal of American Dental Association, Vols. %1 sur %2150, Issue 5, pp. 369-377, May 2019.
- (25). Choy Kwangchul.DDS,MS,PhD,Burstone's biomechanical foundation of clinical orthodontics, quintessence publishing 2022.



The Algerian Orthodontic Society is organizing its

10th Congress

Theme

Orthodontics 360° : When Aesthetics meets Function



Pr Ravi NANDA



Pr Djilali Hadjouis



Pr Mona Ghoussoub



Dr Réda ALIM



Dr JM FOUcart



Pr Ines DALLEL



Dr Waddah SABOUNI



Dr Rafika HARMIM



Dr Ahmad ALLAHAM



Dr Pierre LECLERCQ



Dr Sara OULOUNIS

December 5 & 6, 2025 – El Aurassi Hotel, Algiers

AJO

Algerian journal of
Orthodontics