**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITÉ ORAN 1- AHMED BENBELLA
FACULTÉ DE MÈDECINE
DÉPARTEMENT DE MÈDECINE DENTAIRE
*N° d'ordre……*




# THÈSE

De Doctorat En Sciences Médicales

**Dr. NABI FATIMA épouse BENALI**

**Maître Assistante en Orthopédie Dento-Faciale**

# Effets de la corticotomie lors des déplacements Orthodontiques Accélérés :

## Etude évaluative des effets de l'accélération du déplacement dentaire lors du traitement de l'encombrement antérieur chez l'adulte

Soutenue publiquement le : 27 Février 2022

**Composition du jury**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Présidente de Jury :** | SI AHMED Fatma | Professeur | Faculté de médecine d'Alger |
| **Membres de Jury :** | HEROUAL Nabila | Professeur | Faculté de médecine d'Oran |
| | ZOUBIRI Dalila | Professeur | Faculté de médecine d'Alger |
| | MEDDAH Souad | Professeur | Faculté de médecine de Blida |
| **Directeur de Thèse:** | AHMED FOUATIH Noureddine | Professeur | Faculté de médecine d'Oran |
| **Co-Directrice de Thèse:** | KHASSANI Djamila | Professeur | Faculté de médecine d'Oran |

**Année 2022**

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITÉ ORAN 1- AHMED BENBELLA
FACULTÉ DE MÈDECINE
DÉPARTEMENT DE MÈDECINE DENTAIRE
*N° d'ordre……..*




# THÈSE

De Doctorat En Sciences Médicales

**Dr. NABI FATIMA épouse BENALI**

**Maître Assistante en Orthopédie Dento-Faciale**

# Effets de la corticotomie lors des déplacements Orthodontiques Accélérés :

## Etude évaluative des effets de l'accélération du déplacement dentaire lors du traitement de l'encombrement antérieur chez l'adulte

Soutenue publiquement le : 27 Février 2022

**Composition du jury**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Présidente de Jury :** | SI AHMED Fatma | Professeur | Faculté de médecine d'Alger |
| **Membres de Jury :** | HEROUAL Nabila | Professeur | Faculté de médecine d'Oran |
| | ZOUBIRI Dalila | Professeur | Faculté de médecine d'Alger |
| | MEDDAH Souad | Professeur | Faculté de médecine de Blida |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Directeur de Thèse:** | AHMED FOUATIH Noureddine | Professeur | Faculté de médecine d'Oran |
| **Co-Directrice de Thèse:** | KHASSANI Djamila | Professeur | Faculté de médecine d'Oran |

**Année 2022**

# REMERCIEMENTS

*En préambule à cette thèse, je remercie ALLAH qui m'a donné la patience et le courage durant toutes ces années*

*Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté de l'aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail de recherche.*

**À notre Président de Jury**

**A Madame le Professeur SI AHMED Fatma**

*Chère professeur, nous sommes très honorés que vous ayez accepté de présider ce prestigieux jury de thèse. Vos qualités d'esprit et votre rigueur scientifique ont grandement contribué à enrichir ce travail. Votre dextérité et votre passion pour l'orthodontie sont une source d'inspiration pour nous. L'étendue de votre savoir et de votre grande expérience force l'admiration. Je vous remercie pour l'intérêt que vous avez manifesté pour mon travail, pour votre disponibilité, et votre patience. Permettez-nous de vous exprimer notre admiration et notre gratitude pour votre aide qui nous a permis d'apporter les corrections nécessaires pour une lecture plus aisée du document. Trouvez ici l'expression de notre plus haute considération et de notre profond respect.*

**À notre Membre de Jury**

**A Madame le Professeur HEROUAL Nabila**

*Chère, professeur vous voir siéger dans ce prestigieux jury est un immense honneur pour nous, Vos qualités humaines ont une valeur inestimable à nos yeux. Votre gentillesse, votre modestie nous ont marqué. Veuillez trouver ici par ces quelques mots l'expression de notre sincère gratitude et notre profond respect.*

**À notre Membre de Jury**

**A Madame le Professeur ZOUBIRI Dalila**

*Vous nous faites l'honneur de siéger au jury de notre thèse. L'étendue de votre savoir et votre polyvalence forcent l'admiration. Nous soumettons à votre jugement ce modeste travail avec l'expression de notre sympathie et de notre vive reconnaissance. Nous espérons qu'il aura suscité votre intérêt. Soyez assurée de notre gratitude et de notre profond respect.*

**À notre Membre de Jury**

**A Madame le Professeur MEDDAH Souad**

*Nous sommes heureux de vous compter parmi les membres de notre Jury.Vous nous faites un grand honneur en acceptant d'examiner cette thèse. Votre personnalité et votre persévérance sont pour nous un modèle à suivre.Votre progression scientifique fait l'objet de notre admiration, votre gentillesse et bonne humeur nous ont beaucoup marqué. Veuillez trouver ici le témoignage de notre sincère estime et notre profonde gratitude.*

## À notre Directeur de Thèse

### A Monsieur le Professeur AHMED FOUATIH Noureddine

*Nous vous remercions grandement de nous avoir accueilli dans votre service et de nous avoir ouvert les portes d'aller au-devant ; Sans vous ce rêve n'aurait pas pu aboutir, vous avez su nous donner l'envie de faire ce métier avec sincérité et amour.*
*Vos qualités humaines, vos compétences et votre grande expérience forcent l'admiration. Votre nom restera à jamais synonyme de dévouement au service de l'orthodontie de l'Ouest ; vous avez su fondre un service solide et fort par ces principes.*
*Merci d'avoir été présent dans les moments les plus décisifs de notre cursus.Vos directives, vos critiques nous ont été d'un grand apport. Vous avez cru en nous et par ce travail, nous vous témoignons notre profond respect et notre sincère gratitude.*

## À notre Co-Directrice de Thèse

### A Madame le Professeur KHASSANI Djamila

*Vous étiez toujours disponible et accueillante à notre égard. Merci de nous avoir laissé envahir votre service durant toute la période de préparation de ce travail. Nous vous sommes sincèrement reconnaissants pour votre bienveillance et votre disponibilité.*
*Nous nous vous remercierons jamais assez pour votre aide au cours de l'accomplissement des différentes étapes de cette étude, notamment celle des étapes cliniques où vous avez manifestez un grand intéret. Que ce travail soit le témoignage de notre profond respect et de notre sincère gratitude.*

## À notre Collègue et Ami
### A Monsieur le Docteur MERBOUH Mohamed Amine
### SEMEP- CHU de Sidi Bel Abbes

*Votre soutien et vos conseils avisés ont été stimulants et encourageants pour nous. Nous avons apprécié votre écoute et votre disponibilité. Nous vous remercions pour l'intérêt que vous nous avez porté. Merci d'avoir livré à cœur ouvert vos perceptions sur la partie épidémiologique. Vos remarques nous ont permis d'envisager notre travail sous un autre angle. Soyez assuré de notre plus grand respect et de notre sincère reconnaissance.*

## À notre Collègue et Ami
### A Monsieur le Docteur RAIAH Mourad
### SEMEP- CHU- ORAN

*Votre accueil ; vos conseils avisés et votre pertinence scientifique ont grandement contribué à la mise en œuvre de ce projet. Veuillez trouver à travers ces quelques mots l'expression de notre profonde gratitude.*

### A mademoiselle CHENNI Karima

*Nous tenons à remercier particulièrement* **Mademoiselle CHENNI Karima** *avec qui nous avons eu la chance de travailler la partie épidémiologique. Vous nous avez guidé dès les premiers pas et accompagné jusqu'au dernières étapes. Merci pour tous vos conseils qui nous*

*ont facilité la progression dans notre étude. Votre rigueur, votre capacité d'analyse et vos très nombreuses connaissances en biostatistique nous ont permi de progresser et ont répondu à plusieurs de nos préoccupations.*

*Il m'est impossible d'oublier l'équipe enseignante* **CEBIO** *à leurs têtes* **Monsieur le Professeur ABDELOUAHAB Adnane, Madame le Docteur TALHI Randa, Melle le Docteur OUADAH Kheira et Madame BELARBI Djamila.**

*Nos remerciements s'étendent au Président du commité de l'éthique du CHU-ORAN* **Monsieur le Professeur BERRABEH Yahia** *; qui nous a partagé ses brillantes intuitions. Qu'il soit aussi remercié pour sa gentillesse et ses conseils.*

*Nos derniers remerciements vont à* **Monsieur le Professeur BOUMESSELOUT.Salim** *Directeur du service des activités médicales et para-médicales (DAPM) du CHU- ORAN, à* **Madame le Professeur ZOUBIR. Safia** *adjoint directrice du service de DAPM du CHU-ORAN. Pour leur acceuil , aide et surtout leur disponnibilité, pour tout ce qu'ils ont fait pour nous soutenir et nous encourager dans tout ce que nous avons entrepris.*

**A mes Collègues du Service d'Orthodontie du CHU-ORAN et de HMRUO**

*Nous remercions toute l'équipe du service d'orthodontie du CHU-ORAN pour la bonne ambiance de travail mais également pour les nombreux bons moments passés ensembles. Entre autres Dr. Fegoul. Mourad, Dr. Khellil Yamina, Dr. Mrabet. Sonia, Dr. Bensadok. Saadia et Dr. Djanti. Mimi avec qui j'ai eu l'occasion de travailler sans oublier Dr. Hammideche Mohammed , Dr.Messaoudi Ismahène avec qui j'ai passé mes années de résidanat.*

*Nos remerciements s'étendent à nos collègues l'équipe d'orthodontie de l'Hôpital Militaire Régional Universitaire d'Oran pour la bonne ambiance a leur tête : le Dr. Terbeche. Sonia ; le Dr. Beghedadi. Chafika, le Dr. Kassas. Ahmed, le Dr. Saidi. Messaoud, le Dr.Bousseta.*

**Le Corps Enseignant et Administratif du Département**

*Nos vifs remerciements vont à tout le corps enseignant et administratif du département de médecine dentaire, Ce travail a pu voir le jour grâce à la contribution et l'aide de l'équipe d'orthodontie d'Oran à commencer par le personnel médical et paramédical à leur tête : Saleha, Chenoufi ; Houaria, Serradj, Aicha, Nesserine, Asmaa, Anissa, Amel, Imene, Fatima ; Djamila, Hebib, Kada, Mebarki, Bouziri, Amir, ....*

**Une pensée spéciale** *à notre surveillante médicale et amie* **Nora** *Nous aurons tant voulu que vous soyez avec nous, vous nous manquez beaucoup pour toute l'aide que vous nous avez apporté.*

*A l'ensemble des* **Résidents du Service d'ODF** *; veuillez trouver dans ces lignes l'expression de notre profonde gratitude et notre reconnaissance pour tous.*

*A l'ensemble des* **Résidents du Service de PARODONTOLOGIE** *; veuillez trouver dans ces lignes l'expression de notre profonde gratitude et notre reconnaissance pour votre implication.*

*A l'ensemble du personnels médical et paramédical* **du Service de PARODONTOLOGIE**

*Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à toute personne qui par ses paroles, ses écrits, ses conseils ou ses critiques a guidé nos réflexions.*

# DEDICACES

## À mes Chère Parents

*Abdelkader et Dounia ;*

A Ma source de force, mes très Chers Parents, qui m'ont poussé à donner le meilleur de moi « Vous avez inculqué en moi un magnifique modèle de labeur et de persévérance ». Je suis redevable d'une éducation dont je suis fière et c'est grâce à vous si j'en suis là aujourd'hui. Cette dédicace serait pour moi, la meilleure façon de vous honorer et vous montrer à quel point vous avez été magnifique. C'est à vous que je dois tous et je ferai de mon mieux pour rester votre fièrté avec l'espoir de ne jamais vous décevoir.

## A nom Mari

*Ibrahim ;*

A l'âme de ma vie, merci pour toutes ces années ensembles ; tu m'as soutenu, sans faille, ta présence, ton écoute et surtout ta patience ! Sans toi, cette expérience n'aurait probablement pas été possible. Tu es l'épaule sur laquelle je m'appuie chaque fois que je perds confiance, tes conseilles mon permis de ne jamais dévier de mon objectif. Je savoure chaque moment passé avec toi et je te souhaite, du fond du cœur, le meilleur, que notre route ensemble soit belle et longue… Et pour ne rien gâcher tu es un papa formidable. Merci pour tout, je t'aime.

## A ma source de bonheur

*Younes, Lina et Abdelilah Adem,* Vous êtes la joie de la famille, une des plus belles choses qui me soit arrivée dans la vie. Ce travail a pris énormément de votre temps… !!!

## A mes sœurs

A *Samira* et son adorable famille ; trouvez à travers ces quelques lignes l'expression de mon grand respect et ma sincère gratitude. A *Nabila*, Vous avez une grande place dans mon cœur, je te dois ton soutien inconditionnel aux bons moments, je suis si chanceuse de t'avoir à mon côté. A *Sarah Et Asmaa* ; je vous souhaite le meilleur dans votre vie future. Merci pour vos encouragements et votre soutient au quotidienne.

## A ma belle-famille

A mes beaux-parents, en témoignage de mon grand respect. J'ai trouvé en vous des deuxièmes parents. A *Djazia,* trouvez ici l'expression de ma grande reconnaissance pour ton aide au quotidien. A *Fatima*, et son adorable famille ; en témoignage de ma sincère gratitude pour ton soutien et ton aide. Je ne pourrai assez te remercier pour tout ce que tu as fait pour moi.

# LISTE DES ABREVIATIONS SIGLES ET ACRONYMES

# LISTE DES ABREVEATIONS-SIGLES ET ACRONYMES

| Sigles-Abréviations et Acronymes | Signification |
|---|---|
| **AAO** | Association Américaine des Orthodontistes |
| **AINS** | Anti-inflammatoire non stéroïdien |
| **al.** | Ailiers |
| **ANB** | La différence entre SNA et SNB |
| **AMPA** | Angle entre le plan mandibulaire et l'axe de l'incisive inférieure |
| **ARIF** | Activation-Résorption-Inversion-Formation |
| **ARS** | Air-rotor Stripping |
| **ASA** | Le score ASA (American Society of Anesthésiologistes) qualifie l'état de santé préopératoire d'un patient. |
| **ATPase** | Enzyme |
| **BM** | Bord marginale |
| **BMU** | Basics multi-cellular unit |
| **BS1** | Bone Satelec N°1 (Insérer à os de satellite) |
| **$Ca^{2+}$** | Calcium |
| **CBC** | Cellule basale cuboïde |
| **CBCT** | Cône beam, Imagerie volumétrique par faisceau conique parfois désigné par l'acronyme CBCT : Cône beam computed tomography |
| **CEBIO** | Cours International d'Epidémiologie et de Bio statistique |
| **cf.** | Consulter figure |
| **CHU** | Centre hospitalo-universitaire |
| **CID** | Contacte interdentaire |
| **CL** | Classe squelettiques |
| **$Cm^2$** | Centimètre carré |
| **coll.** | Collaborateurs |
| **Covid-19** | Corona –Virus- Disease 2019 (Coronavirus) |
| **CR** | Centre de résistance |
| **cst** | Constante |
| **CT** | Tissue conjonctif |
| **ct.** | Consulter tableau |
| **DAM** | Syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur |
| **DAPM** | Direction des Activités Paramédicales et Médicales |
| **DDA** | Dysharmonie dento-arcade |
| **DDM** | Dysharmonie dento-maxillaire |
| **DFDBA** | Demineralized Freeze Dried Bone Allograft (allogreffe osseuse lyophilisée déminéralisée) |
| **DI** | Indice de difficulté |
| **$D^r$** | Docteur |
| **DVD** | Disque numérique optique de grande capacité |
| **E** | Epaisseur de l'os alvéolaire mesurée |
| **EBM** | Evidence-Based Medicine) |
| **ECR** | Essai clinique randomisé |
| **ECNR** | Essai clinique non randomisé |
| **ED** | Espace disponible |
| **EN** | Espace nécessaire |
| **Etc.** | Etcétéra |
| **ET** | Ecart type (SD) |
| **EVA** | Echelle visuelle analogique de la douleur |
| **Exo** | Extractions dentaires |
| **FMA** | Angle entre le plan de Francfort et le plan mandibulaire |
| **FMIA** | Angle entre le plan de Francfort et l'axe de l'incisive inférieure |
| **g** | Gramme |
| **GA** | Gencive attachée |
| **GM** | Gencive marginale |

# LISTE DES ABREVEATIONS-SIGLES ET ACRONYMES

| | |
|---|---|
| **h** | heure |
| **$H^+$** | Protons (H+) |
| **HD** | Hemidesmosome |
| **H&E** | Coloration Hématoxyline et Eosine |
| **H/F** | Hommes / Femmes |
| **HMRUO** | Hôpital Militaire Régional universitaire d'ORAN |
| **IC** | Intervalle de Confience |
| **ICM** | Inter cuspidation maximale |
| **Inf.** | Inférieure |
| **JEC** | Jonction émail-cément |
| **K** | Cathepsine K |
| **Khi2** | Test statistique de comparaison de deux variables qualitatif |
| **kHz** | Kilo Hertz |
| **kg** | Kilogramme |
| **LED** | Light-Emitting Diode : Une diode électroluminescente abrégé en DEL en français, ou LED en l'anglais |
| **LC** | Lame cribliforme |
| **LLLT** | Lower-level-laser-therapy |
| **LMG** | Ligne mucco-gingivale |
| **MBT™** | McLaughlin, Bennet et Trevisi (le sigle reprend les premières lettres des noms des créateurs de la technique orthodontique). |
| **MDO** | Mouvement dentaire orthodontique |
| **mg** | Milligramme |
| **MHz** | Méga hertz |
| **mn** | Minute |
| **MIRO** | Minimally Invasive Rapid Orthodontics (l'orthodontie rapide mini-invasive) |
| **MIRO** | Micro-Incisions Radioguidées |
| **ml** | Millilitre |
| **mm** | Millimètre |
| **MOASOP** | Mouvement orthodontique accélérée par stimulation ostéogénique du parodonte |
| **MOP** | Mouvement Orthodontique Piézoélectrique |
| **MOPs** | Micro ostéoperforations |
| **Moy** | Moyenne |
| **MSI** | Minimally -Invasive -Surgery (chirurgies mini invasives) |
| **MTDLD** | Mono-cortical Tooth dislocation and ligament distraction |
| **n** | Nombre de sujets |
| **N** | Newton |
| **N°** | Numéro |
| **NB://** | Noter bien |
| **NiTi** | Nickel titane |
| **NR** | Pas signalé (Non représentatif ou non significatif) |
| **NRCT** | Etude Contrôlée et Non Randomisée |
| **ns** | Nano seconds |
| **OC** | Os cortical |
| **ODF** | Orthopédie dento-faciale |
| **OMS** | Organisation Mondiale de santé |
| **OPG** | Ostéoprotégérine (molécule produite par les ostéoblastes). |
| **OZ** | L'once a pour symbole « oz » qui vient de l'ancien terme onza, (maintenant écrit oncia) signifiant once. Équivaut aujourd'hui à 27,264 g. |
| **Pa** | Pascal : unité de mesure de la pression interne (la contrainte mécanique) un newton par mètre carré. |
| **PAOO** | Periodontaly Accelerated Osteogenic Orthodontics |
| **PAR-RAP** | Phénomène d'accélération régionale (Regional acceleratory phenomenon) |
| **PC** | Piézo-corticision |
| **PDL** | Ligament dento-alvéolaire |

# LISTE DES ABREVEATIONS-SIGLES ET ACRONYMES

| | |
|---|---|
| **PGE2** | Prostaglandine E2 |
| **PII** | Point inter-incisif |
| **Point B** | Point Bolton |
| **PPP** | Plasma pauvre en plaquettes |
| **Pr** | Professeur |
| **PRF** | Plasma riche en fibrine |
| **PTH** | La parathormone, hormone secrétée par les glandes parathyroïdes |
| **PZ1** | Insert de Piézotome N°1 |
| **PZ2R** | Insert de Piézotome N°2 droit |
| **PZ2L** | Insert de Piézotome N°2 gauche |
| **P10** | Espace nécessaire des 10 dents antérieures |
| **RANKL** | Protéine (ligand récepteur) |
| **RCI** | Risque carieux individuel |
| **RCT** | Etude Contrôlée et Randomisée |
| **RDV** | Rendez-vous |
| **RIP** | Réduction amélaire interproximale |
| **RMO®** | Rocky Mountain Orthodontics (Fabricant de matériel orthodontique) |
| **Rx** | Radiographie |
| **SD** | Ecart type en anglais (ET) |
| **SEMEP** | Service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive |
| **SM** | Sillon marginale |
| **SNA** | Angle formé par la ligne Nasion-A de Downs et la ligne Sellion-Nasion |
| **SNB** | Angle formé par la ligne Nasion-B de Downs et la ligne Sellion-Nasion |
| **Spss** | Statistical Package for Social Sciences |
| **Sup.** | Supérieure |
| **TB** | Os médullaire |
| **TIM** | Traction intermaxillaire |
| **TLR** | Téléradiographie du crâne |
| **™** | Le symbole « TM » signifie « trademark ». Il est utilisé pour une marque en cours d'enregistrement. Il signale une utilisation frauduleuse (contrefaçon) et peut entraîner des sanctions. |
| **TMA** | Titane molybdène alloy |
| **TOC** | Traitements d'orthodontie conventionnels |
| **TO-PC** | Traitements d'orthodontie assistés par la piézo-corticision (traitement accéléré) |
| **TTO** | Temps de traitement orthodontique |
| **USA** | Les États-Unis d'Amérique |
| **3D** | Trois dimensions |
| **2D** | Deux dimensions |
| **11** | Incisive centrale supérieure droite |
| **12** | Incisive latérale supérieure droite |
| **13** | La canine supérieure droite |
| **14** | La première prémolaire supérieure droite |
| **21** | Incisive centrale supérieure gauche |
| **22** | Incisive latérale supérieure gauche |
| **23** | La canine supérieure gauche |
| **24** | La première prémolaire supérieure gauche |
| **″** | Inch : 1 inch = 2,54 centimètres |
| **®** | Le symbole de marque déposée (®)signifie « registered trademark ».est un symbole qui annonce que le mot ou symbole précédent est une marque de commerce qui a été enregistré auprès de l'office national des marques. |

# LISTE DES FIGURES

# LISTE DES FIGURES


| N° d'ordre | Titre | Page |
|---|---|---|
| **Figure 1 :** | Le system d'attache saint…… | 9 |
| **Figure 2 :** | Les quatre composants du parodonte…… | 11 |
| **Figure 3 :** | La disposition de principaux groupes de fibre dans le parodonte…… | 12 |
| **Figure 4 :** | Os alvéolaire au tour d'une racine dentaire : coupe longitudinale- Coupes histologiques…… | 13 |
| **Figure 5 :** | Os alvéolaire : section longitudinale (haversien – spongieux) …… | 14 |
| **Figure 6 :** | Coupes histologiques de tissu osseux trabéculaire d'os humain…… | 15 |
| **Figure 7 :** | Classification de biotype parodontal selon MAYNARD et WILSON…… | 16 |
| **Figure 8 :** | Classification de biotype parodontal selon Korbendau et Guyomard…… | 17 |
| **Figure 9 :** | Schéma du remaniement osseux au cours de la migration physiologique des dents d'après BARON…….. | 18 |
| **Figure 10 :** | Coupe histologique longitudinale d'une dent in situ illustrant une face en apposition…… | 19 |
| **Figure 11 :** | Principales voies de signalisation intracellulaire consécutive à l'application d'une force orthodontique …… | 19 |
| **Figure 12 :** | Correspondance entre la courbe de déplacement et les différents stades morphologiques de la réaction osseuse…… | 20 |
| **Figure 13 :** | Représentation schématique du remodelage osseux à la surface de l'os trabéculaire (spongieux) vu en longitudinal séquence…… | 21 |
| **Figure 14 :** | Cycle ARIF selon Baron…… | 22 |
| **Figure 15 :** | Le déplacement orthodontique provoqué…… | 22 |
| **Figure 16 :** | Mécanismes de différenciation ostéoblastique…… | 23 |
| **Figure 17 :** | Mécanismes et molécules impliqués dans la différenciation ostéoclastique…… | 24 |
| **Figure 18 :** | Comparaison des zones en pression et en tension…… | 25 |
| **Figure 19 :** | Caractéristiques radiculaires influençant la vitesse de déplacement…… | 27 |
| **Figure 20 :** | La résorption odontoclastique…… | 29 |
| **Figure 21 :** | Les résorptions radiculaires au cours d'un traitement orthodontique…… | 30 |
| **Figure 22 :** | Cas d'ankylose radiculaire…… | 30 |
| **Figure 23 :** | Une récession parodontale sur 31(l'examen clinique et radiographie 3D)…… | 31 |
| **Figure 24 :** | Les mensurations intra-arcade : Le diamètre mésio-distal d'une dent, La largeur d'arcade ; La longueur d'arcade au moyen d'un pied à coulisse sur moulage…… | 38 |
| **Figure 25 :** | Une réduction amélaire interproximale…… | 41 |
| **Figure 26 :** | La réduction du niveau osseux entraîne un déplacement apical du centre de résistance…… | 44 |
| **Figure 27 :** | Dynamoomètre…… | 46 |
| **Figure 28 :** | Les dispositifs de fixation sur la dent et générateur de forces orthodontiques…… | 47 |
| **Figure 29 :** | Les différents composants et auxiliaires des appareillages fixes…… | 50 |
| **Figure 30 :** | Les différents types de systèmes de contentions utilisés…… | 53 |
| **Figure 31 :** | Accélération par stimuli physique…… | 55 |
| **Figure 32 :** | La fibrotomie supracrestale…… | 56 |
| **Figure 33:** | La distraction dento-alvéolaire…… | 56 |
| **Figure 34 :** | La distraction ligamentaire (desmodontale)…… | 57 |
| **Figure 35:** | MTDLD: Mono-cortical Tooth Dislocation and Ligament Distraction…… | 58 |
| **Figure 36:** | Schéma montrant l'utilisation des MOPs A : pour modifier le point d'application d'une force ou pour le redressement d'une dent…… | 58 |
| **Figure 37:** | Chirurgie de corticision…… | 58 |
| **Figure 38 :** | La réalisation d'une corticotomie ponctiforme et linéaire…… | 59 |
| **Figure 39 :** | Corticotomie alvéolaire conventionnelle de KOLE…… | 60 |
| **Figure 40 :** | Fracture d'un os long avec angulation illustrant les étapes de cicatrisation…… | 60 |
| **Figure 41 :** | Schéma du concept biologique du déplacement dentaire accéléré par corticotomies ou par piézocision…. | 62 |
| **Figure 42 :** | Les différents schémas de décortication possibles (traits, points)…… | 63 |
| **Figure 43 :** | Greffe osseuse associée à la corticotomie…… | 63 |
| **Figure 44 :** | Augmentation du volume osseux suite à une corticomie associée à une greffe osseuse…… | 64 |
| **Figure 45 :** | Coupes histologiques côté témoin après corticotomie…… | 66 |
| **Figure 46 :** | Coupe horizontale d'un hémi maxillaire d'un rat…… | 67 |
| **Figure 47 :** | Piézotome : Inserts ultrasoniques bistouri ultrasonore…… | 71 |
| **Figure 48 :** | Piézotome : Composition d'un piézotome…… | 72 |
| **Figure 49 :** | Les différents inserts et leurs indications…… | 73 |
| **Figure 50 :** | Corticotomie réalisée en site de 22 de la patiente M.R …… | 75 |
| **Figure 51 :** | Feuille chirurgicale « feuille de route » indiquant où les coupes vont avoir lieu…… | 75 |
| **Figure 52 :** | Cône beam : Coupes transversales et verticales à la mandibule…… | 76 |
| **Figure 53 :** | Activité ostéoclasique à 1 jour…… | 77 |
| **Figure 54 :** | Réalisation des incisions à 3mm au-dessus des papilles, de la patiente M.R …… | 77 |
| **Figure 55 :** | Réalisation d'une corticotomie par Piézocision…… | 78 |
| **Figure 56 :** | Réalisation d'une greffe osseuse simultanément à la corticotomie de la patiente M.R …… | 78 |
| **Figure 57 :** | Réalisation d'une corticotomie sans lambeau muco-périosté de la patiente H.Y …… | 80 |
| **Figure 58 :** | Technique opératoire avec décollement de lambeau muco-périosté…… | 81 |
| **Figure 59 :** | Calcule du nombre de sujet à inclure la plateforme…… | 92 |
| **Figure 60 :** | Les différents mesures effectuées sur moulage …… | 95 |

# LISTE DES FIGURES


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 61 :** | Mesure de la largeur inter prémolaire…….. | 95 |
| **Figure 62 :** | Les différentes prises de radios effectuées pour chaque patient…….. ……. | 96 |
| **Figure 63 :** | Un tracé céphalométrique déterminant les angles : SNA, SNB et ANB…… | 96 |
| **Figure 64 :** | Echelles d'auto-évaluation de la douleur chez l'adulte Échelle Visuelle Analogique (EVA)…… | 97 |
| **Figure 65 :** | Un piézotome Woodpecker Ultrasurgery Piézo ®……. | 98 |
| **Figure 66 :** | Produit de comblement…… | 99 |
| **Figure 67 :** | Les étapes de préparation du PRF…….. | 99 |
| **Figure 68 :** | Chirurgie de piézo-corticision …… | 100 |
| **Figure 69 :** | Diagramme de flux de la population de l'étude……... | 106 |
| **Figure 70 :** | Répartition des patients selon le mode d'admission……... | 106 |
| **Figure 71 :** | Répartition des patients selon le motif de consultation……..…… | 106 |
| **Figure 72 :** | Répartition de la population d'étude globale selon la wilaya de résidence…….…… | 107 |
| **Figure 73:** | Répartition de la population d'étude globale selon le sexe……..…….. | 108 |
| **Figure 74:** | Répartition de la population d'étude globale selon la moyenne de l'âge au début de traitement…….. | 108 |
| **Figure 75 :** | Répartition de la population d'étude globale selon les tranches d'âge…….…….. | 109 |
| **Figure 76 :** | Répartition de la population d'étude globale selon le niveau d'instruction…….…….. | 110 |
| **Figure 77 :** | Répartition de la population d'étude globale selon le statut professionnel……..…….. | 110 |
| **Figure 78 :** | Répartition de la population d'étude globale selon les antécédents orthodontiques……... | 111 |
| **Figure 79 :** | Répartition de la population d'étude globale selon la symétrie faciale…….…… | 111 |
| **Figure 80 :** | Répartition de la population d'étude globale selon la typologie faciale…… | 112 |
| **Figure 81 :** | Répartition de la population d'étude globale selon le type de profil faciale……...…….. | 112 |
| **Figure 82 :** | Répartition de la population d'étude globale selon le stade de dentition……..…… | 113 |
| **Figure 83 :** | Répartition de la population d'étude globale selon la coïncidence ou non des PII……..…….. | 113 |
| **Figure 84 :** | Répartition de la population d'étude globale selon le biotype parodontal…… | 114 |
| **Figure 85 :** | Répartition de la population d'étude globale selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans les trois sens de l'espace……. | 114 |
| **Figure 86 :** | Répartition de la population d'étude globale selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans le sens transversal…….. | 115 |
| **Figure 87 :** | Répartition de la population d'étude globale selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans le sens vertical…… | 115 |
| **Figure 88 :** | Répartition de la population d'étude globale selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans le sens sagittal……. | 116 |
| **Figure 89 :** | Répartition de la population d'étude globale selon la sévérité de la DDM prise en charge aux deux arcades alvéolo-dentaires…… | 116 |
| **Figure 90 :** | Répartition de la population d'étude globale selon la moyenne de la DDM prise en charge aux deux arvcades alvéolo-dentaires……. | 117 |
| **Figure 91 :** | Répartition de la population d'étude globale selon le type de protocole suivi lors de la correction de la DD. | 118 |
| **Figure 92 :** | Répartition de la population d'étude globale selon le site de traitement…… | 118 |
| **Figure 93 :** | Répartition de la population d'étude globale selon les moyens thérapeutiques utilisés à l'arcade supérieure. | 119 |
| **Figure 94 :** | Répartition de la population d'étude globale selon les moyens thérapeutiques utilisés à l'arcade inférieure | 119 |
| **Figure 95 :** | Répartition de la population d'étude globale selon le recours aux extractions dentaires……... | 120 |
| **Figure 96 :** | Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon le sexe……... | 121 |
| **Figure 97 :** | Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon le sexe……. | 121 |
| **Figure 98 :** | Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon la wilaya de résidence……... | 122 |
| **Figure 99 :** | Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon la wilaya de résidence…… | 122 |
| **Figure 100 :** | Comparaison de la moyenne d'âge entre les deux groupes de l'étude……... | 123 |
| **Figure 101 :** | Répartition de la population des deux groupes d'étude selon le statut professionnel…… | 124 |
| **Figure 102 :** | Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon le motif de consultation…… | 124 |
| **Figure 103 :** | Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon le motif de consultation…….. | 125 |
| **Figure 104 :** | Répartition de la population des deux groupes d'étude selon les antécédents orthodontiques…….. | 125 |
| **Figure 105 :** | Compraison du stade de dentition entre les deux groupes d'étude…… | 126 |
| **Figure 106 :** | Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon le site de traitement……... | 127 |
| **Figure 107 :** | Répartition de la population du groupe dev traitement accéléré selon le site de traitement…….. | 127 |
| **Figure 108 :** | Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon le type de profil cutané……. | 128 |
| **Figure 109 :** | Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon le type de profil cutané……... | 128 |
| **Figure 110 :** | Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon la typologie faciale……... | 128 |
| **Figure 111 :** | Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon la typologie faciale……. | 128 |
| **Figure 112 :** | Répartition de la moyenne de la DDM pris en charge à l'arcade supérieure entre les deux groupes…… | 130 |
| **Figure 113 :** | Répartition de la moyenne de la DDM pris en charge à l'arcade inférieure entre les deux groupes d'étude | 130 |
| **Figure 114 :** | La comparaison de la fréquence des extractions dentaires entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires…….. | 133 |
| **Figure 115 :** | Comparaison de la moyenne de temps de nivellement entre les deux groupes à l'arcade supérieure…….. | 135 |
| **Figure 116 :** | Comparaison de la moyenne de temps de nivellement entre les deux groupes à l'arcade inférieure……... | 135 |
| **Figure 117 :** | Comparaison de moyenne de durée globale de traitement orthodontique entre les deux groupes d'étude… | 135 |
| **Figure 118 :** | Répartition des complications survenues au cours du traitement conventionnel……... | 139 |
| **Figure 119 :** | Répartition des complications survenues au cours du traitement accéléré……. | 139 |
| **Figure 120 :** | Répartition du type de douleur ressentie au cours du traitement conventionnel…… | 140 |

# LISTE DES FIGURES


**Figure 121 :** Répartition du type de douleur ressentie au cours du traitement accéléré …… 140
**Figure 122 :** Les différents points de repères utilisés lors de la mesure de l'épaisseur osseuse sur CBCT …… 150
**Figure 123 :** Exemples de défaut de prise de clichés radiographique de CBCT…….. 151
**Figure 124 :** Photographie de face et de profil du patient N.M……..…. 174
**Figure 125 :** Rapports occlusaux du patient N.M : Situation du début de traitement……. 175
**Figure 126 :** Photographie des arcades maxillaire et mandibulaire en vue occlusale du patient N.M…….. 175
**Figure 127 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion du patient N.M…… 175
**Figure 128 :** Phase orthodontique pré-chirurgicale du patient N.M …….. 176
**Figure 129 :** La préparation à la chirurgie de piézotomie alvéolaire du patient N.M…… 177
**Figure 130 :** La réalisation d'une piézotomie alvéoliare à l'arcade inférieure pour le patient N. M……. 177
**Figure 131 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) au niveau des sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade inférieure du patient N.M…… 178
**Figure 132 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) au niveau des sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'rcade inférieure du patient N.M…….. 179
**Figure 133 :** Image CBCT de fin de traitement : Reconstitution 3D en vue frontale visualise l'amélioration du support osseux au niveau du bloc antérieur inférieur après corticotomie alvéolaire du patient N.M……. 180
**Figure 134 :** Fin de traitement : Arcade maxillaire et mandibulaire en vue occlusale du patient N.M……. 181
**Figure 135 :** Photographie de face : Situation clinique de fin de traitement du patient N.M……. 181
**Figure 136 :** Comparaison de sourire du patient N.M entre le début et la fin du traitement…….. 181
**Figure 137 :** Photographie de face de la patiente M.S au début de traitement……..… 182
**Figure 138 :** Situation du début de traitement **:** Rapport occlusaux en vue de face de la patiente M.S……. 182
**Figure 139 :** Image CBCT : Vue panoramique des arcades alvéolo-dentaires du début de traitement de la patiente M.S 183
**Figure 140** Cliché Téléradiographie de profil de la patiente M.S……. 183
**Figure 141 :** Images CBCT reconstitution 3D de la patiente M.S avant traitement orthodontique…… 182
**Figure 142 :** Images CBCT coupe transversale d'arcade mandibulaire la patiente M.S avant traitement orthodontique 184
**Figure 143 :** Images CBCT reconstitution 3D en vue occlusale des deux arcades alvéolodentaires de la patiente M.S avant traitement orthodontique…… 184
**Figure 144 :** La phase orthodontique pré-chirurgicale de la patiente M.S…… 185
**Figure 145 :** Préparation à la chirurgie de piézotomie alvéolaire de la patiente M.S……... 185
**Figure 146 :** Les étape de préparation de la PRF pour la patiente M.S…….. 186
**Figure 147 :** Les étapes de chirurgie de corticotomie alvéolaire par piézocision à l'arcade inférieure de la patiente M.S 186
**Figure 148 :** Phase orthodontique post-chirurgicale de la patiente M.S……..…. 186
**Figure 149 :** La correction de la rotation axiale de la 12 au moyen de deux boutons la patiente M.S……... 187
**Figure 150 :** La coordination des arcades alvéolo-dentaires de la patiente M.S……. 187
**Figure 151 :** La correction des axes des incisives supérieures et inférieures de la patiente M.S…… 187
**Figure 152 :** Photographies intra-arcade de fin de traitement de la patiente M.S. en vue occlusale…….. 188
**Figure 153 :** La comparaison des **i**mages CBCT en reconstitution 3D de début et de fin de traitement la patiente M.S.. 188
**Figure 154 :** Image CBCT : Vue panoramique des arcades alvéolo-dentaires de fin de traitement de la patiente M.S… 189
**Figure 155 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) aux niveaux des sites expérimentaux réalisées à l'arcade supérieure au bloc antérieur de la patiente M.S…….. 190
**Figure 156 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) aux niveaux des sites non opérés aux blocs postérieurs à l'arcade supérieure (Témoins) réalisées à pour patient M.S……..…… 191
**Figure 157 :** Photographies intra-arcade de fin de traitement de la patiente M.S……... 192
**Figure 158 :** Rapports occlusaux de fin de traitement de la patiente M.S…….. 193
**Figure 159 :** La comparaison entre situation du début et de fin de traitement de la patiente M.S……. 193
**Figure 160 :** Situation de fin de traitement de la patiente M.S……..…. 193
**Figure 161 :** Photographie de début de traitement de la patiente S.N……..…….. 194
**Figure 162 :** Photographie de début de traitement de la patiente S.N……. 194
**Figure 163 :** Les rapports occlusaux de début de traitement de la patiente S.N …… 195
**Figure 164 :** Cliché Téléradiographie de profil du crâne en occlusion de la patiente S.N……. 195
**Figure 165 :** Image CBCT : Reconstitution 3D en vue frontale de la patiente S.N…… 196
**Figure 166 :** Photographie de début de traitement de la patiente S.N…… 197
**Figure 167 :** Préparation à la chirurgie de piézotomie alvéolaire de la patiente S.N……. 197
**Figure 168 :** Les étapes de la chirurgie de corticotomie alvéolaire de la patiente S.N…….. 197
**Figure 169 :** Contrôle d'activation de la patiente S.N. et mise place des TIM Rainbow…… 198
**Figure 170 :** Contrôle d'activation après 04 mois de la patiente S.N……. 198
**Figure 171 :** Evolution du traitement orthodontique de la patiente S.N…… 198
**Figure 172 :** Fermeture de la béance et l'obtention d'un Over-bite de 3mm de la patiente S.N…… 199
**Figure 173 :** La comparaison des images CBCT de début et de fin de traitement de la patiente S.N……. 199
**Figure 174 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) au niveau du bloc antérieur à l'arcade supérieure pour la patiente S.N……..… 200
**Figure 175 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) réalisées aux blocs postérieurs à l'arcade supérieure avant et après la chirurgie pour la patiente S.N……..……. 200
**Figure 176 :** Alignement des deux arcades alvéolo-dentaires et mise en place d'un fil de contention collé 3-3 supérieur et inférieur pour la patiente S.N……. 202
**Figure 177 :** La comparaison des photographies endobuccales de début et de fin de traitement de la patiente S.N…….. 202
**Figure 178 :** Photographies de fin de traitement de la patiente S.N…… 203

# LISTE DES FIGURES


**Figure 179 :** La comparaison des photographies de face avant et après correction de la béance de la patiente S.N…….. 203
**Figure 180 :** Photographie de face patiente B.O.I……..….. 204
**Figure 181 :** Photographie bouche ouverte de la patient B.O.I……... 204
**Figure 182 :** Sourire de la patiente vue de face la patiente B.O.I……...… 204
**Figure 183 :** Photographies des rapports occlusaux du début de traitement de la patiente B.O.I…….. 205
**Figure 184 :** Image CBCT : Vue panoramique des arcades alvéolo-dentaires du début de traitement de la patiente B.O.I 205
**Figure 185 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion de la patiente B.O.I…….. 205
**Figure 186 :** Photos initiales CBCT de la patiente B.O.I…… 206
**Figure 187 :** La phase orthodontique pré-chirurgicale de la patiente B.O.I…… 207
**Figure 188 :** La préparation de la PRF pour la patiente B.O.I…… 207
**Figure 189 :** Les étapes de la chirurgie de piézotomie alvéolaire de la patiente B.O.I…….. 207
**Figure 190 :** Les étapes de la Freinectomie de la patiente B.O.I…… 208
**Figure 191 :** Contrôle de cicatrisation après 10 jours post-chirurgical de la patiente B.O.I……..…… 208
**Figure 192 :** Images CBCT du début de traitement (coupes sagittales) de la patiente B.O.I……. 208
**Figure 193 :** Contrôle à 15 jours post-chirurgical de l'arcade supérieure de la patiente B.O.I……..…… 209
**Figure 194 :** Contrôle d'activation de la patiente B.O.I…….. 209
**Figure 195 :** Image CBCT de fin de traitement de la patiente B.O.I. : Reconstitution 3D (vue sagittale) …….. 209
**Figure 196 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) des sites opérés (expérimentaux) au niveau du bloc antérieur à l'arcade supérieure de la patiente B.O.I……... 210
**Figure 197 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) réalisées aux sites non-opérés (témoins) aux blocs postérieurs de la patiente B.O.I…… 211
**Figure 198 :** Situation clinique de fin de traitement de la patiente B.O.I……... 212
**Figure 199 :** La comparaison du sourire de la patiente B.O.I entre la situation de début et de fin de traitement……... 213
**Figure 200 :** Photographie de face du patient G.M…… 214
**Figure 201 :** Photographie bouche ouverte du patient G.M…… 214
**Figure 202 :** Photographie des arcades maxillaire et mandibulaire vue occlusale du patient G.M…… 214
**Figure 203 :** Image CBCT : Vue panoramique des arcades alvéolo-dentaires du début de traitement du patient G.M…. 215
**Figure 204 :** Images CBCT de début de traitement du patient G.M……... 215
**Figure 205 :** Images CBCT du patient G.M : Coupes coronales obliques……. 216
**Figure 206 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion du patient G.M……. 216
**Figure 207 :** Photographie de début de traitement du patient G.M……. 217
**Figure 208 :** La préparation de la PRF pour le patient G.M……... 218
**Figure 209 :** Les étapes de la chirurgie de piézotomie alvéolaire du patient G.M……. 218
**Figure 210 :** Contrôle de la cicatrisation des sites opérés à l'arcade supérieure du patient G.M……... 219
**Figure 211 :** Contrôle d'activation du patient G.M……. 219
**Figure 212 :** Contrôle d'allignement des deux arcades alvéolo-dentaires en vue occlusale du patient G.M……. 219
**Figure 213 :** Activation de l'apareillage multi-ataches du patient G.M…….. 220
**Figure 214 :** Mise en place des tractions intermaxillaire pour le patient G.M……... 220
**Figure 215 :** Evolution du traitement orthodontique du patient G.M…… 220
**Figure 216 :** La coordination des deux arcades alvéolo-dentaires du patient G.M…… 221
**Figure 217 :** Images CBCT ; Reconstitutions 3D des coupes transversales du patient G.M 221
**Figure 218 :** La comparaison Image CBCT ; reconstitution 3D vue de face du début et de fin de traitement du patient G.M 221
**Figure 219 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) des sites opérés (expérimentaux) au niveau du bloc antérieur à l'arcade supérieure du patient G.M……. 222
**Figure 220 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) réalisées aux sites non-opérés (témoins) aux blocs postérieurs à l'arcade supérieure du patient G.M…….. 223
**Figure 221 :** La comparaison des Images CBCT du début et de fin de traitement du patient G.M……... 224
**Figure 222 :** Comparaison des photographies de face de début et de fin de traitement du patient G.M…… 225
**Figure 223 :** Photographies de fin de traitement du patient G.M…… 225
**Figure 224 :** Photographie de face et de profil de la patiente B.D…….. 226
**Figure 225 :** Photographie du sourire de la patiente B.D avant traitement……. 226
**Figure 226 :** Photographie des arcades alvéolo-dentaires en vue occlusale de la patiente B.D…….. 227
**Figure 227 :** Photographie des rapports occlusaux de début de traitement de la patiente B.D……... 227
**Figure 228 :** Image CBCT : Vue panoramique des arcades alvéolo-dentaires du début de traitement de la patiente B.D 227
**Figure 229 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion de la patiente B.D…… 228
**Figure 230 :** Préparation à la chirurgie : la préparation du PRF pour la patiente B.D ……... 229
**Figure 231 :** Les étapes de la chirurgie de piézotomie alvéolaire de la patiente B.D réalisée à l'arcade supérieure …… 229
**Figure 232 :** Evolution du traitement de la patiente B.D et contrôle d'activation……. 229
**Figure 233 :** Evolution du traitement de la patiente B.D après 03 mois et 02 semaines……. 230
**Figure 234 :** Image CBCT : Vue panoramique des arcades alvéolo-dentaires de fin de traitement de la patiente B.D…. 230
**Figure 235 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse éffectuées sur coupes coronales obliques de CBCT aux sites opérés (expérimentaux) au niveau du bloc antérieur à l'arcade inférieure de la patiente B.D…… 231
**Figure 236 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse éffectuées sur coupes coronales obliques de CBCT aux sites non opérés (Témoins) au niveau des blocs postérieurs à l'arcade inférieure de la patiente B.D……. 232
**Figure 237 :** Comparaison des Images CBCT (Reconstitution 3D des coupes sagittales) de début et de fin de traitement de la patiente B.D……..…….. 233
**Figure 238 :** Image CBCT (Reconstitution 3D en vue de face de fin de traitement de la patiente B.D……. 234

# LISTE DES FIGURES


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 239 :** | Photographies fin de traitement de la patiente B.D…… | 234 |
| **Figure 240 :** | La comparaison photos de sourire début et fin de traitement de la patiente B.D……... | 235 |
| **Figure 241 :** | La mise en place d'une contention type fil collé 3-3 aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure de la patiente B.D……... | 235 |
| **Figure 242 :** | Photographie du début de traitement patient E.A…… | 236 |
| **Figure 243 :** | Rapports occlusaux du patient E.A : Situation du début de traitement…… | 237 |
| **Figure 244 :** | Photographie de début de traitement des arcades maxillaire et mandibulaire en vue occlusale du patient E.A | 237 |
| **Figure 245 :** | Radiographie panoramique dentaire de début de traitement du patient E.A……..……..... | 237 |
| **Figure 246 :** | Téléradiographie de profil du crâne en occlusion du patient E.A…….. | 238 |
| **Figure 247 :** | Phase de nivellement du patient E.A ……..…….. | 239 |
| **Figure 248 :** | Phase de réduction amélaire interproximale du patient E.A ……..…….. | 239 |
| **Figure 249 :** | Aménagement de l'espace pour la mise en place de la 35 du patient E.A…… | 239 |
| **Figure 250 :** | Le nivellemnt de l'arcade supérieure au moyen de la succession des arcs NiTi du patient E.A…… | 240 |
| **Figure 251 :** | Le nivellemnt de l'arcade inférieure au moyen de la succession des arcs NiTi du patient E.A…… | 240 |
| **Figure 252 :** | La coordination des arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure du patient E.A……..…. | 240 |
| **Figure 253 :** | Contrôle de correction de la déviation des points inter-incisifs du patient E.A …….. | 241 |
| **Figure 254 :** | Rapports occlusaux vue de de face : Situation clinique de fin de traitement du patient E.A…….. | 241 |
| **Figure 255 :** | Réévaluation des deux arcades alvéolo-dentaires en vue ooclusale patient E.A…….. | 241 |
| **Figure 256 :** | Téléradiographie de profil du crâne de fin de traitement en occlusion du patient E.A…… | 242 |
| **Figure 257 :** | Radiographie panoramique dentaire de fin de traitement du patient E.A…… | 242 |
| **Figure 258 :** | Comparaison de sourire du patient E.A entre le début et la fin du traitement…….. | 243 |
| **Figure 259 :** | Photographies de fin de traitement du patient E.A…… | 243 |

# LISTE DES TABLEAUX

# LISTE DES TABLEAUX


| N° d'ordre | Titre | Page |
|---|---|---|
| **Tableau I** | Les parodontes à risque selon les différentes classifications…….. | 17 |
| **Tableau II** | Effets des facteurs systémiques et locaux sur le tissu osseux…… | 26 |
| **Tableau III** | Estimation des forces à utiliser selon le type de déplacement désiré……..…… | 45 |
| **Tableau IV** | Fils utilisés en fonction de la phase de traitement…….…… | 48 |
| **Tableau V** | Différence d'amplitude des mouvements entre traitement orthodontique classique et traitement associé à une corticotomie et greffe osseuse……. | 68 |
| **Tableau VI** | Repartions des patients d'étude selon l'âge civil au début de traitement……. | 109 |
| **Tableau VII** | La moyenne de DDM prise en charge de la population d'étude globale aux deux arcades alvéolo-dentaires…….. | 117 |
| **Tableau VIII** | Répartition des patients des deux groupes d'étude selon le sexe……. | 121 |
| **Tableau IX** | Répartition des patients des deux groupes d'étude selon la moyenne d'âge et l'écart-type dans chaque groupe…….. | 123 |
| **Tableau X** | Répartition des patients des deux groupes d'étude selon le stade de dentition…… | 126 |
| **Tableau XI** | La comparaison du nombre de dents absentes par arcade dentaire entre les deux groupes d'étude | 129 |
| **Tableau XII** | La comparaison de la moyenne de DDM prise en charge entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure…… | 130 |
| **Tableau XIII** | La comparaison des différentes associations thérapeutiques utilisées lors de la correction de la DDM à l'arcade supérieure entre les deux groupes……. | 131 |
| **Tableau XIV** | La comparaison des différentes associations thérapeutiques utilisées lors de la correction de la DDM à l'arcade inférieure entre les deux groupes……. | 131 |
| **Tableau XV** | Répartition des moyens thérapeutiques utilisés à l'arcade supérieure chez les deux groupes…… | 132 |
| **Tableau XVI** | Répartition des moyens thérapeutiques utilisés à l'arcade inférieure chez les deux groupes…….. | 132 |
| **Tableau XVII** | La comparaison de la fréquence des extractions dentaires entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires…….. | 133 |
| **Tableau XVIII** | Comparaison de la moyenne de temps de nivellement à l'arcade supérieure entre les deux groupes | 134 |
| **Tableau XIX** | Comparaison de la moyenne de temps de nivellement à l'arcade inférieure entre les deux groupes | 134 |
| **Tableau XX** | La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement entre les deux groupes d'étude…. | 135 |
| **Tableau XXI** | La comparaison de la moenne de durée globale de traitement selon le recour aux extractions dentaires entre les deux groupes d'étude……. | 136 |
| **Tableau XXII** | La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les moyens thérapeutoiques utilisés pour soulager la DDM entre les deux groupes……. | 136 |
| **Tableau XXIII** | La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon la typologie faciale des patients entre les deux groupes d'étude…… | 137 |
| **Tableau XXIV** | La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon le type profil cutané des patients entre les deux groupes……. | 137 |
| **Tableau XXV** | La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les biotypes parodontaux à l'arcade supérieure entre les deux groupes…….. | 138 |
| **Tableau XXVI** | La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les biotypes parodontaux à l'arcade inférieure entre les deux groupes……. | 138 |
| **Tableau XXVII** | Analyse uni-variée des facteurs influençants le temps de nivellement à l'arcade supérieure chez l'ensemble des patients des deux groupes…… | 141 |
| **Tableau XXVIII** | Analyse multi-variée des facteurs de risques liés au temps de nivellement à l'arcade supérieure chez l'ensemble des patients des deux groupes (p<5 %)……. | 142 |
| **Tableau XXIX** | Analyse uni-variée des facteursde risque liés au temps de nivellement à l'arcade inférieure chez l'ensemble des patients des deux groupes (p<20%)…….. | 143 |
| **Tableau XXX** | Analyse multi-variée des facteurs de risques liés au temps de nivellement à l'arcade inférieure chez l'ensemble des patients des deux groupes (p<5 %)……... | 144 |
| **Tableau XXXI** | Analyse uni-variée des facteurs de risques liés à la durée globale de traitement chez l'ensemble des patients des deux groupes (α<20%)…… | 145 |
| **Tableau XXXII** | Analyse multi-variée des facteurs de risques liés à la durée globale de traitement chez l'ensemble des patients des deux groupes (α<5%)…….. | 146 |
| **Tableau XXXIII** | Répartition des 06 patients du groupe de traitement accéléré choisis selon la moyenne de différence d'épaisseur osseuse entre sites opérés et non opérés à 05 mois post-piézocorticision…. | 152 |
| **Tableau XXXIV** | Comparaison de la taille de l'échantillon, l'âge de la population de notre étude et la durée de correction de la DDM par orthodontie accélérée (piézo-cortisicion alvéolaire) avec la littérature | 154 |
| **Tableau XXXV** | les principales étude du traitement d'une dysharmonie dento-maxillaire par technique de piézocision alvéolaire……... | 155 |

# LISTE DES TABLEAUX


| | | |
|---|---|---|
| **Tableau XXXVI** | Les principales études faites sur une seule dent (canines ou prémolaires) suite à une corticotomie classique, piézocision ou MOPs……..… | 157 |
| **Tableau XXXVII** | Comparaison de moyenne de DDM prise en charge dans notre étude avec la littérature chez les deux groupes d'étude (conventionnel et accéléré)…… | 159 |
| **Tableau XXXVIII** | Comparaison du temps d'Alignement-Nivellement entre le traitement conventionnel et le traitement accéléré mesurée en nombre de jours…….. | 164 |
| **Tableau XXXIX** | Comparaison de la durée globale de traitement assisté par piézocision de notre étude et de la littérature……. | 166 |
| **Tableau XL** | Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement du patient N.M…… | 175 |
| **Tableau XLI** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade inférieure du patient N.M…….. | 178 |
| **Tableau XLII** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade inférieure du patient N.M……. | 179 |
| **Tableau XLIII** | La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgie aux sites opérés du patient N. M…….. | 180 |
| **Tableau XLIV** | La comparaison de la différence d'épaisseurs d'os alvéolaire avant et après traitement orthodontique aux sites témoins du patient N. M…….. | 180 |
| **Tableau XLV** | Interprétation de la charte céphalométrique début de traitement de la patiente M.S ……..…. | 183 |
| **Tableau XLVI** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure de la patiente M.S …….. | 190 |
| **Tableau XLVII** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure de la patiente M.S …….. | 191 |
| **Tableau XLVIII** | La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgie aux sites opérés de la patiente M.S…….…….. | 192 |
| **Tableau XLIX** | La comparaison de la différence d'épaisseurs d'os alvéolaire avant et après traitement orthodontique aux sites témoins de la patiente M.S…….. | 192 |
| **Tableau L** | Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement de la patiente S.N……. | 195 |
| **Tableau LI** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure de la patiente S.N……. | 201 |
| **Tableau LII** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure de la patiente S.N……. | 201 |
| **Tableau LIII** | La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgie aux sites opérés de la patiente S.N…….. | 202 |
| **Tableau LIV** | La comparaison de la différence d'épaisseurs d'os alvéolaire avant et après traitement orthodontique aux sites témoins de la patiente S.N..…… | 202 |
| **Tableau LV** | Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement de la patiente B.O.I…… | 205 |
| **Tableau LVI** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure de la patiente B.O.I…… | 211 |
| **Tableau LVII** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure de la patiente B.O.I…… | 209 |
| **Tableau LVIII** | La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgie aux sites opérés du patie de la patiente nt B.O.I……..…….. | 212 |
| **Tableau LIX** | La comparaison de la différence d'épaisseurs d'os alvéolaire avant et après traitement orthodontique aux sites témoins de la patiente B.O.I…..…….. | 212 |
| **Tableau LX** | Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement du patient G.M…… | 216 |
| **Tableau LXI** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure du patient G.M…… | 223 |
| **Tableau LXII** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure du patient G.M……..… | 223 |
| **Tableau LXIII** | La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgie aux sites opérés du patient G.M…….. | 224 |
| **Tableau LXIV** | La comparaison de la différence d'épaisseurs d'os alvéolaire avant et après traitement orthodontique aux sites témoins du patient G.M..…….... | 224 |
| **Tableau LXV** | Interprétation de la charte céphalométrique début de traitement de la patiente B.D……..…. | 228 |
| **Tableau LXVI** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure de la patiente B.D …….. | 231 |
| **Tableau LXVII** | Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure de la patiente B.D …… | 232 |
| **Tableau LXVIII** | La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgie aux sites opérés de la patiente B.D …….…….. | 233 |

# LISTE DES TABLEAUX


| | | |
|---|---|---|
| **Tableau LXIX** | La comparaison de la différence d'épaisseurs d'os alvéolaire avant et après traitement orthodontique aux sites témoins de la patiente B.D …….. | 233 |
| **Tableau LXX** | Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement du patient E.A…… | 238 |
| **Tableau LXXI** | Interprétation de la charte céphalométrique de fin de traitement du patient E.A……..…… | 242 |

# TABLE DES MATIERES

# TABLE DES MATIERES


1. Introduction 1
2. Etat de la question 3
3. Rappels et notions fondamentales 9
3.1. Histophysiologie du déplacement dentaire 9
3.1.1.Le parodonte superficiel 9
3.1.1.1. La gencive 9
3.1.1.1.1. La gencive libre ou marginale 10
3.1.1.1.2. La gencive attachée 10
3.1.1.2. L'espace biologique-sulcus 10
3.1.1.3. La muqueuse alvéolaire 10
3.1.1.4. Les freins et les brides 11
3.1.2.Le parodonte profond 11
3.1.2.1. Le ligament alvéolo dentaire ou desmodonte 11
3.1.2.1.1. Des faisceaux de finres 11
3.1.2.1.2. Une matrice extra-cellulaire 11
3.1.2.1.3. Un réseau vasculaire ou nerveaux 12
3.1.2.1.4. La fonction du ligament alvéolo-dentaire 12
3.1.2.2. Le cément 13
3.1.2.2.1. Le cément acellulaire 13
3.1.2.2.2. Le cément cellulaire 13
3.1.2.3. L'os alvéolaire 13
3.1.2.3.1. Os compact 13
3.1.2.3.2. Os spongieux 14
3.1.2.4. La composition de l'os alvéolaire 14
3.1.2.5. La fonction de l'os alvéolaire 16
3.1.3.Classification du biotype (phénotype) parodontal 16
3.1.3.1. Classification de Maynard et Wilson 16
3.1.3.2. Classification de Siebert et Lindhe 16
3.1.3.3. Classification de Korbendau et Guyomard. 17
3.2. Concepts biologiques du déplacement dentaire 18
3.2.1.Remaniements tissulaires physiologiques 18
3.2.1.1. Cinétique du déplacement dentaire 18
3.2.1.1.1. La phase initiale 18
3.2.1.1.2. La période de latence 20
3.2.1.1.3. La période de post-latence. 20
3.2.1.2. Cycle de remodelage ARIF (Transformation de la force en réponse cellulaire) 21
3.2.1.2.1. Séquence de remodelage 21
3.2.1.2.2. Particularité de l'os alvéolaire 22
3.2.2.Remaniement tissulaire thérapeutique 22
3.2.2.1. Effets biologiques du déplacement dentaire provoqué 22
3.2.2.1.1. Effets immédiats (hydropneumatiques) 23
3.2.2.1.2. Effets à court et moyen terme 23
3.2.2.1.2.1. Coté tension 23
3.2.2.1.2.2. Coté pression 24
3.2.3.Les facteurs influençants le déplacement dentaire 25
3.2.3.1. Les facteurs généraux 25
3.2.3.2. Les facteurs nutritionnels et endocriniens 26
3.2.3.2.1. La grossesse 26
3.2.3.2.2. Ménopause et ostéoporose 27
3.2.3.2.3. Prise de médicaments 27
3.2.3.2.4. Nicotine 27
3.2.3.3. Les facteurs locaux 27

3.2.3.3.1. Anatomique 27
3.2.3.3.2. Histologique 27
3.2.3.3.3. Les rapports occlusaux 28
3.2.3.3.4. Fonctionnels 28
3.2.3.4. Les facteurs thérapeutiques 28
3.2.3.4.1. Rythme d'application de la force 28
3.2.3.4.2. L'intensité de la force 28
3.2.3.4.3. Notion de stress 28
3.2.3.4.4. Effets des substances prescrites en orthodontie 28
3.2.4.Les effets iatrogènes de l'application d'une force orthodontique 29
3.2.4.1. Les résorptions radiculaires 29
3.2.4.2. Les récessions gingivales 30
3.2.4.3. L'ankylose 30
3.2.4.4. Les coudures radiculaires 31
3.2.4.5. L'hypercémentoses 31
3.2.4.6. Les effets sur la pulpe dentaire 31
3.2.4.7. Les effets sur le parodonte 31
4. Traitement d'une DDM modérée à sévère chez l'adulte 33
4.1. Particularités de l'adulte 33
4.1.1.Particularités psychologiques 33
4.1.2.Particularités diagnostiques 33
4.1.3.Particularités biologiques et physiologiques 34
4.1.3.1. La sénescence parodontale 34
4.1.3.2. Le déplacement dentaire plus lent 35
4.2. La DDM en denture permanente 35
4.2.1.Définition de DDM ou DDA 36
4.2.1.1. La DDM apparente 36
4.2.1.2. La DDM réelle 36
4.2.2.La fréquence de la DDM 36
4.2.3.Les moyens d'évaluation de la DDM 36
4.2.3.1. Le nivellement de la courbe de SPEE 37
4.2.3.1.1. L'indice de BALDRIDGE 37
4.2.3.1.2. La méthode empérique 37
4.2.3.1.3. Autres indices 37
4.2.3.2. L'appréciation de l'encombrement dentaire 37
4.2.3.3. Le repositionnement de l'incisive inférieure 38
4.2.3.3.1. Selon l'analyse de TWEED MERRIFIELD 38
4.2.3.3.2. Selon l'analyse de STEINER 38
4.3. Classification des dysharmonies dento-maxillaires 39
4.4. Approche thérapeutique de la DDM modérée à sévère en denture adulte 39
4.4.1.Les objectifs du traitement 39
4.4.1.1. Améliorer l'esthétique 40
4.4.1.2. Obtenir une occlusion fonctionnelle 40
4.4.1.3. Assurer la pérennité du système dentaire 40
4.4.2.Les principes thérapeutiques 40
4.4.2.1. L'augmentation de l'espace disponible 40
4.4.2.1.1. Augmentation de la dimension sagittale de l'arcade dentaire 40
4.4.2.1.2. Augmentation de la dimension transversale de l'arcade dentaire 41
4.4.2.2. Diminution de l'espace nécessaire 41
4.4.2.2.1. Traitement par extractions dentaires 41
4.4.2.2.2. Traitement par meulage amélaire interproximal (RIP) 42
4.4.3.Les moyens thérapeutiques 43
4.4.3.1. Traitement orthodontique classique (conventionnel) 43
4.4.3.1.1. Notions de biomécanique 43

4.4.3.1.1.1. Le point d'application d'une force et le centre de résistance 43
4.4.3.1.1.2. Rythme et la durée de l'application de la force 44
4.4.3.1.1.3. Notion de Force optimale du point de vue histologique 44
4.4.3.1.1.4. Techniques de quantification des forces orthodontiques et moment de forces 45
4.4.3.1.1.5. Le dynamomètre 46
4.4.3.1.2. Description des appareils multiattaches 46
4.4.3.1.2.1. Dispositifs de fixation sur la dent 46
4.4.3.1.2.2. Dispositifs générateurs de forces 47
4.4.3.1.2.3. Dispositifs de solidarisation et/ou générateur de forces 48
4.4.3.1.2.4. Cales en résine (bend-lock) 49
4.4.3.1.2.5. Eléments accessoires 49
4.4.3.1.3. Les phases du traitement orthodontique conventionnel 50
4.4.3.1.3.1. Phase d'alignement- nivellement 51
4.4.3.1.3.2. Phase de préparation d'ancrage 51
4.4.3.1.3.3. Phase des modifications intra-arcade (travail) 52
4.4.3.1.3.4. Phase de modifications inter-arcades (coordination) 52
4.4.3.1.3.5. Phase des finitions 52
4.4.3.1.3.6. Phase de contention 53
4.4.3.2. Traitement orthodontique accéléré (assisté par piézotomie) 53
5. L'orthodontie accélérée 54
5.1. Pourquoi accélérer le mouvement dentaire 54
5.2. Les moyens d'accélération du mouvement dentaire 55
5.2.1. Les techniques non chirurgicales 55
5.2.1.1. Les stimuli chimiques 55
5.2.1.2. Les stimuli physiques 55
5.2.2. Les techniques chirurgicales 56
5.2.2.1. La fibrotomie supracrestale 56
5.2.2.2. Les distractions dento–alvéolaires 56
5.2.2.3. Les distractions ligamentaires ou desmodontale 57
5.2.2.4. MTDLD: Mono-cortical Tooth Dislocation and Ligament Distraction 57
5.2.2.5. Alvéocentesis : Micro-ostéo-perforations (MOPs) 58
5.2.2.6. La corticision 58
5.2.2.7. La corticotomie alvéolaire 58
5.2.2.8. La piézo-corticotomie ou corti-piézocision alvéolaire 58
6. La corticotomie alvéolaire 59
6.1. Définition de la corticotomie alvéolaire 59
6.2. Historique de la corticotomie alvéolaire 59
6.3. Les théories et mécanismes misent en jeu lors d'une corticotomie alvéolaire 60
6.3.1. La théorie des blocs osseux 60
6.3.2. Le « Regional Accelerated Phenomenon » ou RPA 61
6.3.3. Augmentation du turn-over et diminution de la densité osseuse 61
6.4. Protocole opératoire d'une corticotomie conventionnelle actuelle : PAOO 62
6.4.1. La préparation pré-opératoire 62
6.4.2. La chirurgie parodontale 62
6.4.3. Mise en place du traitement orthodontique 64
6.5. Difficultés et complications chirurgicales de la corticotomie alvéolaire 65
6.6. Mécanismes histologiques du déplacement dentaire après corticotomie alvéolaire 65
6.6.1. Expérimentation chez le chien 65
6.6.2. Expérimentation chez le rat 67

6.7. Apport de la corticotomie aux traitements orthodontiques 67
6.7.1. Accélération du déplacement dentaire 67
6.7.2. Augmentation des alternatives des traitements 67
6.7.3. Augmentation d la stabilité 68
6.7.4. Diminution des résorptions radiculaires 68
6.8. Indication de la corticotomie alvéolaire 68
6.8.1. Les dysharmonies dento maxillaires 69
6.8.2. Les béances antérieures et/ou latérales 69
6.8.3. L'ingression des molaires égressées 69
6.8.4. La correction orthopédique d'une classe III 69
6.8.5. La mise en place d'une canine incluse 70
6.8.6. La rétraction incisive 70
7. La piézotomie alvéolaire 71
7.1. Historique de la piézotomie alvéolaire 71
7.2. Principes physiques de la piézo-électricité 71
7.2.1. Les ultrasons 71
7.2.2. Le bistouri ultrasonore 72
7.2.3. Le piézotome 72
7.2.4. La composition d'un piézotome 72
7.2.5. Les différents types de piézotomes 73
7.2.6. Les modes d'action 73
7.3. Technique opératoire de la piézotomie alvéolaire 74
7.3.1.Choix du patient 74
7.3.1.1. Facteurs généraux 74
7.3.1.2. Facteurs locaux 74
7.3.1.3. Facteurs parodontaux 74
7.3.1.4. Facteurs orthodontiques 74
7.3.1.5. La coopération du patient 74
7.3.2.Le protocole opératoire de la piézotomie orthodontique 75
7.3.2.1. Technique opératoire sans décollement de lambeau mucco-périosté 77
7.3.2.1.1. Préparation pré-opératoire 77
7.3.2.1.2. Déroulement de l'acte opératoire 77
7.3.2.1.3. Suivi post-opératoire 80
7.3.2.2. Technique opératoire avec décollement de lambeau mucco-périosté 80
7.4. Inconvénients et limites de la technique de piézocision alvéolaire 81
7.5. Indications de la technique de piézocision alvéolaire 81
7.6. Contre-indications de la technique de piézocision alvéolaire 82
7.7. Avantages et intérêt de la technique de piézocision alvéolaire 82
7.7.1. Technique moins invasive 82
7.7.2. Technique moins traumatique 82
7.7.3. Optémisation de l'hémostase 82
7.7.4. Possibilité de greffes osseuses 83
7.7.5. Augmentation en précision 83
7.7.6. Protection des tissus environnants 83
7.7.7. Confort pour le praticien 83
7.7.8. Suites post-opéraoires minimisées 84
7.8. Apport de la piézotomie aux traitements orthodontiques 84
7.8.2. L'ancrage 85
7.8.3. La fenêtre d'opportunité 85
7.8.4. Temps de traitement réduit 85
7.8.5. L'augmentation de l'amplitude des mouvements orthodontiques et amélioration du parodonte en fin de traitement 86
8. Etude Clinique 87
8.1. Problématique 87
8.2. Les objectifs de l'étude 90

8.2.1. Objectif principal 90
8.2.2. Objectifs secondaires 90
8.3. Type d'étude 90
8.4. Période de l'étude 90
8.5. Patients et méthodes 90
8.5.1. Population de l'étude 90
8.5.1.1. Critères d'inclusion 90
8.5.1.2. Critères de non inclusion 90
8.6. Les Critères de jugement 91
8.6.1. Critères de jugement principaux 91
8.6.1.1. Le temps de nivellement 91
8.6.1.2. La durée globale de traitement 91
8.6.2. Critères de jugement secondaires 91
8.6.2.1. La douleur ressentie durant le traitement orthodontique 91
8.6.2.2. L'épaisseur de l'os alvéolaire chez le groupe de traitement accéléré 91
8.7. Échantillonnage 91
8.7.1. Nombre de sujet à inclure à l'étude 91
8.8. La randomisation et définition des groupes de comparaison 92
8.9. La répartition des sujets et définition des groupes de comparaison 93
8.10. Déroulement de l'étude 94
8.10.1. L'examen clinique orthodontique 94
8.10.2. La constitution du dossier orthodontique 94
8.10.2.1. Etude des photographies 94
8.10.2.2. Etude des moulages en plâtre 95
8.10.2.3. Etude des clichés radiographiques nécessaires 95
8.10.2.3.1. La radiographie panoramique dentaire 95
8.10.2.3.2. Le cône beam : CBCT 95
8.10.2.3.3. La téléradiographie de crâne de profil 96
8.10.2.4. Mesure de la douleur (EVA) 97
8.10.3. L'examen minitieux du parodonte 97
8.10.4. La préparation initiale au traitement orthodontique 97
8.10.5. La phase orthodontique pré-chirurgicale 97
8.10.6. La phase chirurgicale 97
8.10.6.1. Description de la technique de piézotomie utilisée dans l'étude 97
8.10.6.2. Comblement osseux 98
8.10.6.3. La préparation du PRF 99
8.10.6.4. La prescription post-chirurgicale 100
8.10.6.5. Les conseils post-opératoires 100
8.10.6.6. Visites de contrôle 101
8.10.7. La phase orthodontique post-chirurgicale 101
8.11. Les Questionnaires 101
8.11.1. Une fiche clinique d'enquête et de recueil des donnés 101
8.11.2. Une fiche de contrôle et de suivi 102
8.12. Exploitation des résultats, analyse des données et logiciels utilisés 102
8.12.1. Analyse déscriptive 102
8.12.2. Analyse comparative 103
8.12.3. Analyse multi-variée (Détermination d'une formule prédictive) 103
8.13. Les accords 103
8.14. Les considérations éthiques 103
8.15. Résultats de l'étude 104
8.15.1. La déscription de la population d'étude globale 104
8.15.1.1. La diagramme de flux de la population d'étude 104

| | |
|---|---|
| 8.15.1.2. Caractéristiques sociodémographiques de la population d'étude globale | 106 |
| 8.15.1.2.1. Mode d'admission des patients | 106 |
| 8.15.1.2.2. Le motif de consultation | 106 |
| 8.15.1.2.3. La wilaya de résidence | 107 |
| 8.15.1.2.4. Le sexe | 108 |
| 8.15.1.2.5. La moyenne d'âge au début de traitement | 108 |
| 8.15.1.2.6. Les tranches d'âge et l'âge civil | 109 |
| 8.15.1.2.7. Le niveau d'instruction | 110 |
| 8.15.1.2.8. Le statut professionnel | 110 |
| 8.15.1.2.9. Les antécédents orthodontiques | 111 |
| 8.15.1.3. Caractéristiques faciales de la population d'étude globale | 111 |
| 8.15.1.3.1. La symétrie faciale | 111 |
| 8.15.1.3.2. La typologie faciale | 112 |
| 8.15.1.3.3. Le profil cutané selon Ricketts | 112 |
| 8.15.1.3.4. Le stade de dentition | 113 |
| 8.15.1.3.5. La coïncidence ou non des PII | 113 |
| 8.15.1.3.6. Le biotype (phénotype) parodontal | 114 |
| 8.15.1.3.7. Les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans les trois sens de l'espace | 114 |
| 8.15.1.3.8. Les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM selon le sens touché | 115 |
| 8.15.1.3.8.1. Sens transversal | 115 |
| 8.15.1.3.8.2. Sens vertical | 115 |
| 8.15.1.3.8.3. Sens sagittal | 116 |
| 8.15.1.3.9. La sévérité de la DDM prise en charge | 116 |
| 8.15.1.3.10. La moyenne de la DDM prise en charge aux deux arcades alvéolo-dentaires | 117 |
| 8.15.1.4. Répartition des patients selon le schéma thérapeutique de prise en charge de la DDM | 118 |
| 8.15.1.4.1. Le type de protocole suivi | 118 |
| 8.15.1.4.2. Le site de traitement | 118 |
| 8.15.1.4.3. Le nombre de moyens thérapeutiques utilisés pour corriger la DDM par arcade alvéolo-dentaire | 119 |
| 8.15.1.4.4. Les extractions dentaires | 120 |
| 8.15.2. Analyse Comparative des deux groupes d'étude | 121 |
| 8.15.2.1. Caractéristiques sociodémographiques des deux groupes d'étude | 121 |
| 8.15.2.1.1. Le sexe | 121 |
| 8.15.2.1.2. La wilaya de résidence | 122 |
| 8.15.2.1.3. La moyenne d'âge au début de traitement | 123 |
| 8.15.2.1.4. Le statut professionnel | 124 |
| 8.15.2.1.5. Le motif de consultation | 124 |
| 8.15.2.1.6. Les antécédents orthodontiques | 125 |
| 8.15.2.2. Caractéristiques dento-faciales de base des deux groupes d'étude | 126 |
| 8.15.2.2.1. Le stade de dentition | 126 |
| 8.15.2.2.2. Le type de profil cutané | 127 |
| 8.15.2.2.3. La typologie faciale | 127 |
| 8.15.2.2.4. Le nombre de dents absentes par arcade | 128 |
| 8.15.2.2.5. La moyenne de DDM prise en charge aux deux arcades dentaires | 129 |

8.15.2.2.6. Le site de traitement 130
8.15.2.2.7. Les différentes associations thérapeutiques utilisés lors de la correction de la DDM 131
8.15.2.2.8. Les différents moyens thérapeutiques utilisés lors de la correction de la DDM 132
8.15.2.2.9. La fréquence des extractions dentaires entre les deux groupes 133
8.15.2.3. La comparaison du temps de traitement entre les deux groupes 134
8.15.2.3.1. La comparaison de la moyenne de temps de nivellement 134
8.15.2.3.2. La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement 135
8.15.2.4. La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les facteurs de risque 135
8.15.2.4.1.1. Selon le recours aux extractions 136
8.15.2.4.1.2. Selon les différents moyens thérapeutiques utilisés 136
8.15.2.4.1.3. Selon la typologie faciale 137
8.15.2.4.1.4. Selon le type de profil cutané 137
8.15.2.4.1.5. Selon le biotype parodontal 138
8.15.2.5. La comparaison des complications survenues au cours du traitement chez les deux groupes. 139
8.15.2.6. La comparaison du type de douleurs ressenties au cours du traitement orthodontique chez les deux groupes 140
8.15.3. Détermination et validation des formules prédictives du temps de traitement 140
8.15.3.1. La détermination des facteurs de risques liés au temps de nivellement à l'arcade supérieure 140
8.15.3.1.1. Première étape : Modèle uni-variée 140
8.15.3.1.2. Deuxième étape : Modèle prédictif multi-variée 142
8.15.3.2. La détermination des facteurs de risques liés au temps de nivellement à l'arcade inférieure 143
8.15.3.2.1. Première étape : Modèle uni-variée 143
8.15.3.2.2. Deuxième étape : Modèle prédictif multi-variée 144
8.15.3.3. La détermination des facteurs de risques liés à la durée globale de traitement 145
8.15.3.3.1. Première étape : Modèle uni-variée 145
8.15.3.3.2. Deuxième étape : Modèle prédictif multi-variée 146
8.15.3.4. Exemple d'application des formules prédictives 147
8.15.3.4.1. Les facteurs prédictifs du temps de nivellement à l'arcade supérieure 147
8.15.3.4.2. Les facteurs prédictifs du temps de nivellement à l'arcade inférieure 147
8.15.3.4.3. Les facteurs prédictifs de la durée globale de traitement 147

| | | |
|---|---|---|
| 8.15.4. | La mesure de l'épaisseur osseuse chez le groupe de traitement accéléré | 149 |
| 8.15.4.1. | La méthode de mesure de l'épaisseur osseuse | 150 |
| 8.15.4.2. | L'évaluation du gain osseux à 5 mois post-chirurgical | 151 |
| 8.15.4.2.1. | L'évaluation du gain osseux entre sites opérés et sites non opérés | 152 |
| 8.15.4.3. | Interet de la piézotomie en parodontologie | 152 |
| 8.16. | Discussion et commentaires | 153 |
| 8.16.1. | Les caractéristiques de la population d'étude | 158 |
| 8.16.2. | La comparaison entre les deux groupes d'etude | 160 |
| 8.16.3. | Les facteurs décisionnels | 172 |
| 8.16.4. | Les difficultés et limites de l'étude | 172 |
| 9. | Présentation des cas cliniques pris en charge dans le cadre de l'étude | 174 |
| 9.1. | Présentation des cas cliniques pris en charge dans le cadre de traitement accéléré | 174 |
| 9.1.1. | Cas clinique N°1 | 174 |
| 9.1.2. | Cas clinique N°2 | 182 |
| 9.1.3. | Cas clinique N°3 | 194 |
| 9.1.4. | Cas clinique N°4 | 204 |
| 9.1.5. | Cas clinique N°5 | 214 |
| 9.1.6. | Cas clinique N°6 | 226 |
| 9.2. | Présentation d'un cas clinique pris en charge dans le cadre de traitement conventionnel | 236 |
| 9.2.1. | Cas clinique N°7 | 236 |
| 10. | Conclusion | 244 |
| 11. | Recommandations et perspectives | 247 |
| 12. | Références bibliographiques | I |
| 13. | Annexes | XXI |
| 13.1. | Annexe N°1 : Autorisation du comité de l'éthique du CHU-ORAN | XXI |
| 13.2. | Annexe N°2 : Consentement libre et éclairé en français | XXII |
| 13.3. | Annexe N°3 Consentement libre et éclairé en arabe | XXIII |
| 13.4. | Annexe N°4 : Fiche clinique pour le traitement accéléré | XXIV |
| 13.5. | Annexe N°5 : Fiche de contrôle pour le traitement accéléré | XXVI |
| 13.6. | Annexe N°6 : Lettre d'orientation au service de parodontologie | XXIX |
| 13.7. | Annexe N°7 : EVA : Echelle Visuelle Analogue de la douleur de l'adulte | XXX |
| 14. | Résumé en français | XXXI |
| 15. | Résumé en anglais | XXXII |
| 16. | Résumé en arabe | XXXIII |

# LA PREMIERE PARTIE

# ETUDE THEORIQUE

# 1. INTRODUCTION

# 1. INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie, les innovations orthodontiques ont changé et augmenté les attentes des cliniciens mais aussi des patients[1]. Bien que les avancées récentes incluent des appareils plus acceptables, la durée du traitement reste encore une préoccupation majeure pour les patients adultes désireux d'un traitement orthodontique, et peut être même une barrière pour la plupart d'entre eux [43, 44].

Selon ***SEBAOUN***[45], aujourd'hui, plus de 25% des patients traités en orthodontie, sont âgés de plus de vingt-et-un ans [45] et avec ce nombre croissant d'adultes qui se présentent en consultation orthodontique, la demande d'un traitement de courte durée revient de manière récurrente de la part des patients.

Selon l'Association américaine des orthodontistes (AAO), et selon les options thérapeutiques et les caractéristiques individuelles de chaque patient, la durée moyenne d'un traitement orthodontique complet varie entre 18,7 et 31 mois ; elle peut même aller jusqu'à 25 à 35 mois ou plus pour les thérapies extractionnelles et sévères [46].

Il est à noter que l'incidence des problèmes carieux, parodontaux [14] ; les résorptions radiculaires, fenestrations et déhiscences osseuses augmentent avec l'allongement de la durée de port des multiattaches [14]. D'autre part, la coopération du patient adulte, quoique initialement adéquate, diminue avec un traitement de longue durée [47, 48].

En effet, depuis les travaux de ***REITAN*** en 1985 [49], puis ceux de ***SMITH*** et ***STOREY***, l'orthodontiste emploie des forces légères, continues et d'amplitude maîtrisée afin de protéger l'intégrité de l'organe dentaire et du parodonte et prévenir les lésions dentaires et/ou parodontales [1]. Cependant, le risque reste toujours présent si la durée du traitement est prolongée dans le temps [50].

Le désir des orthodontistes d'accélérer le traitement naît de leur volonté d'éviter ces effets délétères, et de répondre à la demande des patients de bénéficier d'un traitement le plus court possible sans concession sur la qualité de celui-ci.

Ainsi ; peut-on se demander ; est-ce possible d'accélérer le traitement orthodontique sans compromettre les objectifs de celui-ci ?

L'objectif de la présente étude est de répondre à cette question et bien d'autres et d'évaluer l'apport de la technique piézo-corticocision (orthodontie accélérée) aux traitements de l'adulte.

De plus, ce travail mettra en évidence les différents facteurs de risque liés à l'allongement de la durée de traitement, afin les contrôler ou de les éviter.

# 1. INTRODUCTION

Notre travail est fait de trois parties :

Dans la première, nous décrirons de façon détaillée les bases fondamentales de l'histophysiologie du déplacement dentaire (physiologique et provoqué) et les concepts biologiques et cellulaires qui les régissent afin de mieux comprendre les phénomènes liés à l'accélération du déplacement orthodontique.

Nous nous étalerons dans un deuxième temps à la prise en charge thérapeutique d'une DDM (Dysharmonie dento-maxillaire) modérée à sévère en denture permanente et plus précisément les possibilités conservatrices. Puis notre attention sera portée sur la spécificité du traitement orthodontique de l'adulte.

Nous passerons en revue sur les différentes techniques novatrices qui permettent d'accélérer le mouvement orthodontique, et nous analyserons la littérature actuelle qui les concernent, puis nous mettrons l'accent sur les procédés chirurgicaux, à savoir la piézotomie alvéoliare (technique chirurgicale d'accélération du déplacement dentaire utilisée dans notre étude) en détails.

Nous verrons également comment le piézotome interagit physiquement avec l'os afin de le découper sans endommager les tissus mous. Puis Nous détaillerons les principaux inserts utilisés et leurs indications afin d'encourager les praticiens à utiliser cette technique.

La deuxième partie de ce travail, consiste en une étude clinique et épidémiologique menée au sein de notre service d'Orthopédie Dento-Faciale et du service de Parodontologie du même CHU-ORAN afin d'évaluer l'apport des techniques accélératrices sur la prise en charge orthodontique de l'encombrement dentaire chez l'adulte. Pour éclairer notre réflexion, nous exposerons dans cette partie la démarche diagnostique et le protocole de traitement de l'étude, puis nous présentons les principaux résultats de l'étude : descriptive, comparative et nous finirons par l'identification des différents risques liés au du temps de nivellement et ceux liés à la durée globale de traitement orthodontique et une formule de calcul prédictible du temps nécessaire sera l'aboutissement de notre analyse multi-variée.

Nous discuterons et commenterons les résultats de notre travail et nous terminerons par une réflexion sur les perspectives apportées par cette technique.

Dans la dernière partie, nous illustrons nos propos par des cas cliniques pris en charge dans le cadre de cette étude au sein de notre service.

# 2. ETAT DE LA QUESTION

# 2.ETAT DE LA QUESTION

La plupart des recherches actuelles semblent se concentrer sur les différents moyens d'agir sur la cinétique du déplacement dentaire. Plusieurs possibilités ont été proposées agissant aussi bien aux niveaux moléculaire que cellulaire par le biais de procèdes médicamenteux qu'au niveau physique par l'intermédiaire de l'intensité et des modalités d'application des forces exercées [2].

La distraction rapide des canines, les corticotomies alvéolaires ont était décrite pour la première fois par ***CUNNINGHAM***[51] en 1893 depuis lors, les techniques chirurgicales n'ont pas cessé de progresser.

***KÖLE*** en 1959 [10], fut le premier à décrire des techniques chirurgicales de stimulation du mouvement dentaire orthodontique (MDO). Sa technique consistait en l'élévation d'un lambeau puis d'ostéotomies interdentaires et sous-apicales.

Puis ;les frères ***WILCKO*** ont continué de développer la technique avec l'étude du phénomène d'accélération régional (PAR) [41, 52]. en 2001, ***WILCKO*** et al [41] revisitent la technique originale, l'ajout d'os pour augmenter l'épaisseur alvéolaire a permis un mouvement dentaire plus rapide sans créer des déhiscences. Ils ont défini leur approche comme un traitement orthodontique ostéogéniquement accéléré [53]. Cette tentative a démontré qu'une corticotomie combinée et la procédure de comblement osseux pourrait entraîner un temps de traitement plus court sans pour autant créer de déhiscence ou des fenestrations. Cependant, le traitement orthodontique assisté par corticotomie restait assez invasif car il nécessitait une élévation importante du lambeau et une chirurgie osseuse (ostéotomie), ce qui peut provoquer une gêne post-chirurgicale ainsi que diverses complications post-opératoires.

***VERCELLOTTI*** et ***PODESTA*** en 2007 [29, 54] ont proposé pour la première fois l'utilisation d'un couteau piézoélectrique dans le cadre d'un traitement d'orthodontie déjà utilisée en chirurgie maxillo-faciale au lieu d'une fraise chirurgicale à grande vitesse pour diminuer le traumatisme chirurgical. Ils effectuent un lambeau de pleine épaisseur uniquement au niveau buccal, suivi d'une corticotomie chirurgicale minimale avec un embout piézoélectrique [29] cette importante limitation inspira plusieurs chercheurs à développer des techniques chirurgicales minimalement invasives [29, 55]. Leur objectif était de perforer la corticale osseuse sans pénétrer l'os médullaire [48] permettant ainsi un mouvement rapide des dents.

La piézocision est récente, peu référencée, elle tend pourtant à suppléer dans de nombreux cas la corticotomie classique ; Plusieurs études intéressant la corticotomie en générale que ce soit classiques, par MOPs ou encore par piézo corticision sont relatés à l'échelle internationale pour répondre aux nombreuses questions inhérentes à ce sujet. En Amérique du nord et latine, en Europe, en Afrique, en Asie, ou encore en Australie :

En 2008, et à l'université de Boston aux USA, une analyse histo-morpho-métrique a été réalisée par ***J.D.M SEBAOUN*** [40] et ces collaborateurs sur les rats, afin d'étudier les effets biologiques de l'accélération du déplacement dentaire, et comprendre les mécanismes explicatifs de la biologie du mouvement dentaire rapide après décortication alvéolaire sélective . Ils précisent dans leur étude que cette technique multiplie de façon significative les possibilités de traitement orthodontique et que la déminéralisation-reminéralisation (ostéopénie) constitue le fondement de l'orthodontie rapide. Ils démontrent aussi que la stabilité des résultats orthodontiques est due à une accélération du renouvellement tissulaire ainsi qu'à l'augmentation de l'épaisseur de l'os cortical à la suite de la greffe. Les résultats de ce travail ont montré également qu'a 03 semaines, le groupe opéré avait une augmentation significative du renouvellement tissulaire ($p < 0,05$).

***ALIKHANI*** [56] aux USA a publié en 2013 les résultats d'un essai clinique réalisé sur 20 adultes présentant une malocclusion de classe II Division 1 réparties en groupes comparables (témoin et expérimental). Les patients du groupe expérimental ont reçu des micro-ostéoperforations (MOPs) alors que ceux du groupe témoin n'ont pas reçu de corticotomie par micro-ostéoperforations. Les deux canines maxillaires ont été rétractées. Après 28 jours de rétraction, ils concluent que les micro-ostéoperforations ont augmenté de manière significative le taux de mouvement dentaire par 2,3 fois plus ; de plus les patients du groupe expérimental n'ont signalé aucune douleur ou inconfort significatif pendant ou après la procédure, ni aucune autre complication.

Dans la même année, ***R. MEHR*** [57] aux USA en 2013 abonde dans le même sens suite à son essais clinique contrôlé et randomisé sur 14 sujets adultes de 18 ans ou plus, pour le traitement de l'encombrement dentaire antérieur sans extractions dentaires à l'arcade mandibulaire. Les patients ont été répartis aléatoirement en deux groupes : Le groupe 1 a bénéficié d'une intervention de piézotome-corticisation en association avec l'orthodontie et l'autre en orthodontie conventionnelle. L'indice d'irrégularité a été mesuré toutes les 4 à 5 semaines dans les deux groupes. Elle a constaté qu'il n'y avait, aucune différence dans le temps de correction de l'encombrement antérieur entre les deux groupes. Le groupe expérimental a eu une correction 1,6 fois plus rapide au cours des 4 à 5 premières semaines seulement par rapport au groupe témoin.

Toujours dans la même année , et en Amérique Latine et plus précisément en Chili, l'équipe de ***JORGE JOFRE*** [54] rapporte les résultats des trois cas traités avec cette nouvelle approche sans élévation de lambeau mucco-périosté (MIRO). Cette procédure comprenait des micro-incisions radioguidées et des corticotomies piézoélectriques localisées. Conclue que les MIRO réduit le temps de traitement orthodontique, et réduit les effets indésirables signalés des techniques accélératrices conventionnelles. Le temps de traitement était réduit de 30 à 70 % par rapport aux traitements orthodontiques conventionnels.

En France ***J. STRIPPOLI*** [58] dans sa thèse de maitrise en 2012 pilote une première approche à ce sujet en menant une étude pilote prospective sur 12 patients adultes (moyenne de l'indice de difficulté (DI)= 16) ont eu un TO-PC: Les objectifs de l'étude étaient de comparer

la durée des traitements orthodontiques assistés par la piézo-corticision (TO-PC) et les traitements orthodontiques conventionnels (TOC), et d'analyser les modifications des tissus calcifiés provoquées par TO-PC, : Le groupe contrôle a été constitué de manière rétrospective avec les mêmes critères de sélection. Il était composé de douze patients (moyenne DI=9). Le groupe expérimental et le groupe contrôle étaient comparables sauf pour l'âge. Le temps de traitement a été significativement réduit dans le groupe TO-PC comparé au TOC pour la phase d'alignement du maxillaire (43%, p<0,002) et de la mandibule (28%, p<0,041), ainsi que pour la durée totale du traitement (53%, p<0,0001).il conclut que Les TO-PC étaient sécuritaires et efficaces pour réduire la durée des traitements d'orthodontie avec un niveau de satisfaction des patients élevé. Les lésions iatrogéniques sur les racines et le volume osseux étaient marginaux, sauf en regard de la plaque corticale buccale des incisives inferieures où des déhiscences osseuses ont été observées.

En Italie en 2013 ***BRUGNAMI F***. en 2013[59] publie dans son rapport de cas, impliquant une jeune femme qui souhaitait que le traitement soit terminé dans un laps de temps limité, une nouvelle application d'une approche chirurgicale mini-invasive pour accélérer le mouvement orthodontique combinée à un traitement lingual simplifié en deux dimensions pour résoudre un léger encombrement dans la région antérieure, autrement connue sous le nom de « six sociaux ».

Les travaux de ***C. CHARAVET*** [60] en Belgique en 2016 puis en 2019 se veulent être un essai contrôlé randomisé visait à évaluer les avantages et les résultats cliniques de la piézocision, qui est une approche mini-invasive de la corticotomie utilisée dans les traitements orthodontiques. Vingt-quatre patients adultes présentant une DDM modérée ont été répartis au hasard dans un groupe témoin traité par orthodontie conventionnelle ou dans un groupe expérimental recevant un traitement accéléré. Les piézocisions ont été réalisées 1 semaine après la mise en place des appareils orthodontiques. La durée de correction de l'encombrement dentaire était calculée et les paramètres parodontaux ont été évalués au départ et à la fin du traitement orthodontique. ***CHARAVET***, démontré à travers cette étude que le temps de traitement global a été significativement réduit de 43% dans le groupe piézocision par rapport au groupe témoin. Des cicatrices ont été observées chez 50 % des patients du groupe piézocision.

En Allemagne ***S. HOFFMANN*** [61] a publié dans une revue systématique en 2017,les résultats de sa méta-analyse incluant 516 références, la recherche a inclus un total 36 essais humains remplissant les critères de sélections. Parmi ceux-ci, dans seulement 13 publications, une technique transmuqueuse était utilisée (12 sur la corticision piézo-chirurgicale et 1 sur l'ostéoperforations). Sur les 13 articles, 9 représentaient des séries de cas et seulement 4 étaient des essais cliniques. Dans les quatre essais, une accélération du traitement orthodontique a été rapportée. Cependant, l'ampleur de l'accélération était incohérente et dans un article, elle a disparu lors de l'évaluation du traitement orthodontique global. Il conclut que Les preuves d'une accélération du mouvement dentaire en conjonction avec les méthodes mini-invasives de corticision piézo-chirurgicale et d'ostéoperforations (MOPs) du processus alvéolaire chez l'homme sont faibles.

En revanche, les études menées en Turquies étaient les plus recensées lors de notre recherche bibliographique citant parmi elles les travaux de (***Z. ILERI*** [62] en 2014 /***NI. TUNÇER*** [63] en 2017/ ***T. HALILOGLU- OZKAN*** [64] en 2018 / ***M. YAVUZ*** [65] en 2018...et bien d'autres).

***S. AKSAKALLI*** [66] et ces collaborateurs démontre en 2016 dans un essais clinique mener sur 20 canines maxillaires de 10 patients comparant l'étendue de la distalisation et des changements transversaux entre les deux groupes. Des différences significatives dans le mouvement dentaire (moins de perte d'ancrage et plus grande distalisation canine) entre les groupes expérimentaux et témoins. De plus, le temps de distalisation a été raccourci dans le groupe expérimental. De plus, la piézocision n'a pas d'effets néfastes sur la santé parodontale.

A ce propos, ***S. ATTRI*** [67] en Inde en 2018 ; Sur 105 patients avait comparé deux groupes quant à la nécessité d'une rétraction en masse suite aux extractions des premières prémolaires. Le groupe expérimental était composé de patients liés avec un appareil fixe (Gemini 3M) qui ont reçu un MOPs distal aux canines pendant toute la période de rétraction tous les 28 jours. Ceux-ci ont été comparés à un groupe témoin traité avec des brackets identiques sans MOP et ont été évalués pour le taux de mouvement dentaire (rétraction canine) Les résultats de ce travail ont montré une augmentation statistiquement significative du taux de mouvement dentaire dans le groupe MOP ($p<0,05$).

En Moyen Orient; de nombreuses études ont été décrite à ce sujet, citant parmi elles les travaux de ***A.M.H. ALFAWAL*** [68] en Syrie en 2018 se veulent être un essai contrôlé randomisé mono centrique réalisé auprès de 36 patients en classe II division 1 (12 hommes, 24 femmes d'âge : 15 à 27 ans) nécessitant une extraction des prémolaires supérieures suivie d'une rétraction canine. Un groupe piézocision (PG ; $n = 18$) et groupe corticotomie sans lambeau assisté par laser (LG ; $n = 18$). Le taux de rétraction canine était significativement plus élevé du côté expérimental que du côté témoin dans les deux groupes de deux fois au cours du premier mois et de 1,5 fois au cours du deuxième mois ($p < 0,001$). De plus, la durée globale de rétraction canine a été significativement réduite du côté expérimental par rapport au côté témoin dans les deux groupes d'environ 25 % ($p< 0,001$). Il n'y avait pas de différences significatives entre le côté expérimental et le côté contrôle concernant la perte d'ancrage et la rotation canine supérieure dans les deux groupes ($p > 0,05$). Il n'y avait pas de différences significatives entre les deux techniques sans lambeau concernant les variables étudiées pendant tous les temps d'évaluation ($p > 0,05$).

Les travaux d'***A. ALKEBSI*** [69] et al. En Jordanie 2018 sur Trente-deux patients d'âge moyen, $19,26 \pm 2,48$ ans présentant une classe II division 1 se veulent un essai clinique contrôlé randomisé, les sujets d'étude ont bénéficié d'un traitement extractionnel des premières prémolaires maxillaires ; au travers de cette étude les résultats ont révélé qu'11 n'y avait pas de différence statistiquement significative dans les taux de mouvement dentaire entre le MOP et les côtés témoins à tous les moments (premier mois : $p < 0,77$ ; différence moyenne : 0,2 mm ; IC à 95 % : -0,13, 0,18 mm ; deuxième mois : $p < 0,50$ ; différence moyenne, -0,08 mm ; IC à

95 %, -0,33, 0,16 mm ; troisième mois : p < 0,76 ; différence moyenne, -0,05 mm ; IC à 95 %, -0,40, 0,29 mm).

***O. GIBREAL***[70] en Syrie en 2019 a mené un essai clinique contrôlé et randomisé en groupes parallèles. Trente-six patients (âge moyen 20,32 ± 1,96 ans) nécessitant un traitement orthodontique avec un appareil orthodontique fixe ont été inclus et répartis au hasard dans le groupe expérimental ou le groupe témoin. Suite à l'extraction de la première prémolaire, cinq micro-incisions radioguidées et des corticotomies piézoélectriques localisées ont été réalisées sur les surfaces vestibulaires de l'os alvéolaire entre les six dents antérieures afin d'accélérer l'alignement pour les patients du groupe expérimental, tandis que ceux du groupe témoin ont reçu un traitement orthodontique classique. Le temps d'alignement global (OAT) requis pour compléter l'alignement antérieur de l'arcade dentaire mandibulaire (OAT) a été mesuré. L'indice d'irrégularité de ***LITTLE*** (ILI) a également été calculé à intervalles mensuels. La randomisation a été effectuée à l'aide d'une liste de nombres aléatoires générée par logiciel ; les patients recrutés ont été divisés en deux groupes parallèles avec un ratio d'allocation de 1 :1. L'insu de l'évaluateur a été utilisé.

Dans l'étude d'***ALFAWAL*** [68] en Syrie en 2018 Sur 108 patients présentant un encombrement dentaire sévère ont été évalués pour l'éligibilité, 40 d'entre eux remplissaient les critères d'inclusion. 36 participants ont été répartis au hasard dans les groupes de traitement. Une patiente a été perdue de vue dans le groupe témoin et une autre patiente a été exclue de l'analyse pour le groupe expérimental. En conséquence, les résultats de 34 patients ont été analysé statistiquement. Le traitement orthodontique accéléré a été réduit de 59 % dans le groupe expérimental par rapport au groupe témoin, avec une différence statistiquement significative entre les deux groupes (p < 0,001).

En Australie ; ***E CHAN*** [71] en 2018 a étudié la vitesse de recule de 20 canines maxillaires de 10 patients. Des moulages dentaires pré- et post-distalisation ont été préparés et scannés avec un scanner orthodontique pour comparer l'étendue de la distalisation et des changements transversaux entre les deux groupes. Les indices gingivaux pré- et post-distalisation et les scores de mobilité ont également été calculés.

En Egypte, ***E.A SHOREIBAH*** [72] publie en 2012 les résultats de son essai clinique comparative mené sur une population de 20 sujets adultes consultants pour un encombrement dentaire modéré à l'arcade inférieure, les sujets d'étude étaient répartis au hasard en deux groupes comparables un recevant un traitement orthodontiques accéléré (Groupe I) et l'autre recevant un traitement orthodontique conventionnel (Groupe II) et la durée globale de traitement était calculée en semaines. L'auteur a pu démontrer à travers cet essai clinique que la durée du traitement globale variait de 14 à 20 semaines entre les deux groupes et qu'il existe une différence statistiquement significative de la durée globale de traitement entre eux soit 17,5 ± 2,8 semaines pour le groupe expérimental et 49 ± 12,3 semaines pour le groupe control.

En 2016, ***N.H. ABBAS*** [73], en Egypte a réalisé une étude sur 20 patients (15-25 ans) avec des malocclusions de classe II Division 1 nécessitant une rétraction canine suite à

l'extraction des premières prémolaires maxillaires avec rétraction canine supérieure. L'échantillon a été divisé en 2 groupes comparables. L'un recevant un traitement par corticotomie classique, et l'autre un traitement par piézocision. Les côtés controlatéraux des deux groupes ont servi de témoins. Le suivi était assurer sur une période de 3 mois. Les taux de pointe de couronne canine étaient plus élevés du côté expérimental que du côté témoin dans les deux groupes. Les corticotomies ont produit des taux de mouvement canin plus élevés que la piézocision à 4 points dans le temps. La résorption radiculaire canine était plus importante chez les témoins. Les variables étudiées restantes ne présentaient aucune différence entre le côté contrôle et le côté expérimental.

Au grand Maghreb, la seule étude recensée fut nationale publiée par ***MEZARI. A*** en 2018 [(74)] (Thèse de D.E.S.M – Alger 2016 – dirigée par ***SI AHMED.F***) [(75)] les pionnières de la technique à l'échelle nationale et au grand Maghreb , ***MEZARI.A*** avait l'objectif d'étudier la vitesse de recul des canines supérieures en comparant entre deux groupes de jeunes patients d'âge moyen de 21.33 ± 2 ans nécessitant une rétraction canine après extraction des premières prémolaires. ; les sujets d'études étaient repartis en deux groupes comparables, l'un recevant le traitement classique et l'autre le traitement accéléré assisté par corticotomies alvéolaires. Les résultats ont révélé que la vitesse de recul canin était significativement plus élevée dans le groupe expérimental comparé au groupe contrôle et ce deux fois plus à 02 mois de recul canin, puis diminuant à 1.25 fois plus élevée à 04 mois.

Cette technique offre également la possibilité de mettre en place une greffe osseuse par voie de tunnelisation ce qui semble avantageux dans le cas de mouvements de grandes amplitudes et en présence d'un parodonte fin. Toutefois ; l'efficacité de la technique n'est pas encore bien démontrée et études de haut niveau de preuve scientifiques semble nécessaire.

Il est à noter, que la plupart des études faite à ce sujet pointent sur la nécessite de mener des études similaires dans l'avenir mais sur un groupe de dents plutôt qu'une seule (traitement complet) et sur des malocclusions variées, elles suggèrent aussi la nécessité d'augmenter la taille d'échantillon pour une meilleure interprétation des résultats obtenus.

Conformément aux recommandations énoncées ; nous avons relevé l'importance de mener une étude clinique prospective à ce sujet afin d'étudier l'apport de la corticotomie alvéolaire par piézocision lors de la correction de l'encombrement dentaire aux traitements de l'adulte.

Ce sujet est en pleine effervescence et les données scientifiques acquises aujourd'hui ne seront peut-être pas celles de demain. Il manque des études fondées sur le principe « ***EBM*** » pour affirmer scientifiquement les avantages et les inconvénients de cette thérapeutique.

Il faut aussi garder à l'esprit qu'actuellement d'autres voies de recherche sont explorées pour accélérer le mouvement orthodontique, comme les thérapies géniques.

# 3. RAPPELS ET NOTIONS FONDAMENTALES

# 3.1. HISTOPHYSIOLOGIE DU DEPLACEMENT DENTAIRE

## 3.1. Histophysiologie du déplacement dentaire

Le parodonte constitue le système d'ancrage de la dent au sein du maxillaire et de la mandibule. Il est composé de tissus mous, de gencive et du ligament alvéolo-dentaire (ou desmodonte), et de deux tissus minéralisés, le cément et l'os alvéolo-dentaire. On distingue le parodonte superficiel et le parodonte profond :

- La gencive ou parodonte superficiel est un tissu de recouvrement composé d'un épithélium et d'un tissu conjonctif.
- Les autres composants du parodonte forment le parodonte profond (ligament alvéolo-dentaire, cément et os alvéolaire) constitue le système d'ancrage alvéolaire permettant la stabilité et l'amortissement de l'organe dentaire dans les maxillaires. Lors de l'examen clinique d'un parodonte sain, à l'exception de la gencive, les autres composants du parodonte ne sont pas visibles [8].

  La description anatomique d'un parodonte sain correspond à une normalité de référence située immédiatement après l'éruption complète d'une dent en normo-position [8].

Avant tout traitement orthodontique il est primordial d'analyser ce parodonte afin d'évaluer un éventuel risque d'atteinte lors du déplacement dentaire provoqué.

### 3.1.1. Le parodonte superficiel :

#### 3.1.1.1. La gencive :

C'est une muqueuse orale de type masticatoire. Elle est constituée d'un épithélium kératinisé et d'un tissu conjonctif formé d'un réseau de fibres de collagène très denses et fermement insérées au tissu osseux sous-jacent. Ce tissu de recouvrement est très résistant et assure la protection des structures sous-jacentes, participant ainsi au maintien de l'intégrité de la partie coronaire des procès alvéolaires et des septa osseux interdentaires *(cf.1)* [8].

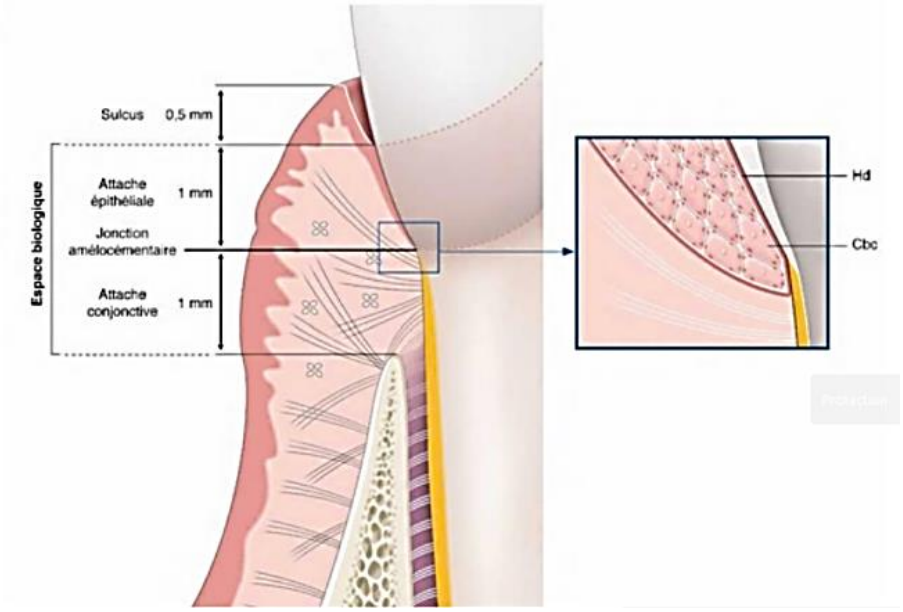



**Figure 01** : Le system d'attache saint : *CBC : cellule basale cuboïde ; HD : hemidesmosome* [8]

#### 3.1.1.1.1. La gencive libre ou marginale :

Dite libre car elle n'est pas liée physiquement à la dent. Cette gencive kératinisée est située sensiblement en regard de la jonction amélocémentaire, limitée coronairement par le bord marginal de la dent et apicalement par le sillon marginal (inconstant). Sa hauteur est d'environ 1,5mm, elle comprend la hauteur du sulcus ou sillon gingivo-dentaire (0,5mm), espace libre de toute attache à la dent, et la hauteur de l'attache épithéliale (1mm) adhérant à la surface dentaire par des hémidesmosomes. Elle est d'aspect lisse et de consistance ferme, d'une couleur rose légèrement plus pâle que la gencive attachée[8].

#### 3.1.1.1.2. La gencive attachée :

Elle est limitée coronairement par le sillon marginal ou la base du sulcus et apicalement par la ligne muco-gingivale qui la sépare de la muqueuse alvéolaire *(cf.02)*. Elle est physiquement fermement attachée au cément, au périoste et à l'os alvéolaire par des fibres gingivales qui parcourent l'épaisseur du tissu conjonctif en tous sens. Sa hauteur moyenne est de 4 à 6 mm et varient en fonction de sa localisation, plus haute au maxillaire qu'à la mandibule, et de l'âge du patient (augmente avec l'âge suite à l'éruption passive). Elle présente une épaisseur moyenne de 1,5 mm et elle semble inversement proportionnelle à la hauteur : plus la gencive est large moins elle est épaisse [8]. Que ce soit pour la hauteur ou l'épaisseur on constate une grande variabilité intra et Interindividuelle : 1 à 9 mm pour la hauteur et 0,5 à 2,5 mm d'épaisseur en vestibulaire. Elle présente une surface piquetée classiquement décrite en « peau d'orange » et est de couleur rose corail chez les sujets caucasiens alors que chez les sujets mélanodermes on constate la présence de plages de coloration brune, témoins des pigments mélaniques [8].

### 3.1.1.2. L'espace biologique – sulcus :

Le sertissage de la gencive autour de la dent est assuré par une attache épithéliale et une attache conjonctive formant un système d'attache permettant ainsi d'isoler le parodonte sous-jacent aseptique du milieu buccal septique. On parle « d'espace biologique » *(cf.01)* [76]. L'attache épithéliale est constituée de l'épithélium jonctionnel, accolé à la dent par des hémi desmosomes [8]. C'est une bande annulaire d'épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé prolongeant l'épithélium sulculaire et sertissant l'organe dentaire. Elle est attachée à l'émail ou au cément de la dent [76]. L'attache conjonctive fait suite à l'attache épithéliale. C'est un système complexe de fibres de collagène s'insérant d'une part dans le cément et d'autre part dans le tissu conjonctif de la gencive marginale et permettant ainsi un ancrage mécanique de la gencive sur la dent [76]. Les dimensions moyennes de l'espace biologique oscillent entre 2,15 et 2,30 mm, mais l'étendue est importante et varie de 0,2 à 6,73 mm en fonction de la dent, du site, de la présence ou non d'une restauration et/ou d'une parodontite traitée chirurgicalement ou non. Sa hauteur, correspondant à la distance entre le fond du sulcus et le rebord crestal de l'os alvéolaire [8].

### 3.1.1.3. La muqueuse alvéolaire :

C'est une muqueuse bordante souple et richement vascularisée. Elle prolonge la gencive attachée au-delà de la ligne muco-gingivale et recouvre aussi la face interne des lèvres ainsi que les joues et plancher buccal [8].

### 3.1.1.4. Les freins et les brides :

Ce sont des replis muqueux comprenant un ensemble de fibres ; Ils peuvent interférer avec les mouvements de certains éléments anatomiques, en les arrêtant, les contrôlant ou bien même les limitant dans les mouvements. C'est pourquoi ils peuvent être responsables de l'apparition de défauts gingivaux. Ils ont plusieurs localisations : labiaux médians maxillaire et mandibulaire, linguaux, latéraux vestibulaires maxillaires et mandibulaires [8, 76].

### 3.1.2. Le parodonte profond :

**3.1.2.1. Le ligament alvéolo-dentaire (desmodonte)** : Le ligament parodontal est une structure viscoélastique composée :

**3.1.2.1.1. De faisceaux de fibres** *(cf.03)* : les fibres de Sharpey arriment la dent à l'os et représentent 90% des fibres. Les fibres réticulines et oxytalanes sont des fibres nerveuses et représentent les 10% restant *(cf.03)* [8].

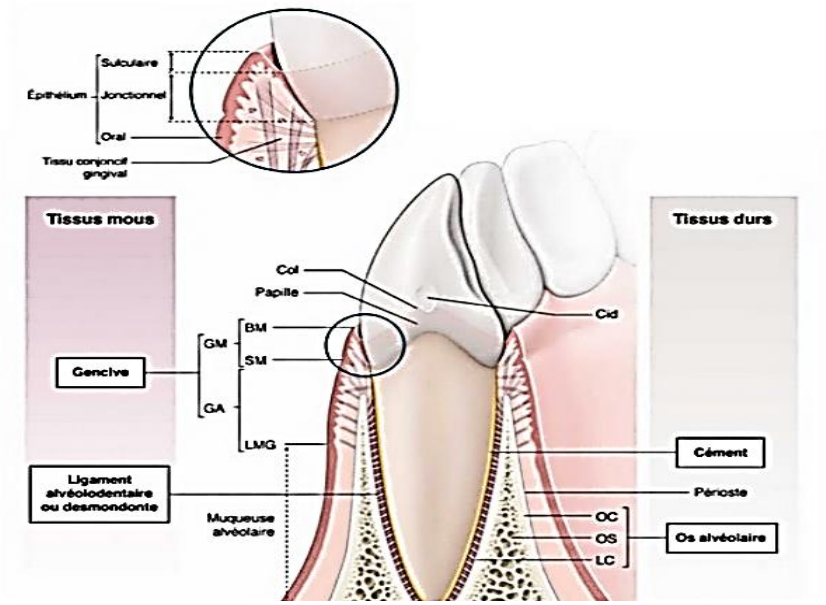



**Figure 02** : Les quatre composants du parodonte : le cément , CID : contact interdentaire, la gencive :GA : gencive attachée, LMG : ligne muco-gingivale, GM : gencive marginale, BM : bord marginal, SM : sillon marginal , OS ALVEOLAIRE : LC : lame cribliforme, OC : os cortical, OS : os spongieux [8].

**3.1.2.1.2. D'une matrice extra-cellulaire interstitielle** dans laquelle résident différents types cellulaires :

- Les fibroblastes constituent le type cellulaire majoritaire du ligament. Ils assurent le remodelage constant de la composante collagénique, et ils sont capables à la fois de synthétiser, de phagocyter et de dégrader [8].
- Les cellules des restes épithéliaux de Malassez, résultent de la fragmentation de la gaine de Hertwig au cours de l'édification radiculaire, c'est une population spécifique au ligament parodontal situées à proximité de la surface cémentaire, longtemps considérées comme vestigiales et inactives, ces cellules expriment un grand nombre de facteurs solubles [8].
- Monocytes et macrophages sont des résidents physiologiques du ligament. Ils sont situés au voisinage immédiat des vaisseaux et des nerfs à proximité de la surface osseuse. Certains

deviennent des précurseurs des ostéoclastes physiologiquement actifs sur la paroi de l'alvéole. On y trouve également des cémentoblastes, des ostéoblastes et des ostéoclastes.

**3.1.2.1.3. D'un réseau vasculaire et nerveux important** [8].

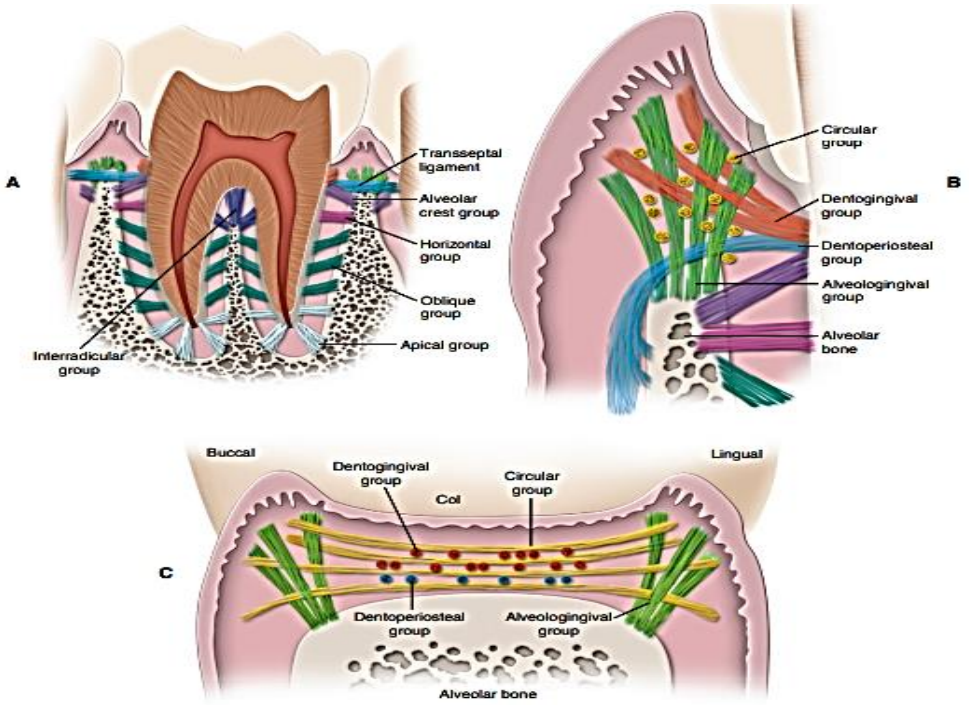



**Figure 03** : La disposition des principaux groupes de fibres dans le parodonte. A, principaux groupes de fibres. B, Groupes de fibres de la gencive ligament. C, Fibres ligamentaires gingivales comme vu interproximal liées au col gingival[24].

**3.1.2.1.4. La fonction du ligament alvéolo-dentaire :**

Cette structure unit la dent à la paroi alvéolaire, et au-delà aux os maxillaires, l'intégrant à l'appareil stomatognathique. Sa largeur, est de l'ordre de 0,3 mm en moyenne, varie en fonction : Du niveau radiculaire : plus étroit à mi-hauteur radiculaire ; De l'âge du sujet : son épaisseur diminue avec le vieillissement. Et de l'état fonctionnel de la dent : il est élargi en cas d'hyperfonction et se réduit en cas d'hypofonction. En fait, sa largeur n'est pas homogène sur toute la hauteur de la racine et il existe des zones relativement réduites et c'est cette adaptation ligamentaire qui joue un rôle majeur dans le déplacement dentaire provoqué. Il assure également différentes fonctions à savoir :

- Ancrage de la dent aux structures environnantes
- Adaptation aux charges mécaniques appliquées à la dent
- Rôle trophique et de défense
- Transmission d'influx sensoriels permettant la coordination des muscles masticateurs et le positionnement des maxillaires pendant la mastication
- Réservoir cellulaire assurant l'homéostasie et la réparation, voire la régénération de l'ensemble de l'appareil d'ancrage (cément, os alvéolaire et à lui-même) [8].

Le desmodonte joue donc un rôle majeur dans le déplacement dentaire. Sa position anatomique centrale entre le tissu osseux et le tissu cémentaire et son taux de compressibilité supérieur aux autres composants de l'entité fonctionnelle odontologique permettent de le définir comme l'élément actif et régulateur du déplacement dentaire [77].

### 3.1.2.2. Le cément [24, 78] :

C'est un tissu conjonctif minéralisé, avasculaire et non innervé. Il tapisse la racine de la dent, il est de faible épaisseur sauf au niveau du tiers apical de la racine *(cf.02).* On distingue deux types de céments :

**3.1.2.2.1. Le cément acellulaire** : mince et situé près de la jonction dentino-énamélaire. C'est le site d'insertion des fibres de Sharpey du ligament alvéolo-dentaire. On y trouve des cémentoblastes appartenant au ligament et permettant la cémentogenèse. La cémentogenèse est continue mais très lente.

**3.1.2.2.2. Le cément cellulaire** : plus épais et situé dans les deux tiers profonds de la racine. Contient des cémentocytes.

### 3.1.2.3. L'os alvéolaire :

C'est le troisième composant de l'entité fonctionnelle odontologique de Nefussi *(cf.02).* Il entoure les racines dentaires et forme ainsi autant d'alvéoles qu'il y a de dents sur l'arcade. Il naît et disparaît avec les dents. Il présente des caractéristiques identiques à celles de l'os basal. En effet, le corps du maxillaire et de la mandibule est constitué par l'os basal qui se prolonge par l'os *alvéolaire (cf.4)* mais aucune démarcation ne permet de les distinguer [79].

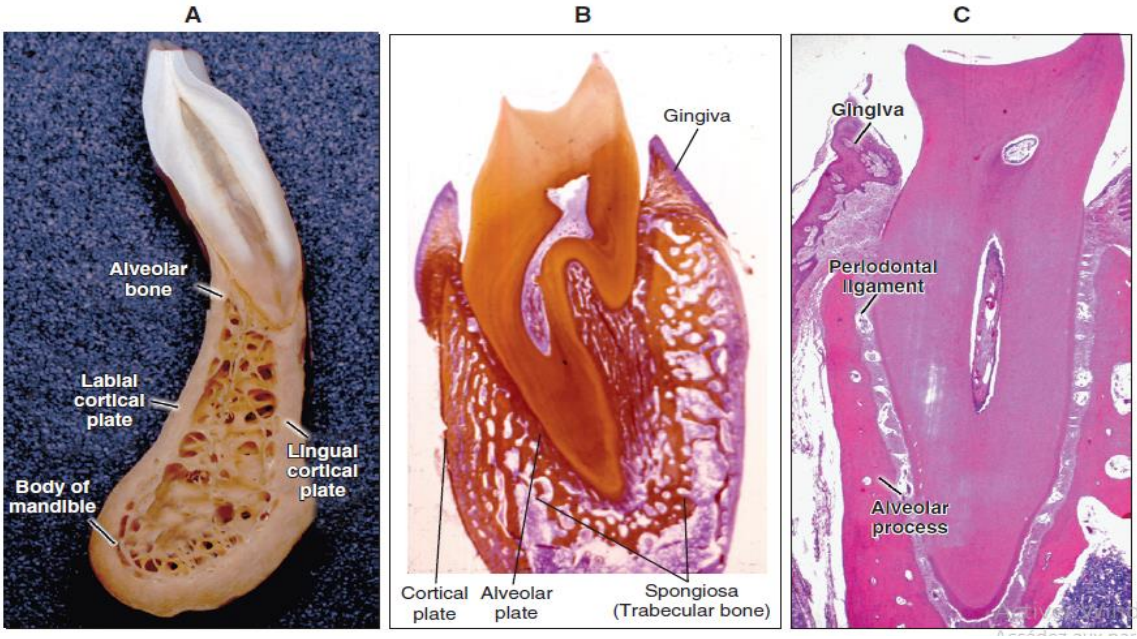



**Figure 04 :** Os alvéolaire au tour d'une racine dentaire (coupe longitudinale). A, l'os trabéculaire se trouve entre la plaque corticale linguale et l'os alvéolaire dans la région du tiers apical de la racine et dans le corps de la mandibule. B et C, coupes histologiques illustrant (B) un processus alvéolaire épais avec une abondante spongiosa (trabéculaire os) entre les plaques corticales et l'os alvéolaire ; (C) un processus alvéolaire mince dépourvu d'os trabéculaire et où les plaques corticales et l'os alvéolaire sont fusionnés. (A, avec l'aimable autorisation de P. Tambasco de Oliveira.)[24, 36].

**3.1.2.3.1. L'os compact** *(cf.05)* : C'est l'os des corticales ; dense et très rigide, il se situe à la surface du tissu osseux. Ce tissu est formé par la juxtaposition d'ostéons, lesquels sont eux-mêmes organisés en lamelles concentriques autour d'un canal central : *c'est le système haversien.* Ces canaux, appelés canaux de Havers *(cf.05-c),* véhiculent capillaires et nerfs, et sont reliés entre eux par les canaux de Volkmann.

On distingue deux corticales au niveau de l'os alvéolaire : l'une interne, en regard de la racine dentaire (*corticale alvéolaire interne ou lamina dura*), l'autre externe, en superficie du corps de la mandibule ou du maxillaire (*corticale périphérique externe*) *(cf.04)*. Elles délimitent à elles deux l'espace où est contenu l'os spongieux. La corticale alvéolaire interne permet la vascularisation et l'innervation de la dent et de son parodonte ; elle est donc criblée de pertuis permettant le passage de nombreux éléments vasculo-nerveux. Des fibres extrinsèques du ligament alvéolo-dentaire viennent s'y ancrer profondément, lui donnant ainsi une structure fibreuse. En revanche, la corticale périphérique externe est plutôt continue. Dans les deux cas, elles sont recouvertes de périoste [79].

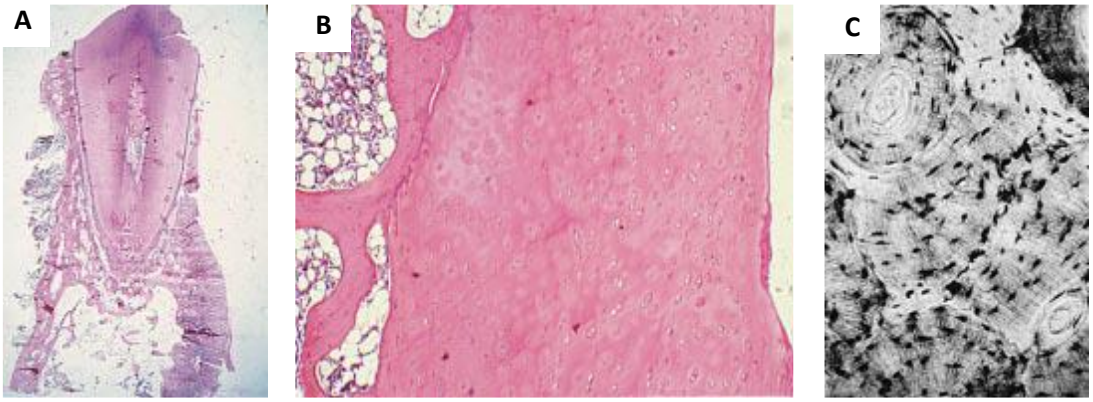



**Figure 05** : Os alvéolaire **a** : Section longitudinale autour d'une racine dentaire montrant un os spongieux clair et un os haversien compact de chaque côté ; **b** :Zone spongieuse à gauche, zone compacte à droite ; **c** :Structure haversienne [20].

**3.1.2.3.2. L'os spongieux** : Aussi appelé os trabéculaire, est un réseau tridimensionnel de travées osseuses. Il est constitué à 70% de tissu mou, dont essentiellement de la moelle osseuse [79]. Les deux types d'os présentent une différence fonctionnelle et structurelle. La différence structurelle repose sur la différence de densité osseuse : 80 à 90 % de l'os cortical est occupé par du tissu osseux contre 20 à 25 % au niveau du tissu spongieux. L'organisation fonctionnelle regroupe : les enveloppes osseuses et les cellules osseuses (ostéoclastes, ostéoblastes et ostéocytes). L'os alvéolaire est donc un tissu spongieux recouvert d'une mince corticale d'os compact qui se prolonge avec celle des os *(cf.04, 05)* [80].

### 3.1.2.4. La composition de l'os alvéolaire :

Il est constitué de zones minéralisées et non minéralisées contenant les cellules osseuses, des éléments vasculaires et nerveux et une matrice extracellulaire. La matrice extracellulaire est composée de : minéral, collagène, eau, protéines non collagéniques et lipides dont les proportions varient en fonction du site anatomique et de l'âge du tissu.

- La phase minérale du tissu osseux est formée de cristaux d'hydroxyapatite de calcium.
- La phase organique est composée en majorité de collagène de type I qui forme un réseau de fibres.

- La matrice protéique de l'os contient 10 à 15 % de protéines non collagéniques qui dérivent du sérum ou sont produites par les cellules osseuses [8].

Par ailleurs, la structure de la paroi de l'alvéole (ou os alvéolaire proprement dit) est originale du fait de l'ancrage ligamentaire. Cet os présente une double orientation fibrillaire :

- Une trame extrinsèque constituée par les fibres de Sharpey
- Une trame intrinsèque de la matrice déposée par les ostéoblastes alvéolaires. Ce type d'os qui existe au niveau des insertions tendineuses est appelé os fasciculé [8].

Les cellules osseuses sont impliquées dans le métabolisme et la physiologie osseuse, et l'on retrouve trois principaux types de cellules, toutes issues de la moelle osseuse, ce sont : les ostéoblastes, les ostéocytes et les ostéoclastes. Une quatrième famille est toutefois retrouvée, les cellules bordantes. Ces cellules de l'os alvéolaire sont semblables à celles retrouvées dans l'os en général [79].

- **Les ostéoblastes** : Ces cellules sont responsables de la synthèse de la matrice osseuse qui les entoure ; elles produisent aussi les protéines de cette matrice. Ce tissu est appelé tissu ostéoïde et ce n'est qu'après calcification qu'on parlera de tissu osseux. Les ostéoblastes sont actifs pendant la phase d'édification des structures osseuses mais également pendant les périodes de remaniement osseux [79].
- **Les ostéocytes** : Les ostéocytes correspondent à des ostéoblastes qui se sont trouvés coincés au sein de la matrice osseuse qu'ils ont eux-mêmes formée. Il s'agit des cellules les plus abondantes du tissu osseux. Via leur système de prolongements dendritiques qui les relient les unes aux autres, elles peuvent communiquer entres elles dans ce réseau canaliculaire [79].

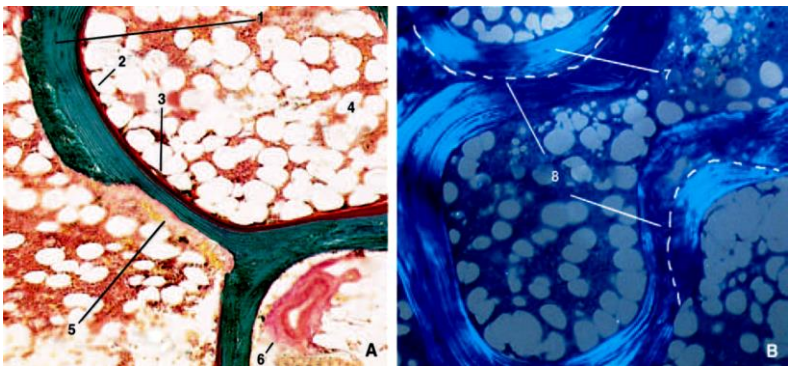



**Figure 06 :** Coupes histologiques de tissu osseux trabéculaire d'os humain. **A.** Coloration trichrome de Goldner × 250. Deux ostéons en cours de remodelage se font face sur une travée : ils ont été coupés au niveau de leur séquence de formation (en haut) et de résorption (en bas). 1. Os trabéculaire ; 2. Tissu ostéoïde ; 3. Site de formation ; 4. Moelle ; 5. Site de résorption ; 6. Vaisseau. **B.** Lumière polarisée, coloration au bleu d'aniline × 250. À la fin d'une séquence de remodelage, un Ostéon en forme de croissant est formé. Noter l'aspect lamellaire du collagène. 7. Ostéon ; 8. lignes cémentantes [17].

- **Les ostéoclastes** : Ce sont des cellules géantes multi-nuclées, qui seraient issus de cellules de la lignée hématopoïétiques, c'est-à-dire d'un monocyte se transformant en macrophage. Elles sont retrouvées dans des dépressions creusées à la surface de l'os, appelés lacunes de Howship. Les ostéoclastes sont responsables de la résorption osseuse par dissolution du minéral et dégradation de la matrice organique. Une fois la résorption complète, ils disparaissent, probablement par dégénération [79].

- **Les cellules bordantes** : Ces cellules, peu actives, recouvrent la surface osseuse *(cf.06)* formant ainsi une barrière séparant l'os et les autres composants de l'organisme. Elles dérivent des ostéoblastes et participent de manière réduite à la synthèse de la matrice osseuse [(79)].

### 3.1.2.5. La fonction de l'os alvéolaire :

C'est un os d'ancrage et de soutien qui présente des particularités fonctionnelles qui le distinguent du reste des os du squelette. La première est liée à la migration des dents, fonction qui dépasse le seul mouvement des dents, qu'il soit spontané ou provoqué, et qui s'intègre à l'adaptation globale de l'appareil stomatognathique au cours de la vie. C'est un os en remaniement permanent, induit par les mouvements de la dent [(8)].

### 3.1.3. Classification de biotype (phénotype) parodontal :

Le biotype parodontal, ou phénotype parodontal autrement dit ; correspond à la morphologie gingivale et osseuse du parodonte. C'est un facteur déterminant qui s'évalue grâce à l'observation clinique et au sondage, afin de guider cliniquement le praticien dans le diagnostic et l'élaboration des objectifs thérapeutiques. De nombreuses classifications ont été proposées pour caractériser ce biotype, les plus couramment utilisées sont celles de :

- Maynard et Wilson (1980) [(21)].
- Seibert et Lindhe (1989) [(76)].
- Korbendau et Guyomard, (1992) [(23)].

**3.1.3.1. Classification de Maynard et Wilson** : Elaborée en 1980, cette classification est basée sur l'évaluation quantitative des tissus osseux et gingivaux *(cf.07)* :

Type 1 : dimension idéale de tissu kératinisé et épaisseur idéale du procès alvéolaire.
Type 2 : dimension réduite de tissu kératinisé et épaisseur idéale du procès alvéolaire.
Type 3 : dimension idéale de tissu kératinisé et épaisseur réduite du procès alvéolaire.
Type 4 : dimension réduite de tissu kératinisé et épaisseur réduite du procès alvéolaire.

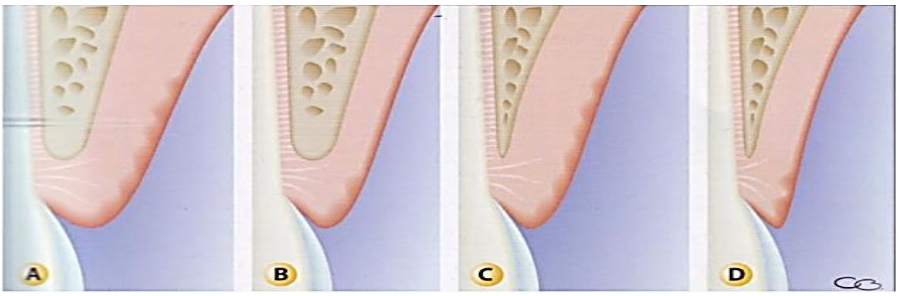



**Figure 07** : Classification de MAYNARD et WILSON : A-TYPE 1, B -TYPE 2, C-TYPE 3, D-TYPE 4 [(21)].

Un tissu kératinisé idéal est épais à la palpation et possède une hauteur minimale de 3 mm.

**3.1.3.2. Classification de Siebert et Lindhe, 1989[(76)]** : Contrairement à la classification de ***MAYNARD*** et ***WILSON***, celle de ***SIEBERT*** et ***LINDHE*** prend en compte l'épaisseur de l'os sous-jacent, malheureusement cette donnée est difficilement évaluable cliniquement. Il existe deux types de parodontes selon cette classification[(76)].

**3.1.3.3. Classification de Korbendau et Guyomard, 1992** [23] : La classification de ***KORBENDAU*** et ***GUYOMARD*** *(cf.08)* est plus précise que celle de ***MAYNARD*** et *WILSON* puisqu'elle tient compte de l'épaisseur du tissu gingival ainsi que de la position verticale du bord marginal de la corticale.

Type A : le procès alvéolaire est épais, le bord marginal est proche de la jonction amélocémentaire (1 mm), le tissu gingival est épais et sa hauteur est supérieure à 2 mm.

Type B : le procès alvéolaire est mince, le bord marginal est proche de la jonction amélocémentaire (1 mm), le tissu gingival est assez mince et sa hauteur est supérieure à 2 mm.

Type C : le procès alvéolaire est mince, le bord marginal est à distance de la jonction amélocémentaire (déhiscence supérieure à 2 mm), le tissu gingival est mince et tendu et sa hauteur est supérieure à 2 mm.

Type D : le procès alvéolaire est mince, le bord marginal est à distance de la jonction amélocémentaire (déhiscence supérieure à 2 mm), le tissu gingival est mince et très réduit, sa hauteur est inférieure à 1 mm [23].

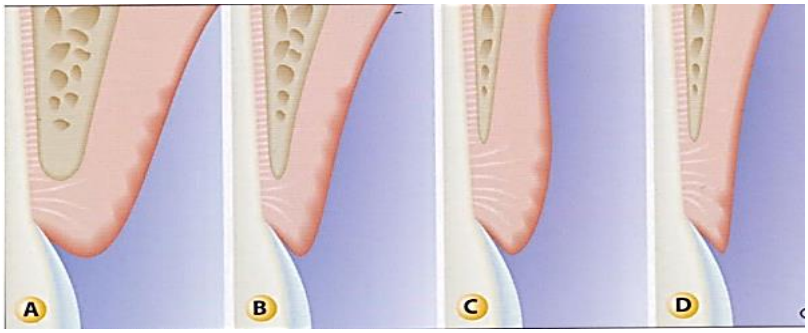



**Figure 08** : Classification de Korbendau et Guyomard : A. Type A. B. Type B C. Type C. D. Type D[23]

En résumé, voici sous forme de tableau les parodontes à risque selon les différentes classifications *(Tableau I) :*

**Tableau I** : Parodontes à risque selon les différentes classifications [23]

| Type | Caractéristiques |
|---|---|
| Classe IV (Mynard et Wilson, 1980) | Hauteur de gencive kératinisée réduite associée à un parodonte fin. |
| Biotype fin et festonné (Siebert et Lindhe, 1989) | Parodonte fin et festonné. |
| Type D (Korbendau et Guyomard, 1992) | Le procès alvéolaire est mince, le bord marginal est à distance de la jonction amélo-cémentaire (déhiscence supérieure à 2 mm), le tissu gingival est mince et très réduit, sa hauteur est inférieure à 1 mm. |

# 3.2. CONCEPTS BIOLOGIQUES DU DEPLACEMENT DENTAIRE

## 3.2. Concepts biologiques du déplacement dentaire

### 3.2.1. Remaniement tissulaire physiologique :

Au cours de la vie, le mouvement dentaire se produit de manière naturelle : la fonction masticatoire et les pressions musculaires provoquent une mésialisation lente de l'ensemble de la denture. Ce déplacement est associé à un remaniement osseux, et la compréhension des phénomènes histophysiologiques associés à ce remaniement permet de réaliser des déplacements dentaires provoqués au plus proche de la physiologie *(cf.09)*.

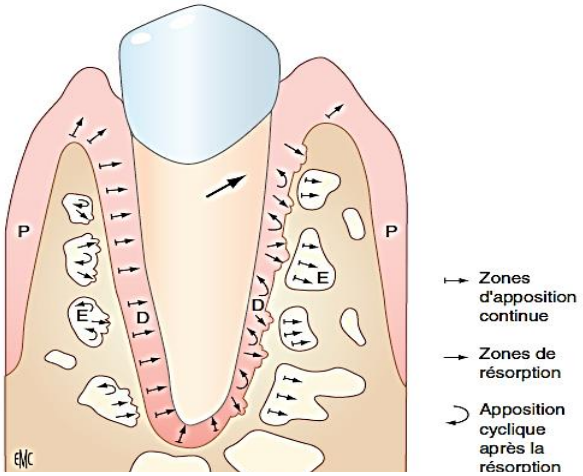



**Figure 09** : Schéma du remaniement osseux au cours de la migration physiologique des dents (d'après BARON [30]). On observe un déplacement de l'os en même temps que de la dent, les travées osseuses tendant à maintenir constante leur épaisseur. La grosse flèche indique le sens de la migration. P : périoste ; E : endoste ; D : desmodonte [17, 27].

#### 3.2.1.1. La cinétique du déplacement dentaire : ***BARON*** [15] a proposé une modélisation du déplacement dentaire qu'il divise en trois phases *(cf.09-12)* [2] ces phases sont aussi désignées sous le nom de « *phases macroscopiques* ».

**3.2.1.1.1. La phase initiale** (24 h–2 j) : elle correspond à un mouvement rapide, immédiat et de faible amplitude de la dent au sein de son alvéole *(cf.09-12)* ;

- ✓ **Théorie de la « pression-tension » *:*** Les études histologiques du parodonte conduites par ***OPPENHEIM*** [85] en 1911 ont abouti à la proposition de la théorie « pression-tension ». Le « côté pression » présente un ligament alvéolo-dentaire désorganisé, une diminution de la synthèse des fibres de collagène et de la multiplication cellulaire à cause de l'ischémie engendrée par les contraintes. Du « côté tension », l'espace desmodontal s'élargit, la prolifération cellulaire est stimulée par l'étirement des fibres desmodontales *(cf.10)*. L'auteur a également montré une corrélation entre la réponse cellulaire et la force appliquée. ***SCHWARTZ*** en 1972 [81] a proposé de ne pas excéder une pression de 20 à 25 g/cm$^2$ de surface de racine afin de ne pas excéder la pression artérielle, ce qui pourrait entraîner une nécrose parodontale (***KRISHNAN*** et coll. en 2006) [82] ; ***LE GALL*** et coll. En 2010 [2]. Leurs travaux concluent que l'application d'une force trop élevée provoque une pression importante entre l'os et la dent, entrainant l'apparition de zones hyalines. En

1959, ***REITAN*** [83] vient nuancer cette conclusion en montrant que l'application d'une force aussi faible soit-elle engendre dans tous les cas un certain degré de hyalinisation.

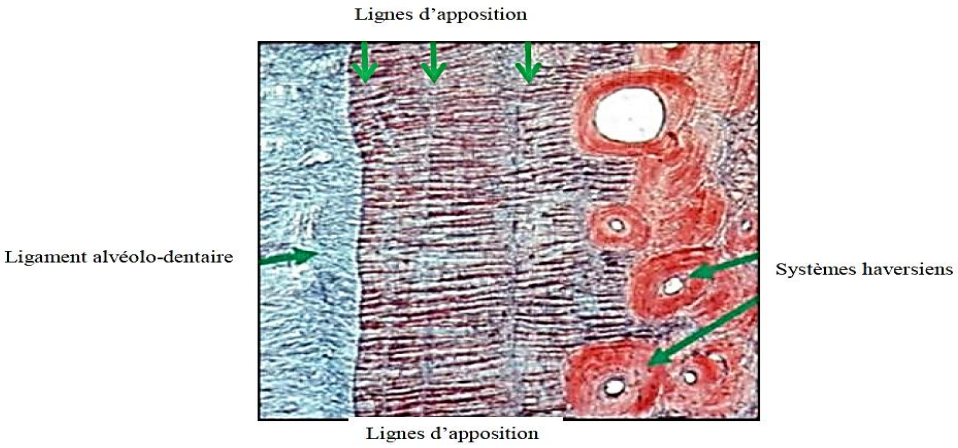



**Figure 10** : Coupe histologique longitudinale d'une dent in situ illustrant une face en apposition au niveau de la paroi ligamentaire de l'alvéole (coloration H&E, grossissement original × 200), (Pr. Clergeau-Guérithault) [1].

- ✓ **Théorie du « fléchissement de l'os alvéolaire »** :cette théorie était proposé par ***FARRAR*** en 1888, elle explique que lors de l'application d'une force orthodontique à une dent, celle-ci est également transmise aux tissus environnants (***KRISHNAN*** et coll., 2006) [82]. Ainsi la force entraîne une déformation de l'os, de la dent et des structures du desmodonte. La déformation osseuse entraîne alors un remodelage de l'os au sein de la lamina dura, des alvéoles dentaires et à la surface des trabéculations de l'os alvéolaire (***KRISHNAN*** et coll., 2006) [82]. Les ostéocytes agissent en véritables mécanorécepteurs au sein de l'os car ils détectent toute déformation mécanique. Ainsi, la courbure de l'os induite par l'application d'une force orthodontique active les ostéocytes, ce qui peut expliquer la résorption osseuse impliquée dans les déplacements dentaires ( ***MEIKLE***, 2006) [84].

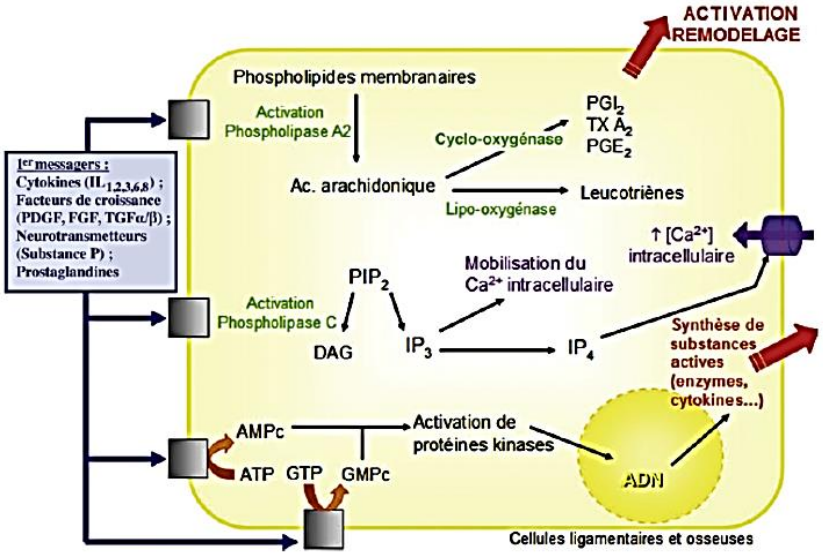



**Figure11 :** Principales voies de signalisation intracellulaire consécutive à` l'application d'une force orthodontique [2].

**3.2.1.1.2. La période de latence (20–30 j)** : elle se caractérise par un déplacement dentaire faible ou nul. Cette phase correspond à` un phénomène de hyalinisation du ligament alvéolo-dentaire dans les zones de compression. Aucun mouvement ne se produit jusqu'a` la disparition complète du tissu nécrotique par résorption directe (latérale ou frontale) ou indirecte ;

- ✓ **Formation de la zone hyaline** : L'application d'une force sur la dent entraîne un rétrécissement de l'espace desmodontal du côté en pression. Ce rétrécissement conduit à la compression du ligament alvéolo-dentaire et à un écrasement vasculaire. On assiste ensuite à la compression de faisceaux de collagène qui vont alors chasser les cellules et la substance fondamentale en dehors de l'espace desmodontal. La zone en pression devient alors uniquement constituée de fibres de collagène tassées, présentant un aspect vitrifié au microscope. Cette zone correspond à la zone hyaline. L'existence de la zone hyaline entraine une perte de temps dans le mouvement dentaire car le déplacement ne peut reprendre que lorsque l'os face à la zone hyaline est totalement résorbé ( ***BARON***, 1975) [(15)].
- ✓ **Notion de force optimale** : La présence d'une zone hyaline résulte d'une dégénérescence des tissus non vascularisés car la pression est trop forte et la vascularisation est rendue impossible. Ce phénomène de hyalinisation a conduit de nombreux auteurs à se poser la question de l'intensité de la force à utiliser. Une force optimale, qui permettrait d'obtenir une grande vitesse de déplacement dentaire sans dommage tissulaire, semblerait être celle précédant le seuil à partir duquel commenceraient les phénomènes de hyalinisation. ***PROFFIT*** en 1992[(85)] définit la force optimale comme étant celle suffisante pour stimuler l'activité cellulaire sans oblitérer les vaisseaux sanguins du ligament. Il a établi une liste des forces à appliquer *(ct.III.)* en fonction du mouvement désiré qui met en évidence la notion de force légère puisque selon lui, aucune force exercée ne doit dépasser 150g (***PROFFIT,*** 1992)[(85)].

**3.2.1.1.3. La période de post-latence** : la dent termine son déplacement jusqu'à l'activation suivante. Au cours de cette phase *(cf.12)*, le taux de déplacement augmente graduellement ou subitement [(2)]. L'application d'une force sur la dent conduit au remodelage de l'os qui l'entoure afin de rétablir l'épaisseur desmodontale. Pour que le remaniement osseux s'effectue, le stress mécanique doit être transformé en réponse cellulaire. On assiste à la perception du signal mécanique par les cellules,

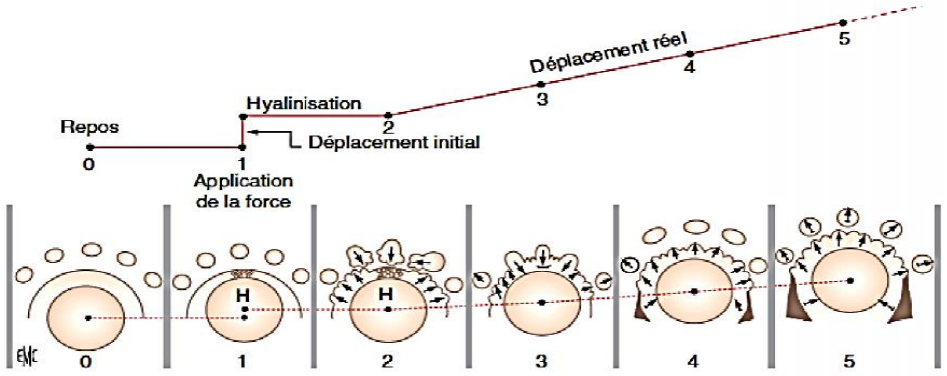



**Figure 12** : Correspondance entre la courbe de déplacement et les différents stades morphologiques de la réaction osseuse ( Baron, 1975) [(15)].

puis à la transduction de ce signal mécanique en signal biochimique et enfin à la transmission du signal biochimique aux cellules effectrices (Wise et coll. 2008) [26] . *(Cf.16-17).*

**3.2.1.2. Le Cycle de remodelage ARIF** : (**Transformation de la force en réponse cellulaire**) : Ces remaniements ont lieu dans des foyers bien localisés appelés les « *basics multi-cellular unit » (BMU).* La résorption ostéoclastique y précède l'apposition selon une séquence : Activation – Résorption –Inversion – Formation dite (ARIF) *(cf.13, 14)* : *(Les phases microscopiques).*

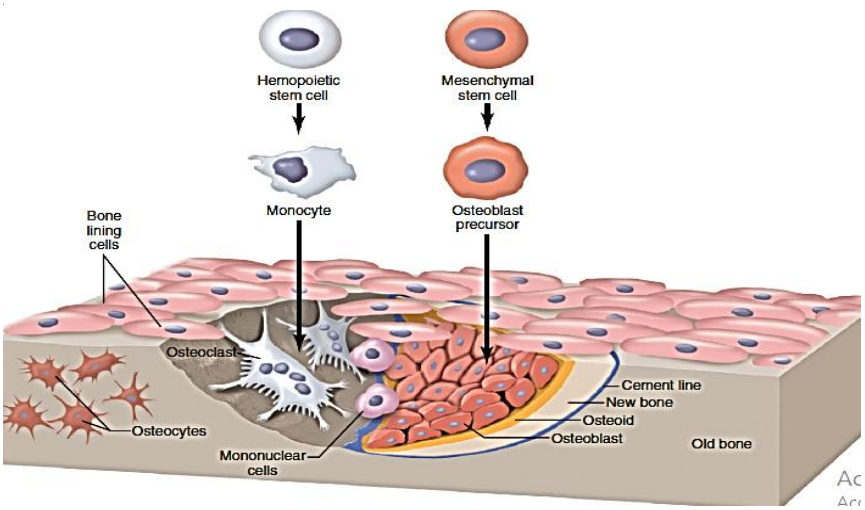



**Figure 13** : Représentation schématique du remodelage osseux à la surface de l'os trabéculaire (spongieux) vu en longitudinal séquence. Le processus se produit grâce à l'activité coopérative de diverses cellules qui forment un compartiment fonctionnel temporaire appelé unité multicellulaire de base ou unité de remodelage osseux. Le processus commence par l'activation de la formation d'ostéoclastes, suivie dans l'ordre de (1) une phase de résorption au cours de laquelle les ostéoclastes enlèvent le vieil os et créent la lacune de résorption, (2) inversion dans laquelle les cellules mononuclées (précurseurs de type macrophage ou ostéoblastes) déposent une ligne de ciment, (3) une phase de formation au cours de laquelle un nouvel os est déposé, et enfin (4) une phase de repos au cours de laquelle les ostéoblastes deviennent au repos et deviennent les cellules de la muqueuse osseuse aplaties. On pense que ces cellules persistent comme un auvent sur la lacune de résorption pendant le cycle de remodelage osseux. (Adapté de Raisz LG: J Clin Invest 115: 3318,2005.)[36]

**3.2.1.2.1. Séquence de remodelage :**

- **Activation A** : recrutement des préostéoclastes ; reconnaissance de la zone osseuse à résorber ; attachement des préostéoclastes à la surface ; fusion des préostéoclastes ostéoclastes multinucléés ;
- **Résorption R** : les ostéoclastes détruisent le tissu osseux ;
- **Inversion I** : mise en jeu des cellules mononuclées type macrophages, qui établissent la limite os nouveau/os ancien (ligne cémentante) ; recrutement de préostéoblastes qui se différencient en ostéoblastes ;
- **Formation F**: apposition de tissu ostéoïde le long de la ligne cémentante[27].

Cette séquence ARIF *(cf.14)* est suivie par une phase dite de Quiescence durant laquelle l'os nouveau est tapissé par des cellules bordantes [27].

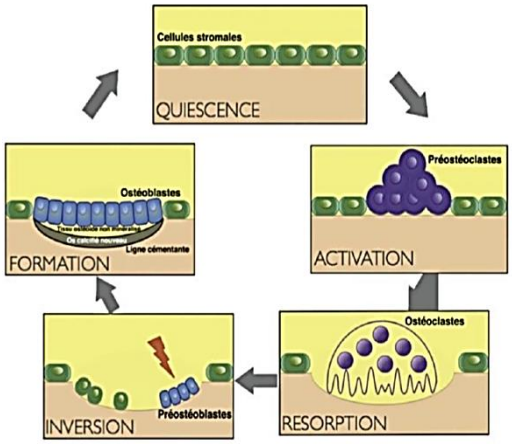



**Figure 14 :** Cycle ARIF, Baron 1975 [18].

**3.2.1.2.2. Particularités de l'os alvéolaire** :La différence de constitution entre l'os cortical et l'os trabéculaire entraîne des différences lors du remodelage [27] :

- **Os cortical** : BMU : diamètre 150 mm, longueur 400 mm ; Formation d'un cône de résorption par les ostéoclastes qui est comblé par les formations ostéoblastiques. A ; R : 15 jours ; I : 15 jours ; F : 90 jours ;
- **Os trabéculaire** : Creusement de lacune par les ostéoclastes (lacunes de ***HOWSHIP***), d'une profondeur de quelques dizaines de mm. A ; R : 1 semaine ; I : 15 jours ;F : 4 à 6 mois [27].

### 3.2.2. Remaniement tissulaire thérapeutique : (Le déplacement orthodontique) :

Une dent soumise à une force mécanique réagit biologiquement afin de diminuer les contraintes subies et de retrouver une situation d'équilibre physiologique. L'application de forces orthodontiques entraine un remodelage des tissus parodontaux et dentaires, notamment le ligament alvéolo-dentaire et l'os alvéolaire.

**3.2.2.1. Effets biologiques du déplacement dentaire provoqué** : Les réactions induites aboutissent cliniquement au déplacement dentaire. Le mouvement est intimement lié au ligament alvéolo-dentaire du fait que les phénomènes de flexion du rebord alvéolo-dentaire à eux seuls ne peuvent pas susciter un déplacement dentaire [27].

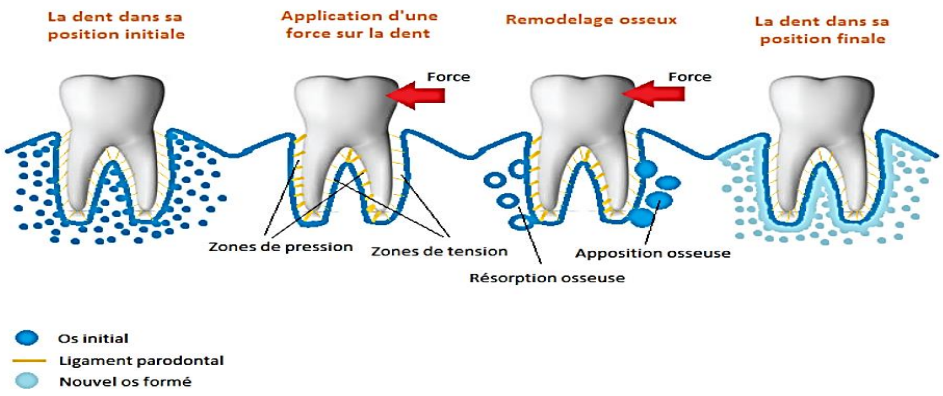



**Figure 15**: Le déplacement orthodontique provoqué, (Image adaptée de Gauthier et al) [11].

#### 3.2.2.1.1. Effets immédiats (hydropneumatiques) :

L'effet immédiat de l'application d'une force mécanique sur le système dentaire est le rétrécissement desmodontal. Celui-ci entraîne une compression du tissu conjonctif ligamentaire, une fuite des fluides des zones en pression et un écrasement vasculaire. Dès l'application de la force, un déplacement immédiat est apparent *(cf.15)* :

- ✓ **Dans un premier temps**, il correspond à un phénomène hydraulique. On assiste au niveau desmodontal à une compression des espaces vasculaires avec ischémie. Le ligament est progressivement comprimé le long de la lame criblée d'un côté (responsable de la sensation de douleur à l'activation) et il est étiré sur l'autre face de l'alvéole ;
- ✓ **Dans un deuxième temps**, on assiste à une déformation primaire de l'os alvéolaire. Lors de l'application de la force, la dent se déplace le plus tôt et sur une plus grande distance alors que l'os alvéolaire n'a pas encore commencé son remaniement ; c'est cette différence qui explique la compression desmodontale. Lorsque l'on arrête l'application de la force, la dent revient à sa position initiale en 1 à 1,5 minutes dans les conditions physiologiques. C'est grâce au déplacement initial que vont apparaître les effets biologique [27].

#### 3.2.2.1.2. Effets à court et moyen terme :

**3.2.2.12.1. Côté en tension** : Les effets du déplacement mécanique initial de la dent dans son alvéole se résument à un élargissement de l'espace desmodontal quantitativement égal au rétrécissement du côté opposé. De ce côté du desmodonte on observe *(cf.15)* :

- Un élargissement des espaces vasculaires ;
- Une orientation générale des structures dans le sens de la traction.

Elles sont très proches de celles observées du côté en pression, mais de sens opposé. Quant au résultat osseux à long terme, la différence essentielle consiste en une latence beaucoup plus faible des réactions cellulaires. Les cellules mésenchymateuses indifférenciées produites au cours de ces nombreuses mitoses vont se différencier et empruntent la voie ostéoblastique sans omettre une importante production de fibroblastes *(cf.16)* [27].

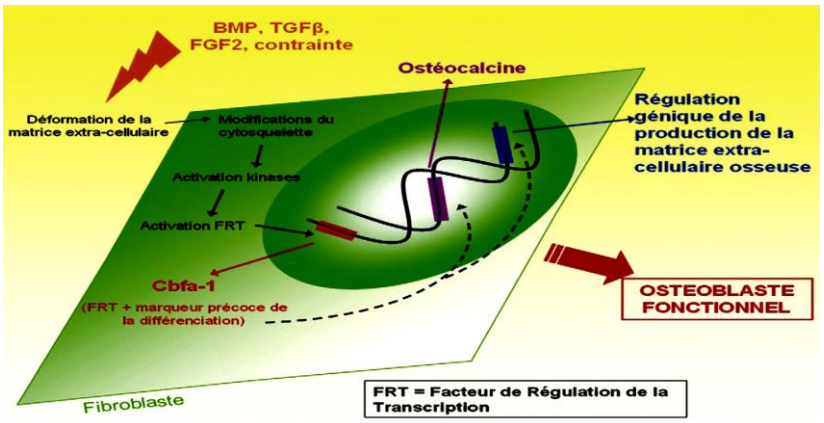



**Figure 16** : Mécanismes de différenciation ostéoblastique [2]

**3.2.2.1.2.2. Côté en pression** : Initiation du déplacement dentaire ; Au niveau de la réponse immunologique, la compression tissulaire provoque :

- Une atteinte des terminaisons nerveuses avec libération de neuropeptides entraînant une inflammation et l'arrivée de macrophages ;
- Une production de prostaglandine ;
- Une flexion de l'os alvéolaire ;
- Une modification de la pression de la circulation intra-osseuse (avec production de phénomènes piézoélectriques). C'est à l'inflammation et aux modifications bioélectriques que sont liés les phénomènes de résorption/apposition du remodelage osseux à l'origine du déplacement dentaire *(cf.15)*.

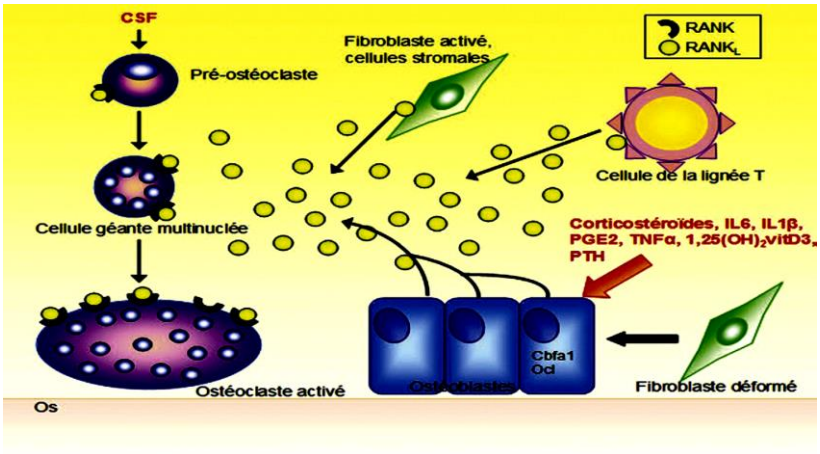



**Figure 17** : Mécanismes et molécules impliqués dans la différenciation ostéoclastique d'après Lacey [28].

Le déplacement immédiat de la dent peut durer 5 à 6 jours puis on assiste à la mise en place de réactions biologiques visant à recréer un état d'équilibre momentanément perturbé [27].

**A- Création de la zone hyaline**. Selon ***TEN CATE*** [86] « il s'agit d'un processus pathologique à partir duquel les tissus se reconstituent ». Au niveau des zones soumises à de fortes pressions apparaît une dégénérescence cellulaire due au manque d'apport métabolique et à la compression des fibres de collagène. Cette zone est alors constituée uniquement de fibres de collagène tassées et a au microscope optique un aspect vitrifié *(cf.18)*. ***REITAN*** [87, 88] a montré que même lorsque des forces légères (50 à 100 g) sont utilisées, il ne semble pas possible d'éviter une phase d'hyalinisation. Elle débute 36 heures après l'application de la force et dure en moyenne de 12 à 15 jours pendant lesquels aucun mouvement n'est perceptible. La zone hyaline est éliminée si l'on n'effectue qu'une réactivation douce [27].

**B- Élimination de la zone hyaline**. Les tissus réagissent à cette nouvelle situation en tentant de recréer un équilibre ; l'os est résorbé, de manière à restaurer un espace desmodontal voisin de la normale et la zone hyaline est éliminée et réoccupée par des cellules et des vaisseaux. Le rétablissement de cette zone va entraîner une perte de temps dans le mouvement de la dent. En effet, après le déplacement initial, celui-ci ne pourra reprendre que lorsque l'os face à la zone hyaline sera totalement détruit [27].

- **Résorption osseuse directe**. L'élimination de la zone hyaline se fait à partir des zones latérales ligamentaires. Deux phases se succèdent dans le temps :
    - La résorption latérale directe, dans laquelle les ostéoclastes autour de la zone hyaline résorbent la lame criblée ;
    - La résorption frontale directe, qui se produit après destruction de la zone hyaline *(cf.17)*.

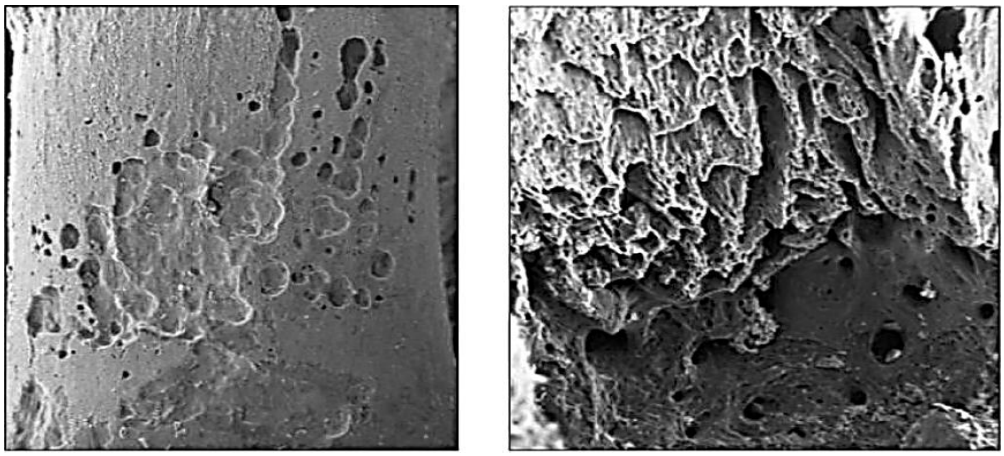


**Figure 18** : Comparaison des zones en pression (à gauche) et en tension (à droite) en réaction à une force de 0.4 N de pendant 5 jours. A gauche, la résorption du mur alvéolaire se fait sous forme de lacunes. A droite, ostéogénèse sous forme de spicules s'étendant à partir du mur alvéolaire [26].

- **Résorption osseuse indirecte**. Elle consiste en une importante activité de résorption osseuse en regard de la zone hyaline. Dans la mesure où la compression de la zone hyaline empêche la formation des ostéoclastes à son niveau, l'activité ostéoclastique est reportée à distance du desmodonte dans les espaces médullaires, riches en cellules [27]. Les ostéoclastes résorbent le mur alvéolaire, puis la lame criblée, par voie centripète. À ce stade, le ligament est considérablement élargi et le déplacement dentaire peut reprendre. D'après ***FONTENELLE*** [89], le déplacement physiologique de « l'unité dento-parodontale » est rendu possible par la mise en place de ce phénomène de résorption directe. Après la période de hyalinisation et restauration de l'espace desmodontal, le mécanisme cellulaire s'inverse en présence d'une force constante. Tout se passe comme si la dent migrait avec l'ensemble de ses tissus de soutien [27].

### 3.2.3. Les facteurs influençants le déplacement dentaire :

Comme nous l'avons décrit précédemment, le déplacement dentaire repose sur un ensemble de phénomènes mettant en jeu de multiples populations cellulaires (ostéoblastes, ostéoclastes, macrophages) et un grand nombre de médiateur cellulaire (cytokines, prostaglandines. . .) [2].

#### 3.2.3.1. Les facteurs généraux :

**3.2.3.1.2. L'âge du patient** : Chez l'adulte, la phase d'hyalinisation est longue : le turn-over cellulaire et fibrillaire est lent, il en résulte un retard du déplacement et des risques importants de destruction osseuse (fenestration et déhiscence). De ce fait il est préférable d'adopter un système mécanique évitant les hyalinisations répétées, il semble donc préférable d'appliquer chez l'adulte des forces légères et continues. La prolifération cellulaire apparaît après 8 à

10 jours alors qu'on l'observe déjà au bout de 2 à 3 jours chez l'enfant [77] Pour ***MELSEN*** cité par ***MASSIF*** et ***FRAPIER*** (2007) [77], avec l'âge, la tendance générale est à la réduction de l'épaisseur moyenne de la corticale et du volume d'os trabéculaire. Cela implique qu'une moindre quantité d'os doit être résorbée pour qu'un certain déplacement dentaire se produise. La résorption alvéolaire est alors plus importante et crée des mobilités dentaires [77].

#### 3.2.3.2. Les facteurs nutritionnels et endocriniens :

On peut penser qu'une carence en une substance intervenant lors du déplacement dentaire peut altérer celui-ci. Des expérimentations sur le chien ont montré qu'une diminution du taux de $Ca^{2+}$ dans le sang, qui active l'hormone parathyroïdienne, provoque une diminution de la densité osseuse et un mouvement dentaire plus rapide ***MIDGETT*** en 1981 cité par ***MOON*** en 2007 [90] *(Tableau II)*. Chez les rats qui ont subi une para thyroïdectomie, on observe qu'en 8 jours il y a un arrêt de la migration physiologique sans compression ligamentaire du coté en résorption. Par contre si on leur injecte de la parathormone, la migration physiologique redémarre et dans la même direction. Le remaniement de l'os alvéolaire parathormone-dépendant déterminerait le rythme de la migration, et un autre facteur local concomitant déterminerait la direction. ***DUFLOT VIGNERY*** en 1975 cité par ***BARON*** [30]. Une carence affecte les structures parodontales avec une baisse de la synthèse du collagène par les fibroblastes et les ostéoblastes et une augmentation de l'activité de résorption par les ostéoclastes. L'addition de forces orthodontiques accentue les effets d'une carence en vitamine C. L'action des hormones calciotropes sur les phénomènes de remodelage est décrite dans le

**Tableau II :** .Effets des facteurs systémiques et locaux sur le tissu osseux [17].↑ : augmente ; ↓ : diminue ; - : sans effet ; ↑↓ : effets multiples selon les doses et les systèmes de culture

| | | Résorption | | Formation | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Recrute-ment des ostéoclastes | Activité cellulaire | Recrute-ment des ostéoblastes | Activité cellulaire |
| Hormones | Parathormone | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |
| | $1,25(OH)_2D_3$ | ↑ | ↑ | - | ↓ |
| | Calcitonine | ↓ | ↓ | - | - |
| | Glucocorticoïdes | | - | ↓ | ↓ |
| | Hormones thyroïdiennes | ↑ | ↑ | - | - |
| | Insuline | - | - | ↑ | ↑ |
| | Hormone de croissance | - | - | ↑ | ↑ |
| | Œstrogènes | - | ↓ | ↑ | ↑ |
| Facteurs de croissance | EGF | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |
| | PDGF | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |
| | FGF | - | - | ↑ | - |
| | TGFβ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | IGF1 | - | - | ↑ | ↑ |
| Cytokines | IL1 | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |
| | -PGE2 | - | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ |
| | -TNF-α | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ |
| | -IFN-γ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| | -IL-6 | ↑ | - | - | - |

Tableau ci-dessous *(ct. II)*.

**3.2.3.2.2. Grossesse :** Selon ***COLLINS*** et ***SINCLAIR*** en 1988 [91], des expériences sur la souris montrent que le déplacement dentaire provoqué est plus important

chez les femelles en gestation, les modifications hormonales augmentent la quantité d'eau dans le ligament qui devient plus compressible [91].

**3.2.3.2.3. Ménopause et ostéoporose** : L'ostéoporose est un phénomène fréquent chez la femme ménopausée, qui se caractérise par une perte de masse osseuse et de densité osseuse, une réduction du turn-over avec une augmentation de l'activité résorptive. La ménopause s'accompagne fréquemment d'une diminution de la production d'estrogènes qui jouent un rôle important dans le déplacement dentaire. Ces hormones stimulent la production d'OPG (l'ostéoprotégérine) par les ostéoblastes ce qui stoppe la différenciation des ostéoclastes. ***HARUYAMA*** et al. [92] Ont démontré chez l'animal que le déplacement dentaire était plus important lorsque les taux sanguins étaient le plus bas.

**3.2.3.2.4. Prise de médicament** : Parmi les substances pharmaceutiques utilisées, on retrouve *les bisphosphonates*[93] (étidronate, alendronate, risedronate) qui bloquent la résorption osseuse. Ces médicaments agissent au niveau des ostéoclastes en diminuant l'expression de la cathepsine K et de la $H^+$ ATPase. Bien que la prise en per os constitue la voie d'administration ou` il existe le moins de risque d'inhibition ostéoclastique, il vaudra mieux éviter ou minimiser toute chirurgie ou extractions, limiter le mouvement dentaire et les pressions sur les tissus au cours du traitement, voire ne pas faire de traitement. En cas de traitement par bisphosphonates par voie intraveineuse (dans le cas d'affections sévères) tout traitement orthodontique sera proscrit [2].

**3.2.3.2.5. La nicotine** : La prise de nicotine augmente la libération de prostaglandines ainsi que la résorption osseuse. Ces facteurs vont augmenter la vitesse de déplacement dentaire [94].

### 3.2.3.3. Les facteurs locaux :

**3.2.3.3.2. Anatomiques :** Les pressions résultant d'une force orthodontique se répartissent sur les racines dont la longueur et le nombre varient selon la dent considérée. La position de la dent a également une importance, les dents maxillaires semblent se déplacer plus vite et plus loin que les dents

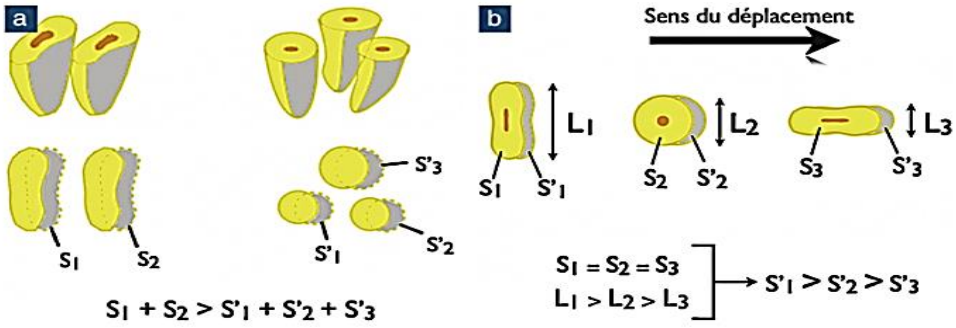



**Figure 19** : Caractéristiques radiculaires influençant la vitesse de déplacement. a : surface d'os a` résorber plus importante pour les molaires mandibulaires ; b : parallélisme entre le grand axe radiculaire et le sens du déplacement ( S : surface radiculaire, L : largeur radiculaire)[2, 3].

mandibulaires *(cf.19)*.

**3.2.3.3.3. Histologiques (la densité osseuse)** : Elle varie d'un sujet à` l'autre. Pour la même intensité de force, le déplacement dentaire sera moins important chez un patient hypodivergent ou carbocalcique présentant un os dense et plus compact que chez un hyperdivergent ou fluocalcique. Il existe également une variabilité intra-individuelle de la densité osseuse ; il sera plus facile de déplacer des dents maxillaires que mandibulaires car l'os maxillaire est spongieux, moins dense et peu corticalisé [2, 95].

**3.2.3.3.4. Les rapports occlusaux** : Ils semblent avoir un effet négligeable sur le déplacement dentaire. En revanche, une occlusion équilibrée semble impérative pour une restauration rapide des dommages tissulaires causés par le déplacement dentaire. Les rapports occlusaux harmonieux auraient un effet bénéfique sur la cicatrisation des lésions dentaires (diminution des résorptions dentinaires et des lésions nécrotiques) et diminueraient l'incidence des lésions nécrotiques au sein du ligament parodontal.

**3.2.3.3.5. Fonctionnels** : L'existence de prématurités et d'interférences occlusales va provoquer des forces qui vont se surajouter aux forces orthodontiques, elles pourront perturber voire empêcher le déplacement et parfois provoquer des pressions pathologiques en augmentant l'intensité de la force orthodontique utilisée.

### 3.2.3.4. Facteurs thérapeutiques :

**3.2.3.4.2. Rythme d'application de la force** : Pour certains auteurs [96], les forces continues intermittentes laisseraient des périodes de repos entre chaque rendez-vous permettant la prolifération cellulaire. Ce phénomène favoriserait les réactions tissulaires lors des activations suivantes [2]. Cependant, pour Stutzmann et Petrovic [96], ces périodes de repos doivent être inférieures au temps d'arrêt de l'activité ostéoclastique pour éviter toute nouvelle hyalinisation. Les forces intermittentes permettent quant à elles un déplacement dentaire moindre que les forces continue en raison d'une récidive du déplacement à chaque arrêt de la contrainte.

**3.2.3.4.3. Intensité de la force** : La plupart des stratégies thérapeutiques orthodontiques sont basées sur le fait qu'il existe une valeur optimale de force pour laquelle le déplacement dentaire obtenu sera le plus rapide. L'existence d'une telle force a des implications cliniques notamment sur le choix de la section et de la nature du fil ainsi que sur la forme des boucles ou sur la taille des auxiliaires a` utiliser [2, 96].

**3.2.3.4.4. Notion de stress :** Désormais, le paramètre mécanique prépondérant du déplacement dentaire n'est pas l'intensité de la force en elle-même mais plutôt l'amplitude du stress génère par le dispositif orthodontique dans le ligament parodontal. Le stress ou la contrainte se définit comme la force par unité de surface. Leur répartition dépend de différents facteurs tels que l'intensité de la force, la surface osseuse, la distribution de la force dépendant du type de mouvement réalisé. Les différentes études ont estimé que la valeur optimale du stress ne devait pas être supérieure à 2500 Pa (Pascal soit 20–25 g/cm2) et

ne dépasse pas 8000 Pa (80 g/cm2) afin de préserver au maximum la vitalité des tissus.

**3.2.3.4.5. Effets des substances prescrites en orthodontie** : La plupart des médicaments prescrits sont des molécules visant à diminuer les sensations douloureuses. La famille des médicaments la plus utilisée est celle des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS). Leur action analgésique, antipyrétique et anti-inflammatoire résulte de l'inhibition de la synthèse de prostaglandines [(2).] L'aspirine est un puissant inhibiteur de la cyclo-oxygénase responsable de la synthèse des PGE2 (prostaglandines E2). L'ibuprofène (200 mg toutes les quatre à six heures sans dépasser 1,2 g/j), l'acétaminophène (325 a` 650 mg toutes les quatre heures sans dépasser 4 g/j) ou l'indométacine présentent des effets similaires.

### 3.2.4. Effets iatrogènes de l'application d'une force orthodontique :

D'après une revue systématique de la littérature de 1980 à 2006 mené par ***BOLLEN*** et al [(97)] et cité par ***HOUCHMAND*** en 2009 [(1)], il a été montré que les traitements orthodontiques s'accompagnaient en moyenne :

- D'une récession gingivale de l'ordre de à 0,3mm.
- D'une diminution de hauteur d'os alvéolaire de 0,13mm.
- D'une augmentation de 0,23 mm de profondeur de poches parodontales existantes.

**3.2.4.1. Les résorptions radiculaires** : Ces atteintes même minimes posent la question de l'influence du déplacement dentaire orthodontique sur les tissus parodontaux. Elles peuvent être de deux types : [(1, 98)]

- Résorption marginale : qui se répare facilement par apposition de cément secondaire (*cf.20*).
- Résorption apicale : qui vont se stabiliser mais sans reconstitution du tissu dentaire, provoquant un raccourcissement de la racine *(cf.21).*

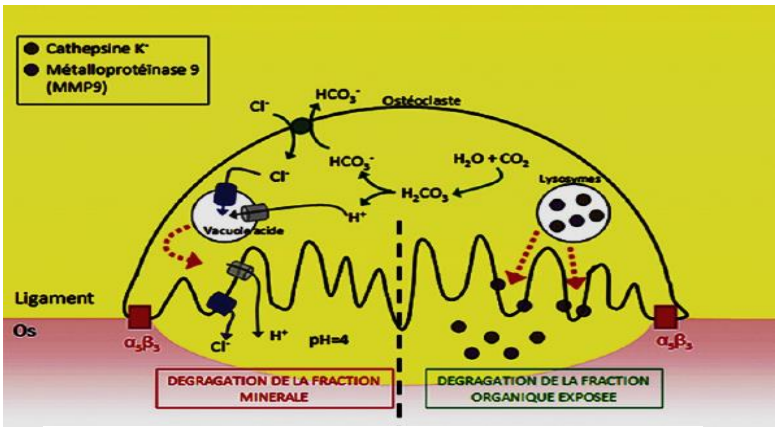



**Figure 20 :** Résorption odontoclastique [(2)].

Les résorptions peuvent être mises en évidence par la radiographie d'où l'importance d'un suivi radiologique du patient durant le traitement *(cf.21)* [(1, 98)]. Le bilan radiologique peut révéler :

- Un patient présentant des résorptions radiculaires en début de traitement verra ses lésions augmenter, surtout si les forces appliquées sont importantes.
- Un patient ne présentant pas de résorption radiculaire en début de traitement, mais qui si les forces sont importantes pourra en développer (d'où l'importance du suivi radiologique. *(Cf.21).*

Les résorptions radiculaires semblent plus fréquentes :
- Chez l'adulte que chez l'enfant
- Chez certains sujets prédisposés, ayant des antécédents familiaux de maladie parodontale
- Sur certaines dents avec une anatomie apicale à risque (apex tronqué ou atypique) [(1)].

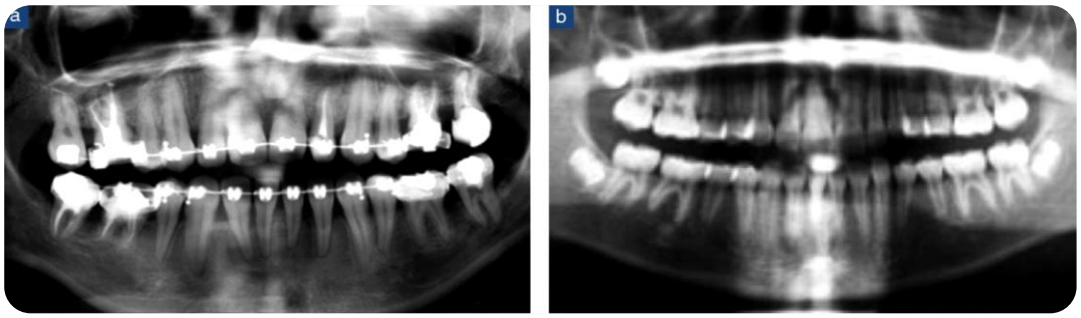



**Figure 21 :** Résorptions radiculaires. a : au cours d'un traitement orthodontique ; b : chez un sujet asthmatique [(2)].

**3.2.4.2. Les récessions gingivales** : Certains mouvements orthodontiques semblent être plus à risques d'apparition de récessions parodontales. La vestibulo-version d'une racine, la rotation peuvent entraîner une diminution de l'épaisseur et de la hauteur des tissus gingivaux et osseux, tandis qu'un mouvement corono-lingual pourrait entraîner l'effet inverse *(cf.23)* [(4).]

**3.2.4.3. L'ankylose :** L'ankylose est une fusion pathologique du cément ou de la dentine radiculaire à` l'os alvéolaire *(cf.22)*. Les données actuelles sur les phénomènes histologiques responsables de l'ankylose sont principalement issues des études animales. La nécrose du ligament consécutif a` un déplacement dentaire trop important (traumatique ou thérapeutique), rompt cette homéostasie par dessiccation et hyalinisation des éléments cellulaires. Les cellules ostéoprogénitrices issues de la moelle osseuse adjacente envahissent majoritairement le ligament lèsè par rapport aux cellules progénitrices ligamentaires issues des zones voisines.

Cette migration se fait sous l'action de médiateurs cellulaires locaux favorisant in situ la différenciation des cellules progénitrices en ostéoclastes et ostéoblastes. Certaines cellules progénitrices ligamentaires conservent leur vitalité mais perdent leur capacité à se différencier et donc a` maintenir l'équilibre tissulaire : l'ankylose se produit alors au cours de la régénération parodontale [2].

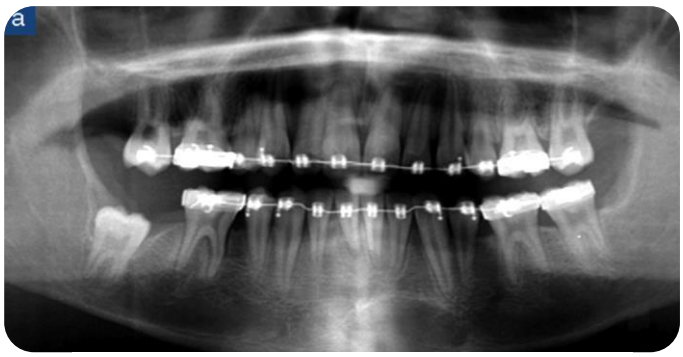



**Figure 22 :** Cas d'ankylose radiculaire [2].

**3.2.4.4.** **Les coudures radiculaires** [98] : Elles se produisent au cours du déplacement orthodontique, lorsqu'une dent est en cours de calcification. Il y a une flexion des tissus dentaires apicaux non calcifiés qui sont en cours de formation. Ces tissus se minéralisent ensuite en suivant cette coudure et la racine sera déformée à l'apex. Les coudures radiculaires touchent le plus souvent les 2èmes molaires inférieures puis sur les 1ères et 2èmes prémolaires. Tout traitement précoce impliquant un déplacement important des apex doit donc être précédé *d'un examen de la calcification radiculaire.*

**3.2.4.5.** **Les hypercémentoses** : Elles sont assez rares, elles se rencontrent sur des dents ayant subi des tractions très importantes ou alors des dents restées longtemps sans antagonistes. Elles peuvent conduire à l'ankylose de la dent. Elles touchent le plus souvent les premières molaires en infraclusion.

**3.2.4.6.** **Les effets sur la pulpe dentaire** : De nombreuses études histologiques décrivent une hyperhémie passive veineuse puis un œdème, des exsudations séreuses et des hémorragies de la pulpe réversible après cessation de la force. (***KNOCHE, MONTEIL*** 1978) cité par ***CANAL*** (1996) [98]. Lors des mouvements d'extrusion montre la présence de perturbations circulatoires avec des vaisseaux sanguins congestionnés et dilatés, dégénérescence ostéoblastique, vacuolisation et œdème des tissus pulpaires ainsi que des manifestations fibroblastiques.

**3.2.4.7.** **Les effets sur le parodonte**[99] : Certains auteurs ont mis en évidence l'apparition de lésion après traitement orthodontique, il s'agit de :

- Fenestrations : résultant de mouvements trop vestibulaires des racines ou d'une trop grande vitesse de déplacement.
- Fissures ou fentes gingivales : après fermeture d'espaces d'extraction, la vitesse de fermeture des espaces serait trop rapide par rapport au phénomène d'apposition et de résorption. Cependant ceci n'a pu être démontré histologiquement.
- Des pertes d'attache épithéliale et d'os marginal [99].




**Figure 23 :** Une recession parodontale sur la 31(**A**) L'examen clinique de ce patient montre une récession parodontale sur 31. (**B**) La radiographie 3D apporte des informations complémentaires précieuses : cette dent présente une déhiscence osseuse sévère et est positionnée en dehors du couloir osseux, ce qui souligne le risque pour ce site [4].

En dehors d'un défaut de contrôle de la plaque, la cause de ces lésions parodontales pourrait être d'origine :

- Inflammatoire : le déplacement dentaire et l'intensité de la force augmenterait ce phénomène.
- Traumatiques : les traumatismes occlusaux épisodiques et faibles occasionnés pendant le traitement orthodontique.
- Des facteurs de risques : antécédents de maladie parodontale, biotype parodontal fin, ventilation orale.

Comme le précise ***FONTENELLE*** (1982) [99], « l'orthodontiste ne déplace pas les dents comme un élément mobile traversant les tissus de soutien. Il déplace, il modèle, il remodèle l'ensemble du complexe dento-parodontal : la dent, le desmodonte, l'os de soutien et les tissus de recouvrement ».

# 4. LE TRAITEMENT D'UNE DDM MODEREE A SEVERE CHEZ L'ADULTE

# 4. Le traitement d'une DDM modérée à sévère chez l'adulte

Confrontée à des DDM de forte amplitude, la planification thérapeutique s'oriente vers de nouvelles possibilités thérapeutiques pour résoudre ces problèmes. Le choix de thérapeutique de compromis par orthodontie accompagnée d'une phase chirurgicale offre cette possibilité aux adultes et permet de répondre à leur demande et de garantir plus de stabilité en fin de traitement [87]. Ainsi, la maîtrise de l'orthodontie de l'adulte est devenue obligatoire pour l'orthodontiste depuis les deux dernières décennies [100].

## 4.1. Particularités de l'adulte :

Les traitements orthodontiques de l'adulte se sont considérablement développés ces dernières années. Les besoins légitimes d'amélioration esthétique des patients, ainsi que la prise de conscience par l'ensemble des spécialistes des possibilités de l'orthodontie dans leur réhabilitation générale ont permis cette importante évolution [22].

### 4.1.1. Particularités psychologiques :

L'approche psychologique du patient adulte a une importance primordiale dans la décision thérapeutique mais aussi dans le résultat du traitement [22]. Les objectifs thérapeutiques fixés par le praticien doivent être en adéquation avec la demande du patient. Le praticien doit s'assurer que l'information sur la thérapeutique a été assimilée par le patient pour éviter un impact négatif psychosocial des résultats en fin de traitement. En effet, comme le disait ***J.PHILIPPE*** cité par ***CHOUKROUN*** en 2004 [101], « Quand vous changez la face d'un homme, vous changez son avenir, sa personnalité, son comportement et parfois ses capacités. » [22].

### 4.1.2. Particularités diagnostiques :

Il est très important d'interroger le patient adulte sur ce qu'il attend du traitement, une consultation pour des raisons fonctionnelles cache souvent une motivation esthétique. La demande esthétique se situe à la fois au niveau du résultat et des dispositifs utilisés (attaches transparentes, attaches linguales), mais aussi sur la durée de traitement qui constitue un réel obstacle. Donc Il faut bien cerner la demande du patient ou, parfois, de son praticien généraliste car chez l'adulte, en fonction de l'âge, des compromis seront parfois à envisager (et nécessaires !). Il est nécessaire de rechercher plus spécifiquement les antécédents car ces patients ont souvent un « passé », dentaire ou médical qu'il est souhaitable de connaître. À ce propos, un questionnaire écrit à remplir par le patient est particulièrement indiqué. On recherchera tout ce qui peut influencer la santé dentaire et parodontale ainsi que celle des articulations temporo-mandibulaires ; problèmes hormonaux, psychologiques, psychiatriques, cardiopathies, maladies systémiques, grossesse…qui peuvent contre indiquer l'acte opératoire. Il faut être particulièrement méfiant envers les gestes pouvant aggraver l'état de santé du patient (bagues dentaires dans certaines cardiopathies par exemple). Il est recommandé de prendre en considération la profession, le mode de vie et le comportement social du patient qui pourront influencer sa motivation et sa coopération [22]. Tout doit être expliqué au patient dans les moindres détails.

L'examen exo-buccal est le même que chez l'enfant, l'évolution de la face se faisant non plus en fonction de la croissance mais en fonction de la maturation des tissus mous puis du

vieillissement. La fréquence de la chirurgie peut inciter à utiliser « avec prudence » des méthodes de simulations des modifications squelettiques (graphiques ou céphalométriques).
L'examen des arcades permet de déterminer le nombre et l'état des dents et leur environnement parodontal. Il faut noter les traitements endodontiques, les soins conservateurs et les restaurations prothétiques existantes. Les lésions carieuses et les problèmes endodontiques seront pris en charge avant le début du traitement [22]. L'examen dentaire est complété par les informations fournies par la radiographie panoramique et le bilan rétro-alvéolaire long cône.
Ce bilan intra-arcade comprend aussi la description des malpositions dentaires et la mesure de l'encombrement. Les rapports inter-arcades seront décrits dans les trois sens (sagittal, vertical et transversal) : d'abord les rapports statiques, puis les rapports dynamiques. Cet examen se poursuit par un examen de l'occlusion puis un examen articulaire.

L'examen céphalométrique permet de définir les caractéristiques squelettiques du patient, non modifiable chez l'adulte par nos thérapeutiques, sauf si elles sont associées à une chirurgie orthognathique. Il permet également de définir le rapport des incisives entre elles ou par rapport à leur base squelettique. Il sera particulièrement intéressant d'utiliser les analyses structurales ou architecturales *(comme celle de Delaire)* pour tous les cas de traitements chirurgico-orthodontiques. L'examen céphalométrique de l'adulte est donc globalement le même que celui de l'enfant [22].

### 4.1.3. Particularités biologiques et physiologiques :

Une des caractéristiques essentielles de l'adulte étant l'absence de croissance, dans tous les cas où celle-ci pourrait être souhaitée comme une aide au traitement, pour corriger des problèmes squelettiques sagittaux, verticaux et éventuellement transversaux, l'orthodontiste est impuissant à lui seul à résoudre ces problèmes. Depuis une trentaine d'années, l'apparition de la chirurgie parodontale (corticotomie) et la chirurgie orthognathique (ostéotomie) a permis d'améliorer considérablement les possibilités de l'orthodontie de l'adulte [22].

L'acte chirurgical est bien entendu un acte lourd, mais qui est maintenant parfaitement codifié et maitrisé. Il fera plus et mieux que le seul traitement orthodontique de l'adulte [22].

#### 4.1.3.1. La sénescence parodontale :

Elle n'est pas une maladie au sens vrai. Il s'agit plutôt d'une lyse parodontale généralement lente et régulière. Cette évolution lente ne met pas en danger la dentition s'il n'existe pas d'inflammation ajoutée. Les problèmes sont plus d'ordre esthétique du fait de la perte d'émail, des usures coronaires et des récessions gingivales *(cf.22)*. Des sensibilités dentinaires au collet sont donc fréquentes [102]. Les tissus parodontaux ont une certaine tolérance mécanique au-delà de laquelle des lésions peuvent apparaître.

De plus, une occlusion traumatique peut accentuer ces phénomènes de vieillissement. Il en est de même lors de l'association de facteurs iatrogéniques comme des obturations débordantes, des coiffes mal ajustées, des avulsions anciennes non compensées, des travées de bridges trop larges, des points de contact mal restaurés, des égressions de dent sans antagoniste. Si le trauma occlusal se développe en milieu inflammatoire, la progression du manchon épithélial en direction apicale se produit à la suite d'une désorganisation concomitante des fibres gingivo-dentaires et des fibres ligamentaires. La résorption peut aller jusqu'à la formation de poches intra osseuses d'autant plus s'il existe une perte de dimension verticale à la suite d'édentement non ou mal remplacé.

L'assainissement parodontal (détartrage, surfaçage) et le traitement orthodontique (alignement des arcades et repositionnement dentaire selon l'équilibre de pressions musculaires) deviennent indispensables pour ralentir le vieillissement. Les différentes causes de trauma occlusal, dysfonctions et parafonctions, n'ont pas toujours le même potentiel destructeur selon leur localisation sur l'arcade et leur fréquence. Les facteurs généraux, psychologiques, en particulier le stress et les prédispositions génétiques, potentialisent l'effet destructeur de certains traumatismes occlusaux [(22).]

#### 4.1.3.2. Le déplacement dentaire plus lent :

Le remaniement alvéolaire est plus lent, l'activation des colonies cellulaires se fait moins rapidement que chez un enfant. Mais cela ne constitue pas un réel obstacle au déplacement dentaire. Ce ralentissement est dû au fait que l'os adulte est moins vascularisé. Le turn-over des cellules est influencé négativement par la présence d'un moins grand nombre d'ostéoblastes, les échanges cellulaires entrainant la résorption et l'apposition sont plus faibles car la population cellulaire est moins intense. Pour ***STUTZMANN*** et ***PETROVIC*** [(103)], le déplacement est moins rapide après 16-17 ans, mais pas plus difficile à 50 qu'à 20-25 ans ; la différence provient d'une hyalinisation plus intense ; après une durée de 3 jours, le déplacement se fait à la même vitesse et avec la même amplitude que chez l'enfant. C'est le mouvement initial qui est plus lent à apparaître du fait de la raréfaction cellulaire, la diminution de la vascularisation, la réduction du métabolisme calcique et le ralentissement du turn-over ; ce qui entraine un allongement du temps de latence, c'est-à-dire du temps de réponse des tissus aux forces exercées.

Les résorptions alvéolaires sont plus intenses chez l'adulte. L'os adulte se caractérise par une diminution des trabéculations osseuses dans l'os médullaire et la lamina dura présente plus de perforations (***MELSEN*** [(104)] citée par ***SALVADORI*** et ***FONTENELLE*** [(105))] expliquant des résorptions osseuses plus importantes. La stabilisation et la cicatrisation sont également plus lentes à obtenir chez l'adulte. Si le pourcentage d'os en résorption ne varie pas avec l'âge, le pourcentage en voie de minéralisation diminue. Le nombre plus restreint d'ostéoblastes explique que la reconstruction osseuse soit plus lente à réaliser ; par conséquent, la contention doit être plus longue.

## 4.2. La dysharmonie dento-maxillaire en denture permanente :

La dysharmonie dento-maxillaire (DDM) représente la demande prioritaire de prise en charge thérapeutique en raison de son principal vecteur représenté par l'encombrement dentaire. Cet encombrement reflète un déséquilibre entre le matériel dentaire et la capacité de contenance des arcades dentaires[(106)]. Ses formes cliniques sont très variées allant d'une simple rotation dentaire jusqu'à l'inclusion dentaire par défaut de place sur l'arcade. Son impact sur l'équilibre psychosocial et la qualité de vie restent toutefois des facteurs fondamentaux inspirant la demande de soins. L'augmentation de sa prévalence représente une tendance séculaire attribuée aux interactions entre la génétique et les facteurs environnementaux (mode de vie, alimentation)[(107)].

### 4.2.1. Définition de DDM ou DDA :

La dysharmonie dents-arcades (DDA) autrefois appelée « dysharmonie dento-maxillaire » ou « macrodontie / microdontie relative » correspond à une disproportion de volume entre les dents et les bases osseuses [108]. Elle est étudiée de préférence à la mandibule où les limites de la denture sont plus strictes. On diagnostique :

- Une DDM positive (ou DDM par défaut dentaire) lorsque l'on est en présence d'une microdontie vraie ou d'une microdontie relative.
- Une DDM négative (ou DDM par excès dentaire) lorsque l'on a une macrodontie vraie ou une macrodontie relative. Il convient de rappeler deux notions : la dysharmonie dento-maxillaire réelle et la dysharmonie dento-maxillaire apparente.

**4.2.1.1.** **La dysharmonie dento-maxillaire apparente** : Correspond à la valeur de la DDM résultant de deux éléments observables sur les moulages d'étude du patient avant traitement, c'est-à-dire, l'encombrement dentaire et l'importance de la profondeur de la courbe de ***SPEE***. Elle ne prend pas en compte la valeur du repositionnement de l'incisive inférieure qui lui sera décidé par le praticien en fonction de critères céphalométrique, fonctionnel, esthétique et psychologique.

**4.2.1.2.** **La dysharmonie dento-maxillaire réelle** : Veut dire généralement une dysharmonie dento-maxillaire vraie et elle comprend trois éléments qui sont : l'encombrement dentaire, le nivellement de la courbe de ***SPEE*** et le repositionnement de l'incisive inférieure décidé par le praticien. La DDM réelle correspond donc à la somme des valeurs de la DDM apparente et du repositionnement incisif inférieur.

### 4.2.2. La fréquence de la DDM :

On estime qu'environ 15 % de la population générale et 30 % d'une population orthodontique sont atteints de DDM par excès dentaire selon ***DELHAYE*** en 2006 [109]. La fréquence de cette anomalie orthodontique reste relativement élevée dans les pays développés : 4,7 à 27,3% aux USA, 60% au Canada et 60 à 65% en France selon ***BRUNELLE*** en 1996 et ***ROSILIO*** en 2005 [110, 111]. Au sein de la population Africaine, contrairement aux pays développés, elle est relativement moins fréquente et affecte 12,6% au Maroc[112], en Algérie ***N. AHMED FOUATIH*** en 2008 [113] a trouvé une fréquence de 93% chez une population orthodontique. En Afrique noire, la fréquence de la DDM par excès dentaire varie d'un pays à l'autre. Ainsi, on note une fréquence de 11,6% au Benin, 4,5% au Sénégal, 13,9% au Burkina Faso et 40,5 à 41% en Côte d'Ivoire[114] et de 57,4% au Mali selon ***CISSE*** en 2020 [115].

### 4.2.3. Les moyens d'évaluation de la DDM :

La DDM sera quantifiée en général à la mandibule où les limites de la denture sont plus strictes et les possibilités thérapeutiques plus limitées. Trois paramètres vont intervenir dans l'évaluation de la DDM :

- ✓ Le nivellement de la courbe de ***SPEE***
- ✓ L'encombrement dentaire
- ✓ Le repositionnement de l'incisive inférieure

Les deux premiers paramètres seront évalués sur les moulages alors que le repositionnement incisif sera lui étudié en fonction de critères cliniques et céphalométriques (TLR). Chacun de

ces éléments fait l'objet d'une appréciation différente en fonction de l'auteur et de sa philosophie, et peut entraîner des disparités importantes dans la quantification de la DDM pour le même cas. Le calcul de la DDM apparaît donc comme un élément éminemment subjectif dans l'établissement du diagnostic. Il semble alors légitime de s'interroger sur la valeur à donner à l'évaluation de la DDM, car la décision d'extraire ou de ne pas extraire en dépend très souvent.

#### 4.2.3.1. Le nivellement de la courbe de SPEE :

Pour l'orthodontiste, la correction de la DDM passe par le nivellement de la courbe de ***SPEE.*** De plus, une arcade nivelée sera toujours mieux contrôlée dans les sollicitations intra et inter-arcades. La phase du nivellement va donc correspondre à la première étape du traitement en plaçant les dents des secteurs latéraux parallèles les unes aux autres. Le problème essentiel que pose la mise à plat de l'arcade dans le sens sagittal concerne l'effet d'allongement du périmètre d'arcade qui en résulte et qui se manifeste cliniquement par une augmentation de la version corono-vestibulaire des incisives inférieures. En effet, si l'on assimile la courbe de **SPEE** à un arc de cercle, l'allongement de l'arcade dû à son nivellement correspond à la différence entre la longueur de l'arc de cercle et la longueur de la corde qui sous-tend cet arc. Il est donc nécessaire pour l'orthodontiste de prévoir cet allongement et de l'intégrer dans les éléments du diagnostic afin de pouvoir en prévenir les effets. Plusieurs indices ont été décrits pour permettre de calculer la longueur d'arcade nécessaire au nivellement de la courbe de ***SPEE.***

**4.2.3.1.1. L'indice de BALDRIDGE (1960)[109]** : Le premier à avoir cherché à quantifier l'espace nécessaire au nivellement de la courbe de ***SPEE***. Son indice fait donc référence en la matière puisqu'il est le précurseur.

**4.2.3.1.2. La méthode empirique** : Dans cette méthode que certains auteurs qualifient de "populaire" on estime qu'un millimètre de périmètre d'arcade est consommé pour niveler chaque millimètre de profondeur de courbe de Spee.

**4.2.3.1.3. Autres indices :** L'indice de ***DALE***, L'indice de la fondation **TWEED** cité par ***AMM*** en 2003[116], ***GARCIA*** (1985) et celui de ***BRAUN*** et coll. (1996).

#### 4.2.3.2. L'appréciation de l'encombrement dentaire :

L'encombrement, c'est-à-dire, le chevauchement des dents est le signe considéré comme le plus évident de la dysharmonie dento-maxillaire. Le grand nombre de techniques proposées pour permettre son évaluation précise atteste de la difficulté de cette étape du calcul de la DDM.

**Encombrement = ED – EN**

- La méthode la plus simple est par inspection (empirique), Après observation des moulages, le chevauchement dentaire est évalué visuellement de façon globale ou dent par dent. Cette méthode très simple et rapide présente une fourchette d'erreur de 2,5 à 5,5 mm.
- La méthode de mesure du chevauchement.
- La méthode de l'index d'irrégularité de ***LITTLE*** Décrite en 1975.
- La méthode de ***NANCE*** (1947) : la plus utilisée et celle utilisée au service d'ODF d'Oran. ***NANCE*** en 1947 détermine un indice d'encombrement dont la définition correspond à la différence entre l'espace disponible (ED) sur l'arcade (place offerte par le périmètre d'arcade) et l'espace nécessaire (EN) à l'évolution des dents permanentes (*cf.24-A*). Il est toujours réalisé à la mandibule. Si l'espace nécessaire est supérieur à l'espace disponible,

l'encombrement est dit négatif ; dans le cas contraire il sera, par convention, positif. Certains auteurs ont adapté cette méthode en l'utilisant non pas sur les dix dents antérieures mais sur les douze dents antérieures.




**Figure 24** : Les mensurations intra-arcade **A** : Le diamètres mésio-distal d'une dent, **B** : La flèche d'arcade ; C : La largeur inter-canine effectuée au moyen d'un pied à coulisse numérique. (Service ODF -CHU-ORAN).

- La méthode segmentaire
- La méthode de ***MUSICH*** et ***ACKERMAN***
- La méthode du set up de ***KESLING***
- La méthode de l'ordinateur Rocky Mountain® : A partir de la position céphalométrique de l'incisive inférieure, de la première molaire inférieure et des canines, l'ordinateur trace une courbe caténaire à deux paramètres passant par les points de contact. Il sélectionne la forme individuelle idéale de l'arcade du patient en tenant compte de l'âge, du sexe, de la typologie et de l'ethnie et calcule l'espace nécessaire et l'espace disponible. La mesure de la DDM par l'ordinateur présente un maximum d'erreur de 2 mm selon son auteur.

#### 4.2.3.3. Le repositionnement de l'incisive inférieure :

Il est classiquement admis que la clef de voûte de l'occlusion dentaire est l'incisive inférieure, qui limite antérieurement la denture. Elle sert donc de référence et doit être replacée dans une situation d'équilibre fonctionnel garante de sa stabilité.

Ce repositionnement de l'incisive inférieure est un paramètre essentiel de calcul de la dysharmonie dento-maxillaire. Or, la position d'équilibre fonctionnel de cette incisive est définie différemment selon les auteurs. Certains la repositionnent selon une angulation bien précise par rapport au plan mandibulaire, d'autres en fonction de l'épaisseur de la symphyse ou encore par rapport au décalage maxillo-mandibulaire. D'autres auteurs préfèrent tenir compte plutôt de l'esthétique faciale pour gérer ce repositionnement incisif.

**4.2.3.3.1. Selon l'analyse de *TWEED- MERRIFIELD*** : Le triangle de ***TWEED*** est délimité par le plan de Francfort, le plan mandibulaire de ***DOWNS*** et l'axe de l'incisive inférieure. Ces trois droites définissent trois angles

- L'angle FMA entre le plan de Francfort et le plan mandibulaire,
- L'angle FMIA entre le plan de Francfort et l'axe de l'incisive inférieure,
- L'angle IMPA entre le plan mandibulaire et l'axe de l'incisive inférieure.

**4.2.3.3.2. Selon l'analyse de *STEINER*** cité par ***SI AHMED*** [117] : Trois éléments vont permettre à ***STEINER*** de définir la position idéale de l'incisive inférieure :

- La distance entre la ligne Nasion, le point B et la face vestibulaire de l'incisive inférieure doit être égale à quatre millimètres,
- L'axe de l'incisive inférieure par rapport à cette ligne Nasion point B doit former un angle de vingt-cinq degrés[117].
- L'incisive inférieure doit être positionnée de façon à respecter le rapport de ***HOLDAWAY***.

Pour cet auteur la distance entre le Pogonion osseux et la ligne Nasion point B doit être égale à la distance entre l'incisive inférieure et cette même ligne Nasion point B. Si la différence entre les deux valeurs est de 1ou 2mm l'esthétique est encore satisfaisantes ; si l'écart n'excède pas 3mm ; l'équilibre facial est tout juste acceptable, mais s'il est ≥ 4mm au profit de l'incisive, il est absolument indispensable de redresser l'incisive mandibulaire pour améliorer le profil. En prenant donc en compte le relief de l'imminence mentonnière, la règle de ***HOLDAWAY*** va ainsi permettre de repositionner l'incisive inférieure en resituant les lèvres en harmonie avec le menton.

## 4.3. Classification des dysharmonies dento-maxillaires :

Une D.D.M. peut résulter d'une déficience ou d'un excès de longueur d'arcade par rapport à la taille dentaire, on se limitera à l'étude de la DDM par déficience de longueur d'arcade qui correspond à une différence négative entre l'espace disponible (ED) sur l'arcade dentaire et l'espace nécessaire (EN) pour aligner les dents, les encombrements peuvent être divisés en trois catégories selon la sévérité du manque d'espace :

- D.D.M. faible ou transitoire avec encombrement jusqu'à 4 mm ;
- D.D.M. entre 5 et 7-8 mm : encombrement modéré ;
- D.D.M. supérieure à 8 mm : encombrement sévère [109].

La D.D.M. entre 7 et 8 mm pose souvent l'éventualité de sacrifice dentaire, mal accepté par les patients adultes. Face à ce dilemme, le clinicien oriente son choix en fonction de différents critères cliniques et radiographique pour choisir entre les différentes possibilités thérapeutiques. Il apparaît qu'un traitement sans extraction peut être réalisé chez 80 % des patients présentant un tel score de D.D.M selon ***DELHAYE*** en 2006 [109].

## 4.4. Approche thérapeutique de la DDM modérée à sévère en denture adulte :

Le traitement orthodontique de la DDM modérée à sévère en multiattache commence par un nivellement et un alignement des arcades alvéolo-dentaire, une expansion d'arcade ou une réduction interproximale (RIP) et enfin une phase de finition (ajustage des axes dentaires). Chez l'adulte, l'encombrement et sa correction peuvent prendre une valeur plus subjective en fonction des possibilités thérapeutiques, orthodontiques ou chirurgicales, des techniques orthodontiques et des compromis acceptés [118].

### 4.4.1. Les objectifs du traitement :

Ces objectifs correspondent aux objectifs généraux de l'orthodontie [119], c'est-à-dire :

- Obtenir une fonction occlusale optimale ;
- Améliorer l'esthétique du visage et de la denture ;
- Contribuer à la longévité du système stomatognathique [120].

Cependant, un quatrième objectif peut s'ajouter chez l'adulte : réaliser un traitement de courte durée serai toujours préférable. Par ailleurs un certain nombre de facteurs est à considérer lors de l'établissement des objectifs : l'âge du patient ; l'état général de sa denture ; l'état de son parodonte et sa motivation [120].

**4.4.1.1. Améliorer l'esthétique** : Le praticien doit analyser l'esthétique du visage, du sourire et de la denture. Ainsi, il va apprécier les proportions du visage de face et de profil, l'équilibre des saillies et des dépressions le long du profil, le jeu du sourire, la forme et la couleur des incisives. L'architecture générale de la face ne peut être modifiée chez l'adulte que par la chirurgie.

**4.4.1.2. Obtenir une occlusion fonctionnelle** :en 2015,J. ***PHILIPPE***[121] retient deux principes

- Le respect des fonctions occlusales : centrage, calage et guidage de la mandibule ;
- L'absence de compression articulaire.

L'occlusion physiologique recherchée chez l'adulte est celle qui correspond à un état harmonieux et de tolérance mutuelle des différents constituants de l'appareil manducateur, en acceptant quelques variations par rapport à l'occlusion idéale. Donc ; Il s'agit d'une orthodontie de compromis. Pour assurer une occlusion normale et un fonctionnement harmonieux des points de contact, les positions dentaires doivent respecter différents critères sont à considérer :

- Alignement des faces vestibulaires et pointes cuspidiennes vestibulaires mandibulaires sur une courbe symétrique ;
- Alignement des faces palatines et des sillons médians des dents maxillaires sur la même courbe ; Absence de diastèmes ;
- Absence de rotations, en particulier des premières molaires maxillaires (4ème clé de l'occlusion selon ***ANDREWS***) ;
- Absence de décalage vertical des points de contact (5ème clé de l'occlusion d'***ANDREWS***). Les courbures de compensation de la préparation d'ancrage sont ainsi par exemple atténuées avant la dépose des attaches [122].

**4.4.1.3. Assurer la pérennité du système dentaire :**

Une des conditions fondamentales pour la mise en œuvre d'un traitement orthodontique de l'adulte est l'absence d'inflammation. Un assainissement parodontal préalable est indispensable : motivation à l'hygiène bucco-dentaire, une thérapeutique initiale sera instaurée, une chirurgie d'assainissement si nécessaire et soins parodontaux de soutien tout au long du traitement. L'action conjointe du parodontiste et de l'orthodontiste contribuera à l'obtention de la stabilité maximale du traitement orthodontique dans un environnement parodontal adapté.

**4.4.2. Les principes thérapeutiques :**

Le traitement de la DDM négative sera effectué en choisissant entre 2 possibilités thérapeutiques : L'augmentation de l'espace disponible ou la diminution de l'espace nécessaire.

**4.4.2.1. L'augmentation de l'espace disponible :**

**4.4.2.1.1. Augmentation de la dimension sagittale de l'arcade dentaire** : La longueur d'arcade peut être modifiée à deux niveaux : Postérieur, par une distalisation des premières ou deuxièmes molaires mandibulaires grâce à l'utilisation des mini-vis, ce qui va permettre de gagner raisonnablement dans certains cas jusqu'à trois millimètres de

longueur d'arcade, une distalisation plus importante pourrait en effet créer un encombrement postérieur. Antérieur, on peut réaliser un léger repositionnement incisif vestibulaire. Ceci est possible dans certaines indications esthétiques de correction du profil.

**4.4.2.1.2. Augmentation de la dimension transversale de l'arcade dentaire** : L'augmentation de la largeur d'arcade provoque une variation du diamètre inter seconde prémolaire. La modification de ce diamètre va apparaître dans plusieurs cas :

- Lors de la correction des versions corono-linguales des dents des secteurs latéraux,
- Lors de la correction des pathologies de la forme d'arcade, notamment lorsque l'on rencontre une forme en Lyre ou une constriction inhabituelle des largeurs inter-canine inférieures à 20 millimètres,
- Dans les cas d'indication esthétique d'harmonisation du sourire lorsque l'on est en présence d'une arcade en "V", L'idéalisation de la forme d'arcade va parfois créer également une certaine expansion au niveau des secteurs latéraux. Cependant il faut rester très prudent quant à l'expansion au niveau de l'arcade mandibulaire, car le risque de récidive est très important. Des travaux dirigés par ***J.J.AKNIN*** en1997 cité par ***LESNE*** en 2008 [(123)] ont montré qu'une augmentation de 1 mm de la largeur d'arcade apporte un crédit d'espace par allongement du périmètre d'arcade d'environ 0,5mm soit 4 fois moins que lorsque la longueur d'arcade est elle aussi augmentée de 1 mm (cet allongement de la longueur d'arcade générant un crédit d'espace d'environ 2 mm).

**4.4.2.2. Diminution de l'espace nécessaire** :

**4.4.2.2.1. Traitement par extractions dentaires** (les traitements par extraction dentaire ne vont pas être détaillés dans ce chapitre, on se limite uniquement à étudier les moyens de traitement conservateurs de la DDM). Le traitement par extraction va permettre une diminution importante de l'espace nécessaire (15 mm environ dans le cas d'extraction de deux prémolaires inférieures). Il s'adresse donc à des patients présentant une DDM importante supérieure à 10mm (qui ne seront pas inclus dans notre étude clinique). De plus le gain d'espace ne sera pas adaptable et pourra dans certain cas être trop important par rapport au déficit d'espace signalé. Le choix des dents à extraire se fera en fonction de la valeur et de la localisation de la DDM mais aussi selon des critères esthétiques, occlusaux, parodontaux et endodontiques.

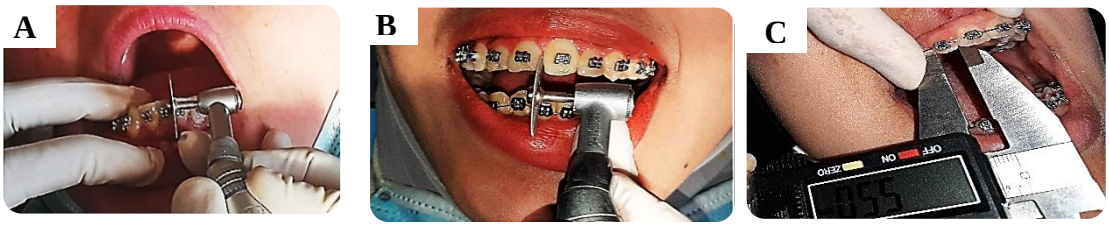



**Figure 25** : **A, B** : Una réduction amélaire interproximale (RIP) réalisée pour une patiente présentant une DDM par macrodontie relative supérieure et inférieure. au moyen d'un disque abrasif diamanté à grains fins. **C** : contrôle du diamètre mésio-distal de la 12 au pied à coulisse après RIP. Service d'ODF-CHU-ORAN.

**4.4.2.2.2. Traitement par meulage amélaire interproximal (RIP)** [124] : Encore appelé remodelage amélaire proximal ou "stripping", le meulage amélaire interproximal correspond à une réduction du diamètre mésio-distal des unités dentaires (*cf.25*). Ce procédé thérapeutique permet d'éliminer une quantité contrôlée d'émail interproximal sans abîmer la dent ce qui provoque une diminution de l'espace nécessaire et un gain d'espace. Elle peut être utilisée seule pour parfaire le contour d'une dent ou comme technique adjuvante à un traitement orthodontique. Pour ***ZACHRISSON*** [125] tout orthodontiste devrait être un maître dans la qualité du stripping. Il doit être capable de le réaliser en améliorant la morphologie de la dent, ce qui implique qu'il ne doit pas détruire cette morphologie. Le meulage amélaire interproximal ne se résume donc pas à découper une tranche de dent ; il est en effet nécessaire de redonner aux dents un contour anatomique parfait.

Il convient de rappeler que jusqu'aux années 80, la réduction amélaire était utilisée pour corriger ou prévenir les récidives d'encombrement après traitement. Le remodelage amélaire interproximal doit être réalisé principalement sur les molaires et les prémolaires. La réduction des incisives inférieures doit être exceptionnelle et celle des incisives supérieures très limitée dans un souci d'esthétique. Toutes ces indications sont bien sûr très théoriques. Il faut tenir compte aussi des formes anatomiques et des contraintes parodontales liées au contrôle de plaque. Un examen radiologique retro-alvéolaire est donc indispensable pour établir le plan de meulage. La réduction amélaire proximale doit être réalisée de façon rigoureuse.

Il faut pour cela employer des instruments permettant de quantifier la réduction et de maximiser le polissage [124]. Le matériel de contrôle principal est un jeu de jauge de taille croissante grâce auquel on mesure la taille de l'espace existant entre deux dents. On utilise également un pied à coulisse pour mesurer par différence la valeur de la réduction amélaire réalisée sur des dents en rotation *(cf.25-C)*. Le meulage amélaire interproximal est réalisé en trois étapes :

- Une réduction proximale,
- Un remodelage
- Une protection amélaire.

On pourra utiliser pour cela soit des instruments manuels dont les résultats sont peu acceptables pour la majorité des auteurs, soit des instruments rotatifs sous forme de disques *(cf.25)* ou de fraises à pointe émoussée. En ce qui concerne la protection amélaire ***LECLERC,*** propose un protocole de polissage comprenant le passage d'une fraise diamantée, de fraises en carbure de tungstène et d'une pâte à polir permet d'obtenir un état de surface de bonne qualité. Ce polissage entraîne une diminution de la couche d'émail qu'il est indispensable de prévoir dans l'épaisseur totale de réduction. Pour finir on peut rappeler ici la séquence instrumentale recommandée par ***FILLION*** [124] en fonction de la zone de meulage amélaire.

- Pour les incisives et canines mandibulaires (limite de 0,20 mm par face)
  - **Réduction** : au moyen d'un disque diamanté à grains fins.
  - **Polissage** : un strips ou un disque à polir, une réduction totale minimale (polissage compris) de 0, 1 0 mm par face.

- Pour les incisives et canines maxillaires (limite de 0,30 mm par face)
- Réduction au moyen d'un disque diamanté à grains fins ou d'une fraise diamantée fine
- Polissage au moyen d'un strips ou d'un disque à polir ou d'une fraise en carbure de tungstène.

### 4.4.3. Les moyens thérapeutiques :

Tout l'art de l'orthodontie est de mettre en place un système mécanique remplissant deux nécessités de permettre des déplacements plus au moins importants de certaines dents au sein de l'arcade alvéolo-dentaire en prenant appuis sur d'autres zones dont les déplacements dentaires doivent être nuls, limites ou tout au moins contrôlée. C'est le plan de traitement initial qui va établir les déplacements souhaités, ou non, des différentes dents de l'arcade.

#### 4.4.3.1. Le traitement orthodontique classique (conventionnel) :

Les appareils multiattaches sont actuellement les plus utilisés chez l'adulte, du fait de leur efficacité. La qualité fonctionnelle d'un traitement orthodontique repose sur la finesse du réglage des contacts entre les dents du haut et celles du bas. Pour ce faire, il est indispensable que chaque élément de la denture soit positionné de façon très précise dans les trois sens de l'espace. Les multiattaches restent à ce jour le meilleur moyen d'obtenir un tel contrôle.

**4.4.3.1.1. Notion de biomécanique** [126] : Les principes biomécaniques et les lois de l'équilibre s'appliquent de la même manière pour le déplacement dentaire chez l'adulte que chez l'enfant. Cependant, les caractéristiques physiopathologiques du parodonte de l'adulte vont avoir des répercussions importantes sur l'ancrage et l'élaboration du système de force. La mécanique orthodontique obéit à des lois physiques au même titre que toute mécanique, quelle que soit la technique appliquée, la dent se déplacera en fonction de la force qu'elle reçoit et de la réaction tissulaire qu'elle engendre. La technique Edgewise et ses dérivées sont sans aucun doute celles qui offrent le maximum de contrôle des mouvements dentaires dans les trois dimensions de l'espace. Chaque force orthodontique se définit par son point d'application, son intensité, sa direction son sens et son rythme d'application.

**4.4.3.1.1.1. Le point d'application d'une force et le centre de résistance :** La dent est un corps contraint, située dans un milieu hétérogène. Le centre de résistance d'une dent est le point, par lequel, en faisant passer une force quelconque, on obtient une translation. Le point d'application d'une force est défini par sa distance au centre de résistance de la dent considérée. Ce centre est le point par lequel il faut faire passer la ligne d'action d'une force appliquée à une dent pour obtenir un mouvement de translation pur de cette dent. Il se trouve près du grand axe de la racine, entre les crêtes alvéolaire et l'apex, à environ 40% selon ***SALVADORI*** cité par ***O.TECLES-FROSSARD*** [120] de cette distance à partir de la crête osseuse. La localisation du centre de résistance, dépend du système de force, des propriétés du solide et du milieu qui l'entoure à savoir :

- De la dent : longueur, forme et nombre de racines.
- Des propriétés du milieu dans lequel elle se trouve : hauteur et densité de l'os alvéolaire.

Chez l'adulte, la hauteur de l'os alvéolaire diminuée progressivement (vieillissement, maladie parodontale), le centre de résistance se trouve donc plus près de l'apex *(cf.26)*.

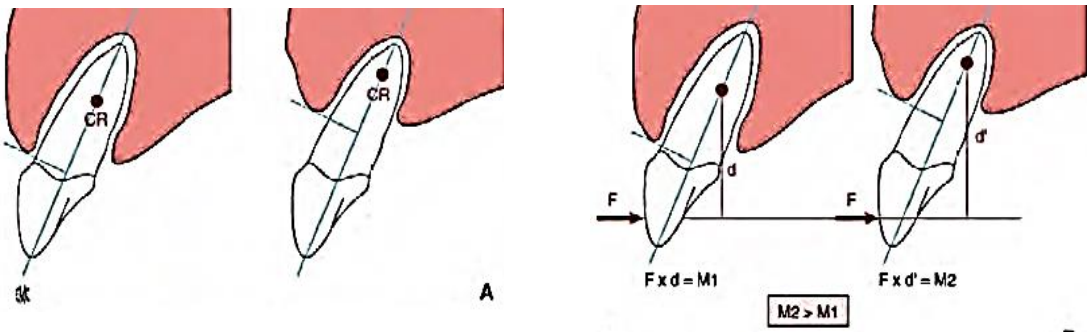



**Figure 26** : La réduction du niveau osseux entraîne un déplacement apical du centre de résistance CR (A). Pour une même force, le moment engendré est plus important (B). La réduction du niveau osseux entraîne un déplacement apical du centre de résistance CR (A). Pour une même force, le moment engendré est plus important (B) [19]

La distance entre la ligne d'action de la force et le centre de résistance sera plus grande, « le moment » de rotation sera plus élevée et la version de la dent plus marquée. Les mouvements de gression sont donc plus difficiles à obtenir quand le parodonte est réduit.

**4.4.3.1.1.2.** **Rythme et la durée de l'application de la force :** D'après ***STUTZMANN*** et ***PETROVIC*** [103], les forces appliquées chez l'adulte doivent être de préférence de type discontinu pour permettre une réorganisation tissulaire entre chaque activation. Cependant, cette intermittence ne doit pas dépasser le temps de latence cellulaire [30] pour éviter d'être obligé de recréer un « *pool cellulaire* » et donc de nouveau une hyalinisation. Selon ***FONTENELLE*** [89] , l'utilisation de forces constantes permet d'assurer une distribution constante du *stress* et d'assurer un régime permanent (les ostéoclastes venant de l'espace desmodontal résorbent l'os en regard de la dent de façon directe tandis que dans les espaces médullaires une apposition compensatrice permet de conserver à la lame osseuse une épaisseur constante autorisant le déplacement dentaire sans perte tissulaire) [99]. Il faut donc concevoir des systèmes mécaniques qui délivrent des forces aussi légères que possible, tout en gardant une intensité suffisante pour que le déplacement dentaire ne soit pas interrompu. Ces objectifs peuvent être atteints si on utilise des ressorts qui possèdent un rapport charge/flexion le plus bas possible et si on conserve des rapports force/moment constants [89]. L'utilisation des alliages Nickel/ Titane ou Bêtatitanium permet à l'heure actuelle de mettre à notre disposition des fils dont les caractéristiques métallotechniques correspondent mieux à ce que nous souhaitons : un rapport charge/flexion faible et une charge maximale élevée.

**4.4.3.1.1.3.** **Notion de Force optimale du point de vue histologique** [27] :De nombreux auteurs ont essayé de quantifier cette force idéale pour laquelle la vitesse de déplacement dentaire est maximale sans provoquer de lésions tissulaires. Pour ***SCHWARTZ*** qui se référait à la pression des capillaires sanguins (15 à 20 g/cm$^2$), la pression optimale est à 26 g/cm$^2$ pour permettre le déplacement sans traumatiser les tissus *(Tableau III)*. ***HIXON*** et al, en 1969 [127], ont démontré que la vitesse de déplacement dentaire augmentait avec l'intensité de la force jusqu'à des

pressions allant jusqu'à 300 à 400 g/cm$^{2.}$ Elle pourrait permettre d'obtenir la plus grande vitesse de déplacement dentaire sans dommage irréversible des racines, de l'os alvéolaire et du ligament alvéolo-dentaire [27]. Proffit donne de la force optimale une définition à visée plus physiologique car, selon lui : « la force optimale devrait être juste suffisante pour stimuler l'activité cellulaire sans oblitérer les vaisseaux sanguins du ligament ». Il a établi un tableau des forces à appliquer à la dent en fonction du type de mouvement désiré. Le tableau ci-dessous met en évidence, deux notions :

- D'une part la notion de force légère puisque aucune force exercée n'est supérieure à 150 g.
- D'autre part il montre que la force optimale à développer varie en fonction de la surface de pression mise en jeu par les différents types de mouvements *(Tableau III)*. C'est donc la notion de pression qui prévaut dans la traduction biomécanique du déplacement dentaire [27].

**Tableau III :** Estimation des forces à utiliser selon le type de déplacement désiré [27].

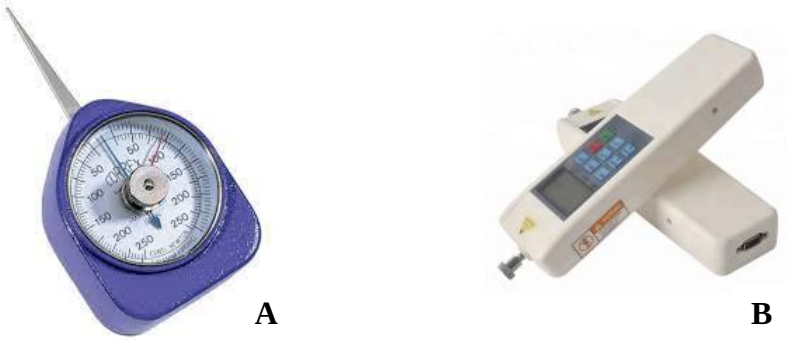
| Type de déplacement | Forces |
|---|---|
| Version | 50-75 g |
| Gression | 100-150 g |
| Redressement radiculaire | 75-125 g |
| Rotation | 50-75 g |
| Égression | 50-75 g |
| Ingression | 15-25 g |

Les forces utilisées au moment de l'initiation du mouvement dentaire doivent être faibles pour réduire la période pendant laquelle la zone hyaline, Les arcs en alliage Nickel- Titane à mémoire de forme et de faible section (.013″,.014″) trouvent leur indication pour initier le mouvement chez l'adulte [19]. L'utilisation presque systématique des fils NiTi paraît être une solution adaptée aux déplacements dentaires chez l'adulte. Ces fils permettent de délivrer un rapport charge/flexion bas, tout en gardant une charge maximum élevée garant d'une absence de déformation et d'une force continue. Néanmoins, il est très délicat de réaliser des plicatures ou des déformations sur ces fils [19].

**4.4.3.1.1.4. Techniques de quantification des forces orthodontiques et moment de forces [128] :** Des techniques utilisables pour quantifier les forces et moments appliqués individuellement à l'intérieur de chaque attache orthodontique ne sont pas courantes dans la littérature (***FRIEDRICH***, 1999 [129] ; ***BADAWI***, 2009 [130] ; ***PROFFIT***, 2013 [131]). De plus, ces techniques ne sont pas pour le moment applicables à une activité clinique quotidienne. Les mesures intraorales en temps réel sont très difficiles à réaliser, à cause de l'espace limité dans la cavité buccale et de la grande taille des capteurs de force. En raison de ces difficultés, des mesures extrabuccales sur des modèles représentant les arcades dentaires ont été utilisés (***LIU*** en 2014) [132]. Plusieurs recherches ont démontré que l'application de forces d'une intensité adéquate permettait une réponse optimale des tissus

dentaires et parodontaux au cours du mouvement orthodontique (***SCHWARTZ,*** 1932 [133] ; ***STOREY***, 1952 [134]. C'est pourquoi, les orthodontistes ont besoin d'une quantification des forces de frottement pour mettre en place les niveaux de forces nécessaires et suffisants. 12 à 60% de la force appliquée serait perdue à cause des frottements (***KUSY***, 1997 [135] ; ***ROSSOUW***, 2003 [136].

**4.4.3.1.1.5. Le dynamomètre :** Le dynamomètre est un appareil utilisé pour évaluer la traction et la compression exercées par un système mécanique (fils, ressorts, élastiques...) dans la limite de 16 oz (0,4536 Kg). Cet outil est simple à utiliser. Il offre de nombreuses options ainsi qu'un contrôle détaillé des mesures qu'il affiche sur son écran. Cet appareil est formé d'une structure, d'un ressort et d'un crochet sur l'une de ses extrémités. Il a beaucoup évolué ces dernières années et il existe aujourd'hui des instruments de type analogique *(cf. 27-A)* et d'autres de type numérique *(cf.27-B)*, munies d'une jauge d'une extrême précision pour mesurer les forces. Chaque graduation simple marquée sur l'instrument indique 1 oz, et la graduation double 4 oz.



**A** **B**

**Figure 27 : A : Dynamomètre** à cadran 25-250 g DENTAURUM ®France. **B : : Dynamomètre numérique** 500g (Images adaptées du site https://shop.dentaurum.fr/index.php?id=p&psn=8988&pgsn=3036&ch=d40d2b).

#### 4.4.3.1.2. Description des appareils multiattaches :

L'appareil multiattache se compose des dispositifs de fixation sur la dent et des dispositifs de solidarisation auxquels s'ajoutent selon les nécessités des cas différents accessoires et/ou auxiliaires.

##### 4.4.3.1.2.1. Les dispositifs de fixation sur la dent :

- **Les attaches "brackets » ou boitiers orthodontiques** : L'attachement est un bloc métallique, céramique ou en fibre de verre…. Dans lesquels est usinée une gorge qui assure la liaison avec l'arc, une base qui en permet la fixation à la dent, et des plots (deux, quatre ou six) permettant de ligaturer l'attachement à l'arc pour pérenniser la liaison. La section de la gorge est de (.018″×.025″) ou (.022″× .028″) *(cf. 28-A).*
  Une gorge de section (.022″×.028″) est plus fréquemment choisie pour permettre un plus grand choix de section de fil pour un meilleur contrôle des résultats finaux. Plusieurs types d'attachement se présentent et sont classés selon la technique choisie : informés : arc droit ***d'ANDREWS, ROTH,*** système ***MBT™, ROOT, ALEXENDER™, TIP-EDGE, PITTS***… ; Ou non informés : technique de ***TWEED-MERRIFIELD*** ou Edgewise standard.
  Lors de l'utilisation d'attaches non informées (technique de ***TWEED-MERRIFIELD*** ou Edgewise standard), la réalisation des informations sur l'arc : impose l'emploi d'arcs

façonnables en (Acier ou TMA) [22]. L'essor du Straight-Wire Appliance dans les années soixante-dix a donné une plus grande importance à l'attache au sein du dispositif. L'introduction des informations des trois ordres dans les verrous permet l'utilisation d'un arc plan ou bien d'un arc destiné à retrouver une forme plane, comme c'est le cas pour les fils à mémoire de forme [137] ; d'autre type de boitiers s'offrent à nous dites autoligaturants, le principe de ces derniers est de supprimer les ligatures métalliques et/ ou élastomériques et de les remplacer par un fermoir intégré au bracket afin de maintenir l'arc orthodontique en permanence, tout en lui permettant de se déplacer librement, avec un meilleur contrôle de l'hygiène.

- **Les tubes molaires** : Ce sont des tubes soudés à mi-hauteur de la face vestibulaire des bagues des molaires ou collés directement sur la face vestibulaire des molaires ; la lumière rectangulaire de ces tubes aux mêmes dimensions que celles des brackets.
- **Les bagues** : Les bagues orthodontiques sont des anneaux de métal entourant une dent et qui y sont collés. Jadis, les bagues étaient les seules attaches disponibles en orthodontie mais, de nos jours, elles sont rarement utilisées comme composantes des appareils correcteurs *(broches)* surtout pour les adultes, elles ont été remplacées par les boîtiers ou brackets qui peuvent être collés plus facilement sur la couronne des dents. Cependant elles sont utilisées dans certaines situations en présence d'obturations en amalgame, ou autres matériaux.

#### 4.4.3.1.2.2. Les dispositifs générateurs de forces :

- **Les Arcs ou fils orthodontiques** : Les fils ou arcs orthodontiques sont l'un des composants les plus importants des appareils orthodontiques multiattaches (le moteur du déplacement dentaire). Ils sont fixés aux attaches orthodontiques grâce à des ligatures métalliques ou élastomériques *(cf.28-B)*.

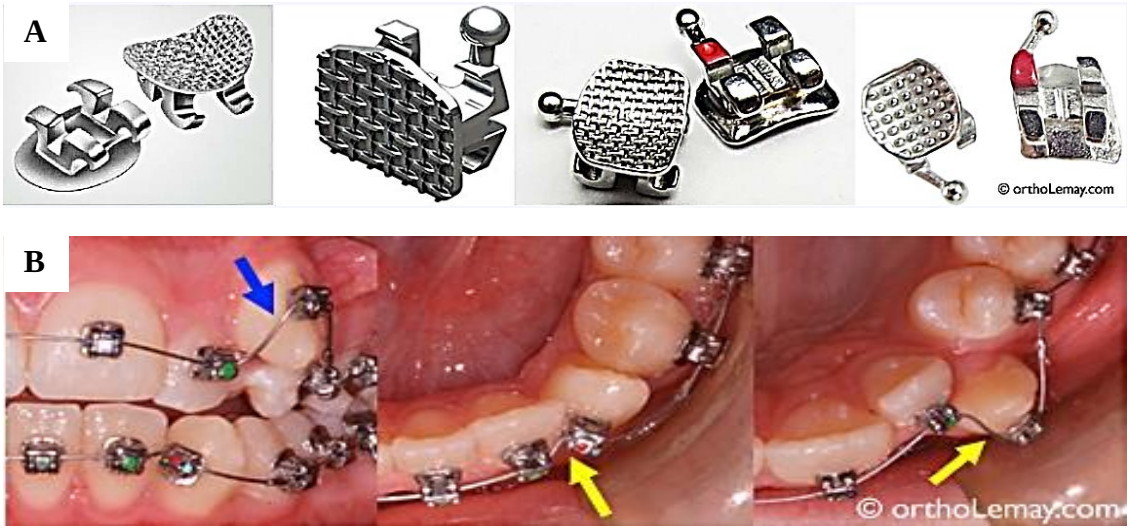



**Figure 28 : Les dispositifs de fixation sur la dent en A :** Attaches orthodontiques « Brackets » de différentes formes et leur base irrégulière grillagée permettant de recevoir mécaniquement la colle [87].
**Les dispositifs générateurs de force en B :** Un fil orthodontiqe de faible diamètre au début de traitement NiTi .012″ [6]

Ils servent à relier l'ensemble des dents à l'arc afin de les guider, les retenir ou à induire le mouvement dentaire désiré dans les trois sens de l'espace. Il existe plusieurs types de fils qui peuvent varier dans leur composition (alliage métallique), diamètre ou forme. Chaque type de fil est utilisé dans une situation particulière. Au début du traitement, les dents sont dans des positions très irrégulières et il faut avoir des fils très flexibles *(cf.28-B)*, de petit diamètre, et de forme ronde et fabriqués d'un alliage très flexible pour pouvoir les "insérer" dans les ouvertures des boîtiers (gorges) orthodontiques. Ces fils ont une élasticité extrême qui leur est conférée par les propriétés de leur alliage métallique. Ils peuvent être sévèrement déformés et ont tendance à revenir à leur forme initiale. Les différentes sortes de fils présents sur le marché ne cessent d'évoluer et de se multiplier *(Tableau IV)*.

Les principaux fils utilisés actuellement sont ceux en acier inoxydable, en alliage à base de nickel-titane et en alliage de titane-molybdène. Le choix d'un fil dépend de trois points : la philosophie de traitement, la phase du traitement et la technique multiattache utilisée. Le premier détermine si des forces légères ou fortes seront employées pour effectuer les mouvements dentaires. Le deuxième dépend du mouvement à effectuer et le troisième peut nécessiter des fils particuliers en fonction du type d'attache utilisé *(Tableau IV)*. L'utilisation presque systématique des fils Niti et équivalents paraît être une solution adaptée aux déplacements dentaires chez l'adulte. En effet, ces fils permettent de réaliser des systèmes mécaniques respectant le principe du rapport charge/flexion bas, tout en gardant une charge maximum élevée garant de l'absence de toute déformation et donc d'une force continue [(22)].

**Tableau IV :** Fils utilisés en fonction de la phase de traitement. Adapté de McLaughlin et Bennett (1998), Bennett et Swartz (1999) et Bagden (2000) cité par P.C.Savadori. [(22)] .

| Phase de traitement | Fils utilisés |
|---|---|
| 1- Phase d'alignement et de nivellement | Acier inoxydable torsadé/ NiTi |
| 2- Phase intermédiaire : | Acier inoxydable/ TMA/ NiTi |
| 1- Fermeture des espaces | Acier inoxydable/ TMA |
| 2- Phase de finition<br>a) stabilisation<br>b) intercuspidation maximale | <br>a) Acier inoxydable/ TMA<br>b) Acier inoxydable torsadé/ NiTi |

#### 4.4.3.1.2.3. Les dispositifs de solidarisation et /ou générateur de forces :

- **Les ligatures** : Deux types de ligatures sont utilisées couramment, métalliques et élastomériques. Les ligatures métalliques sont en fil d'acier mou de taille .010″ le plus souvent, voire .011″ Elles ont l'avantage de maintenir le fil de façon efficace au fond de la gorge du bracket, limitant le jeu du fil. Dans les phases nécessitant le glissement de l'arc, elles peuvent entraîner une certaine friction responsable d'une relative inertie dans les déplacements dentaires. Ces ligatures ont un rôle dans la biomécanique à partir du moment où le système mécanique nécessite un glissement de l'arc dans le bracket. La friction créée par la ligature est une force dont il faut tenir compte. Les brackets autoligaturants sont une alternative intéressante, car les études les concernant montrent

une baisse très significative de ces phénomènes de frottement, ce qui présente un avantage certain dans certaines phases, comme le nivellement [27].

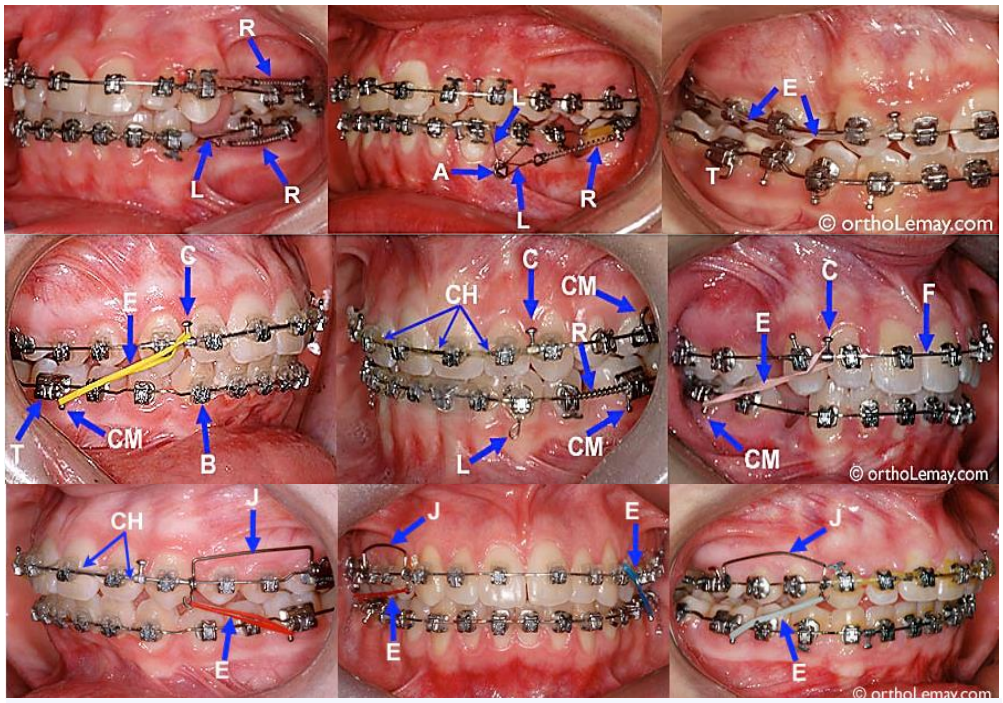
- **Les chainettes élastiques** : La chainette élastique est comme son nom l'indique une chainette constituée d'anneaux reliés entre eux par des sections droites. Fabriquées en élastomère ("caoutchouc" synthétique) elles sont très utilisées. Elles servent notamment à rapprocher les dents écartées ou à empêcher que les dents ne s'écartent au cours de certaines phases du traitement. ***REN AISHU*** et al. en 2007 [138].
- **Les modules élastiques** : Les modules d'élastomère sont le plus souvent tendus des molaires aux canines (recul des canines) des molaires à un crochet fixé à l'arc (recul des incisives).
- **Les élastiques intermaxillaires (TIM) :** Ils sont très utilisés : presque tous les traitements nécessitent leur utilisation plus ou moins prolongée pour les finitions. Suivant les points d'accroche ils peuvent avoir une direction antéro-postérieure, verticale, transversale…C'est leur action qui permet d'établir un bon emboîtement des arcades dentaires supérieure et inférieure [109, 138].

#### 4.4.3.1.2.4. Les cales en résine (bend-lock) :

Les cales en résine placées sur les molaires (dents du fond) sont très utilisées surtout en début de traitement. Elles permettent d'éviter les contacts des dents du haut sur les attaches ou bagues des dents du bas. Suivant la morphologie du patient elles peuvent être indispensables pour pouvoir placer l'appareil du bas.

#### 4.4.3.1.2.5. Les éléments accessoires *(cf.29)* :

- La barre palatine ;
- Le quad'hélix ;
- L'arc palatin de Nance ;
- Le plan rétro-incisif (PRI) ;
- L'arc lingual bi-bague ;
- La grille anti-pouce et les pics langue ;
- Le lip-bumper ;
- Les mini-vis d'ancrage orthodontique ;
- Les power-armes et les éperons ;
- Les ressorts de torque….




- Auxiliaires utilisés pour la fermeture des espaces.
- R - Ressort de traction
- L - Ligature; sert à attacher les ressorts et autres composantes.
- A - mini-vis d'ancrage temporaire
- E - E-link; élastique permanent
- T - Tube de molaire

- B - Boîtier (bracket)
- T - Tube de molaire (tube)
- C - Crochet sur fil pour accrocher un élastique (hook)
- CM - Crochet sur tube de molaire
- E - Élastique; exerce une force pour déplacer les dents. Peut être enlevé par le patient.
- R - Ressort ouvert (open coil)
- F - Fil (wire)
- L - Ligature pour élastiques; facilement déformable et peut être aisément repliée avec une légère pression.
- CH - Chaîne élastique transparente; utilisée entre les dents antérieures pour fermer des espaces. Ne peut être enlevée par le patient.

- J - Jig; crochet utilisé sur les côté servant à reculer les dents postérieures à l'aide d'un élastique. Il est normal que cette composante soit mobile. Il peut être utilisé sur les 2 côtés ou un seul à la fois.
- E - Élastique; accroché sur le tube de la molaire et le jig.
- CH - Chaîne élastique transparente entre les dents antérieures.

**Figure 29** : Les différents composants et auxiliaires des appareillages fixes multiattaches [6].

#### 4.4.3.1.3. Les phases du traitement orthodontique conventionnel :

Le traitement orthodontique d'une DDM modérée à sévère non extractionnelle en multiattache ; commence par une préparation d'ancrage (elle n'existe pas obligatoirement dans tous les traitements ni dans toutes les techniques) ; un nivellement et un alignement des arcades alvéolo-dentaires, une expansion ou réduction interproximales RIP et enfin une finition par ajustage des axes dentaires. Seules les phases classiques du traitement de DDM modérée à sévère ne dépassant pas 10 mm en classe I squelettique seront détaillée dans ce chapitre par technique d'arc droit de ***ROTH.***

NB:// Quelle que soit la technique utilisée et les séquences envisagées, l'accomplissement des objectifs d'une phase est nécessaire avant de commencer la phase suivante pour éviter la multiplication des effets parasites [122].

**4.4.3.1.3.1. La phase d'alignement - nivellement :**

C'est la première phase du traitement. Elle assure : l'alignement des dents et des attaches en corrigeant les dystopies et les rotations. Cette phase permet dans la suite du traitement le passage d'arcs plus rigides et l'utilisation de mécaniques de glissement. La correction des dystopies, en particulier des rotations très récidivantes, dès le début du traitement, favorise la stabilisation de ces mouvements au cours du traitement laissant du temps aux remaniements tissulaires ; le nivellement de la courbe de ***SPEE***. Cette phase contribue ainsi à la levée des verrous occlusaux libérant le potentiel de croissance mandibulaire [122]. Pendant l'alignement l'arc doit délivrer des forces légères et constantes et donc présenter un rapport charge–flexion faible. Les arcs en nickel-titane, les arcs en acier multibrins sont préférentiellement utilisés. Quand elle est possible l'utilisation d'un arc rectangulaire permet un contrôle précoce du torque. Le nivellement de la courbe de Spee est réalisé avec des arcs plus rigides en fin de cette phase. L'alignement et le nivellement nécessitent de l'espace sur l'arcade qui est fourni par des meulages interproximaux (RIP) *(cf.25)* ou encore une expansion (si elle a lieu tout en restant compatible avec les objectifs thérapeutiques et l'équilibre neuromusculaire) [122]. L'avènement des techniques non extractionnistes rend le stripping populaire et de plus en plus répandu. Surtout utilisé dans la région incisivo-canine mandibulaire, le stripping peut être étendu à toute l'arcade pour gagner de la place : Air-Rotor Stripping (ARS) de ***SHERIDAN*** [126].

**4.4.3.1.3.2.La phase de préparation d'ancrage** [122] :

Elle dépend des besoins d'ancrage révélés par l'analyse diagnostique du cas traité (elle n'existe pas obligatoirement dans tous les traitements orthodontiques ni dans toutes les techniques), En effet, en technique Edgewise classique, la préparation d'ancrage est réalisée simultanément sur les groupes prémolo-molaires en incorporant une série de tip back-bends aux dents postérieures ; connus sous le nom de « Ten-To-System ». En techniques pré-informées intégrant des informations et d'angulations négatives sur les attaches des secteurs postérieurs, provoquent des effets parasites qui s'expriment dès la phase de nivellement. D'autre part, un déplacement physique de l'ensemble des dents est observé « the bodily mouvments » ce qui brulent d'avantage l'ancrage, les orthodontistes, prennent plus de précautions en techniques pré informés dès le début de traitements en incorporant des ligatures légères en 8 « lace-backs » associés à des rabats distaux des premiers pour garantir un bon nivellement. La courbe de ***SPEE*** est nivelée à l'arcade mandibulaire, mais à l'arcade maxillaire elle peut être : aplatie, pour Andrews, afin de favoriser la coaptation mésio-distale des dents maxillaires et mandibulaires entre elles (6$^{e}$ clé d'***ANDREWS***) la courbe de ***WILSON*** doit être respectée avec une inclinaison en direction mésio-occlusale des grands axes verticaux coronaires des dents (2$^{e}$ clé d'***ANDREWS***), Les moyens d'ancrage utilisés chez l'adulte sont :

- La solidarisation par fils lourds et passifs des dents choisies comme ancrage au moyen de fil de ligature métallique.
- La solidarisation par bridge provisoire ou contention des dents mobiles,
- L'utilisation de plaques amovibles si le nombre de dents restantes est insuffisant,

- Les gouttières en résine scellées momentanément pour solidariser les dents entre elles et contrôler le sens vertical par le biais des forces occlusales nécessairement accrues au niveau des surélévations,
- Les mini-vis et mini plaques : elles présentent l'avantage de ne nécessiter aucune coopération, leur mise en œuvre est facile et ouvre de nombreuses possibilités thérapeutiques [126].

**4.4.3.1.3.3.La phase des modifications intra-arcades (travail) :**

Le traitement, a pour objectifs, l'alignement intra-arcades, une expansion d'arcade ou réduction interproximales RIP permet de soulager l'encombrement antérieur de moins de 10 mm, une finition par ajustage des axes dentaires inesthétiques et dysfonctionnel notamment antérieurement, sera assurée au moyen des courbures de 1er, 2ème et 3ème ordre (Edgewise standard). L'action du torque sera engagée par l'information incorporée dans l'attache orthodontique (position de la gorge (ou slot) du bracket par rapport à sa base) et/ou torsion sur champ donnée à l'arc, selon la technique utilisée.

**4.4.3.1.3.4.La phase des modifications inter-arcades (la coordination) :**

Les modifications inter-arcades sont à visée coordinatrice : il s'agit d'établir un rapport entre les arcades mandibulaire et maxillaire tel que l'arcade maxillaire circonscrive l'arcade mandibulaire, avec un bon engrènement, stable, et des guidages idéaux.

**4.4.3.1.3.5. La phase des finitions :**

C'est une phase essentielle dans le traitement qui détermine l'achèvement et l'accomplissement des différents objectifs de traitement il contribue à la stabilité des résultats et il détermine la qualité du traitement. C'est une phase délicate qui repose sur une évaluation de la situation clinique par rapport aux objectifs de traitement, basée sur un examen systématique et les détails des documents et du patient. Elle comprend en particulier : l'évaluation de l'occlusion statique et surtout dynamique du patient ainsi que de l'esthétique faciale et dentaire à partir d'un examen clinique ; le contrôle des axes dentaires sur les radiographies ; le contrôle sur les modèles des relations dentaires intra et inter-arcades, en particulier du cote palatin qui ne peut pas être visualisé à l'examen clinique [122].

Elles nécessitent des ajustements et une individualisation des informations apportées à la pince sur les arcs qui doivent donc être façonnables. Des fils d'acier ou de TMA sont recommandes pour cette phase. Les TIM d'inter-cuspidation vont permettre d'asseoir l'occlusion. Le dernier arc maxillaire peut être en niobium-titane ou en multibrin acier rectangulaire sous-dimensionné pour laisser s'exprimer la physiologie du patient [122].

#### 4.4.3.1.3.6. La phase de contention :

Chez l'adulte, la contention s'envisage au cours des dernières étapes de la restauration occluso-fonctionnelle de fin de traitement et sera dépendante de nombreux facteurs. La contention amovible restant imparfaite surtout pour un adulte, donc il conviendra de privilégier la réalisation d'une contention fixe, provisoire ou définitive, mandibulaire et/ou maxillaire, par méthode directe ou indirecte *(cf.30)*. Selon les objectifs et la situation clinique, différents types de contention peuvent être envisagés, avec ou sans préparation du support dentaire [(139)]. *« La contention est le plus difficile problème en orthodontie de l'adulte. En fait, c'est le problème »* d'après Oppenheim cité par Philippe [(140)]. Chez l'adulte ; à ce jour, les systèmes contentions collées sans préparation restent fiables en l'absence de mobilités, à côté du « verrouillage mécanique »[(140)].

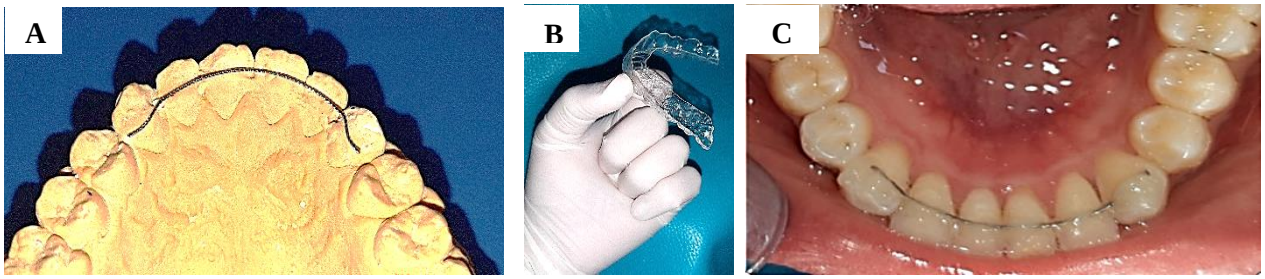



**Figure 30** : Les différents types de systèmes de contentions utilisés ; **A** : Fil de contention collé de type « 3-3 » » en TMA (RMO®) façonné sur moulage. **B** : Gouttière de contention transparente ; **C** : Fil de contention type « 3-3 collé en bouche (Service ODF-CHU-ORAN).

### 4.4.3.2. Le traitement orthodontique accéléré (assisté par piézotomie):

Afin de répondre à certaines exigences liées aux demandes des patients adultes, de nombreuses techniques novatrices sont mises au point garantissant une rapidité de traitement sans compromettre aux objectifs de ce dernier.

Des corticotomies alvéolo-dentaires réalisées au moyen d'un piézotome réalisées au siège de l'encombrement dentair afin de favoriser une certaine expansion de l'arcade alvéolo-dentaire et d'optimiser ainsi les résultats de traitement. Avec une augmentation de l'amplitude des mouvements habituels, de plus garantir la stabilité des résultats en fin de traitement. Cette technique d'orthodontie accélérée sera vue en détail dans les chapitres qui suivent *(voire chapitres : 05/06/07).*

# 5. L’ORTHODONTIE ACCELEREE

# 5.L'orthodontie accélérée

L'accélération du déplacement dentaire par corticotomie alvéolaire est bien décrite dans la littérature. Elle se traduit par un phénomène d'ostéopénie transitoire, baptisé « phénomène d'accélération régionale » par ***FROST***. Ce mécanisme biologique a été décrit via des études animales et humaines. Cependant, d'autres effets intéressants en pratique orthodontique sont associés aux corticotomies alvéolaires : augmentation de l'amplitude des mouvements dentaires, diminution des résorptions radiculaires et augmentation de stabilité post-traitement orthodontique [(141)].

## 5.1. Pourquoi accélérer le mouvement dentaire ?

Souvent un traitement de longue durée qui dépasse les 18 mois est mal accepté par les patients adultes, et s'associe à pas mal d'effets négatifs [(16).] L'avancement des technologies de matériels et moyens, a apporté beaucoup d'avantages pour l'orthodontie. Il faut reconnaitre que la durée de traitement dépend principalement de trois variables qui sont [(142)] :

- Le praticien, par le diagnostic posé, la qualité du plan de traitement, l'appareillage utilisé, sa connaissance de la mécanique et de son anticipation des effets indésirables.
- Le patient, par le respect des rendez-vous, une bonne hygiène buccale, l'intégrité des appareils et le respect des instructions du praticien (le port des élastiques par exemple).
- La situation clinique, le type de malocclusion et sa gravité ; le type de profil, la typologie faciale et direction de croissance, la biologie osseuse (parodontopathie, os dense d'un patient hypodivergent), la présence des dents absentes...

Plus le traitement orthodontique est long et plus les effets indésirables risquent de survenir à savoir :

- **Les résorptions radiculaires :** peuvent apparaitre du fait d'un manque de maitrise de la mécanique ; des mouvements de va et vient, des mouvements d'ingression trop importants ou l'utilisation de forces trop lourdes non maitrisées.
- **Lésions amélaires et dommages pulpaires** : la prévalence des lésions de l'émail après un traitement orthodontique sont variés (caries dentaires, colorations dentaires...). Dans une étude transversale[(143)(143)(143)(143)(143)(143)(143) (143,142)], 50 % des individus soumis à un traitement orthodontique présentaient une opacité de l'émail non évolutive, contre 25 % des témoins. D'autre part Les lésions carieuses peuvent apparaitre chez des patients avec une hygiène insuffisante ; en effet les attaches orthodontiques retiennent le biofilm. Le contrôle de la plaque dentaire doit donc être d'autant plus important avec les multiattaches. Parfois Une ischémie pulpaire transitoire peut être signalée à la suite d'un traitement orthodontique mal contrôlé [(144)].
- **Les parodontopathie :** sont surtout à craindre chez des patients avec un biotype parodontal fin (types 3 et 4 de ***MAYNARD*** et ***WILSON***) (*cf.07*). Le praticien doit donc collaborer avec le chirurgien-dentiste et contrôler régulièrement (tous les 3 à 4 mois) cliniquement et radiologiquement l'état du parodonte. L'orthodontiste doit adapter les mouvements dentaires au parodonte ainsi que les forces utilisées. De plus en plus de patients adultes sont demandeurs de traitement orthodontique, dont les principales motivations sont esthétiques. Il serait donc

plus intéressant de proposer des traitements plus rapides pour éviter les effets indésirables et répondre à la demande esthétique [145, 146].

## 5.2. Les moyens d'accélération du déplacement orthodontique

Dans la littérature, on dispose principalement de deux catégories de techniques : chirurgicales et non chirurgicales. Actuellement ; les techniques chirurgicales sont les plus démocratisées. Elles sont basées sur le principe du phénomène d'accélération régionale le PAR.

**5.2.1. Les techniques non chirurgicales :** Le déplacement dentaire a été accéléré expérimentalement par différentes techniques physiques et chimiques, ces techniques répondent parfaitement à la demande des patients et des praticiens en termes de confort de traitement mais présentent quelques inconvénients.

**5.2.1.1. Les stimuli chimiques** : naissent de la connaissance de plus en plus approfondie des mécanismes du déplacement dentaire et du remodelage osseux. La modification du taux de renouvellement osseux par voie systémique ou locale pourrait donc moduler la vitesse du déplacement dentaire.

- **Les stimuli systémiques** : (Hormone parathyroïdienne, La vitamine D3).
- **Les stimuli locaux :** (Les prostaglandines, Le ligand RANKL, Injection de relaxine).

Ces molécules présentent des résultats prometteurs concernant l'accélération du mouvement dentaire. Cependant les principales études sur le sujet ont été réalisées sur des animaux et ne permettent pas de conclure à leur utilisation clinique. Des études cliniques de haut niveau de preuve sont nécessaires du fait de l'existence d'effets secondaires généraux.

**5.2.1.2. Les stimuli physiques** : l'utilisation du laser à faible intensité, des vibrations sont très largement répondu en pratique clinique, pourtant les études cliniques divergentes quant aux résultats concernant leur impact sur le mouvement dentaire. L'utilisation de ces produits par les praticiens est surement liée à une grande commercialisation de ceux-ci par les laboratoires.

- Le laser (LLLT Low-level laser therapy) *(cf.31 -A, B, C)* utilisé à faible intensité, aurait un effet bio-stimulant sur l'os ; ***YOSHIDA*** et al. En 2009 [33, 147].
- Les vibrations *(cf.31-D)* utilisées pour la première fois par ***MAO*** et al. en 2003.
- Le champ électromagnétique pulsé.

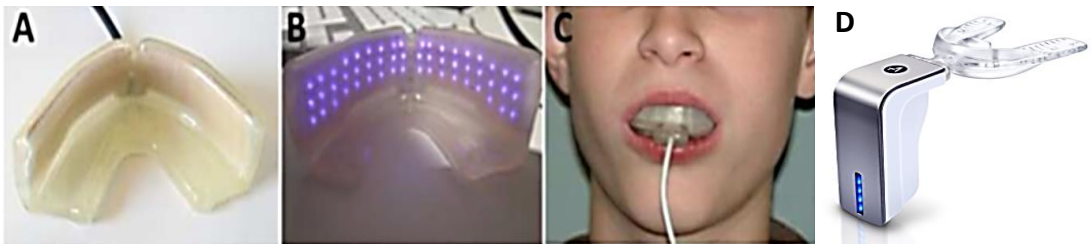



**Figure 31** : Accélération par stimuli physique : **A, B, C :** accélération par le laser OrthoPulseTM® **(**LLLT) Low-level laser therapy [33]. **D :** Accélération par vibration Acceledent® [46] *Image adaptée du site http:// acceledent.com/*

### 5.2.2. Les techniques chirurgicales :

Les techniques chirurgicales peuvent être regroupées en quatre principales approches :

- La distraction du desmodonte ou ligament alvéolo-dentaire ;
- La distraction dento-alvéolaire ;
- La décortication ou corticotomie alvéolaire ;
- La corticision [148]. Cette dernière est considérée comme étant la plus simple et la moins mutilante des méthodes chirurgicales utilisées pour accélérer le traitement orthodontique dans la mesure où elle exclut la mise en œuvre d'un lambeau ; d'où l'intérêt grandissant qu'elle suscite auprès de nombreux cliniciens et chercheurs [148].

#### 5.2.2.1. La fibrotomie supracrestale

Ce fut l'une des premières techniques chirurgicales à avoir été proposée. Elle consiste en la section des fibres gingivo–dentaire, dégageant légèrement la dent de son ancrage ligamentaire *(cf.32)*. Cette fibrotomie supracrestale pratiquée sur une dent à déplacer, accélérerait le déplacement dentaire mais dans de très faibles proportions.



**Figure 32 :** La fibrotomie supra-crestal

#### 5.2.2.2. Les distractions dento–alvéolaires *(cf.33) :*

Elles consistent en une ostéotomie localisée sur la dent à déplacer, la dent et son os alvéolaire seront individualisés en un bloc osseux qui sera mobilisé par la suite au moyen d'un vérin.
Les distractions dento–alvéolaires sont souvent pratiquées autour des canines suite à l'extraction des prémolaires. Le bloc osseux est déplacé par l'intermédiaire d'un vérin qui prend appui sur une bague scellée sur la canine. Elle permet la fermeture des espaces d'extraction des prémolaires en 9 à 14 jours en suivant le protocole opératoire suivant [149] :



**Figure 33. :** La distraction dento-alvéolaire et mise en place d'un distracteur pour reculer la canine [25].

- Réalisation de multiples perforations corticales à l'aide d'une fraise ronde en carbure de tungstène sous haute irrigation, le long d'une ligne verticale sur la face mésiale de la canine. Le forage continue jusqu'à 3 à 5mm de l'apex en se courbant à son niveau.

- Le même procédé est réalisé sur la face distale de la canine à rétracter.
- Une fraise fissure est utilisée pour relier les perforations réalisées dans l'os.
- La distraction chirurgicale manuelle est réalisée grâce à un ostéotome, afin de dissocier la racine de l'os cortical.
- Le distracteur est posé (c'est un appareil réalisé en acier inoxydable), il sera activé 1 à 2 jours après sa pose.
- L'activation se fera en moyen de 2 fois par jour (une fois le matin, une fois le soir) par ¼ de tours ; soit une quantité de 0,8 mm par jour.

Jusqu'à présent, la distraction dento-alvéolaire a été réalisée uniquement dans les cas de traitement par extraction de prémolaires, pour faciliter le recul canin *(cf.33).*

#### 5.2.2.3. Les distractions ligamentaires ou desmodontale *(cf.34)* :

Après l'extraction des premières prémolaires, le chirurgien effectue des stries verticales sur le versant mésial de l'alvéole, au contact de la canine en vestibulaire et en lingual, suivi d'une légère distraction manuelle. Le principe est similaire à la technique précédente, mais sans distraction complète tout autour de la dent. Dans ce cas, on compare le ligament à une suture entre l'os et la dent tout comme la suture médo-palatine. Puis, par le biais d'un vérin, le ligament sera étiré. Le ligament peut se déchirer, mais il se régénère par les mêmes principes biologiques que pour la disjonction de la suture médo-palatine. Cette technique est utilisée pour reculer la canine avec un vérin après avoir affaibli la paroi osseuse interdentaire *(cf.34).*




**Figure 34 :** La distraction ligamentaire ou desmodontale (I : les lignes d'incisions intra-septales et le traitement orthodontique associé) [32].

#### 5.2.2.4. Mono-cortical Tooth Dislocation and Ligament Distraction (MTDLD) :

La procédure consiste à réaliser une micro-corticomie chirurgicale autour de chaque dent à l'aide d'un piézotome *(cf.35)*, ainsi qu'une dislocation de la corticale externe et une distraction du ligament alvéolo-dentaire. L'application de forces biomécaniques fortes doit être immédiate pour permettre la distraction ligamentaire. Les auteurs préconisent d'adapter les types de stries de corticotomie en fonction de la morphologie radiculaire et du type de mouvement désiré. Ainsi pour un mouvement d'ingression les stries apicales seront plus importantes, si l'on souhaite une rétraction du bloc incisif les stries seront réalisées sur les faces palatines *(cf.35).*

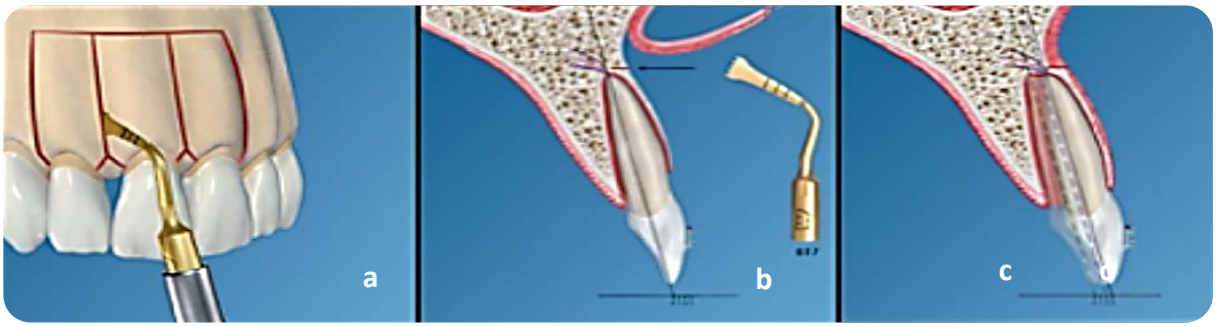



**Figure 35 :** MTDLD : Mono-cortical Tooth Dislocation and Ligament Distraction. **a** : Stries de micro-corticotomie autour de chaque racine dentaire **b :** Corticotomie horizontale péri-apicale **c :** Dislocation corticale et distraction ligamentaire [29].

### 5.2.2.5. Alvéocentesis : micro-ostéo-perforations (MOPs):

Il s'agit de micro-ostéo-perforations alvéolaires permettant d'augmenter le phénomène de remodelage osseux *(cf.36)*. C'est le laboratoire Propel qui utilise ce procédé pour commercialiser l'Excellerator®.

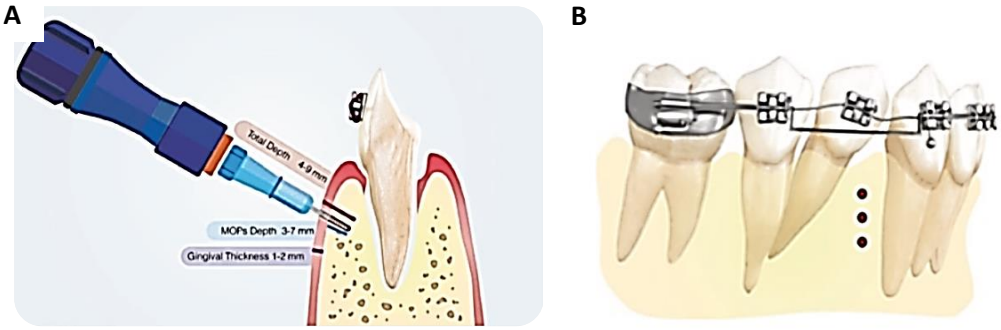



**Figure 36** : A : Schéma montrant l'utilisation des MOPs pour modifier le point d'application d'une force [16]. . B : utilisation des MOPs pour le redressement d'une dent [16]

**5.2.2.6. La corticision :** Il s'agit d'une intervention chirurgicale de distraction alvéolaire, permise grâce à un scalpel renforcé utilisé comme burin pour séparer les faces corticales interproximales en s'affranchissant de l'élévation d'un lambeau muco-périosté *(cf.37)* [150].

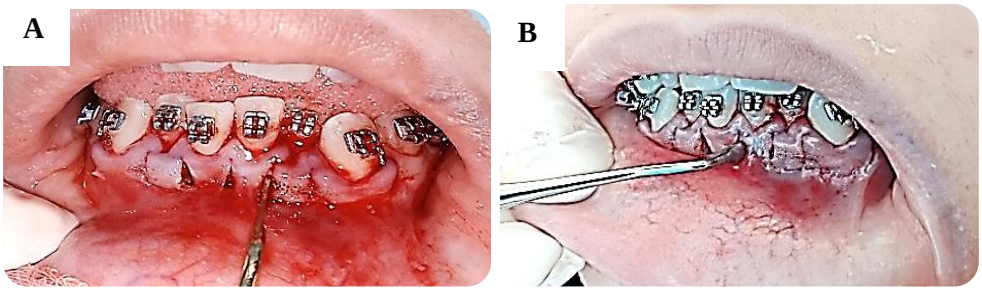



**Figure 37** : Corticision, Pr. Khassani. D. Service de Parodontologie CHU-ORAN.

### 5.2.2.7. La corticotomie alvéolaire :

### 5.2.2.8. La piézo-corticotomie ou corti-piézocision alvéolaire ;

*Ces deux dernières techniques seront vues en détail dans les chapitres qui suivent.

# 6. LA CORTICOTOMIE ALVEOLAIRE

# 6.La corticotomie alvéolaire

## 6.1. Définition de la corticotomie alvéolaire

La corticotomie est un procédé chirurgical consistant en la réalisation de traits d'ostéotomies concernant uniquement la corticale de l'os alvéolaire autour des dents à déplacer. Elle peut concerner toute l'arcade alvéolo-dentaire (généralisée) ou être segmentaire (localisée). Elle est réalisée à la fraise à os ou à la scie à os. Ce procédé est utilisé principalement chez l'adulte afin d'accélérer le traitement orthodontique, dans un environnement où le mouvement dentaire est plus lent (les phénomènes régulant le remaniement osseux sont moins rapides). Cette accélération se fait sur un temps limité de la cicatrisation osseuse qui est classiquement de 4 mois. A la suite de la corticotomie, les arcs seront mis en place tous les 15 jours au lieu des 6 semaines communément admises afin de profiter au maximum de la fenêtre thérapeutique ainsi créer. Cela permet de diviser par 4 la durée de certaines phases. La corticotomie offre une réduction significative des temps de traitement. Cette technique pourrait être pratiquée chez l'enfant mais paraît plus justifiée chez l'adulte (patients pressés et processus cellulaires ralentis). La corticotomie alvéolaire, met en jeu des mécanismes biologiques et physiologiques, diffère de la distraction osseuse, qui met en jeu des forces lourdes délivrées par le biais de vérins.

## 6.2. Historique de la corticotomie alvéolaire :

En 1893, ***CUNNINGHAM*** cite par ***CANO*** [51] en 2012 présente « Luxation, or the immediate method in the treatment of irregular teeth » au congrès international de Chicago. Il utilise des ostéotomies mésiales et distales avec une scie à os pour repositionner une dent présentant une version palatine. Il a associé une contention par fil métallique pendant 35 jours. Il associe ainsi une procédure chirurgicale au traitement orthodontique pour réduire le temps de traitement. Cinquante années plus tard, ***BICHLMAYR*** classe les chirurgies orthodontiques en « *majeures* » ou « *mineures* » et il est le premier à décrire la corticotomie pour la fermeture des diastèmes chez les patients de plus de 16 ans.[51]

En 1959, ***KÖLE*** [10] décrit dans la littérature pour la première fois le concept de mouvements dentaires rapides par une chirurgie de corticotomie, c'est le concept des « *blocs osseux* » *(cf.39)*. Il suggère que l'os cortical est un facteur majeur de résistance aux mouvements dentaires et qu'une stimulation de la corticale alvéolaire améliore la vitesse des déplacements orthodontiques. Il pratiquait des corticotomies segmentaires interdentaires traversant la totalité

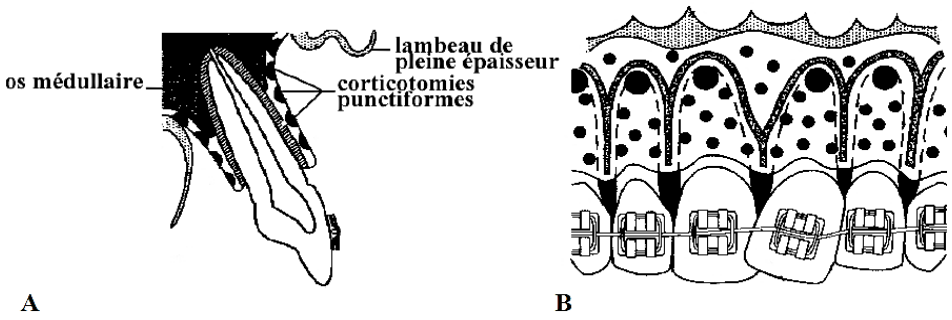



**Figure 38** : La réalisation d'une corticotomie ponctiforme et linéaire. **A** : Coupe sagittale au niveau d'une incisive maxillaire au cours de la réalisation de corticotomies. **B** : Vue vestibulaire de corticotomies ponctiformes et linéaires [34].

de l'os cortical mais ne pénétrant que superficiellement l'os médullaire. A ces corticotomies était associée au niveau apical une ostéotomie horizontale traversant la totalité de l'os alvéolaire (cortical et spongieux) de vestibulaire en lingual. Il réalisait alors des « blocs osseux » reliés entre eux uniquement par de l'os médullaire de moindre densité pour pouvoir mobiliser plus facilement des groupes de dents. Les résultats étaient bons, mais les mortifications pulpaires n'étaient pas rares. En 1972, ***BELL*** et ***LEVY*** [151] ont publié la première étude expérimentale de corticotomies alvéolaires sur 49 singes. Ils décrivent des traits de corticotomies verticales interdentaires que l'on peut considérer comme des ostéotomies car ils mobilisent l'ensemble dent/os alvéolaire. En 1978, ***GENERSON*** cité par ***SEBAOUNE*** en ***2007*** [53] introduit une modification de la méthode de ***KÖLE*** [12] *(cf.39)* en supprimant l'ostéotomie sous-apicale et en n'effectuant que des incisions de corticotomie limitées à l'os cortical (*cf.38*). Par la suite, ***ANHOLM, GANTES*** et ***SUYA*** en 1991 [152] valorisent les corticotomies à la place d'ostéotomies car elles diminuent fortement les risques de nécrose, de lésions des dents adjacentes ainsi que les atteintes parodontales. Pour les auteurs cités précédemment, l'accélération des mouvements dentaires est principalement liée à une perturbation du cortex alvéolaire, leurs travaux étaient basés sur le concept mécanique.

En 2001, ***WILCKO*** et al.[41] Introduisent une vision biologique pour expliquer l'accélération des mouvements dentaires. Pour ces auteurs, les déplacements rapides observés cliniquement grâce à cette technique dite « d'orthodontie accélérée par assistance ostéogénique parodontale » ou PAOO (Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics) résulteraient d'une augmentation de l'activité ostéoclasique suite à la lésion chirurgicale et non d'une perturbation mécanique du cortex alvéolaire, thèse soutenue dans le concept des « blocs osseux ». Leurs travaux montrent également que l'apport de greffes osseuses améliorerait la stabilité dentaire à long terme en augmentant le volume osseux et l'épaisseur de la corticale.



**Figure 39 :** Corticotomie alvéolaire conventionnelle de KOLE, d'après Thierry M Et Charrier.J.b [14].

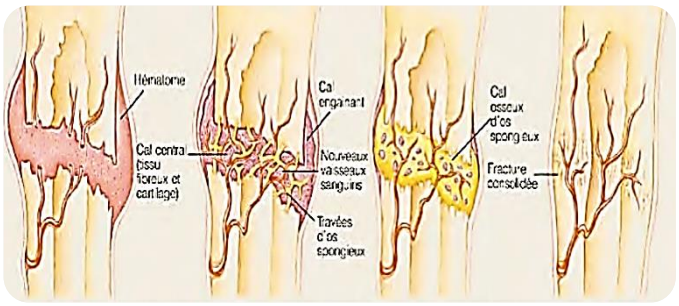



**Figure 40** : Fracture d'un os long avec angulation illustrant les étapes du processus de cicatrisation osseuse [50].

## 6.3. Les théories et mécanismes misent en jeu lors d'une corticotomie alvéolaire [14, 53, 153].

### 6.3.1. La théorie des blocs osseux :

La première des théories avancées proposée pour expliquer la rapidité et l'amplitude des mouvements dentaires avec corticotomies par ***KÖLE*** en 1959 [10] est le concept des « blocs osseux ». Pour lui, l'os cortical constitue un facteur important s'opposant au mouvement dentaire. Par la réalisation des corticotomies, il permet d'individualiser des blocs osseux reliés entre eux uniquement par l'os médullaire de moindre densité. Les dents étaient alors considérées comme des ancrages pour mobiliser ces blocs osseux. Il fallait employer des forces

lourdes pour mobiliser ces blocs osseux, et même si la technique avait un succès certain, il y avait souvent des pertes de vitalités pulpaires secondaires au traitement.

### 6.3.2. Le « Regional Accelerated Phenomenon » ou RPA :

Dans les années 80 l'orthopédiste ***HAROLD FROST*** cité par ***SEBAOUN*** (2007) [53], étudie les foyers fracturaires sur les os longs *(cf.40)* et observe que toute agression chirurgicale des tissus mous ou osseux provoque, à proximité immédiate du site d'intervention, un phénomène complexe de cicatrisation grâce à la réorganisation tissulaire importante. Il nomme cette cascade d'événements physiologiques : le Phénomène Régional d'Accélération ou RAP (Regional Acceleratory Phenomenon) ou PAR. Le RAP est un mécanisme retrouvé lors de la consolidation d'un foyer de fracture pour permettre une néoformation d'os à l'origine de la formation d'un cal osseux *(cf.40)*. Dans l'os, cette réorganisation consiste en une augmentation de l'activité ostéoclasique qui se traduit par un turn-over cellulaire accru et par une diminution de la densité et de la calcification osseuse. Il s'en suit un état ostéopénique transitoire post chirurgical laissant place à une cicatrisation osseuse complète, avec un rétablissement de la densité osseuse d'origine. Ce phénomène de RAP est le mécanisme le plus probable lors des déplacements dentaires accélérés. La consolidation osseuse est réalisée selon les mêmes principes que ceux de la consolidation d'un foyer de fracture, seulement ici la consolidation sera guidée par le traitement orthodontique. Pendant la consolidation, la mobilité dentaire serait augmentée un certain temps après l'intervention, facilitant le déplacement dentaire sans utiliser des forces trop importantes. Et le processus de réparation de l'os cortical se réalise en quatre stades *(cf.40)* :

- ✓ Hématome aboutissant au tissu de granulation
- ✓ Cal mou primaire
- ✓ Cal dure
- ✓ Remodelage

### 6.3.3. Augmentation du turn-over et diminution de la densité osseuse.

Comme nous l'avons vu précédemment, le turn-over osseux est augmenté par toute agression chirurgicale que ce soit une fracture, une ostéotomie ou le décollement d'un lambeau sous périosté. Il a été mis en évidence dans les travaux de ***VERNA*** et coll. (2000)[154] l'influence de différents taux de turn-over osseux sur la quantité et la qualité des déplacements orthodontiques (*cf.41*). Les auteurs rapportent qu'un turn-over accru est lié à un déplacement significativement plus rapide. De même ***RANA*** et coll. En 2001 [155], ainsi que ***WANG*** et coll. En 2009 [156] ont montré dans leur étude chez le rat que lors d'un mouvement orthodontique, un phénomène cellulaire important était mis en jeu dans les trois jours après l'application de la force. Ces résultats vont de même avec ceux de ***MIDGETT*** fait en 1981 [157] qui a observé des déplacements dentaires rapides chez l'animal ayant un turn-over augmenté par un hyperthyroïdisme secondaire. De même, il a été montré que la diminution de la densité osseuse faciliterait le déplacement dentaire et le rendrait plus rapide. ***GOLDIE*** et ***KING*** en 1984 [21] ont observé une amélioration de la rapidité des déplacements dentaires orthodontiques chez les rats suivant un régime déficient en calcium. Ils avancent dans sa thèse qu'une augmentation de PTH serait responsable d'une augmentation de l'activité ostéoclastique. Les déplacements dentaires

De nos jours, la théorie mécanique de ***KÖLE*** [10] est réfutée en faveur de la théorie biologique soutenue par ***WILCKO*** [41].

accélérés seraient donc dus à un turn-over osseux augmenté et une diminution de la densité osseuse, ces deux phénomènes étant les principes du RAP ou PAR (*cf.41).*

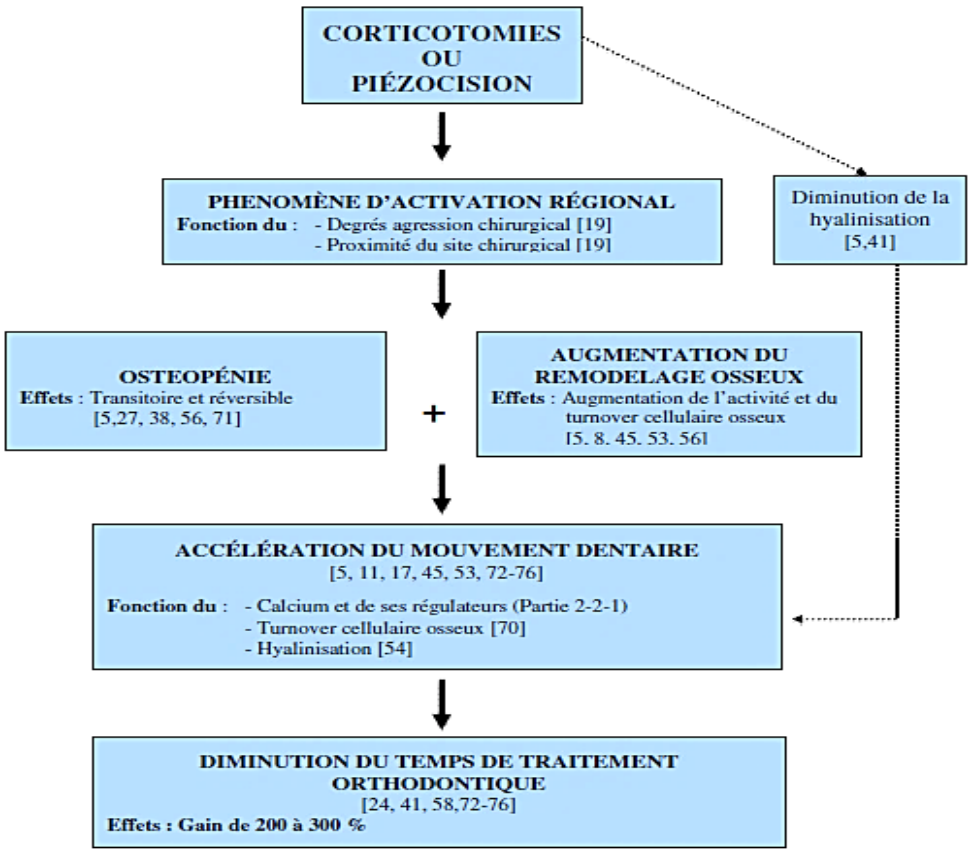



**Figure 41** : Schéma du concept biologique du déplacement dentaire accéléré par corticotomies ou par piézocision [37, 38].

## 6.4. Protocole opératoire d'une corticotomie alvéolaire conventionnelle actuelle (PAOO) :

### 6.4.1. Préparation pré-opératoire [41, 53, 153] :

- Des explications sur le déroulement de l'intervention et des suites post-opératoires sont nécessaire avant d'entamé l'acte opératoire.
- Prémédication : Prémédication sédative : ATARAX®, 1mg / kg 2 h avant si nécessaire ou sédation en intraveineuse.
- Anesthésie : La plupart du temps l'intervention est réalisée sous anesthésie locale. Toutefois, l'intervention pouvant durer plusieurs heures, de nombreux auteurs associent une sédation intraveineuse (midazolam, propofol…) à l'anesthésie locale. Dans certains cas, en fonction de la coopération du patient, l'anesthésie générale est préconisée.

### 6.4.2. La chirurgie parodontale :

- **Une incision sulculaire classique :** est pratiquée sur les versants vestibulaires et palatins/lingaux du maxillaire et de la mandibule. Ensuite un large lambeau muco-périosté est levé incluant les papilles en vestibulaires et palatins/lingaux. Le lambeau doit être récliné au-delà des apex permettant un accès bien dégagé à toute la surface de l'os cortical entourant les racines. Il sera nécessaire de repérer et de protéger les paquets vasculo-nerveux émergeant des foramens palatins et mentonniers. Avant de réaliser toutes incisions osseuses,

***CHARRIER*** et coll. (2008) [153] préconisent une planification préopératoire des corticotomies à partir du denta scanner et des reconstructions tridimensionnelles.

- **L'ostéotomie :** Pour la réalisation de la corticotomie, les traits d'ostéotomies verticaux sont réalisés entre les dents à déplacer, ils traversent la totalité de l'os cortical et superficiellement l'os médullaire pour ne pas léser le ligament et le pédicule vasculaire dentaire *(cf.38, 39, 42).* Lors de la réalisation de ces travées d'ostéotomie, il faut prendre soin d'éviter les racines dentaires, pour cela il est possible de combiner des traits d'ostéotomie ponctuels et linéaires circonscrivant les racines. Certains auteurs, préconisent de rester 2 à 3 mm en deçà de la crête alvéolaire. ***WILCKO*** et coll. En 2003 [158], utilisent une fraise à os montée sur une pièce à main à grande vitesse et sous irrigation abondante pour réaliser les traits d'ostéotomies alors que ***CHARRIER*** et coll. (2008) [153], utilisent eux une scie circulaire diamantée (Komet®) et une scie alternative oscillante (Braun Aesculap®).

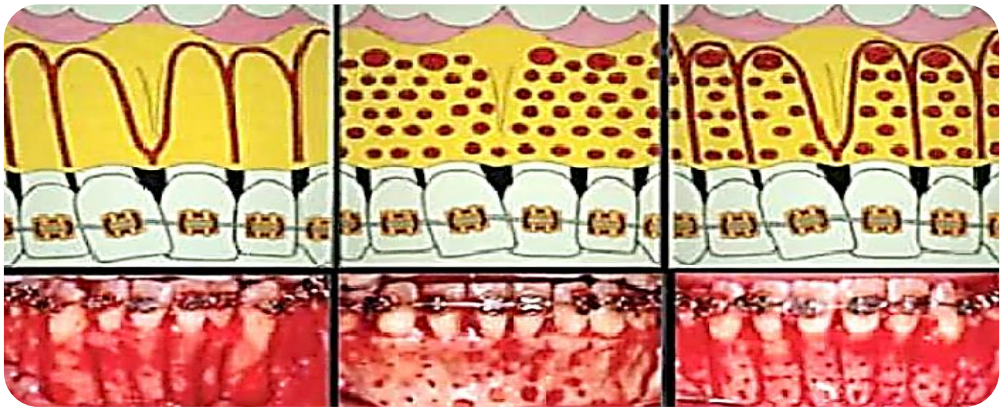


**Figure 42** : Les différents schémas de décortication sont possibles (traits, points), le but étant de blesser la corticale osseuse [7].

- **L'apposition de greffe osseuse** : Tous les auteurs ne pratiquent pas et ne préconisent pas l'apposition de greffe osseuse. Pour ***WILCKO*** (2003)[158], ***SEBAOUN*** (2007) [53], il convient d'apposer directement sur l'os cortical une greffe osseuse qui consiste en un mélange de deux volumes : le DFDBA « Demineralized Freeze Dried Bone Allograft » (allogreffe osseuse lyophilisée déminéralisée), et d'un volume de xénogreffe osseuse bovine anorganique *(cf.43).*

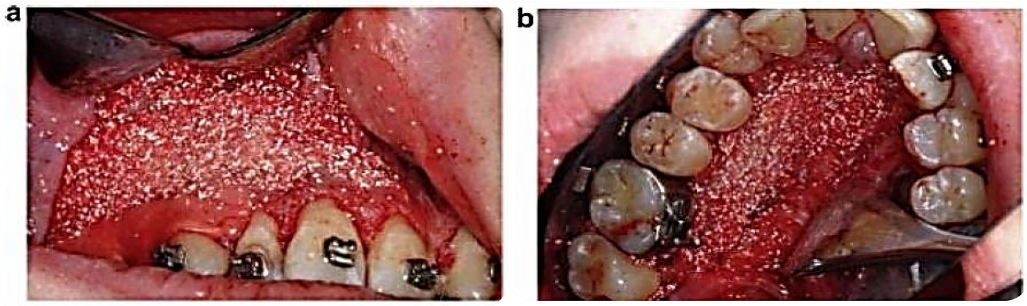



**Figure 43** : Greffe osseuse associée à la corticotomie (allogreffe DFDBA et xenogreffe bovine Osteograft®) [13].

Il sera également ajouté au mélange de la clindamicine phosphate en solution (approximativement 10 mg/ml) et de sérum physiologique pour le réhydrater. L'adjonction de greffe osseuse à cette technique va permettre d'augmenter le volume osseux *(cf.43).* Ce mélange sera placé directement sur l'os à raison de 0,5 à 1 centimètre cube par dent au

niveau des zones présentant des déhiscences ou des fenestrations radiculaires et aux endroits où une expansion dentaire importante est prévue [91, 159] *(cf.44)*. Contrairement à d'autres auteurs, ***CHARRIER*** et coll. (2008) [153], n'ont pas recours eux à la greffe osseuse lors de leur traitement orthodontique avec corticotomie. Cependant ils émettent l'hypothèse que l'utilisation d'os symphysaire ou ramique autologue surtout dans le cas de séquelles de fentes labio-maxillo-palatines pourraient être intéressantes. Par contre à l'heure actuelle, l'utilisation du Plasma Riche en Fibrine (PRF) connu pour ses propriétés ostéogéniques ont été utilisés chez certains de leurs patients mais leurs résultats ne sont pas encore confirmés.

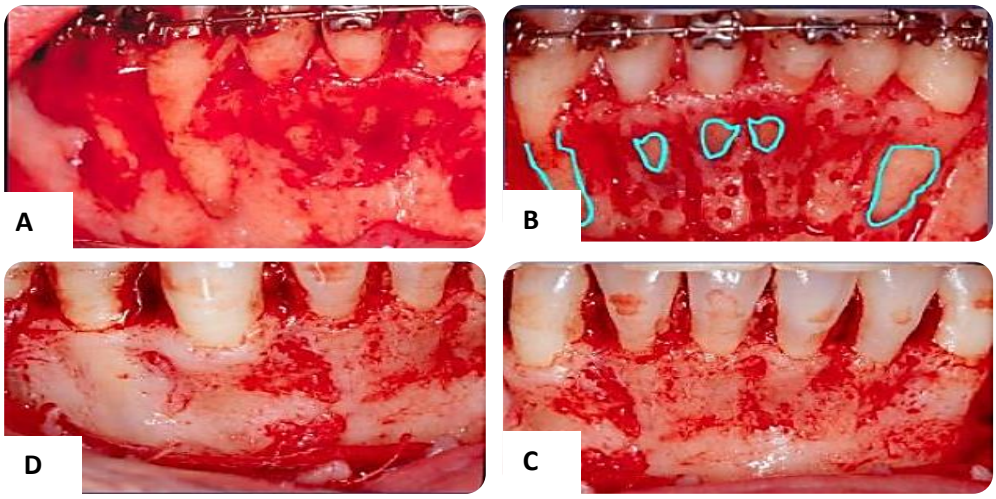



**Figure 44 :** Augmentation du volume osseux suite à une corticomie associée à une greffe osseuse. On peut observer en **A ,B** : avant traitement une fenestration osseuse/ **D, C :** en fin de traitement : une nette augmentation du volume osseux vestibulaire [3, 39].

- **Sutures et conseils post opératoire** [52] : A la fin de l'intervention le site est refermé par des sutures étanches et hermétiques réalisé avec du fil de suture. Elles seront laissées en place environ deux semaines. Il faut rappeler aux patients les suites et les contraintes post opératoires. Rappelons qu'elles sont minimes par rapport à une intervention de chirurgie orthognatique. Dans l'ensemble, les patients supportent plutôt bien cette intervention, mais une gêne post-chirurgicale peut être ressentie par certains. L'arrêt de travail suite à cette chirurgie est de 48 à 72 h ce qui est l'équivalent de l'arrêt préconisé pour l'avulsion des quatre dents de sagesses sous anesthésie générale. La prescription post opératoire comprend des antibiotiques, des antalgiques et des anti-inflammatoire stéroïdiens. Le brossage dentaire sera effectué avec une brosse à dents chirurgicale et des bains de bouche à la chlorexidine seront réalisées jusqu'à la dépose des sutures.

### 6.4.3. Mise en place du traitement orthodontique :

- Le collage des brackets orthodontiques ou autres dispositifs précédents toujours l'intervention, afin de permettre une activation postopératoire immédiate. [53, 153].
- Les ajustements et activations des appareils orthodontiques doivent être réalisés toutes les deux semaines, permettant de maintenir le RAP et de stimuler l'os alvéolaire. Le premier mois qui suit l'intervention offre une mobilité importante des dents, en revanche les déplacements majeurs doivent être effectués dans les trois mois post chirurgicale.

## 6.5. Difficultés et complications chirurgicales de la corticotomie

Le résultat de cette technique dépend en grande partie de la maitrise de l'opérateur du geste chirurgical. Il ne faut pas léser le ligament alvéolo-dentaire ni l'os médullaire. Pour pallier à ces erreurs, l'utilisation d'un guide chirurgical comme en implantologie est recommandée [88]. D'autre part, un risque de nécrose pulpaire et de résorption radiculaire reste possible malgré sa diminution par rapport à la technique décrite par Köle [10]. De plus, le suivi régulier toutes les deux semaines chez l'orthodontiste entraine des problèmes logistiques autant pour le praticien que pour le patient. Du point de vue parodontal, il est nécessaire de sélectionner les patients. En effet, toute pathologie ou défauts parodontaux ainsi qu'une mauvaise hygiène bucco-dentaire empêche la réalisation de la corticotomie. De plus, suite à une corticotomie il peut y avoir des pertes osseuses inter-radiculaires ou des pertes d'attaches [160]. Dans certains cas, des hématomes sous cutanés du visage et du cou apparaissent. Du point de vue de la douleur, un antalgique de palier I serait suffisant, mais parfois les douleurs post-opératoires persistent plusieurs jours après l'intervention [141]. La rapidité des mouvements est telle que parfois les tissus environnants n'ont pas le temps nécessaire de se stabiliser dans leurs nouvelles positions pouvant entrainer des récidives [161] . Ainsi la littérature ne nous renseigne pas sur les doléances particulières des patients. Un recul clinique plus important et d'autres publications sont nécessaires pour compléter ces études.

Nous allons voir dans le chapitre suivant que la corticotomie réalisée au moyen d'un piézotome (la piézotomie) peut représenter une amélioration de la corticotomie classique. La corticotomie classique présente de nombreux avantages comparées à un traitement orthodontique conventionnel. Cela est néanmoins contrasté par ses complications

## 6.6. Mécanismes histologiques du déplacement dentaire après corticotomie alvéolaire [153, 162] :

### 6.6.1. Expérimentation chez le chien :

La physiologie du déplacement dentaire a été décrite par ***REITAN***, cependant il existe des variations interspécifiques plus importantes. Pour étudier les conséquences histologiques des corticotomies lors des traitements orthodontiques, ***LINO*** et coll [162], ont publié en 2007 une étude comparant le mouvement orthodontique chez le chien beagle avec et sans corticotomie. L'étude est réalisée à la mandibule afin de mésialiser les troisièmes prémolaires après extraction des deuxièmes prémolaires. Le côté expérimental bénéficiera d'une corticotomie alors que le côté témoin non. Ils décrivent dans un premier temps une courbe de déplacement divisée en 4 phases distinctes :

- **La phase initiale** : Elle s'étend en moyenne de 24h à 4 jours voir au maximum 7 jours. Ce sont les premiers mouvements immédiats de la dent dans son alvéole. Ces mouvements immédiats sont dus à la compression du ligament par déformation élastique.
- **La phase de décalage** : Elle s'étend de 7 jours à 30 jours et correspond à la phase de hyalinisation. Il n'y alors aucun mouvement dentaire. La pression exercée dans certaines parties du ligament provoque des zones vitrifiées et acellulaires, les ostéoclastes n'arrivent plus à parvenir sur le site pour résorber l'os et donc le mouvement dentaire est interrompu.

Lors de cette phase, si l'on applique des forces lourdes et importantes, il peut se produire une ischémie du ligament alvéolo-dentaire au niveau des points de compression, le processus de hyalinisation pourrait être une conséquence de cette ischémie, c'est pour cela qu'il est recommandé d'utiliser des forces légères plus biologiques afin d'éliminer cette phase de décalage. De plus, il a été démontré que la hyalinisation du ligament alvéolo dentaire, précèderait les éventuelles résorptions radiculaires pouvant survenir lors d'un traitement orthodontique.

- **La phase d'accélération et de déplacement linéaire, constante** : Ce sont les phases du mouvement dentaire proprement dit. Une fois la zone hyaline résorbée de façon indirecte par voie centripète, l'os alvéolaire est alors résorbé par voie directe et le déplacement dentaire reprend de façon constante. Les résultats montrent, que le traitement orthodontique avec corticotomie est 3 à 4 fois plus rapide que le traitement orthodontique classique. En effet, le mouvement de la dent est plus rapide car le bloc osseux se déplace avec la dent. Le mouvement de la dent en orthodontie est influencé par : le renouvellement osseux, la densité osseuse, et la hyalinisation du ligament. L'augmentation du turnover, du côté expérimental, constaté dans cette étude est expliqué par le RAP *(cf.45)*. Ils ont observé une augmentation du nombre d'ostéoclastes et ostéoblastes, et des médiateurs multicellulaires contenant des précurseurs dans les cellules, le sang des capillaires et la lymphe. Après corticotomie du côté expérimental, la courbe de déplacement dentaire ne décrit pas de phase de décalage. Cette absence de phase de décalage pourrait expliquer l'absence de hyalinisation normalement observé.

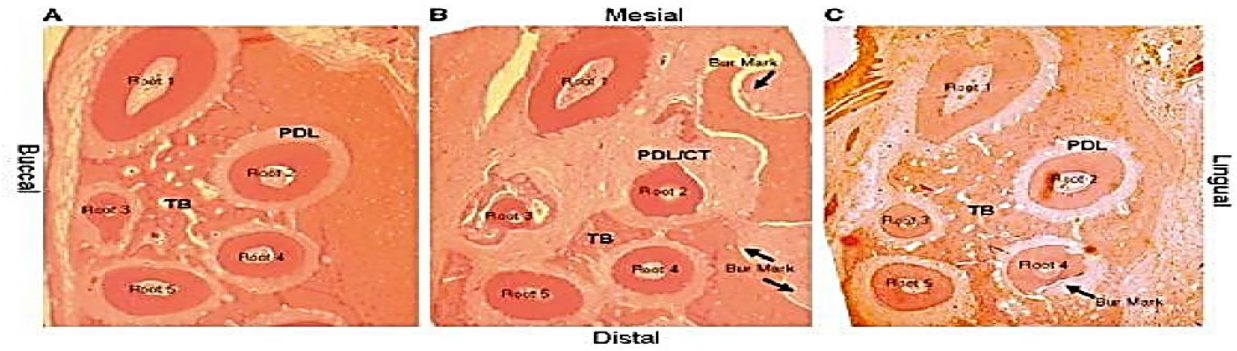



**Figure 45** : Coupes histologiques côté témoin (A), côté corticotomies 3 (B) et 11 semaines après la chirurgie (C). TB = os médullaire, PDL= ligament dento-alvéolaire, CT= tissu conjonctif. Les flèches représentent les corticotomies [7, 40]

L'hyalinisation est la phase critique lors du déplacement dentaire, elle précède souvent les résorptions radiculaires, il a été étudié microscopiquement que les racines dentaires ne présentaient pas de signes précoces de résorption suite à une corticotomie.

En conclusion, les traitements orthodontiques sont 3 à 4 fois plus rapides après corticotomie. La cicatrisation osseuse est accélérée par le RAP et il y aurait une diminution du risque de résorption radiculaire, processus provoqué par la réaction rapide de l'os alvéolaire dans les cavités de la moelle osseuse conduisant à moins de l'hyalinisation du ligament sur la paroi alvéolaire.

### 6.6.2. Expérimentation chez le rat [40] :

***SEBAOUN*** et coll. (2008) [163], ont mené une étude afin de confirmer l'hypothèse largement répandu que les déplacements dentaires rapides observés après corticotomie alvéolaire sont le résultat d'une déminéralisation transitoire de l'os spongieux à proximité immédiate du site chirurgical. Hypothèse réfutant ainsi le concept « des blocs osseux » avancée en 1959 par ***KÖLE*** [10]. Cette étude a pour but d'étudier la réponse histologique de la corticotomie alvéolaire en fonction du temps et de la proximité chirurgicale chez le rat. Les résultats des analyses tant histomorphométriques que d'imageries par microscopie révèlent une très importante diminution du degré de calcification de l'os spongieux après chirurgie *(cf.45, 46).* Cet état d'ostéopénie transitoire est présente lors de l'application de forces orthodontiques et après arrêt de ces stimulations. Il y a un retour à la normale des valeurs de minéralisations. La diminution du taux de calcium dans l'os alvéolaire après corticotomie serait l'une des raisons principales aux déplacements dentaires rapides [38]. ***SEBAOUN*** [164, 165] dans sa thèse universitaire de Boston en 2005 a démontré chez le rat, que suite à une corticotomie alvéolaire, il y a une augmentation du remaniement de l'os alvéolaire spongieux, avec multiplication par 3 du turn-over osseux et de une diminution de la densité osseuse.

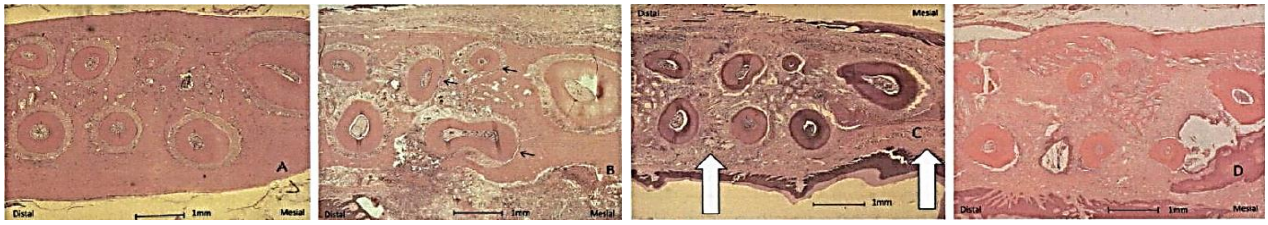



**Figure 46** : (A) Coupe horizontale d'un hémi maxillaire d'un rat « groupe contrôle » à 7 jours (B) Coupe horizontale d'un hémi maxillaire d'un rat « groupe mouvement orthodontique seul » à 7 jours (C) Coupe horizontale d'un hémi maxillaire d'un rat « groupe mouvement Piézocision seule » à 7 jours (D) ) Coupe horizontale d'un hémi maxillaire d'un rat « groupe mouvement Piézocision+mouvement orthodontique » à 7 jours [31].

## 6.7. Apport de la corticotomie aux traitements orthodontiques :

### 6.7.1. Accélération du déplacement dentaire :

De nombreuses études consacrées à la corticotomie se convergent aux mêmes points : les déplacements orthodontiques sont plus rapides lorsqu'ils sont associés à une corticotomie alvéolaire. En effet, les études animales ont montré que le déplacement dentaire était 2 à 4 fois plus rapide lorsque le traitement orthodontique était associé à des corticotomies alvéolaires comparé à un traitement orthodontique sans corticotomie [138, 150, 166]. Plus précisément, dans le cas d'encombrement mandibulaire, la durée de traitement était de 6,1 mois en présence de corticotomie, contre 18,7 mois pour les traitements conventionnels [167]. Dans le cas d'une canine incluse en palatin, la mise en place sur l'arcade de celle-ci est 28 à 33 % plus rapide lorsqu'elle a bénéficié du traitement avec une corticotomie [168]. Et dans le cas d'une ingression molaire de 4 mm, le traitement se réalise en 4 mois en utilisant les corticotomies alvéolaires [169]. Ainsi, on peut considérer que le temps de traitement est divisé par deux en présence de corticotomie [88].

### 6.7.2. Augmentation des alternatives des traitements :

La corticotomie alvéolaire permet une expansion du volume alvéolaire [53]. En effet, la corticotomie entraîne une apposition osseuse lors du phénomène de RAP, comme vu

précédemment. Cette augmentation du volume osseux autour de la dent, augmente donc les possibilités d'amplitudes de déplacement dentaire dans les 3 sens de l'espace *(Tableau V).*

Les alternatives orthodontiques sont plus importantes et ainsi les patients présentant une béance, une supraclusion, un articulé inversé ou une avancée incisive pourraient bénéficier de cette technique [55].

**Tableau V :** Différence d'amplitude des mouvements entre traitement orthodontique classique et traitement associé à une corticotomie et greffe osseuse [9].

| | Traitement classique | | Traitement avec corticotomie et greffe osseuse | |
|---|---|---|---|---|
| | Maxillaire | Mandibulaire | Maxillaire | Mandibulaire |
| Rétraction | *7 mm* | *3 mm* | *8 mm* | *4 mm* |
| Protraction | *2 mm* | *5 mm* | *5 mm* | *9 mm* |
| Inclusion | *2 mm* | *4 mm* | *4 mm* | *7 mm* |
| Extrusion | *4 mm* | *2 mm* | *10 mm* | *6 mm* |

### 6.7.3. Augmentation de la stabilité :

La réussite d'un traitement orthodontique résulte en partie de la qualité et de la quantité de l'os alvéolaire. En effet, il a été montré avec 263 patients que lorsque l'os alvéolaire est fin, le risque de récidive est plus important [170]. La diminution des récidives due à une augmentation de l'épaisseur de la corticale, s'explique par la réaction d'ostéogénèse induise par la corticotomie seule [14], ou bien en association avec une greffe osseuse [41, 171]. De nos jours, aucune étude ne prouve si l'augmentation de la stabilité du traitement orthodontique par la baisse de récidive est due à la corticotomie seule, ou grâce à son association avec une greffe osseuse.

### 6.7.4. Diminution des résorptions radiculaires :

La résorption radiculaire est une complication fréquente en cours d'un traitement orthodontique principalement due à une surcompression du ligament alvéolo-dentaire au cours des déplacements dentaires. Une étude menée par ***MACHADO. I*** et al. En 2002 a comparé la résorption radiculaire après un traitement orthodontique avec corticotomies (n=26) et sans corticotomies (n=27). Des rétro-alvéolaires ont été prises avant traitement (T1), puis après la phase active (T2) et après contention (T3). A T1 les racines étaient quasi identiques dans les deux groupes, à T2 et T3 on observe que les racines sont plus courtes dans le groupe traité sans corticotomies [172]. Cette étude suggère donc que la corticotomie réduit donc le risque de résorptions radiculaires.

## 6.8. Indications de la corticotomie alvéolaire :

La corticotomie alvéolaire est une technique chirurgicale permettant un traitement orthodontique rapide et réservé aux adultes ayant terminé leur croissance. Les enfants ou adolescents possédant encore un potentiel de croissance seront traités par des traitements orthodontiques classiques. Les cas les plus fréquemment traités et les plus simples sont les patients présentant une malocclusion dentaire de classe I avec un encombrement dento alvéolaire modéré à sévère (jusqu'à 10 mm), et dont le profil est jugé sans préjudice esthétique majeur.

Cependant certains cas de dysmorphoses squelettiques comme des hypoplasies maxillaire ou mandibulaire, des béances ou supraclusions peuvent être traitées. Dans tous les cas, les patients candidats à la corticotomie alvéolaire devront présenter un état parodontal satisfaisant, sans poche ni perte osseuse.

### 6.8.1. Les dysharmonies dento maxillaires :

Les études de ***SEBAOUN*** en 2007 [53], ***CHARRIER*** en 2008 [153] et ***WILCKO*** en 2009 [52] ont démontré l'intérêt des corticotomies pour accélérer les étapes d'alignement nivellement dans les cas d'encombrement modérés à sévères. En effet, le remodelage osseux augmente de façon significative à proximité des sites de corticotomies. Il en résulte que dans les deux à quatre semaines post opératoires, les dents activées par traitement orthodontique commencent à se déplacer. Que ce soit ***WILCKO*** en 2003 [158], ***SEBAOUN*** en 2007 [53] et ***CHARRIER*** en 2008 [153] , ils utilisent des corticotomies étendues à toute l'arcade, de prémolaire à prémolaire même si la dysharmonie ne concerne que la zone antérieure, ce qui permet une expansion des secteurs prémolaires.

### 6.8.2. Les béances antérieures et/ou latérales [173] :

L'étude de ***KANNO*** et coll. en 2007 [173], nous a montré la prise en charge d'une béance antérieure et latérale par ingression des secteurs postérieurs. Le traitement classique pour traiter une béance dite sévère est la chirurgie orthognatique, qui consiste en une chirurgie bimaxillaire avec rotation antihoraire de la mandibule, et une impaction maxillaire postérieure. Dans une étude plus récente menée par ***CHUNG*** et coll. en 2009 [174], un jeune homme de 29 ans présente une classe III dentaire et une béance antérieure sévère. Il a été convenu de réaliser une corticotomie alvéolaire antérieure au maxillaire et à la mandibule après l'extraction des 4 premières prémolaires. Au bout de 4 mois, une réduction significative de la béance antérieure a été observée. Cependant une finition par une technique multiattache sera nécessaire pour obtenir une occlusion fonctionnelle et un profil harmonieux. Les résultats finaux sont évalués 13 mois après la corticotomie alvéolaire.

### 6.8.3. L'ingression des molaires égressées :

L'ingression est un mouvement difficile à réaliser en orthodontie. Cependant, dans l'exercice dentaire nous pouvons observer beaucoup de patients présentant des molaires égressées suite à une édentation non compensée. Plusieurs auteurs ont étudié ces cas. Dans son étude ***OLIVEIRA*** et coll. en 2008 [175], publient les résultats de patients traités pour des molaires égressées grâce à la corticotomie alvéolaire segmentaire. Les forces orthodontiques sont appliquées 7 jours après la corticotomie alvéolaire. Le patient devra porter une gouttière maxillaire souple sur laquelle sont ancrés des arcs de nickel–titane super élastiques. Après 3 mois de traitement, nous pouvons constater l'intrusion progressive de la molaire maxillaire, mais il faudra attendre 6 mois après la corticotomie pour obtenir un résultat stable et satisfaisant.

### 6.8.4. La correction orthopédique d'une classe III [176] :

***PELO*** et coll. en 2007 [176], ont étudié deux adolescents de 15 et 16 ans présentant une classe III par brachygnathie maxillaire, leur potentiel de croissance n'est pas assez important pour une correction orthopédique cependant ils sont trop jeunes pour avoir recours à la chirurgie orthognatique. ***PELO*** [141] et son équipe vont réaliser sur le patient des corticotomies au maxillaire dont les traits suivent ceux d'une intervention de type Lefort I, ensuite le masque de

***DELAIRE*** sera porté 24h sur 24h pendant 2 semaines puis seulement la nuit. A cinq ans on obtient une correction de la classe III stable.

### 6.8.5. La mise en place d'une canine incluse [168] :

***FISCHER*** en 2007 [168] a étudié sur six patients, quatre filles et deux garçons de 11 à12 ans, l'intérêt de la corticotomie dans la mise en place de canine située en position palatine. Dans son étude, les patients bénéficieront d'une corticotomie sur un côté et l'autre sera traité de façon classique. Du côté de la corticotomie, des perforations successives limitées à la corticale et espacées de 2 mm sont réalisées tout au autour de la couronne de la canine à tracter. La traction commence simultanément sur les deux dents, les mêmes forces lourdes sont utilisées car l'orthodontiste ne sait pas quel côté à bénéficier de la corticotomie. La vitesse moyenne d'évolution de la canine côté témoin est de 0,75% mm/mois alors que pour la canine ayant bénéficiée des corticotomies elle est de 1,06% mm/mois. Il en résulte que les canines ayant bénéficiées de la corticotomie sont mises en place entre 28 et 33% plus vite que les celles du côté témoin. Les auteurs ont tenu à préciser que dans cette étude il n'y avait pas d'altération de la santé parodontale du côté de la corticotomie.

### 6.8.6. La rétraction incisive :

L'étude de ***CHUNG, OH*** et ***KO*** en 2001 [174], nous rapportent le cas d'une femme de 35 ans présentant une protusion maxillaire. Elle a été diagnostiquée classe 1 squelettique avec une bi proalvéolie. Le plan de traitement préconisé a été l'extraction de 14, 24, 34, 44 avec recul du bloc incisivo-canin. Des traits de corticotomies ont été réalisés sur les secteurs antérieurs des deux arcades, ainsi qu'un dispositif orthodontique de fermeture des espaces. Pour la rétraction incisive des forces de 400 à 450 g ont été appliquées. Au bout de 4 mois, on observe la fermeture totale des espaces, et à 10 mois le traitement est terminé. ***GERMEC*** et coll. en 2006 [177], publie le cas d'une fille de 22 ans présentant une protrusion incisive sévère, des diastèmes maxillaires importants et une classe III canine en articulée inversée. Pour traiter cette patiente, l'indication d'extraction des quatre premières prémolaires a été posée et l'application d'un dispositif intra oral combinant l'arc de Nance et la barre transpalatine a été placé au maxillaire. Seule l'arcade mandibulaire va bénéficier d'une corticotomie alvéolaire. La corticotomie peut également accompagner d'autres gestes chirurgicaux effectués lors d'un traitement orthodontique. Par exemple dans l'étude de ***STEVEN*** et coll. en 1999 [178], il est question de traiter des endomaxillies importantes et pour cela les auteurs vont associer l'expansion palatine chirurgicale classique à la corticotomie.

De même ***HALUK*** et coll. en 2005 [179] publient les cas de patients ayant besoin de rétraction canines et grâce à la distraction alvéolo dentaire habituellement utilisée associée à la corticotomie, ils obtiennent des résultats nettement meilleurs.

« Même si on obtient de bons résultats cliniques avec les corticotomies conventionnelles, le côté invasif de cette chirurgie n'a jamais permis son développement. Ainsi certains auteurs ont cherché à développer une autre technique chirurgicale permettant d'obtenir les mêmes résultats cliniques en diminuant de façon très significative le côté invasif de l'intervention : c'est la technique de Piézocision alvéoliare avec un abord trans-muqueux. Cette technique sera détaillée dans le chapitre

# 7. LA PIEZOTOMIE ALVEOLAIRE

# 7. La piézotomie alvéolaire

## 7.1. Historique de la piézotomie alvéolaire :

Dès 1880, les physiciens ***PIERRE*** et ***JACQUES CURIE*** font la découverte de l'effet piézoélectrique. En effet, ils ont démontré sur un échantillon de quartz que celui-ci avait la capacité de se charger électriquement lorsqu'il était soumis à une contrainte mécanique : effet piezoélectrique direct. Inversement, ils ont montré qu'une déformation du cristal se produisait lorsque celui-ci était soumis à une tension électrique : effet piezoélectrique indirect. Le terme « piézen » en Grec signifie « presser », ce qui donne le terme « piézoélectricité » qui signifie « pressure electricity » en anglais, originaire du terme « piézochirurgie ».[5, 180-182]. L'utilisation des ondes de hautes fréquences sur les tissus dentaires, en endodontie et en parodontologie est décrite pour la première fois en 1950 [183] ; ***CATUNA*** en 1950 était le premier à utiliser un instrument ultrasonique, pour la préparation des cavités en endodontie, établissant ainsi la première initiative sur les tissus durs, en 1955 ***ZINNER*** introduit les instrument piézoélectrique en parodontologie. Puis en 1998 que ***VERCELLOTTI*** introduit la technique de piézochirurgie osseuse pour l'augmentation des crêtes osseuses afin de loger des implants dentaires.

## 7.2. Principes physiques de la piézo-électricité :

**7.2.1. Les ultrasons** : Les ultrasons sont des ondes se propageant au travers de supports matériels solides gazeux ou liquides, dont la fréquence est supérieure à 20 000 Hertz. Elles sont qualifiées d'« ultra » car leurs sons sont inaudibles pour l'oreille humaine, qui perçoit les ondes entre 20 et 20 000 Hertz. Les ultrasons fonctionnent par phénomène d'agitation (désorganisation et fragmentation des corps). En effet, ils permettent le clivage de l'interface solide/solide par phénomène de vibration, et de l'interface solide/liquide par phénomène de cavitation. Dans le cadre de la chirurgie piézoélectrique, les fréquences utilisées sont situées entre 22 et 30 kHz, et l'onde est transmise par l'intermédiaire d'un transducteur et de son insert.

**A** **B**

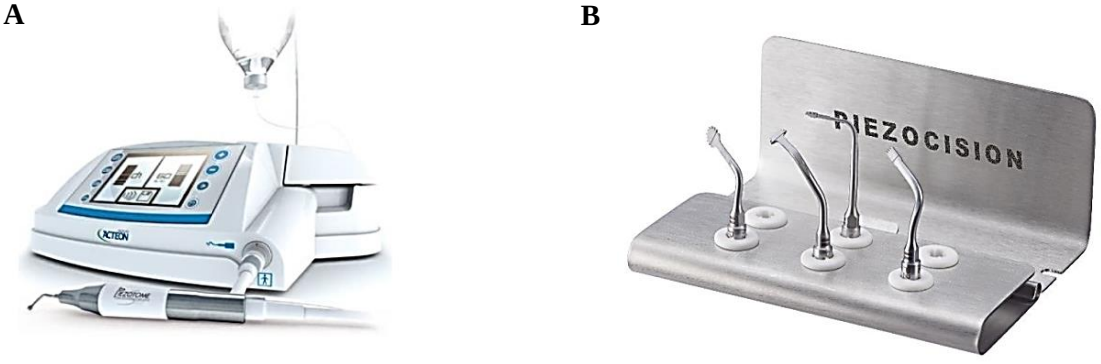



**Figure 47** : Piézotome : **A** : Inserts ultrasoniques développés pour la réalisation d'une Piézocision *SATELEC ACTEON EQUIPEMENT ® (laboratoire).* **B :** Un exemple de bistouri ultrasonore : *Piézotome. Livret clinique. Mérignac : Satelec Acteon Equipement. 2014* [148].

**7.2.2. Le bistouri ultrasonore** : C'est un instrument capable de découper avec précision les tissus durs et de faciliter le clivage des interfaces solides. Pour cela, il utilise des microvibrations de moyenne fréquence générée par un transducteur piézoélectrique et appliquées à des inserts au nitrure de titane et/ou diamantés *(cf.47-B)*.

**7.2.3. Le piézotome** (*cf.47-A*): Dans le cas d'une piézocision, la matière piézoélectrique (l'os) se déforme lorsqu'on lui applique la tension électrique du piézotome, il s'agit de l'effet indirect de la piézo-électricité [180, 182]. En effet, dans un matériau piézoélectrique, l'application d'une tension électrique provoque le déplacement des charges électriques positives et négatives, qui permet de détecter à la surface initialement neutre, une différence de potentiel. La chirurgie piézoélectrique repose sur l'utilisation d'un courant alternatif de moyenne fréquence, transmis par un générateur à un transducteur (pièce à main contenant des pastilles de céramique) qui va produire des oscillations mécaniques.

En effet, le courant électrique va provoquer une déformation des pastilles céramiques.

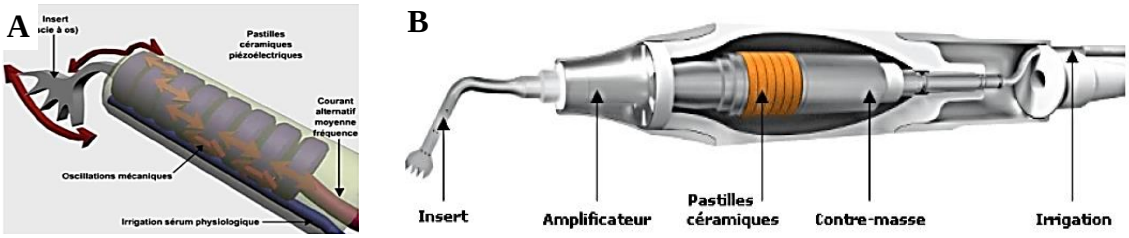



**Figure 48**: Piézotome **: A :** Le bistouri ultrasonore [5]. **B** : Composition d'un piézotome [5]

L'amplificateur, couplé à l'insert, augmente l'ensemble des déplacements vibratoires émis par les pastilles céramiques. Ainsi l'insert va générer des microvibrations longitudinales de 22 à 30 kHz et verticales qui varient en fonction de la puissance appliquée et de la fréquence sélectionnée [5]. A ces fréquences, seuls les tissus minéralisés peuvent être coupés. Les tissus mous ne peuvent donc pas être endommagés. L'utilisation de la pièce à main est couplée à une irrigation de sérum physiologique réfrigéré afin de refroidir les parties travaillantes et les tissus [183]. Actuellement, la plupart des détartreurs ultrasonores utilisent la piézoélectricité inverse. Pourtant aucun des inserts de ces détartreurs ne permettent de couper les tissus mous et encore moins les tissus durs *(cf.48)*. Ainsi, le bistouri ultrasonore se démarque des détartreurs classiques par quatre paramètres qui sont les fréquences du générateur, la masse, la dureté et la forme des inserts. La piézoélectricité est donc trois fois plus efficace que les instruments ultrasoniques habituellement utilisés, et ainsi peut être utilisée pour couper des tissus osseux minéralisés [5].

**7.2.4. Composition d'un piézotome :** Les appareils piézoélectriques sont constitués :

- ✓ D'un générateur de moyenne fréquence contenant un circuit électronique de commande et un circuit de contrôle à ultrasons relié par un cordon à un transducteur (pièce à main)
- ✓ D'une pompe péristaltique permettant une irrigation du système (de 0 à 150 ml/min) engendrant un refroidissement des inserts et permettant un effet de cavitation.
- ✓ D'inserts dont la forme et l'utilisation varient en fonction de l'indication souhaitée
- ✓ D'une clef dynamométrique pour visser les inserts

- ✓ D'une pédale de commande.
- ✓ D'une pièce à main contenant un empilement de pastilles céramique piézoélectriques qui génèrent les vibrations de moyenne fréquence.

Le bistouri ultrasonore se démarque des détartreurs conventionnels selon quatre paramètres : les fréquences du générateur, la masse, la dureté et la forme des inserts [5, 184].

**7.2.5. Les différents types de piézotomes** : On distingue les principales marques de piézotome :

- PIEZOSURGERY® chez MECTRON®
- SURGYSONIC® chez ESACROM®
- PIEZOCISION® chez SATELEC®
- PIEZON MASTER SURGERY® chez EMS®

Tous les réglages se font au niveau du panneau de commandes avant l'utilisation, sauf pour le PIEZOCISION® de chez SATELEC® où ils sont aussi accessibles par la pédale. Les réglages choisis sont visibles sur un écran de contrôle. Il existe trois modes de fréquence en fonction de l'utilisation clinique recherchée [185].

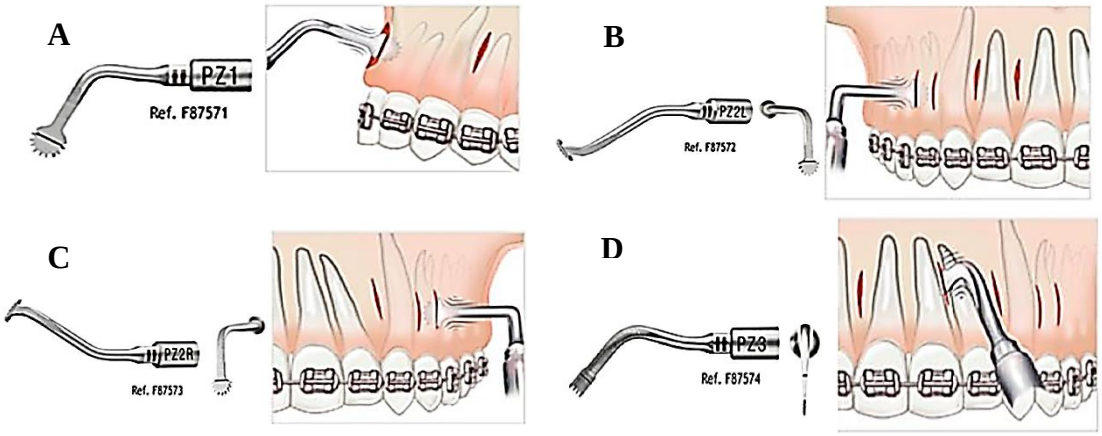



**Figure 49 :** les différents inserts et leurs indications : **A** : **PZ1** : indiqué pour les piézocision antérieure ; **B** : insert **PZ2L** : indiqué pour les piézocision latérales vestibulaire gauche du patient ; **C** : insert **PZ2R** : indiqué pour les piézocision latérales vestibulaire droite du patient ; D : insert **PZ3** : indiqué pour les piézocisions antérieures sur espaces radiculaires très rapprochés [145].

**7.2.6. Modes d'action** : on distingue trois modes d'intensité :

- **Mode 1 (low)** : La fréquence est de 29 MHz. Ceci permet grâce aux inserts adaptés, la réalisation d'un détartrage conventionnel. Une application sur l'os est inefficace.
- **Mode 2 (high)** : Les fréquences de 29 MHz sont modulées en 50 MHz toutes les 30 ns. L'effet de coupe ainsi obtenu est modéré. Toujours trop faible pour la chirurgie osseuse, ce réglage se révèle adapté à la chirurgie parodontale et endodontique. Il est ainsi plus aisé de cureter les poches et débrider les tissus de granulation.
- **Mode 3 (boosted)** : La fréquence est modulée sur un laps de temps plus court encore, toutes les 10 ns. L'efficacité est alors maximale par l'entrée en résonance des pastilles de céramique piézoélectrique. L'énergie dégagée est beaucoup plus importante et permet un effet de coupe au niveau osseux [186] .

Nous décrirons les différents inserts de chez SATELEC® car c'est la marque la plus utilisée de nos jours par les praticiens. Le kit Piézocision® 2 *(cf.47)* est composé de 4 inserts ultrasonores *(cf.49)*, destinés aux traitements de malocclusion de classe I, certaines malocclusions de classe II, la correction de deep bite, et le traitement d'intrusion et d'extrusion. La profondeur de décortication de 3 mm est représentée sur chaque insert par un marquage laser.

## 7.3. Technique opératoire de la piézotomie alvéolaire :

### 7.3.1. Le choix du patient :

Pour une réussite optimale du traitement orthodontique avec Piézotomie, le choix des patients est un critère décisif. Les facteurs cliniques sont étudiés à la fois par l'orthodontiste et par le parodontiste. Plusieurs facteurs doivent être étudiés, à la fois sur l'état de santé générale du patient et sur la possibilité de traitement [53].

**7.3.1.1. Facteurs généraux** [53, 153] : Le patient doit présenter un état de santé physique et psychologique satisfaisant. Son état de santé générale doit être ASA 1 ou 2 (selon l'OMS). Cette technique ortho chirurgicale est soumise aux mêmes indications et contre-indications relative à toute chirurgie buccale. Quant à l'âge il convient de réserver cette technique aux patients en dentition permanente et ayant complété la majeure partie de leur croissance faciale. Enfin, considérant la coopération nécessaire lors de l'intervention et lors du suivi orthodontique, nous réserverons, de manière générale, cette technique aux sujets de plus de seize ans [53] .

**7.3.1.2. Facteurs locaux :** Le patient doit être examiné de façon précise par l'orthodontiste et le parodontiste, afin de déterminer s'il est un sujet potentiellement compatible à cette technique[53] .

**7.3.1.3. Facteurs parodontaux** : Le parodonte du patient doit être sain et stable. Il ne doit pas présenter de signe de pathologie parodontale avancée ou non traitée. Nous ne devons pas observer la présence de poche parodontale, de perte osseuse ou d'atteinte de la furcation. Le parodontiste devra réaliser une évaluation complète du statut parodontal du patient, ainsi qu'un détartrage préopératoire.

**7.3.1.4. Facteurs orthodontiques** : D'un point de vue orthodontique, le candidat idéal présente une malocclusion dentaire de classe I avec encombrement dento-alvéolaire modéré à sévère (jusqu'à 10 mm) et un profil jugé normal ou acceptable. D'autre part, certaines dysmorphoses d'ordre squelettique comme des hypoplasies maxillaires ou mandibulaires, les béances ou les supraclusions constituent de bonnes indications. Enfin, les patients nécessitant une réhabilitation prothétique peuvent également bénéficier d'une correction orthodontique rapide (redressement axial de molaires, intrusions, dents incluses « impactées ») [53].

**7.3.1.5. La coopération du patient** : Cette technique ortho chirurgicale nécessite des visites post opératoires régulières toutes les 2 semaines. Il est donc impératif de déterminer la motivation et le degré de coopération du patient avant d'entreprendre tout traitement. Un appareil multiattache sera mis en place et activé une semaine avant l'intervention.

### 7.3.2. Protocoles opératoires de la piézotomie orthodontique :

La technique de piézocision peut être utilisée de manière généralisée : lors de corrections de malocclusions nécessitant le mouvement des dents maxillaires et mandibulaires, localisée : lorsque la malocclusion ne touche qu'une part de la denture ou qu'une arcade (encombrement antérieur, extrusion, intrusion, …) ; ou séquentiel : lorsque la correction nécessite d'avoir des temps de traitements différents selon l'arcade [187, 188] La Piézocision peut se faire : sans lambeau mucco-périosté *(cf.50)*: technique moins invasive mais manque de visibilité ; ou avec lambeau mucco-périosté : technique plus précise mais plus traumatique.

1. Le plan de traitement doit être établi à partir d'un examen orthodontique classique (examen clinique, modèles, photographies, examens radiologiques complémentaires). L'utilisation des corticotomies ne modifie en aucun cas l'importance accordée au diagnostic.

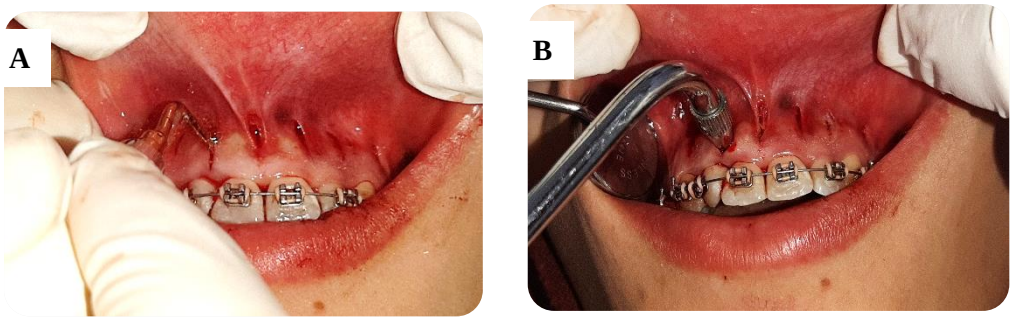



**Figure 50 : A** : Corticotomie alvéolaire réalisée entre la 21- 22 au moyen d'un piézotome de la patiente **M.R**. **B** : Mise en place de produit de comblement par tunnelisation au site de la piézo-corticision alvéolaire. (Service de Parodontologie ; traitement orthodontique service d'ODF - CHU-ORAN).

2. Lors d'un second rendez-vous, le patient reçoit une explication de la chronologie et des différentes étapes de traitement. Il est primordial d'insister d'emblée sur l'importance d'activer les dispositifs orthodontiques toutes les deux semaines, pour entretenir la contrainte mécanique sur l'os alvéolaire. Si le patient n'a pas la motivation suffisante pour respecter ce programme, des plans de traitements alternatifs doivent être préférés.

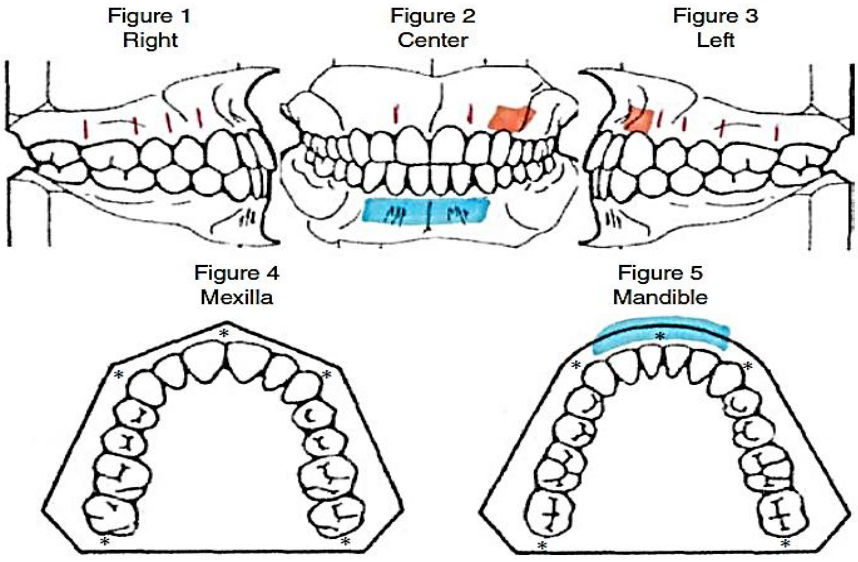



**Figure 51 :** Feuille chirurgicale «feuille de route» indiquant où les coupes vont avoir lieu (rouge), la greffe osseuse (bleu) [12].

3. Un traitement d'orthodontie, avec ou sans assistance de corticotomies, doit être réalisé sur un parodonte parfois réduit mais parfaitement sain. L'orthodontiste détermine les mouvements à envisager et les dents servant d'ancrage. Les secteurs non concernés par la chirurgie auront des capacités d'ancrage supérieures. L'orthodontiste prescrit la réalisation des corticotomies dans des zones précises *(une feuille de route cf.51)*. Il faut aussi prendre en compte les exigences esthétiques et parodontales pouvant modifier l'intervention : par exemple, si un patient présente une récession gingivale dans une zone nécessitant des corticotomies, une plastie gingivale doit être associée.
4. De même, une greffe osseuse doit être réalisée en cas de risque ou de présence avérée de fenestration. Si les deux arcades ne présentent pas le même degré de correction, on peut réaliser les corticotomies sur l'une et non sur l'autre tout en corrigeant les deux arcades en même temps. Quelle que soit la technique chirurgicale utilisée (avec ou sans lambeau), les examens nécessaires à assurer la sécurité des structures adjacentes à l'intervention doivent être réalisés [(186)] (bilan rétro alvéolaire, scanner, cône beam afin de localiser les zones de proximités radiculaires et les foramens mentonniers. Ces images permettront également au praticien d'évaluer la quantité et la localisation d'apport osseux à réaliser.) *(Cf.52).*

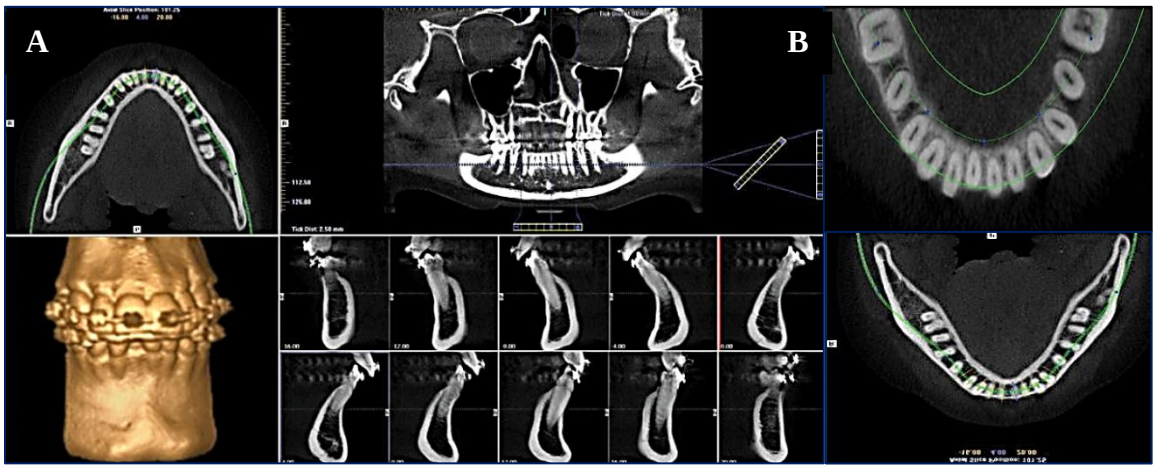



**Figure 52 :** Cône beam : A : Coupe horizontales et verticales de la mandibule illustrées à la figure 44, confirmant le besoin d'une greffe osseuse dans la région antérieure inférieure avant le mouvement dentaire orthodontique [(12)].B : coupe transversale montre la nécessité de greffe osseuse dans la région antérieure inférieure[(12)].

5. Les dispositifs mécaniques (les multiattaches ou aligneurs) sont placés à la suite des consultations d'orthodontie et de parodontologie. La chirurgie est réalisée une à deux semaines après la pose de l'appareillage. Ce délai permet d'obtenir une initiation de l'activité ostéoclastique *(cf.53)* par la stimulation mécanique dans la région où sera réalisée la chirurgie : on parle de pré-activation orthodontique.

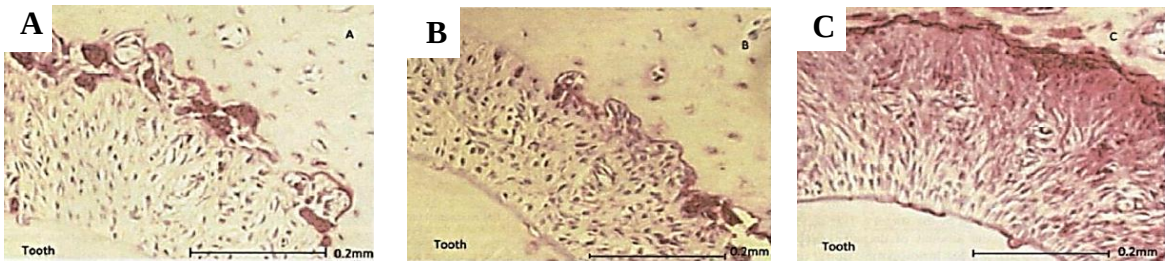



**Figure 53 :** Activité ostéoclasique à 1 jour : (**A**) Piézocision seule (**B**) Mouvement dentaire seul (**C**) Piézocision+mouvement dentaire [31].

### 7.3.2.1. Technique opératoire sans décollement de lambeau mucco-périosté :

Un guide chirurgical imprimé en 3D peut être réalisé en complément de la piézotomie afin d'éviter les inconvénients de l'élévation d'un lambeau [189]. Un détartrage est réalisé systématiquement avant, et un surfaçage radiculaire si besoin, afin d'éliminer toute inflammation gingivale qui pourrait compromettre le bon déroulement de la cicatrisation. La piézocision est réalisée une semaine après la pause des appareillages orthodontiques [190].

#### 7.3.2.1.1. Préparation pré-opératoire [41, 53, 88]

Une prémédication analgésique de palier I (type paracétamol), Atarax® 1 mg/kg 2 heures avant l'acte sera instaurée si nécessaire ; des explications du déroulement de l'acte opératoir au patient ; la préparation du plateau technique et la décontamination du guide chirurgical en cas de son utilisation ; la décontamination exo et endobuccale à l'aide d'une solution iodée ou à la chlorhexidine diluée ; l'application d'une anesthésie para-apicale à l'articaïne adrénalisée 1/200 000e en vestibulaire avec rappel palatin si besoin.

#### 7.3.2.1.2. Déroulement de l'acte opératoir :

- Des incisions gingivales verticales sont réalisées sous la papille interdentaire au moyen d'une lame numéro 15 et maintenues autant que possible dans la gencive attachée *(cf.54.A)*. Ces incisions ne nécessitent pas d'être étendues (micro-incisions), mais doivent cependant traverser le périoste, permettant ainsi à la lame d'entrer en contact avec l'os alvéolaire *(cf.54-B) ;* elles débutent à 3 millimètres sous le sommet de la crête alvéolaire).

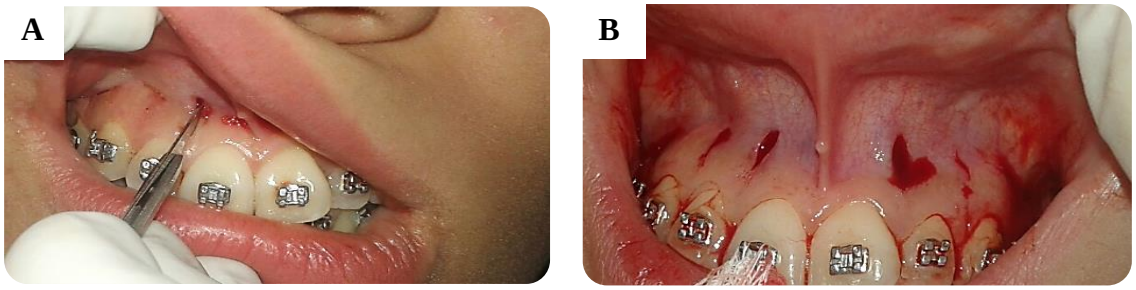



**Figure 54** : Réalisation des incisions à 3mm au-dessus des papilles de la patiente **M.R** ; (Chirurgie réalisée au Service de Parodontologie et traitement orthodontique au Service d'ODF- CHU-ORAN).

- Des traits de corticotomie sont réalises avec un instrument ultrasonique (le piézotome), de 3mm de profondeur en moyenne, correspondant à l'épaisseur de la corticale osseuse au travers les incisions effectuées par la lame[45]. Le générateur de piézochirurgie est réglé à la puissance maximale avec une irrigation abondante *(cf.55.B-C)*.

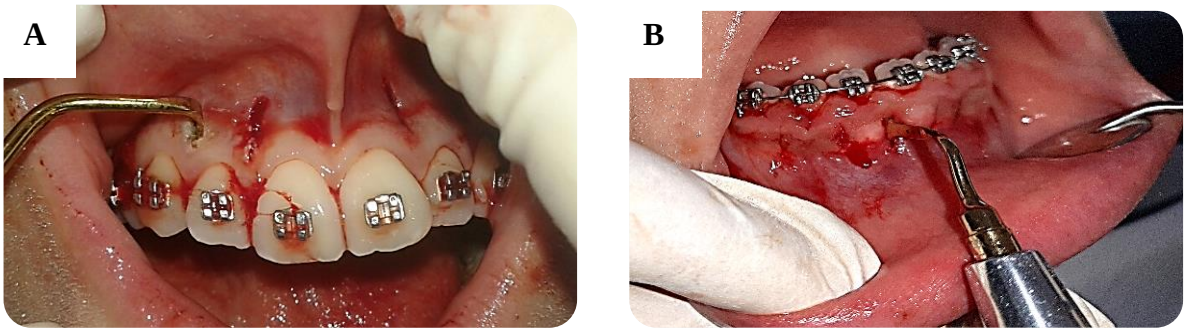



**Figure 55 :** Réalisation d'une corticotomie par Piézocision de la patiente **M.R** (**A** : réalisation des piézocisions à l'arcade supérieure; **B** : piézo-corticision en inter-incisive réalisées à l'arcade inférieure au moyen d'un piézotome (Service de Parodontologie CHU-ORAN).

- La piézocision est sélective et localisée : seules les dents qui ont besoin d'être déplacées, auront les traits d'incisions mésial et distal *(cf. 55)*. Les dents qui ne subissent pas de piézocision ont une valeur d'ancrage importante et le processus de déminéralisation provoquée par la piézocision ne sera pas effectué sur ces dents. Le piézotome doit dépasser l'os cortical et atteindre l'os médullaire afin d'obtenir les effets du phénomène d'accélération régional (RAP).
- Adjonction de biomatériaux lors de la chirurgie : lorsque la gencive présente des défauts tels que des récessions, ou bien si l'os est présent en faible quantité (déhiscence, fenestration), une greffe mucco-gingivale ou osseuse peut être ajoutée au protocole par la technique de tunnelisation [190] *(cf.56)*. La piézocision permet en outre de sa simplicité l'adjonction de biomatériaux au travers les incisions de piézocision un tunnel est réalisé au moyen d'un élévateur, inséré entre les incisions, afin de créer un espace suffisant pour recevoir le biomatériau *(cf.57-B)*. Généralement, l'indication est posée, à la mandibule, dans les cas de déhiscences et/ou fenestrations osseuses vestibulaires associées à un encombrement modéré à sévère. [191, 192].

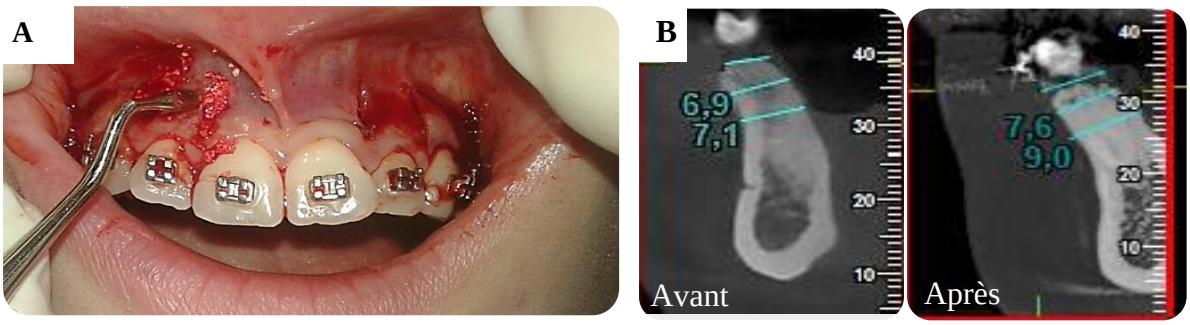



**Figure 56** : (**A**) Réalisation d'une greffe osseuse simultanément à la corticotomie à la patiente **M.R** ; (**B**) : Contrôle CBCT de la région mandibulaire réalisé avant corticotomie ; puis à 6 mois post-corticotomie Chirurgie réalisée au Service de Parodontologie CHU-ORAN; traitement orthodontique réalisé au Service d'ODF CHU-ORAN).

- Tous les auteurs ne pratiquent pas et ne préconisent pas l'apposition de greffe osseuse. En effet pour certains, il convient d'apposer directement sur l'os cortical un substitut osseux

qui consiste en un mélange de deux volumes : le DFDBA « Demineralized Freeze Dried Bone Allograft » (allogreffe osseuse lyophilisée déminéralisée), et d'un volume de substitut osseux bovine anorganique. Il sera également ajouté au mélange de la clindamycine phosphate en solution (approximativement 10 mg/ml) et de sérum physiologique pour le réhydrater [53]. L'adjonction de greffe osseuse à cette technique va permettre d'augmenter le volume osseux. Ce mélange sera placé directement sur l'os à raison de 0,5 à 1 centimètre cube par dent au niveau des zones présentant des déhiscences ou des fenestrations radiculaires *(cf.44)* et aux endroits où une expansion dentaire importante est prévue [158, 159] *(cf. 56, 57)*. L'allogreffe est alors déposée et les incisions suturées (sutures résorbables). Typiquement, cette greffe est réalisée en cas de dysharmonie dento-maxillaire sévère de la zone antérieure mandibulaire *(cf.57)*. Alors que seulement trois incisions gingivales (entre les centrales et en distal des latérales) sont nécessaires à la tunnelisation, nous noterons que les incisions corticales sont réalisées entre chaque dent. Lorsque des extractions sont indiquées, celles-ci peuvent être effectuées pendant l'intervention, le « phénomène d'accélération régionale » (RAP) obtenu par corticotomie étant limité au voisinage immédiat. Il convient d'effectuer deux incisions corticales en regard de l'alvéole afin de faciliter la fermeture rapide de l'espace. Soulignons que les incisions et la greffe, quand elle a lieu, sont effectuées uniquement en vestibulaire, l'approche linguale et palatine des corticotomies conventionnelles disparaît.

Pour d'autres auteurs, la greffe osseuse n'est pas nécessaire. Cependant ils émettent l'hypothèse que l'utilisation d'os symphysaire ou ramique autologue surtout dans le cas de séquelles de fentes labio-maxillo-palatines pourrait être intéressante [88]. Par contre à l'heure actuelle, l'utilisation du Plasma Riche en Fibrine (PRF) connu pour ses propriétés ostéogéniques a été utilisée chez certains patients mais sans résultats publiés.

- Réalisation de l'hémostase par compression du site ;
- Suture étanche et hermétique avec du fil de suture Vicryl Rapide 4/0 ou Gore Tex 4/0 pendant environ deux semaines si une greffe osseuse ou tissulaire a été effectuée ;

- Conseils post-opératoires ; Ordonnance : antalgique de niveau I (paracétamol), anti-inflammatoire stéroïdien, antibiotique, bain de bouche, brosse à dent chirurgical.

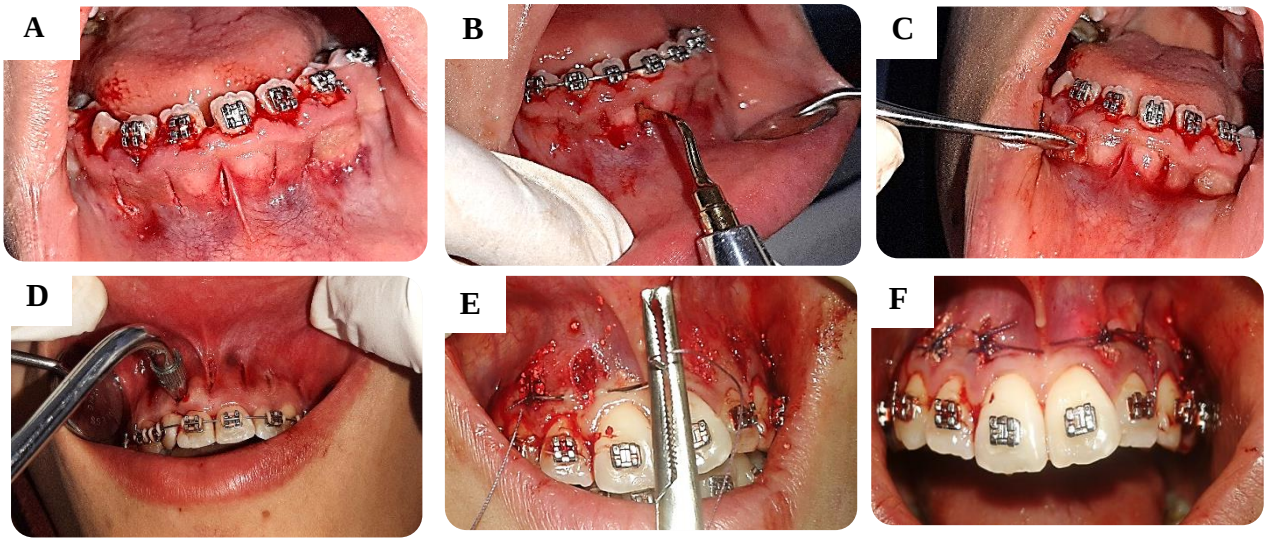



**Figure 57** : Réalisation d'une corticotomie sans lambeau mucco-périosté avec mise en place d'une greffe osseuse (**A** : incisions verticales à 3mm des papilles inter-dentaires / **B** : la réalisation des traits de corticotomies au moyen d'un piézotome / **C** : décollement de la gencive attachée au moyen d'un décolleur pour la mise en place du matériau de comblement/ **D** : la dépose de produit de comblement au moyen d'un fouloir par tunnelisation / **E** : fermeture hèrmétique des sites gréffés au moyen de fil de suture / **F** : contrôle des points de sutures). Patiente **H.Y.(**Chirurgie réalisée au Service de Parodontologie; traitement orthodontique réalisé au Service d'ODF- CHU-ORAN).

**7.3.2.1.3. Suivi post-opératoire :** L'activation de la force orthodontique se fait directement après l'intervention pour certains auteurs ***KÖLE H***. en 1959 [10] alors que pour d'autres ils conseillent une activation 10 à 15 jours après la chirurgie [91, 174]. Actuellement, les orthodontistes attendent 15 jours. Les rendez-vous postopératoires doivent être fréquents, en général toutes les 2 semaines afin de profiter au mieux de cette période de mouvement dentaire accéléré. En effet, les mouvements dentaires les plus rapides s'exercent jusqu'au deuxième mois.

### 7.3.2.2. Technique opératoire avec décollement de lambeau mucco-périosté :

La chirurgie avec décollement de lambeau est prévue afin de mieux visualiser les reliefs des procès alvéolaires *(cf.58)*. En effet, les traits d'incision se réalisent au niveau des concavités inter-radiculaires. Dans ce cas, les procès alvéolaires ne sont visibles sur environ 5mm puis deviennent invisibles. C'est pourquoi il est préférable d'effectuer un décollement de lambeau afin de ne pas léser les racines dentaires, mais avant de procéder il convient de suivre les étapes suivantes *(cf.58)* :

- Les décontaminations exo et endobuccale seront réalisées.
- Une anesthésie de contact, suivie des anesthésies para-apicales de 1/200000e d'adrénaline.
- Des incisions intra-sulculaires seront réalisées autour des dents concernées, ainsi qu'une incision de décharge en distal avec une lame N°15.
- Le lambeau est décollé à l'aide d'un décolleur.
- Une première rainure corticale en distal de la 11 est réalisée à l'aide de l'insert PZ1 *(cf.49)* du piézotome sur une profondeur de 3 mm à partir de la crête osseuse. L'insert PZ1 est utilisé afin de réaliser une ostéotomie précise notamment en région antérieure.

- Une deuxième rainure corticale est réalisée en mésial de la 11 avec l'insert PZ1. La piézotomie est localisée : elle est réalisée uniquement aux abords de la 11 Etant donné que la patiente est jeune, sa quantité osseuse est suffisante, c'est pourquoi une greffe osseuse n'est pas nécessaire dans ce cas.
- Le lambeau est suturé hermétiquement à l'aide de points simples (5/0). La patiente sera revue pour une dépose des points une semaine après.
- RDV de contrôle 1 mois et demi après la chirurgie pour compléter le traitement orthodontique.

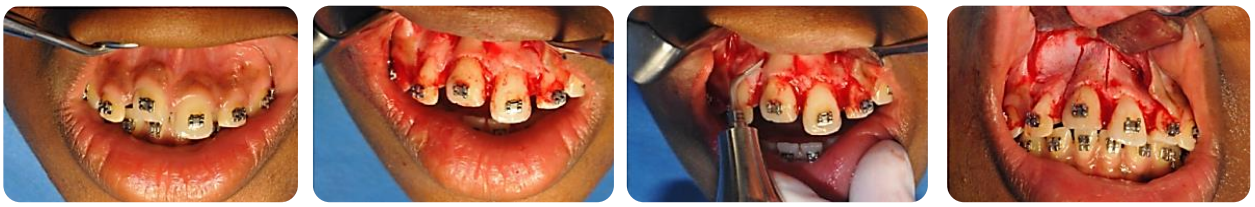


**Figure 58 :** Technique opératoire avec décollement de lambeau muco-périosté ; Piézocision verticale en mésiale et distal réalisé à l'hôpital de la Timone par un interne en chirurgie orale (Romain Castro) *Eva Rouskoff.*

## 7.4. Inconvénients et limites de la technique de piézocision alvéolaire :

Du fait de l'absence d'élévation de lambeaux muco périostés, les incisions corticales peuvent présenter un risque de lésions radiculaires, notamment en cas de forte proximité. Un risque existe également au niveau des foramina mentonniers. Une radiographie panoramique ainsi que des vues rétro-alvéolaires des zones à risques sont donc indispensables à la préparation de l'intervention. L'apport de l'imagerie tridimensionnelle compensera l'absence de vision directe des structures osseuses. Une précaution supplémentaire est également de rigueur quant à la localisation des incisions gingivales. Il est très important de rester au minimum à 2 mm de la gencive marginale afin d'éviter la formation de fentes cicatricielles.

En cas de pigmentations gingivales d'origine ethnique, la technique de piézocision peut créer un problème d'ordre esthétique. En effet, chaque incision est susceptible de laisser une trace qui ne se repigmentera pas, laissant des cicatrices et un préjudice esthétique chez les patients présentant un découvrement gingival excessif. Il faudra donc avertir ces patients du risque potentiel de cicatrices post-opératoires [45].

## 7.5. Indications de la technique de piézocision alvéolaire :

Le piézotome peut être utilisé dans toutes les disciplines de chirurgie-dentaire : avulsions (simple, dent incluse, dent enclavée …) [180], endodontie (résection apicale, énucléation kystique…) [184] parodontie (surfaçage radiculaire, Débridement de poche parodontale, allongement coronaire…), chirurgie implantaire (dépose implant, gestion tissus mous péri-implantaires, comblement ou élévation de sinus …). La piézocision trouve aussi des indications en chirurgie orthognatique et en chirurgie orthodontique notamment pour le traitement de :

- Malocclusion de classe I avec dysharmonie dento-maxillaire moyenne à sévère (avec ou sans extractions) ;
- Certaines malocclusions de classe II avec dysharmonie dento-maxillaire moyenne à sévère ;
- Certaines malocclusions de classe III ;
- Béances ;
- Supraclusion ;

- Distalisation des molaires ;
- Palato-versions ;
- Intrusions ou extrusions ;
- Traitement orthodontique rapide ;
- Traitement orthodontique avec gouttière d'alignement [190].

## 7.6. Contre-indications de la technique de piézocision alvéolaire :

- Présence d'un compromis médicalement chez certain patient
- Patient consommateur de médicaments modifiant la physiologie osseuse (ex : les biphosphonates, les immuno-suppresseurs) ;
- Pathologies osseuses ;
- Dents ankylosées ;
- Patient non compliant ;
- Patient porteur de pacemakers ;
- Patient ayant des implants actifs ;
- Fractures radiculaires ;
- Infections dentaires ;
- Défauts muco-gingivaux [190].

## 7.7. Avantages et Intérêt de la technique de piézocision alvéolaire :

Il s'agit d'une technique opératoire mini-invasive. Elle nécessite l'utilisation d'un piézotome. Elle implique la réalisation de micro-incisions interproximales de la corticale osseuse alvéolaire, verticales et sous-papillaires [193]. Des greffes de tissus mous et/ou osseux peuvent être réalisés en complément. L'élévation de lambeau muco-périosté n'est pas systématique. A la fin de la chirurgie, le moment est propice à des mouvements dentaires plus rapides comme vu précédemment, il s'agit de « la fenêtre d'opportunité spatio-temporelle ». C'est à ce moment-là, que le traitement orthodontique est activé afin de profiter de cet avantage. Le traitement sera réalisé en technique multiattache ou bien avec des aligneurs [169].

### 7.7.1. Technique moins invasive

Il s'agit de micro-incisions, sans atteinte des papilles interproximales et dans la plupart des cas, sans décollement de lambeaux.

Cependant, le praticien peut réaliser un décollement de lambeau afin d'obtenir une meilleure visualisation des éléments anatomiques du site, ou pour accroitre la précision des traits d'incisions.

### 7.7.2. Technique moins traumatique

L'absence de signe de nécrose au niveau des surfaces de coupe et la présence d'ostéocytes démontrent le faible traumatisme tissulaire engendré par cette technique [194].

Il s'agit d'une technique plus rapide, moins saignante, et de ce fait moins traumatique pour le patient. Il n'y a pas non plus de complications d'hématomes [193].

### 7.7.3. Optimisation de l'hémostase

Grâce à leur irrigation soumise à la cavitation, les générateurs ont un effet hémostatique au niveau des surfaces de coupe (dû en partie à l'apparition d'oxygène naissant). La cavitation se

caractérise par l'apparition de microbulles lorsque le liquide entre en contact avec l'insert soumis aux vibrations ultrasonores. En implosant, les bulles de cavitation ont un effet décapant. Ce phénomène permet de bénéficier d'une visibilité optimale du champ opératoire, de limiter l'extravasation sanguine, de nettoyer les zones de travail des débris osseux et d'éviter toute élévation thermique susceptible d'entraîner une dégradation des tissus [41].

### 7.7.4. Possibilité de greffes osseuses

Un traitement orthodontique conventionnel peut entrainer des déhiscences et peut prédisposer le patient à avoir des récessions. Lorsqu'on réalise une corticotomie, une possibilité de greffe des tissus mous et/ou durs peut être envisagée, même sans élévation de lambeaux, grâce à la technique de tunnelisation.

### 7.7.5. Augmentation en précision

La piézochirurgie se différencie des autres techniques par une coupe micrométrique, dont la vitesse de coupe est plus lente qu'avec les instruments rotatifs conventionnels utilisant des vibrations micrométriques dont la précision est nettement inférieure [194-196]. Le bistouri piézoélectrique doit travailler par balayage sans exercer de forces importantes sur la pièce à main, ce qui permet un meilleur contrôle du geste et de l'ostéotomie [196, 197]. Les oscillations micro abrasives des inserts piézoélectriques donnent à la main du chirurgien une information bien plus précise sur la dureté du tissu traversé qu'une turbine ou une pièce à main, ce qui réduit d'autant les erreurs d'appréciations de la profondeur de coupe, notamment au niveau des zones anatomiquement difficiles [184]. L'insert de piézochirurgie permet un recours plus aisé aux guides chirurgicaux ce qui augmente la précision de l'acte chirurgical. De ce fait, cela permet de diminuer la zone de nécrose touchée par l'insert comparé à la zone de nécrose touchée par la fraise à os.

### 7.7.6. Protection des tissus environnants

La cicatrisation primaire de l'os, après chirurgie osseuse est plus rapide par piézochirurgie que par les techniques de coupes motorisées conventionnelles. D'autre part, le remodelage osseux se fait jusqu'au 56$^{ème}$ jour post-opératoire, alors qu'avec les techniques conventionnelles un début de perte osseuse est observé [41, 52]. La vitalité pulpaire des dents avoisinant le site opératoire est conservée. L'élévation de température de la pièce à main est comparable aux autres techniques d'instruments rotatifs [198]. La piézochirurgie se différencie également des autres techniques (fraise à os, scie à os) par ses propriétés de sélectivité de coupe. Le générateur piézoélectrique travaille par variation de faibles fréquences, entre 22 et 30 kHz, permettant une action de l'insert sur les tissus minéralisés sans dommages pour les tissus mous [194, 196]. Il s'agit de la caractéristique primordiale du piézotome. Il se différencie de la fraise à os ou de la scie à os utilisées lors de corticotomie conventionnelle qui présentent un risque de lésions des tissus durs et mous à leurs moindres contacts. La piézotomie assure une procédure sûre sans complications ou gènes parodontales [199]. Le retour des fonctions motrices et sensitives est complet, sans dommage neurologique ni conséquence sur les tissus avoisinants le site opératoire [194].

### 7.7.7. Confort pour le praticien

L'absence de sang sur le site opératoire, grâce au phénomène de cavitation généré par les ultrasons, offre un avantage supplémentaire qui assure une visibilité maximale et augmente le

confort de l'opérateur [194, 196]. L'instrumentation piézoélectrique, comme l'instrumentation rotative, peut être utilisée aussi bien lors d'opérations sous anesthésie générale que lors d'opérations sous anesthésie locale [42]. Après une période d'adaptation de l'opérateur, la différence dans la durée de l'acte opératoire devient presque négligeable par rapport à l'utilisation conventionnelle de moteurs chirurgicaux [42]. Les microvibrations de la piézochirurgie produisent moins de vibrations et moins de bruit que les macro-vibrations des scies et des fraises à os. Ceci permet de diminuer le stress psychologique et la peur pendant l'ostéotomie sous anesthésie locale [43].

### 7.7.8. Suites post-opératoires minimisées

Les examens macroscopiques ont permis de constater la netteté de la coupe. En effet, la surface de coupe est parfaitement lisse, sans nécrose ni pigmentation (phénomènes qui peuvent se produire lors de l'utilisation d'instruments motorisés) [194].

La piézocision semble donner moins de complications chirurgicales qu'une corticotomie classique. Cependant d'après une étude, la majorité des patients n'acceptent pas rapidement le traitement par piézocision car ils n'en ont jamais entendu parler et surtout par peur d'une chirurgie en général [46].

## 7.8. Apport de la piézotomie aux traitements orthodontiques

La piézocision a été conçue pour accélérer le traitement orthodontique en même temps améliorer le parodonte par des greffes de tissus durs et/ou mous. Cette procédure combine des micro-incisions limitées au niveau de la gencive buccale ce qui va permettre l'utilisation du couteau piézoélectrique pour décortiquer l'os alvéolaire sans élévation de lambeau et lancer le RAP. Elle présente aussi l'avantage de permettre des greffes de tissus mous par tunnelisation sélective si nécessaire.

Pratiquement tous les aspects de l'accélération de traitement orthodontique en utilisant le phénomène de « Orthodontie Ostéogénique Accélérée ™ » (PAOO) [12]. Lorsque l'os est blessé, un processus de guérison très dynamique se produit au site de l'os préjudice proportionnel à l'étendue de l'insulte chirurgicale (**FROST** en 1989)[200]. Il y a une flambée ostéoclastique localisée et ostéoblastique active qui se traduit, dans les premières phases, par une diminution de la densité osseuse avec une augmentation du remodelage osseux. Le PAR commence dans quelques jours de la chirurgie et culmine généralement 1 à 2 mois, puis ralentit et disparaît une fois que la reminéralisation s'installe [12]. Diverses expériences sur les animaux (***SEBAOUN*** et al. 2008 [163], ***BALOUL*** et al. 2011 [201] ) ont confirmé que la décortication alvéolaire induit une réponse RAP.

Plus récemment, des recherches similaires ont été faites pour montrer les effets de Piézocision sur le mouvement des os et des dents alvéolaires par ***DIBART*** et al. 2013 [202]. Il a été démontré qu'un RAP d'effet similaire se produit lorsque les décortications sont effectuées par le couteau piézoélectrique ultrasonique.

Dans un premier temps nous avons constaté dans les études sur animaux, que, bien que plus en tant que procédure chirurgicale conservatrice, La piézocision et l'utilisation du couteau piézoélectrique semblent induire un effet de déminéralisation plus vaste et diffuse sur l'os.

Lorsque ces résultats sont appliqués à la clinique, on peut suggérer qu'en plus d'accélérer le traitement, le RAP modifie la planification du traitement orthodontique par deux voies principales dans :

- ✓ La maitrise des zones ancrage (ancrage différentiel) en créant un os souple aux sites de décortication grâce à l'ostéopénie transitoire et un os plus dur dans le reste des sites [15].
- ✓ Le moment du traitement est plus rapide pendant la «fenêtre d'opportunité» où les dents se déplacent plus rapidement [12].

### 7.8.1. Ancrage :

La pratique orthodontique est largement dépendante de la maitrise des zones d'ancrage. En effet, la densité de l'os alvéolaire, la surface radiculaire des dents sont les principales considérations à prendre pour évaluer le potentiel d'ancrage. Le volume du tissu osseux qui doit être résorbé pour qu'une dent bouge à une distance donnée est proportionnel à sa valeur d'ancrage (***ROBERTS***, 2005). La piézocision peut maintenant être définie comme un autre procédé de création d'ancrage différentiel. Puisqu'il a été démontré que la densité de l'os autour des coupes de Piézocision est moindre, la valeur d'ancrage des dents au site de décortication serait différente.

La piézocision peut se faire seulement autour des dents qui vont être déplacées, et les valeurs d'ancrage de ces dents peuvent être diminuées. Par conséquent, la nécessité des dispositifs d'ancrage peuvent être éliminés pour concevoir la décortication alvéolaire selon les mouvements dentaires souhaités [12].

### 7.8.2. Fenêtre d'opportunité :

La théorie derrière le mouvement accéléré des dents est que la lésion du cortex alvéolaire induit une réponse bimodale dans l'os alvéolaire (RAP) qui peut déminéraliser l'os autour des racines dentaires. En consultant la littérature, une fois l'os s'est déminéralisé suite à la corticotomie, il y a une fenêtre de 3 à 4 mois possibilité de déplacer rapidement les dents matrice osseuse déminéralisée avant que l'os alvéolaire se reminéralise (***LEE*** et al. 2007) [159].
L'effet de Piézocision sur la longueur de cette fenêtre d'opportunité est à l'étude préliminaire. Les résultats indiquent qu'en raison de la nature de la déminéralisation engendrée par le couteau piézoélectrique ce RAP pourrait durer jusqu'à 6 mois [12]. Ce concept est mieux observé chez les patients traités avec Invisalign®. Lorsque la Piézocision est fait en combinaison avec l'Invisalign® traitement, le patient change les gouttières tous les 5 jours au lieu de toutes les 2 semaines. Dans un cas d'un traitement Invisalign® assisté par piézocision [15], ils ont signalé qu'après le cinquième ou le sixième mois de traitement, la pression ressentie par l'aligneur diminue beaucoup plus lentement par rapport aux premiers mois de traitement. Ce qui signifie que le mouvement des dents revient à la vitesse normale, 5 à 6 mois après la piézocision [12].

### 7.8.3. Temps de traitement réduit :

Une étude sur la bouche fendue a été réalisée par ***GUN*** et ***CAKIRER*** en 2013 [203], pour évaluer les effets de la Piézocision sur le taux de distalisation des canines et rotations, dans les premiers cas d'extraction de prémolaires. Quand le mouvement a été étudié à 10 semaines la distalisation canine était deux fois plus rapide du côté de la Piézocision que du côté contrôle, et la rotation

canine était similaire sur les deux côtés. L'étude a conclu que Piézocision est une alternative peu invasive aux corticotomies, raccourcir considérablement le temps de traitement [12].

### 7.8.4. L'augmentation de l'amplitude des mouvements orthodontiques et amélioration du parodonte en fin de traitement :

Le traitement orthodontique des dents au-delà des limites de la table alvéolaire vestibulaire ou linguale peuvent conduire à la formation de la déhiscence (***MC COMB*** en 1994 [204]; ***WENNSTROM*** en 1996 [205]; ***JOSS-VASSALLI*** et al. 2010 [206]) et prédisposer le patient à la récession (***ZACHRISSON*** en 1996 [207] ; ***MELSEN*** et ***ALLAIS***, 2005 [208]). La greffe osseuse augmente le volume alvéolaire, en augmentant ainsi l'amplitude des mouvements orthodontiques.

Les cas de DDM modérée à sévère peuvent être traités sans extractions par l'expansion alvéolaire due à l'augmentation osseuse selon ***FERGUSON*** et al. 2007 [34]. Lorsque Piézocision est utilisé, le greffon peut être placé sans la nécessité d'une élévation du lambeau. La zone où une greffe osseuse est nécessaire peut être creusée, et le matériau de greffe peut être placé avec une seringue *(cf.64)* et suturé, et l'os alvéolaire de cette région peut être agrandi. Un autre effet positif de l'augmentation osseuse pendant la décortication alvéolaire (piézotomie) est l'amélioration du profil cutané du patient. En greffant la région antérieure mandibulaire, ainsi le pli labio-mental peut être corrigé et le profil cutané peut être amélioré [12]

# LA DEUXIEME PARTIE

# ETUDE CLINIQUE

# 8.1. LA PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE

# 8.Etude clinique

## 8.1. La problématique de l'étude :

L'un des principaux enjeux actuels de l'orthodontie contemporaine est de réduire la durée du traitement sans compromettre aux objectifs de celui-ci.

Selon l'Association Américaine des Orthodontistes (AAO), la durée moyenne d'un traitement complet est de un à trois ans. Certaines études évaluent cette durée de 21 à 27 mois, et d'autres de 24 à 36 mois [209].

Il est à noter que la réponse biologique alvéolo-dentaire diminue significativement après l'adolescence, on assiste à une raréfaction cellulaire, une diminution de la vascularisation, la réduction du métabolisme calcique et le ralentissement du turn-over. Entrainant ainsi un allongement de la durée de traitement [12] et avec cette durée prolongée, l'incidence des résorptions radiculaires, du risque carieux individuel (RCI) augmentent. De plus la compliance des patients réduit significativement, les poussant à mettre fin au traitement entamé pour des raisons multiples, sociales ou esthétiques (***ROSVALL*** et al. 2009) [210] .

Tous ces défis poussent les orthodontistes à se concentrer sur les méthodes d'accélération du mouvement dentaire [211], pour diminuer le temps nécessaire mais surtout réduire leurs effets délétères sur le parodonte. Ainsi, l'accélération des traitements constitue à ce titre l'un des plus importants défits de l'orthodontie contemporaine.

De très nombreux procédés ont été proposés dans cette perspective, les approches les plus courantes étaient chirurgicales [212] telles que: la chirurgie alvéolaire inter-septal [213], l'ostéotomie [214], la corticotomie [7, 215], la distraction dento-alvéolaire [179, 216] , la distraction parodontale [217], la corticision [150, 218] et enfin la technique de piézocision [66, 73].

Bien que les premiers cas de traitements chirurgicaux de correction de malpositions dentaires datent de la fin du XIX$^{e}$ siècle, il a fallu attendre ces cinquante dernières années pour comprendre les mécanismes biologiques qui les régissent. La meilleure compréhension de ces mécanismes biologiques permet aujourd'hui une amélioration de la technique opératoire et de ses indications, garants de la sécurité et du succès de la thérapeutique orthodontique [141] .

Historiquement, ***HEINRICH KÖLE*** en 1959 [10] fut l'un des premiers à donner une hypothèse mécanistique en proposant le concept d'accélération du mouvement dentaire par déplacement de « blocs osseux » [38]. Son idée était que des corticotomies segmentaires interproximales associées à une ostéotomie horizontale sus-apicale de la totalité de l'os alvéolaire d'une ou plusieurs dents formeraient des « blocs osseux ». Ces blocs osseux pourraient ainsi se déplacer plus ou moins indépendamment les uns des autres avec leurs procès alvéolaires.

Par la suite, différents auteurs ont soutenu cette théorie tout en apportant des améliorations au protocole opératoire initial. En 1975, ***DÜKER***[219] améliora le pronostic

parodontal en épargnant le rebord crestal dans ses traits de corticotomie [219] .***SUYA***[152] en 1991 remplace l'ostéotomie supra-apicale par une simple corticotomie ; rapportant moins de complications que Köle (résorptions radiculaires, nécroses pulpaires, récidives).

***ANHOLM***[220], ***GANTES*** et al.[221] Utilisent la même méthode et ils constatent une accélération des mouvements dentaires post-chirurgicaux sans effet néfaste sur le parodonte.

C'est en 2001 que les frères ***WILCKO*** [41] bouleversent les théories explicatives précédentes. Ils introduisent la notion de « mouvement orthodontique accéléré par stimulation ostéogénique du parodonte » (MOASOP). Ils réfutent le concept du « bloc osseux » au profit du concept « biologique ». Pour eux, l'accélération du déplacement dentaire serait due à un phénomène de décalcification / recalcification. Leur technique opératoire passe par une décortication de l'os à la fraise après élévation d'un lambeau mucco-périosté en vestibulaire et en lingual associée à une greffe de tissus mous et/ou osseux selon ***STRIPPOLI*** [38].

Actuellement, la théorie consensuelle justifiant le mouvement dentaire accéléré a été objectivée radiographiquement par ***WILCKO*** et al en 2001 [41] démontrant la présence d'une déminéralisation transitoire suivie d'une reminéralisation au niveau des traits de corticotomie. Ce phénomène d'ostéopénie locale transitoire a été initialement décrit sur les os longs par ***FROST*** en 1989 [200] et baptisé « phénomène d'accélération régionale » (PAR). Ils montreront par la suite que ces zones de déminéralisation sont composées de tissus collagéniques se déplaçant avec les racines dentaires et se reminéralisant une fois le mouvement dentaire arrêté, selon une théorie dite du « transport de la matrice osseuse» [38].

Pour ***WILCKO*** et ***WILCKO*** [41], les avantages en faveur du déplacement orthodontique facilité par corticotomies sont de permettre de réaliser un traitement orthodontique en un tiers à un quart du temps habituel, de permettre une plus grande amplitude de déplacement dentaire et de diminuer la nécessité d'extraction dentaire en améliorant le soutien parodontal [35].

La corticotomie alvéolaire classique était largement décrite dans la littérature et a fait l'objet de nombreuses études prospectives contrôlées de haut niveau de preuve scientifique [141]. Cependant, elle se révèle trop invasive, générant des suites post-opératoires importantes [191], [211]

En Algérie, l'étude faite par ***MEZARI. A*** [74, 75] dirigée par Pr. ***SI AHMED*** en 2016 pour comparer la vitesse de recul de la canine supérieure lors d'un traitement orthodontique accéléré assisté par corticotomie alvéolaire classique localisée à une seule dent et un traitement conventionnel chez le jeune adulte. ***MEZARI. A*** et al. ont pu démontrer qu'il est possible d'accélérer le recul des canines supérieures grâce à la technique de corticotomie alvéolaire associée au traitement orthodontique [222].

La corticotomie alvéolaire par piézocision est une technique novatrice, minimalement invasive, sans lambeau mucco-périosté, combinant micro-incisions corticales piézoélectriques et tunnelisation sélective. Elle réduit tout autant la phase de hyalinisation qui freine le déplacement dentaire que la corticotomie conventionnelle, avec la différence qu'elle s'exécute de meilleur gré, allégeant l'acte chirurgical et les suites post-opératoires. L'embout piézo-

électrique utilisé est en forme de lame munie d'indentations dans l'objectif est de perforer la corticale osseuse sans pénétrer l'os médullaire [48]; les études publiées intéressent la corticotomie alvéolaire en générale que ce soit classiques, par MOPs ou par piézo-corticision se trouvent relatées à l'échelle nationale et internationale pour répondre aux nombreuses questions inhérentes à ce sujet. La piézo-corticision alvéolaire reste peu référencée par rapports aux autres techniques, tend pourtant à suppléer dans de nombreux cas la corticotomie classique.

Afin de mieux cerner la question au sujet du traitement accéléré, il nous a semblé judicieux de mener une étude clinique prospective comparative sur la durée de correction de l'encombrement dentaire antérieur entre deux groupes de patients, le premier groupe traité par un traitement orthodontique multiattache classique (conventionnel), et le deuxième groupe par traitement orthodontique accéléré par une chirurgie de piézotomie alvéolaire.

La chirurgie de piézotomie utilisée dans de noter étude est de type piézo-corticision alvéolaire (technique tran-muqueuse sans réclinaison de lambeau mucco-périosté ce qui allège l'acte chirurgical et réduits les suites post-opératroires) le lambeau est remplacé par des incisions verticales dans la muqueuse attachée à 3 mm des papilles inter-dentaires.

Les traits de piézotomies sont réalisés au siège de la DDM (aux blocs incisifs antérieurs, supérieure et/ou inférieure selon les cas) aux niveaux des espaces interter-dentaires à une profondeur de 2 à 3 mm dans l'os cortical, avec légère pénétration de l'os médulaire pour amorcer le phénomène de RAP. Les blocs postérieurs ne vont pas subir de chirurgie de piézotomie alvéolaire (sites non opérés) servent d'ancrage.

Mesurer dans un deuxième temps les modifications de l'épaisseur osseuse produitent entre le début de traitement et à 5 mois post-chirurgical chez un sous groupe de patients du groupe de traitement accéléré au niveau de deux sites différents de la même arcade du même patient, les sites opérés aux blocs antérieurs, supérieur et/ou inférieur et les sites non opérés aux blocs postérieurs, supérieur et/ou inférieur pour tester l'efficacité de la technique de piézotomie alvéolaire.

Déterminer vers la fin du traitement l'ensemble des facteurs de risque liés à la durée de correction de l'encombrement antérieur (temps de nivellement) puis ceux lié à la durée globale de traitement pour définir des formules de calcul prédictives.

# 8.2.LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE

## 8.2. Les objectifs de l'étude :

### 8.2.1. L'objectif principal :

- Comparer le temps de nivellement et celui de la durée globale entre le traitement orthodontique conventionnel et le traitement orthodontique accéléré.

### 8.2.2. Les objectifs secondaires :

- Etudier les facteurs de risque lié à la durée de traitement.
- Comparer l'épaisseur du gain osseux entre les sites opérés et les sites non opérés chez le groupe de traitement accéléré.
- Evaluer les effets de l'accélération du déplacement dentaire sur le parodonte en fin de traitement.

## 8.3. Type d'étude :

Il s'agit d'un essai clinique ouvert contrôlé et randomisé comparant la durée de correction de l'encombrement dentaire antérieur entre un traitement orthodontique conventionnel et un traitement orthodontique accéléré.

## 8.4. Période de l'étude :

Le recrutement a débuté le mois de Décembre 2018 jusqu'au mois Décembre 2019 et le suivi des patients était assuré jusqu'au mois de Juin 2021 soit une durée totale de 30 mois.

## 8.5. Patients et Méthodes :

### 8.5.1. Population de l'étude :

Patients adultes des deux sexes, âgés de 16 ans et plus, consultant au niveau du service d'Orthopédie-Dento-Faciale du CHU d'Oran pour un encombrement dentaire antérieur et nécessitant une prise en charge orthodontique.

#### 8.5.1.1. Critères d'inclusion :

- Une DDM modérée à sévère ne dépassant pas 10 mm selon l'indice de Nance en classe I squelettique de Ballard.
- Patient présentant des anomalies alvéolo-dentaires des trois sens associées à la DDM.
- Patient ayant une bonne hygiène bucco-dentaire et une bonne santé parodontale.
- Une denture permanente stable.

#### 8.5.1.2. Critères de non inclusion :

- Tous patients refusant de signer le consentement éclairé avant le début du traitement.
- Des patients présentant des problèmes parodontaux ou une contre-indication à la chirurgie ou sous traitement médical.
- Des patients présentant des anomalies orthodontiques touchant les bases osseuses.
- Les patients présentant plus de deux dents absentes.
- Des patients présentant un syndrome malformatif ou des malformations dentaires.
- Patients présentant des troubles psychiatriques ou des troubles de jugement.
- Les femmes enceintes.
- Les patients tabagiques ou alcooliques.

## 8.6. Les Critères de jugement :

### 8.6.1. Les critères de jugement principaux :

**8.6.1.1.** **Le temps de nivellement** mesuré aux deux arcades alvéolo-dentaire supérieure et/ou inférieure (en jours) il correspond à la correction complète de l'encombrement antérieur (alignement- nivellement), il représente la différence entre la date de nivellement à l'arcade supérieure et/ou inférieure ($T_2$) et celui de la mise en place des multiattaches (collage des bracketts) ($T_1$). **Temps de nivellement = $T_2$-$T_1$.** Mesurer pour l'ensemble des patients des deux groupes d'étude (conventionnel et accéléré).

**8.6.1.2.** **La durée globale de traitement :** (en mois) elle correspond à la différence entre la date du début de traitement (mise en place des multiattaches ($T_1$) et celle de la date fin de traitement ($T_3$). **Durée globale =$T_3$-$T_1$.** Mesurer pour l'ensemble des patients des deux groupes d'étude.

### 8.6.2. Les Critères de jugement secondaires :

**8.6.2.1.** **La douleur ressentie durant le traitement orthodontique en général :** elle est évaluée au moyen d'une échelle visuelle de la douleur EVA *(cf.64).*

**8.6.2.2.** **L'épaisseur de l'os alvéolaire chez le groupe de traitement accéléré**: Mesurer en millimètre au niveau des sites opérés et sites non opérés de la même arcade alvéolo-dentaire du même patient à trois niveaux différents J.EC, site A, site B et à deux temps différents, avant traitement et à 5 mois post-chirurgical (*cf.122*). Mesurée pour un sous groupe de patients du groupe de traitement accéléré pour tester l'efficacitée de la chirurgie de piézotomie alvéolaire.

## 8.7. Echantillonnage :

### 8.7.1. Nombre de sujets à inclure à l'étude :

Le principal résultat attendu de cette étude est le temps de traitement nécessaire pour assurer l'alignement des dents antérieures maxillaires et/ou mandibulaires.

La comparaison entre les deux groupes s'effectuera donc sur un critère quantitatif (comparaison de deux moyennes)

Les paramètres nécessaires pour calculer l'effectif à inclure dans l'étude d'une « comparaison de Moyenne » sont :

- Le risque de première espèce : α
- Le risque de seconde espèce : β
- Effet attendu du traitement = différence des moyennes de temps
- La variance (ou l'écart type) : σ des moyennes

$$n=2\frac{Q}{\Delta^2}^2 \emptyset^2$$

**n** : nombre de sujets par groupe

$\sigma$**2**: variance théorique (égalité des variances pour les groupes dépendants ($\sigma 2_a = \sigma 2b$)

Δ: différence clinique minimale à mettre en évidence entre les deux traitements à comparer $|\mu_a - \mu b|$ (la taille de l'effet).

**Φ**: Variance ou écart-type des mesures. zα+ z1-β pour un test unilatéral

Le calcul de la taille de l'échantillon est effectué sur la plateforme Openepi*(cf.59)* : https://www.openepi.com/SampleSize/SSMean.htm

- ✓ Avec un risque (α) de 5%
- ✓ Une puissance (1-β) de 90%
- ✓ Sur la base des résultats de la littérature, l'atténuation de l'encombrement des dents antérieures fortement encombrées dans les cas non-extractionnel prend en moyenne 117 ± 46 jours [223].
- ✓ Nous avons émis l'hypothèse qu'une réduction de 40% du temps de traitement dans le groupe piézo-corticision produirait une différence cliniquement significative soit 70 jours ± 44 jours.
- ✓ Le recrutement initial a visé un total de 40 patients avec 20 patients par groupe *(cf.59).*

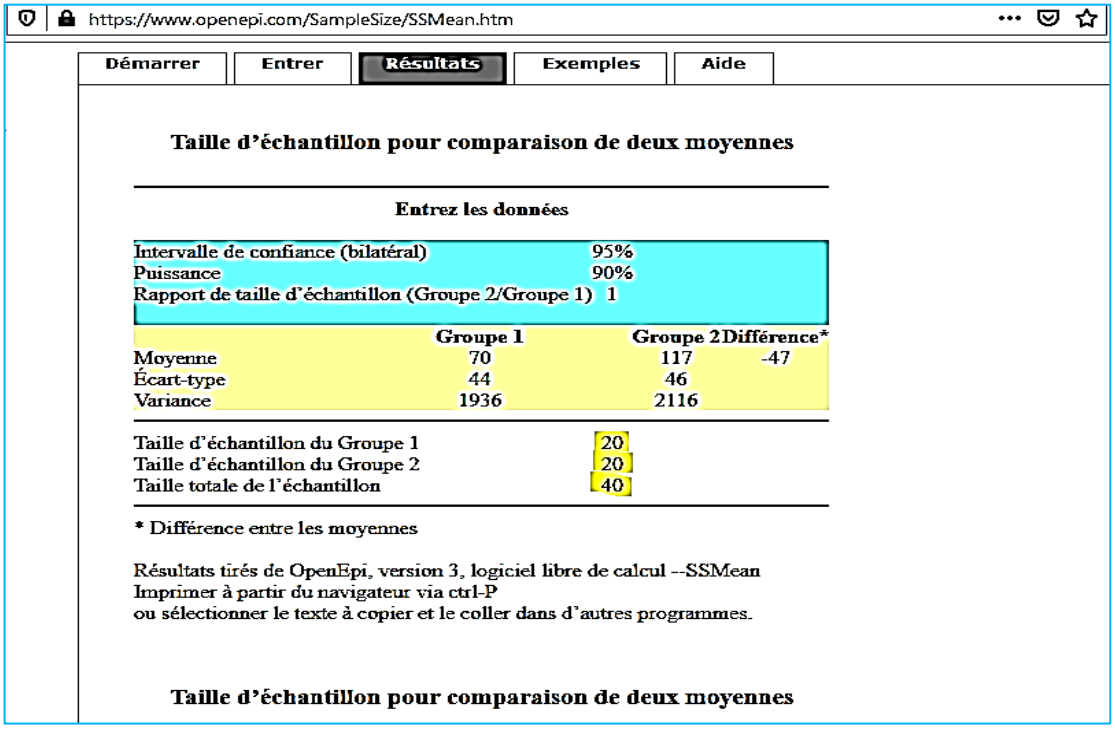



**Figure 59 :** Calcul du nombre de sujets à inclure sur la plateforme :https://www.openepi.com/SampleSize/SSMean.htm

## 8.8. La randomisation et définition des groupes de comparaison :

Les patients recrutés durant la période de l'étude ont été répartis dans deux groupes homogènes selon un tirage au sort aléatoir pour choisir le type de protocole et la période de tri des patients. En effet, chaque protocole était associé aléatoirement à une période de recrutement définie comme suit :

- Dans un premier temps, nous avons divisé l'année en deux semestres qui correspondent aux deux périodes de recrutement.
  - **Période A** : représente les 06 premiers mois de la consultation allant du mois de Décembre 2018 jusqu'au mois de Mai 2019.
  - **Période B :** représente les 06 derniers mois de la consultation allant du mois de Juin 2019 jusqu'au mois de Décembre 2019.

Puis, deux tirages au sort ont été effectués. Le premier tirage a concerné le protocole à choisir, et le deuxième tirage a concerné la période de recrutement des patients. Ainsi, les patients de la **période A** ont été orientés vers le groupe de traitement classique et les patients de la **période B** ont été orientés vers le groupe de traitement accéléré.

Nous avons choisi un intervalle de recrutement de **6 mois** pour chaque groupe, dans le but de donner la même chance aux patients des deux groupes de bénificier d'une prise en charge continue sans périodes d'interruptions relatives à la programmation à la chirurgie (selon l'organisation interne du service d'ODF, du service de Parodontologie et la disponiblité du personnels). Vue que notre critère de jugement principal est **la mesure du temps de nivellement** et celui de **la durée globale de traitement.**

## 8.9. La répartition des sujets et définition des groupes de comparaison :

- Les patients du **Groupe 1 – Contrôle :** ont reçu un traitement orthodontique classique dit conventionnel, il consiste en un traitement multiattache en technique Arc-droit de Roth® de dimensions (0,022″ × 0,028″). **(Groupe de traitement conventionnel)**
- Les patients **Groupe 2 – Essai :** ont reçu un traitement multiattache en technique Arc-droit de Roth® de dimensions (0,022″ × 0,028″) associé à une chirurgie accélératrice de piézo-corticocision alvéolaire. **(Groupe de traitement accéléré)**
- Les étapes de traitement multiattache sont comme suit :
    1. La mise en place des multiattaches (collage des bracketts).
    2. La phase d'alignement -nivellement
    3. La phase des modifications intra-arcade (phase de travail).
    4. La phase des modifications inter-arcades (phase de coordination des arcades alvéolo-dentaires).
    5. La phase des finitions et ajustement des axes dentaires.
    6. Le dépose des multiattaches.
    7. La mise en place d'un système de contention.
    8. Le respect de l'enchainement des différentes phases de traitement orthodontique muti-attache est indispensable à la réussite du traitement.

**NB:**// Pour l''ensemble des patients des deux groupes (conventionnel et accéléré) nous n'avons pas utilisé un moyen d'ancrage aux secteurs postérieurs seul l'ancrage naturel des molaires était suffisant.

Concernant la chirurgie accélératrice, elle était réservée au groupe 2 de traitement accéléré, aprés le collage des bracketts et mise en place du premier arc de nivellement, l'acte chirurgical sera programmé au 2ème rendez-vous. Ainsi, le patient aura le temps pour s'adapter au port des multi-attaches avant de faire la chirurgie accélératrice.

Les piézotomies alvéolaires étaient étendues au siège de la DDM généralement de canine à canine opposée, de façon à obtenir une certaine expansion latérale, facilitant l'alignement des dents. Les traits de piézotomies alvéolaires étaient limités aux cortex vestibulairs.

Ce travail était réalisé en étroite collaboration avec le service de Parodontologie du CHU ORAN pour la réalisation des étapes parodontales : de l'assainissement parodontal au suivi post chirurgical de piézo-corticision. Le suivi de l'ensemble des patients des deux groupes d'étude

est réalisé jusqu'à la correction de l'encombrement dentaire ($T_1$), puis jusqu'à la fin de traitement orthodontique ($T_2$).

## 8.10. Déroulement de l'étude :

### 8.10.1. L'examen clinique orthodontique :

L'examen clinique préliminaire était orienté de telle sorte à sélectionner les cas jugés acceptables à l'étude. Une fiche de recueil des données fut remplie pour recueillir les premiers renseignements nécessaires à la détermination des cas éligibles ; ce tri s'est déroulé à la consultation du service d'ODF par le même examinateur.

Par la suite, les cas choisis ont bénéficié d'un examen orthodontique approfondi permettant de recueillir le maximum d'information selon la fiche clinique orthodontique qui comporte les items suivants (*Annexe N°1)* :

- Identification et anamnèse bien détaillées : à la recherche des informations personnelles relatives au patient mais également de son passé médical et dentaire et les éventuels traitements antérieurs, maladies générales ou prise de médicaments pouvant contre-indiquer l'acte chirurgical ou interférer avec le déplacement orthodontique en général.
- Le motif de consultation doit être clairement précisé pour chaque patient.
- Un examen attentif des structures endo et exo-buccales, des rapports occlusaux et des fonctions oro-faciales faisant suite à l'interrogatoire, afin de confirmer le diagnostic.
- Une évaluation de la motivation du patient au port des multiattaches, et de l'acte chirurgical, ainsi que le respect des RDV sera assurée.
- Une fidélisation des patients à suivre le protocole opératoire pour garantir le bon enchainement de l'étude sera necessaire.

Au-delà de la démarche diagnostic précédemment décrite, l'évaluation précise des cas pris en charge nécessite un bilan parodontal bien détaillé (*Lettre d'orientation Annexe N°3*) ; ainsi que des examens complémentaires pour pouvoir préparer le dossier de chaque patient.

### 8.10.2. La constitution du dossier orthodontique : composé des éléments suivants :

- Des photographies de face, de profil et sourire ¾ seront prises ;
- Une téléradiographie du crâne de profil en occlusion (Normalatéralis) ;
- Une radiographie CBCT « Cône beam » ;
- Des moulages en plâtre de bonne qualité utilisés pour compléter le dossier orthodontique.

#### 8.10.2.1. Etude des photographies :

Des photographies exo-buccales seront prises selon trois incidences : photo de face, photo de profil et photo sourire ¾ ; complétées par des photographies endo-buccales prisent pour chaque arcade alvéolo-dentaire séparément puis en occlusion (Face, Profil, Occlusion droite et gauche en ICM). Ces photos vont permettre de préciser et de détailler l'examen clinique et surtout d'en conserver une image objective, de référence pour pouvoir comparer les résultats en fin de traitement.

**8.10.2.2. Etude des moulages en plâtre** : permet d'effectuer les mesures nécessaires pour les deux groupes (Fig.60-61) *:*

- La mesure du plus grand diamètre mésio-distal (Fig.60-B) des 10 dents antérieures en avant des premières molaires au moyen d'un pied à coulisse numérique (Fig.60-A) donnera le P10 (espace nécessaire= EN).
- La mesure de l'espace disponible (ED) sur les arcades alvéolo-dentaires au moyen d'un fil de laiton PHAa.




**Figure 60** : Les différentes mesures éffféctuées sur moulages**A-B** : Mesure de l'espace nécessaire dent par dent ; **C** : Méthode dite des secteurs pour mesurer l'espace disponible sur l'arcade (Service ODF-CHU-ORAN).

- Quantifier les rapports intra-arcades (le surplomb et le recouvrement incisif et coïncidence ou non des PII, les classes canines et molaires des deux côtés -droit et gauche-).
- Mesurer la distance inter prémolaire (Fig.61-A) pour objectiver la présence ou non d'une insuffisance transversale souvent incriminée lors de la présence d'encombrement dentaire.
- Mesurer l'encombrement dentair, les points de repères pour faire les mesures est la distance entre les points de contacts entre les dents (Fig.60-A).
- Calculer la DDM supérieure et inférieure, selon l'indice de Nance au début et en fin du traitement et ce pour les deux groupes.
- Mesurer la flèche d'arcade au début et en fin de traitement et ce pour les deux groupes (Fig.61-B).

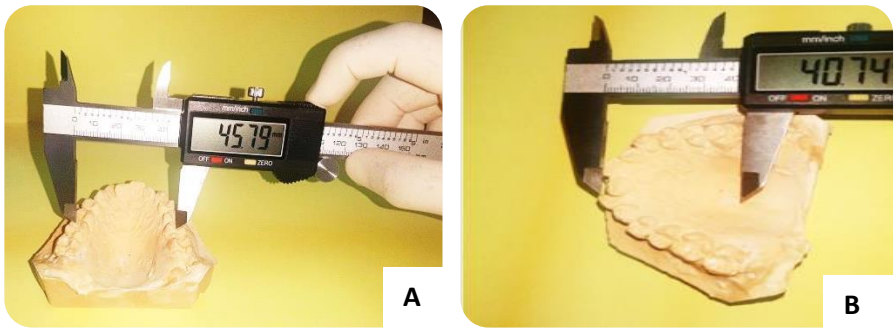



**Figure 61** : **A** : Mesure de la largeure inter prémolaire ; **B** : Mesure de flèche d'arcade à l'arcade supérieure (Service ODF-CHU-ORAN).

### 8.10.2.3. Etude des clichés radiographiques nécessaires :

#### 8.10.2.3.1. La radiographie panoramique dentaire :

Réaliser pour le groupe de traitement conventionnel, Pour un bilan dentaire et parodontal détaillé.

#### 8.10.2.3.2. Le CBCT « Cône-beam » :

Réaliser uniquement pour le groupe de traitement accéléré. Le gold standard en stomatologie, à partir d'une seule acquisition, nous disposons de différentes vues sur une même image, à savoir des coupes frontales, sagittales (coronales obliques) et axiales qui représentent un avantage indéniable. Le pouvoir de résolution est équivalent voire meilleur que celui du scanner. Le Cône-beam est également moins sujet aux artéfacts métalliques (surtout

radiculaires). Pour un bilan parodontal et péri-apical pré-chirurgical bien détaillé (Fig.62, Fig.122). Le Cône beam permet la visualisation des volumes osseux, l'appréciation de la quantité et la qualité de l'os ainsi que sa densité et l'état des racines au début et en fin de traitement. Et de mesurer le gain osseux (Fig.122).

#### 8.10.2.3.3. La Téléradiographie de profil du crâne (Norma-latéralis) :

Le choix des analyses céphalométriques s'est porté sur des valeurs de l'analyse de Ballard pour étudier les structures osseuses dans le sens sagittal et de déterminer la classe squelettique de

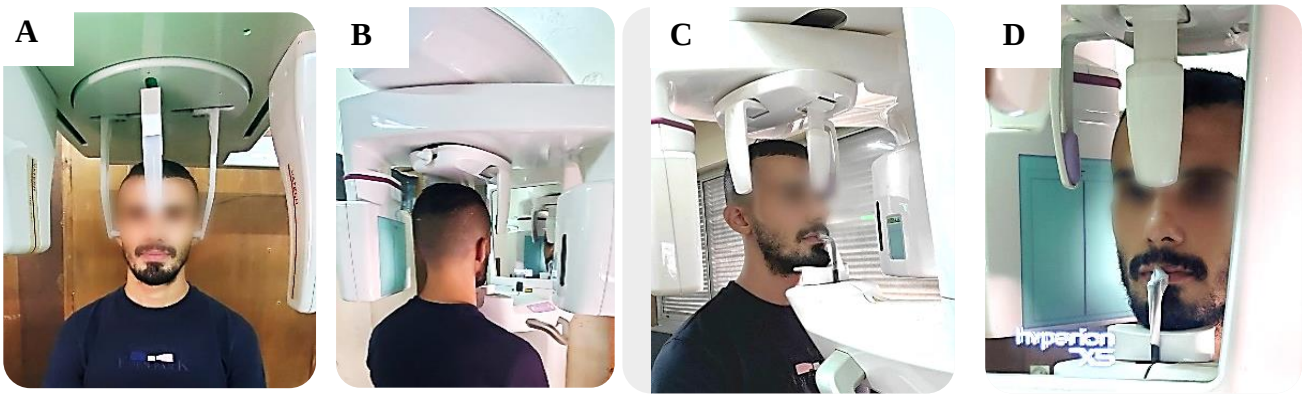



**Figure 62** : Les différentes prises de radiographies effectuées pour chaque patient **A** : Téléradiographie de Crâne de profil. **B : C, D** : Cône-beam CBCT ; (Unité de Radiographie - Service d'ODF – CHU-ORAN).

chaque patient. L'analyse de Steiner[117] pour l'étude du sens sagittal alvéolaire, ainsi que l'analyse de Tweed et de Ricketts.

La relation squelettique sagittale entre le maxillaire et la mandibule a été déterminée à partir de l'angle ANB selon l'analyse de Ballard Cet angle correspond à la différence des angles SNA et SNB *(cf.63)* Sa valeur détermine la classe squelettique, il s'agit d'une :

- Classe I pour une valeur comprise entre 0 à 4° [2° plus ou moins 2°].
- Classe II si le ANB est > 4 °
- Classe III si l'angle ANB est < 0°.

**NB://** Tous les clichés radiographiques étaitent réalisés par le même appareil numérique, et dans le même centre d'imagerie du service d'ODF- CHU-ORAN (Unité de radiographie) et par le même opérateur.

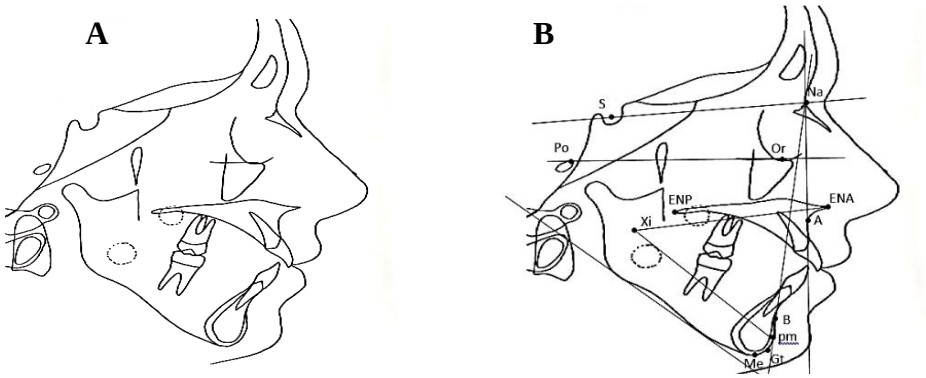



**Figure 63** : Un tracé céphalométrique **A** : les principales structures anatomiques à étudier, **B** : les mesures céphalométriques effectuées sur un tracé céphalométrique (Service d'ODF- CHU-ORAN).

### 8.10.2.4. Mesure de la douleur : (Fig. 64).

Échelle Visuelle Analogique de la douleur (EVA) pour l'adulte C'est une echelle d'auto-évaluation de la douleur, elle mesure l'intensité de la douleur sur une échelle allant de 0 à 10

(ou parfois de 0 à 100). La correspondance entre niveau d'EVA et intensité de douleur est la suivante :
- EVA entre 1 et 3 : douleur d'intensité légère (très douce à inconfortable).
- EVA entre 3 et 5 : douleur d'intensité modérée (tolérable à pénible).
- EVA entre 5 et 7 : douleur sévère (très pénible à intense).
- EVA supérieure à 7 : douleur trop sévère (très intense à horrible).

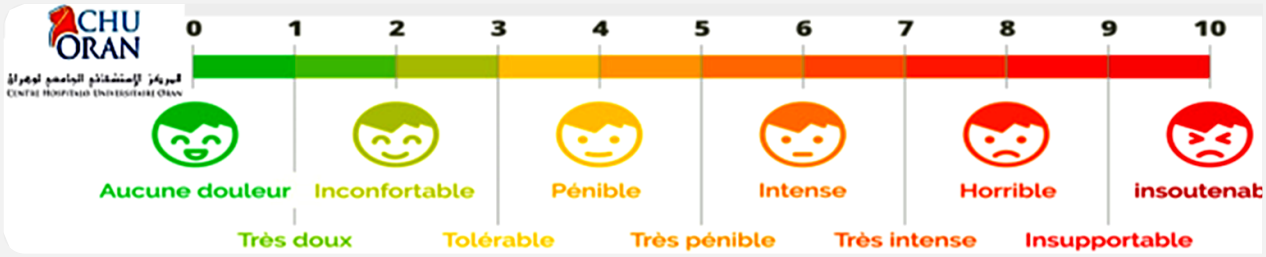



**Figure 64** : Echelles d'auto-évaluation de la douleur chez l'adulte Échelle Visuelle Analogique (EVA) (Service d'ODF CHU -ORAN).

### 8.10.3. Un examen minutieux du parodonte (au service de parodontologie) :

Tous les patients inclus à l'étude étaient orientés au service de parodontologie du CHU-ORAN pour effectuer conjointement un bilan parodontal complet, cet examen permet en outre de déterminer le biotype parodontal selon la classification de ***MAYNARD*** et ***WILSON*** cité par ***BORGHETTI*** [21] en 2017 pour la planification préopératoire afin de décider le schéma de décortication alvéolaire à adopter et le protocole opératoire à suivre, évaluer l'état du parodonte notamment au niveau du bloc incisif supérieur et inférieur et des dents d'ancrage et de juger la nécessité de réaliser une thérapeutique initiale avant la pose d'un appareillage fixe multiattache. Des explications concernant le protocole de traitement, les examens complémentaires et la fréquence des RDV ont été exposé aux patients.

### 8.10.4. La préparation initiale au traitement orthodontique

En amont de tout traitement orthodontique, les patients séléctionnés ont subi une séance de préparation initiale pour la mise en place des multiattaches pour les patients des deux groupes d'étude.

### 8.10.5. La phase orthodontique pré-chirurgicale : la mise en place des multiattaches.

Le collage des brackets orthodontiques ou autres dispositifs précédents toujours l'intervention, afin de permettre une activation post-opératoire immédiate. [53, 153].

### 8.10.6. La phase chirurgicale :

#### 8.10.6.1. Description de la technique de piézotomie (piézo-corticision alvéolaire) utilisée pour le groupe de traitement accéléré:

Les corticotomies alvéolaires par piézocision sont classiquement réalisées sous anésthésie locale (péri-apical et intra-papillaire), après avoir effectué un bilan sanguin pré-opératoire. Les principaux temps opératoires sont les suivants :

- Une décontamination exo et endobuccale à l'aide d'une solution iodée ou à la Chlorhexidine diluée sur les sites opératoires.

- Incision intra-sulculaire avec décharge à distance (au moins à une dent du dernier site de corticision).

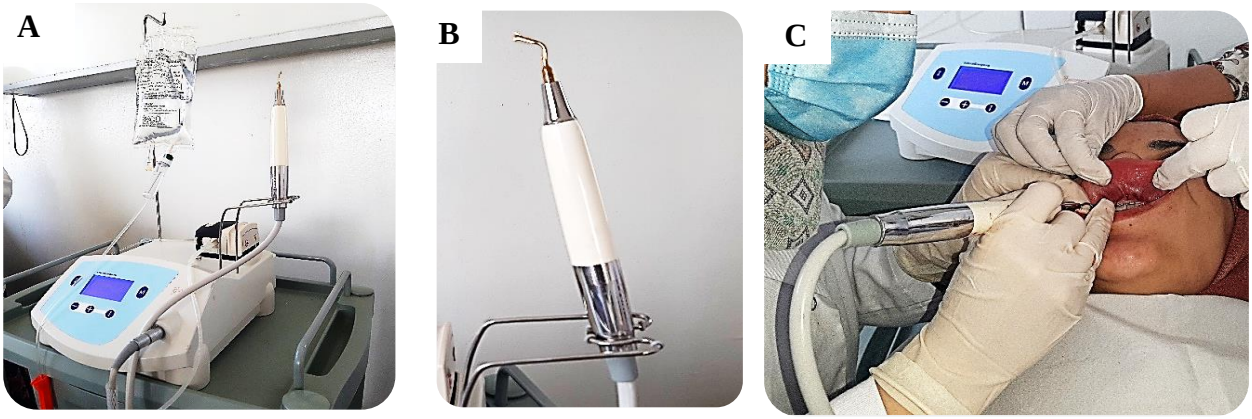



**Figure 65** : **A** : Un piézotome Woodpecker Ultrasurgery Piézo ® ; **B** : Pièce à main du piézotome munie d'un insert ; **C** : Chirurgie de piézo-corticision alvéoalire (Service de Parodontologie CHU-ORAN).

- Des traits de corticision sont réalisés avec un piézotome sous irrigation abondante sur une profondeur de 12mm à 3 mm au siège de la DDM (Fig.65 ; 66 ; 67).
- Un produit de comblement sera mis en place au niveau de chaque site de corticision.
- La fermeture du site opératoire est réalisée par points séparés en « O » ou « matelassier » vertical avec du fil 5-0 résorbable ou non résorbable.
- Un pansement chirurgical est mis en place pour protéger les sites opératoires.
- Une médication post-opératoire sera prescrite en fin d'acte chirurgical.
- Un contrôle post-opératoire sera effectué 10 jours après pour l'ablation de fil de suture.
- L'activation orthodontique devra se faire immédiatement après le 1$^{er}$ contrôle de chirurgie afin de bénéficier au maximum de l'accélération du déplacement dentaire secondaire au PAR.
- Réalisation de l'hémostase par compression du site ;
- Suture étanche et hermétique avec du fil de suture ;
- Mise en place d'un pansement parodontal (Fig. 67-C) ;
- Conseils post-opératoires.

#### 8.10.6.2. Comblement osseux : bio-os :

C'est un substitut osseux qui consiste en un mélange de deux volumes (Fig. 66) : Les matériaux de la série « Klipdent® » sont utilisés comme matériaux de comblement optimisant la régénération du tissu osseux en chirurgie parodontale, Les granulés de 500 à 1000 microns, petits et moyens sont à la base de β phosphate tricalcique à 60% et d'hydroxyapatite à 40%, dans notre cas ils sont utilisés pour le remplissage de défauts alvéolaires pour améliorer le support osseux. Le mélange produit de comblement et du PRF (Fig.66-E*)* ou du sérum physiologique sera placé directement sur l'os à raison de 0,5 à 1 centimètre cube par dent au niveau des zones présentant des déhiscences ou des fenestrations radiculaires et aux endroits où une expansion dentaire importante est prévue, l'allogreffe est alors déposée par tunnelisation (Fig. 66-C) et les incisions suturées.




**Figure 66 :** Le Produit de comblement : **A- B** : Greffe osseuse type « hydroxyapatite tri calcium phosphate » Klipdent ®; **C** : mise en place de matériau de greffe à l'aide d'un fouloir aux sites opérés (Service de Parodontologie-

### 8.10.6.3. La préparation du PRF :

Le PRF se définit comme un caillot de fibrine riche en plaquettes obtenu à partir du sang total. Dans des tubes secs de 10 ml (Fig.66-D), on prélève au patient du sang veineux sans anticoagulant ou gélifiant dans des conditions d'asepsies optimales. Une fois le sang recueilli, il est immédiatement centrifugé à 3000 tours/min pendant 10 min. Si le sang n'est pas centrifugé immédiatement, la coagulation débute de manière diffuse et le caillot formé est inutilisable. A la fin de la centrifugation, trois phases distinctes apparaissent (Fig.66 ; E-F) :

- En bas du tube, se concentrent les hématies
- En haut, le plasma acellulaire ou plasma pauvre en plaquette
- Et entre les deux, le caillot de fibrine ou PRF.

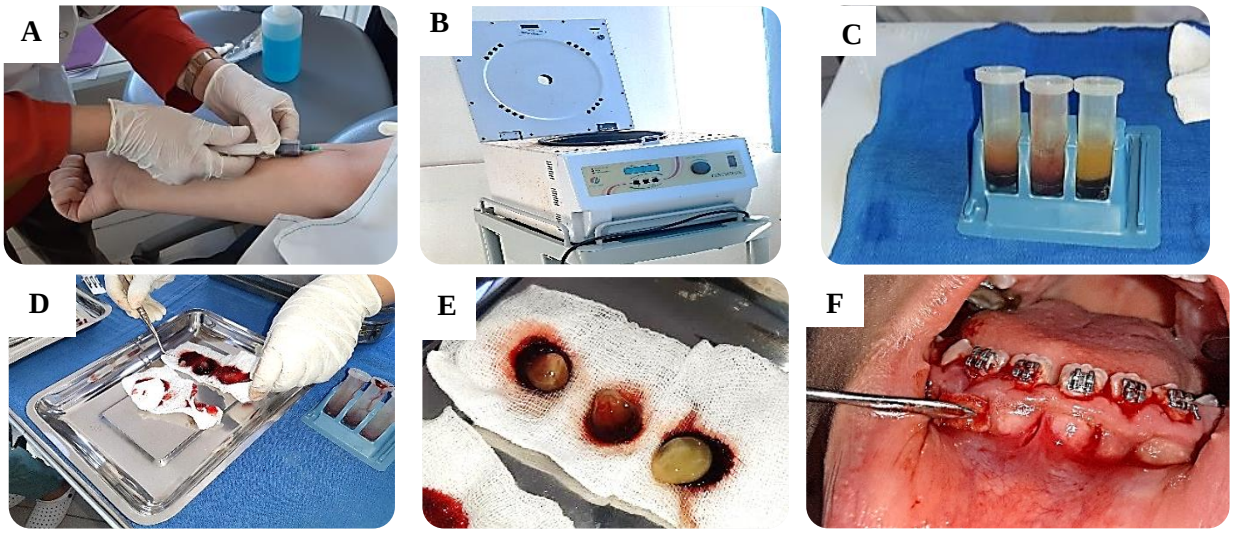



**Figure 67 :** Les étapes de préparation du PRF **: A** : Dans des tubes secs de 10 ml, on prélève du sang veineux sans anticoagulant ou gélifiant dans des conditions d'asepsies optimales, **B** : mise en place des tubes dans un appareil de centrifugation, **C** : photo de tube après centrifugation. **D** : Le caillot de PRF obtenu est extrait du tube à l'aide d'une précelle stérile et est séparé du culot d'hématies ; **E** : Le caillot de PRF compressé entre deux compresses donne une membrane de PRF, **F** : mise en place du PRF aux sites opérés par tunnelisation. (Service de Parodontologie CHU-ORAN).

Le caillot de PRF obtenu est extrait du tube à l'aide d'une précelle stérile et est séparé du culot d'hématies, en dessous de l'interface par effleurement d'une lame de bistouri ou d'une paire de ciseaux. Si le PRF n'est pas extrait immédiatement du tube, après 10 min, nous observons une augmentation de la partie acellulaire. L'une des hypothèses de cette augmentation est que le PRF libère un exsudat plasmatique riche en facteurs de croissance ; Le PRF peut s'utiliser :

- Sous forme de caillot naturellement obtenu à la fin de la centrifugation (Fig. 67-C- D).

- Sous forme de membrane PRF : Elle est obtenue par compression douce du caillot de PRF entre deux compresses stériles (Fig. 67- E) ou à l'aide de la boîte de PRF. Cette boîte est composée d'une grille sur laquelle on dépose le caillot qu'on compresse selon une épaisseur d'environ 1 mm. En dessous de cette grille, un compartiment permet de récupérer l'exsudat, riche en facteurs de croissance.




**Figure 68** : Chirurgie de piézo-corticision : **A** : Un piézotome **; B :** Réalisation de piézocision corticale en interdentaire 41-42 ; **C** : Mise en place de pansement parodontal pour protéger les sites opérés et mise en place de pansement parodontal (Service de Parodontologie- CHU-ORAN).

#### 8.10.6.4. La prescription post-chirurgicale :

- Prescription d'antibiotiques en per os à large spectre de la famille des Beta-lactamines (Amoxicilline®) à raison de 2 g / jour pendant 7 à 8 jours. Il s'agit d'une antibioprophylaxie post-opératoire visant à prévenir la survenue d'une infection qui pourrait entraver le déroulement normal du processus de cicatrisation. En cas d'allergie au Beta-lactamines, on prescrit les Macrolides (Spiramycine®).
- Prescription d'une corticothérapie courte à base d'anti-inflammatoires stéroïdiens (corticoïde) type Prednisolone® 20mg, à raison de 2 comprimés / jours pendant 3 jours. Il est préférable que la première prise de médicament se fasse au même jour de la chirurgie le matin au lever avant de faire l'acte chirurgical.
- Prescription d'antalgique (niveau I ou II) à raison d'un comprimer toutes les 6 heures.
- Prescription de bain de bouche à base d'antiseptique à la Chlorhexidine jusqu'à dépose des sutures à raison de 3 fois /jours.
- Prescription d'une brosse à dent chirurgicale.

#### 8.10.6.5. Les conseils post-opératoires :

- Aussitôt après l'acte chirurgical, des conseils vont être donnés aux patients, tels que :
- Garder le maximum de temps le pansement chirurgical en bouche ;
- Appliquer le plus rapidement possible des vessies de glace (contenue dans un linge propre) sur la région opérée, un quart d'heure par demi-heure pendant les 4 heures qui suivent la chirurgie pour prévenir l'apparition des œdèmes post-chirurgicaux ;
- Prendre les médicaments prescrits ;
- Eviter l'alimentation et les boissons chaudes ;
- Ne pas fumer ;
- En cas de léger saignement, le patient doit rincer sa bouche à l'eau froide ;
- Brosser les dents à l'eau froide, en faisant passer légèrement la brosse à dent sur la zone opérée à partir du deuxième jour après la chirurgie en cas de chute de pansement ;
- Suivre les prescriptions jusqu'à leur terme ;
- En cas d'éventuelle complication, le patient doit revenir ou contacter son médecin traitant.

#### 8.10.6.6. Visites de contrôle :

Elles ont été réalisées à trois jours puis dix jours post-opératoires. Ces visites ont été indispensables pour juger et s'assurer des suites post-opératoires, de l'état de cicatrisation des plaies, et celle des greffes et enfin de réaliser également l'ablation de fil de suture aux dixièmes jours post-opératoire.

### 8.10.7. La phase orthodontique post-chirurgicale :

Les patients étaient vus après l'ablation des points de suture pour continuer les activations puis toutes les deux semaines. Il est important de noter que le phénomène de RAP débute dans les jours qui suivent la piézo-corticision, atteigne classiquement le pic à un ou deux mois et pourrait persister de 6 à 24 mois selon ***FROST HM*** [224]. Cependant, selon ***A. MEZARI*** [74], il y aurai jusqu'au 120 jours post-opératoires une rémission complète de l'ostéopénie avec un retour à la normale.

## 8.11. Les Questionnaires : Pour chaque patient, nous avons rempli deux fiches cliniques

### 8.11.1. Une fiche clinique : d'enquête et de recueil des donnés au tout début de traitement portant les items suivants :

- L'identification du patient et recueille des données sociodémographiques à savoir :
    - Le nom, prénom, date et lieu de naissance ;
    - Le genre, le lieu de résidence ; Numéro de téléphone ;
    - L'Age au début de traitement ;
    - Stade de dentition (si adulte jeune ou adulte complète)
    - Type du parodonte superficiel (si fin ; épais ; hypertrophié ou normal) et du phénotype parodontal (Phénotype parodontal : I, II, III ou IV).
    - Le nombre de dents présentes, absentes, cariées ou obturées.
    - Les classes canines et molaires, coïncidence ou déviation des points interincisifs.
- Le diagnostic orthodontique et l'état parodontal du patient.
    - La classe squelettique
    - La typologie faciale (si normo-bite, open-bite ou deep-bite)
    - La direction de croissance faciale et mandibulaire (si antérieure, moyenne ou postérieure).
    - Les anomales associées (l'ensemble des anomalies alvéolo-dentaires des trois sens de l'espace : transversal, vertical et sagittal).
    - Le type de profil osseux et cutané (si rectiligne, concave ou convexe)
    - Chiffrer le score de la DDM en *mm* (et préciser si faible, modérée ou sévère).
    - Donner le diagnostic étiologique et différenciel.
- Le plan de traitement orthodontique envisagé en précisant :
    - Les objectifs de traitement
    - Le principe et les moyens thérapeutiques prévu pour réduire la DDM (à savoir le recours ou non aux extractions dentaires, la réduction amélaire interproximale (RIP ou Stripping), l'expansion transversale ou sagittale des arcades alvéolo-dentaires au moyen des arcs ou au moyen d'un auxiliaire type Quad'hélix.
    - Préciser le type de protocôle orthodontique suivi (conventionnel ou accéléré).

- Préciser les sites prévus des traits de décortication alvéolaire sur une feuille de route *(Lettre d'orientation au service de parodontologie voir annexe N° 06*).

**8.11.2. Une fiche de contrôle et de suivi :** Précisant le type de protocole choisi pour chaque patient et le suivi des différentes phases de traitement :

- La phase orthodontique pré-chirurgicale contrôle N°1 : lors de la 1ère activation (J7).
- La phase orthodontique post-chirurgicale contrôle N°2 : après l'ablation des points de sutures post-opératoire (J14).
- La phase orthodontique post-chirurgicale contrôle N°3 : lors de l'activation des multiattaches.
- Contrôle de fin de traitement contrôle N°4 : lors de la dépose des multiattaches :
  - ✓ Les mêmes facteurs déjà cités seront étudiés en incluant de plus le temps de la correction de l'encombrement antérieur (nivellement) au niveau de chacune des deux arcades alvéolo-dentaires comme facteurs associés à la durée globale de traitement.
  - ✓ Etat du parodonte en fin de traitement orthodontique :
  - ✓ Niveau de satisfaction des patients
  - ✓ Mesure de la douleur au moyen de l'échelle EVA (*annexe N°0 7*).
  - ✓ Apprécier la coopération des patients quant au respect des RDV et le décollement de brackets.

## 8.12. Exploitation des résultats, analyse des données et logiciels utilisés

- La rédaction était faite sur le logiciel Word 2019.
- La réalisation des graphies était faite sur le logiciel Excel 2019.
- Les références bibliographiques étaient organisées en utilisant le logiciel EndNote X7 selon le style Vancouver qui classe les références selon l'ordre d'apparition dans le texte. (C'est un système de classement des références bibliographiques le plus utilisé en sciences fondamentales et appliquées, en médecine et en pharmacie).
- L'analyse des données statistiques a nécessité l'utilisation de plusieurs logiciels statistiques :
  - Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 20.
  - Stata/SE version 12.0.
  - XLS STAT version 2014.
- Concernant le traitement des clichés CBCT et la réalisation des mesures de l'épaisseur osseuse, nous avons utilisé deux logiciels :
  - Le IRIS Viewer ®
  - Le logiciel Sante DICOM VIEWER ®.

L'exploitation des données était assurée grâce à une analyse uni-variée, puis multivariée par régression linaire logistique comme suit.

### 8.12.1. Analyse descriptive :

- Les variables qualitatives ont été décrites en fonction de leur répartition en pourcentage.

- Pour les variables quantitatives, nous avons calculé la moyenne, l'étendue maximum minimum, l'écart type et la médiane.

### 8.12.2. Analyse comparative :

- La comparaison d'une variable qualitative avec une variable quantitative (durée globale de traitement et le temps de nivellement) est établie par le test t de Student.
- La comparaison de deux moyennes par le test t de Student.
- La comparaison de deux variables qualitatives par le test Khi2 de Pearson.
- La comparaison de deux pourcentages par le test de l'écart réduit.
    - Le *p* : représente le degré de signification du test statistique.
    - Le risque d'erreur alpha $\alpha$ est fixé à 5 %.
    - L'abréviation *NS* signifie que le test statistique est Non Significatif.

### 8.12.3. Analyse Multivariée (Détermination d'une formule prédictive) :

Les facteurs liés au temps de traitement étaient identifiés par une régression linéaire logistique en usant d'une analyse multi variée après avoir passé par l'analyse uni variée et bi variés. Ainsi nous pouvons décrire puis comparer puis identifier les facteurs liés.

1. Au temps de nivellement à l'arcade supérieure.
2. Au temps de nivellement à l'arcade inférieure.
3. A la durée globale de traitement.

Finalement **une formule prédictive** était établie pour prédire le temps correction de l'encombrement dentaire aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure puis celui de la correction globale de la malocclusion traitée ( la durée globale de traitement).

## 8.13. Les Accords

Avant de démarrer notre étude, nous avons demandé et obtenu :

- L'accord du chef de service d'orthopédie-dento-faciale du CHU-ORAN.
- L'accord du chef de service de Parodontologie du CHU-ORAN.
- L'autorisation du comité d'éthique pour les essais cliniques du CHU d'ORAN *(Voir annexe N°05)*.

## 8.14. Les considérations éthiques :

Avant de commencer l'étude, un formulaire de consentement éclairé a été remis aux patients au niveau du service d'ODF et un autre au niveau du Service de Parodontologie avant le début de traitement orthodontique accéléré par piézotomies alvéolaires *(Voir annexe N°04)*, le consentement était signé par le patient lui-même ou par son tuteur légal (cas de patients n'ayant pas atteint l'âge de majorité). Donc les patients n'étaient inclus à l'étude qu'après signature du consentement éclairé.

Les aspects éthiques ont été respectés dans notre étude, compte tenu du fait que la confidentialité des données de patients figurant sur les dossiers d'étude a été assurée.

# 8.15.LES RESULTATS DE L'ETUDE

## 8.15. Les résultats d'étude

Dans ce chapitre, les résultats obtenus sont exposés en trois rubriques ; la première réservée à la description de la population d'étude globale, dans la deuxième nous procèderons à une analyse comparative entre les deux groupes d'étude puis nous verrons l'étude multivariée des différents facteurs liés au temps de traitement aux deux arcades alvéolo-dentaires, puis ceux de la durée globale de traitement ; vers la fin nous définirons les étapes de détermination d'une formule prédictive du temps de nivellement et de la durée globale de traitement.

### 8.15.1. La description de la population d'étude globale :

Cette partie, englobe le schéma général de l'étude, et l'analyse uni variée qui permet description de la population d'étude globale, en fonction des différentes caractéristiques (sociodémographique faciales, dento-alvéolaire...).

#### 8.15.1.1.La diagramme de flux de la population de l'étude :

89 patients présentant une DDM modérée à sévère ne dépassant pas 10mm pour l'indice de Nance ; présentant un profil cutané jugé acceptable en classe I de ***BALLARD*** ont été présélectionnés. Le tri des cas s'est déroulé au sein de la consultation du service d'ODF par le même examinateur ; Une fiche clinique préliminaire (en annexe N°1) fut remplie pour répondre aux premiers renseignements nécessaires à l'admission. Après avoir signé le consentement éclairé ; un examen clinique approfondi été effectué, l'évaluation précise des cas pris en charge nécessite un bilan parodontal bien détaillé de ce fait les cas présélectionnés ont été orienté vers le service de parodontologie (Lettre d'orientation Annexe N°3) ; ainsi que des examens complémentaires (Photographies, Prise d'empreintes, radiographie : TLR de profil, CBCT).
Et un dossier orthodontique complet fut établi pour chaque patient.

Aprés bilan orthodontique complet et validation du diagnostic, parmi les 89 patients qui ont rempli les critères initiaux de recrutement, nous avons exclus 18 patients : 03 patients avaient une DDM > 10mm; et 6 patients présentant plus de 2 dents absentes ;alors que 04 patients présentaient une contre-indication à l'acte chirurgical; deux patients avait un âge civil inférieure à 16 ans; de plus lors de l'étude de la charte céphalométrique l'étude de l'angle ANB a révélé trois cas avec un angle supérieure à 05°. Au total nous avons retenue 71 patients éligibles dans notre étude. Donc 34 patients étaient affectés au groupe de traitement accéléré (essai) et 37 patients au groupe de traitement conventionnel (contrôle). Toutefois une patiente du groupe expérimental a refusé l'acte chirurgical ce qui nous a emmener a modifié le plan de traitement et de l'orienté vers le groupe contrôle.

Donc le traitement conventionnel était alloué à 38 patients et le taitement accéléré à 33 patients. Par la suite une analyse multivariée était réalisée sur les cas complets qui ont achevés toutes les phases de traitement orthodontique conventionnel et accéléré en éliminant les données manquantes. Ainsi 60 cas ont été retenus pour l'analyse multivariée et la validation des facteurs de risque lié à l'allongement de la durée de traitement (Fig.69).

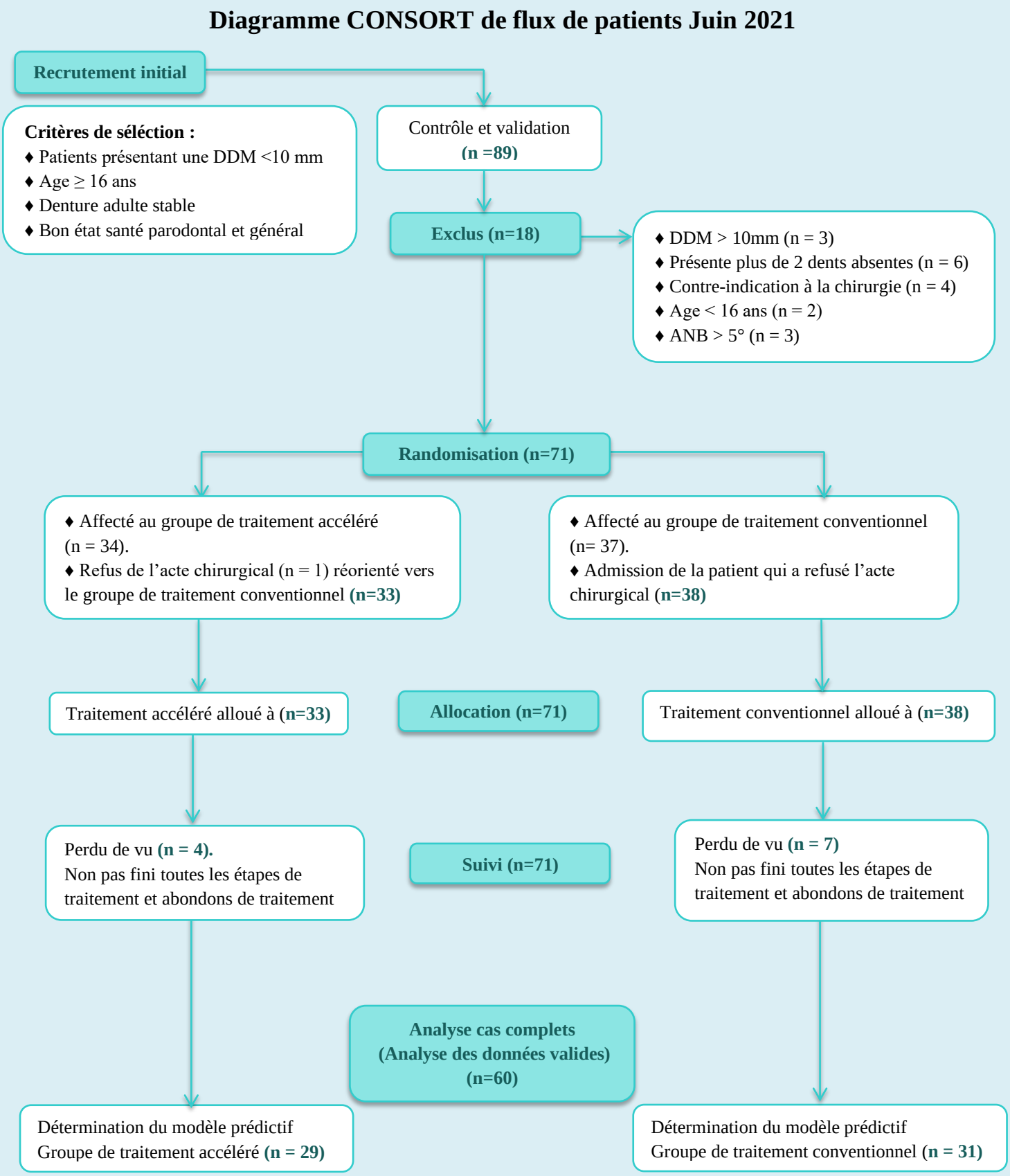



**Figure 69** : Diagramme de flux de la population de l'étude
(Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

### 8.15.1.2.Les caractéristiques sociodémographiques de la population d'étude globale :

#### 8.15.1.2.1. Mode d'admission des patients :

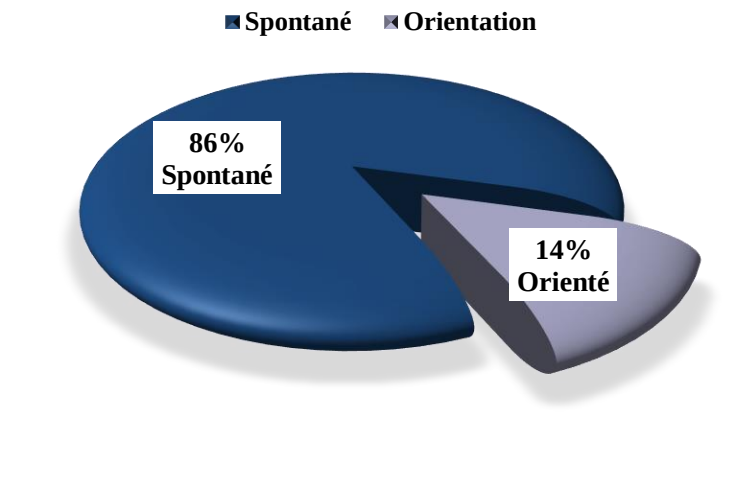



**Figure 70 :** Répartition des patients selon le mode d'admission (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Le mode d'admission des patients était majoritairement spontané (86%), ou orienté (14%) (Fig.70).

#### 8.15.1.2.2. Le motif de consultation :

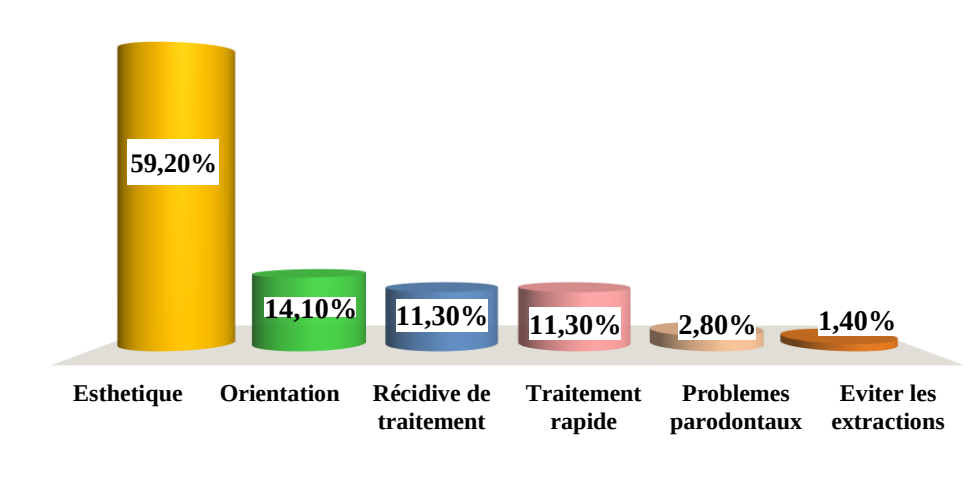



**Figure 71 :** Répartition des patients selon le motif de consultation. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La grande majorité des patients consultent pour un motif esthétique soit 59.2% ; alors que 14.1% rapportent des problèmes de DAM secondaire à l'encombrement dentaire souvent orienté des autres services ; cependant la nécessité de traitement rapide n'a été signalé que dans 11.3% des cas. Les récidives des traitements antérieures était signalé chez 11.3% des patients souhaitant reprendre leur traitement mais dans un délai court ; 2.8 % des patients rapportent des problèmes

fonctionnels et 1.4% ont accépté le traitement accéléré dans l'espoir d'éviter les sacrifices dentaires (Fig.71).

#### 8.15.1.2.3. Répartition des patients selon la wilaya de résidence

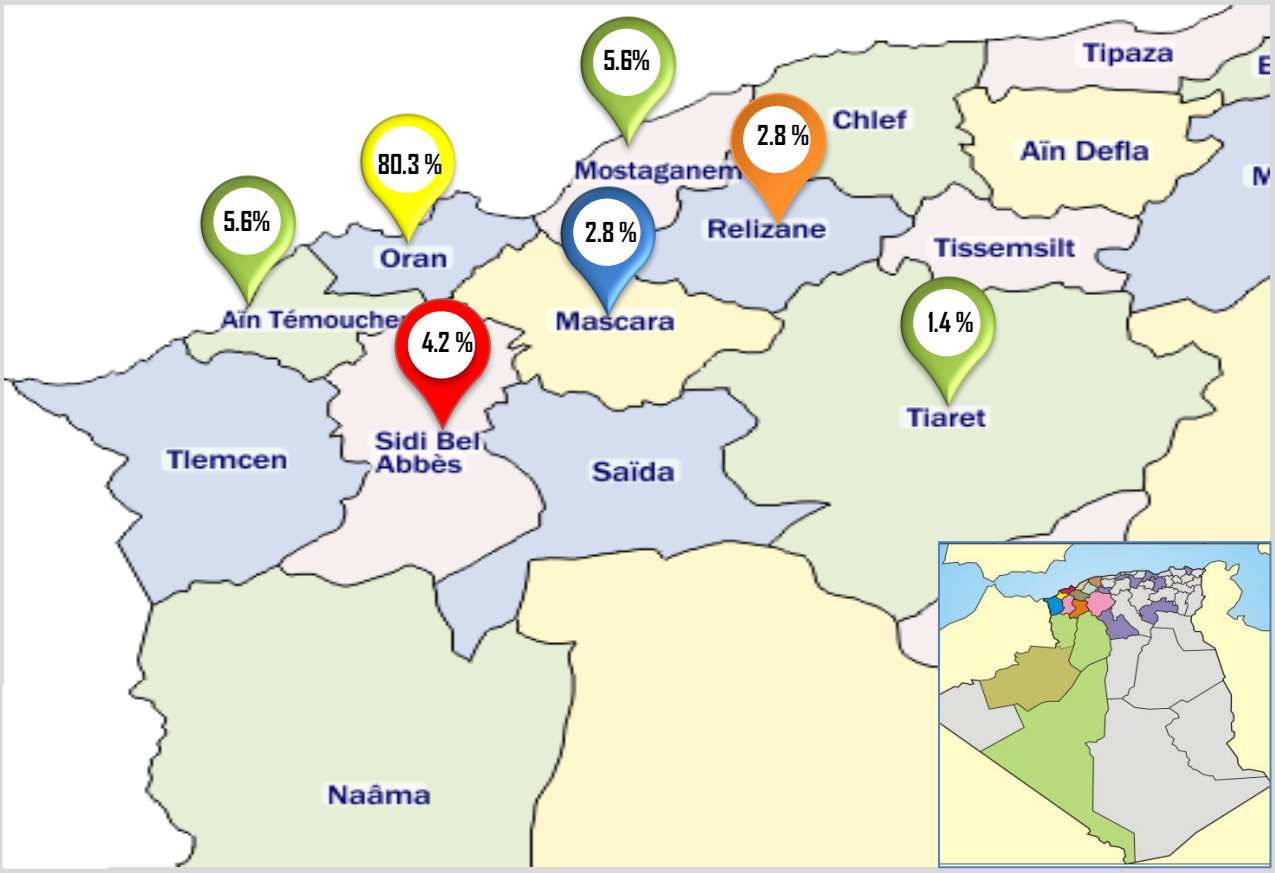



**Figure 72** : Répartition de la population d'étude globale selon la wilaya de résidence (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Comme on peut le voir sur la cartographie des patients pris en charge, une diversité remarquable des lieux de résidences, La majorité des patients résidaient dans l'ouest algérien avec une prédominance de la wilaya d'Oran (80.3%) suivi essentiellement par les wilayas mitoyennes avec respectivement Aïn Témouchent (5.6%), Mostaganem (5.6%) ; Sidi Bel Abbés (4.2%) ; Mascara (2.8%) ; Relizane (2.8%) et Tiaret (1.4%) ; (Fig.72).

#### 8.15.1.2.4. Répartition des patients selon le sexe :

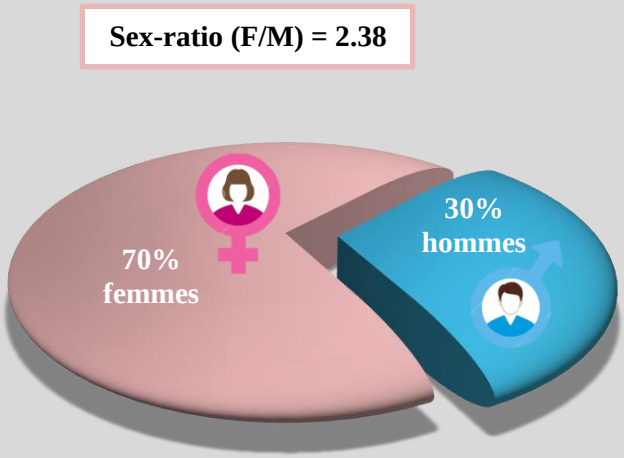



**Figure 73** : Répartition de la population d'étude globale selon le sexe (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

.

Dans notre étude, nous avons noté une nette prédominance féminine (70 % soit 50 femmes contre 30% de genre masculin soit 21 hommes), ce qui donne un sex-ratio (F/M) de 2.38. (Fig.73).

#### 8.15.1.2.5. Répartition des patients selon la moyenne d'âge :

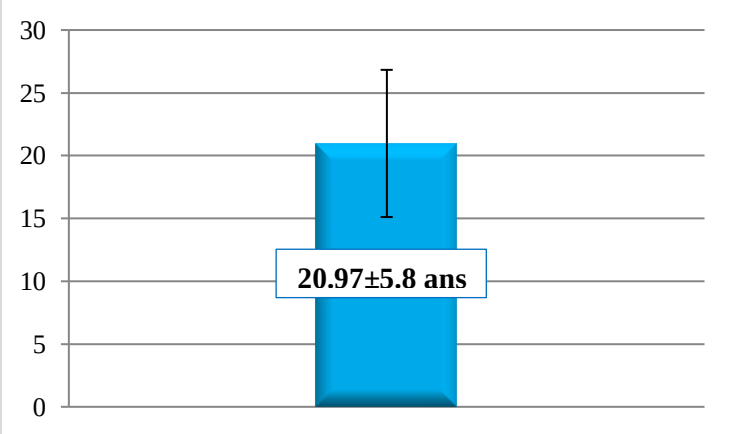



**Figure 74** Répartition de la population d'étude globale selon la moyenne d'âge au début de traitement (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

L'âge moyen de ces patients était de 20.97 ± 5.86 ans avec (un minimum de 16 ans et un maximum de 47 ans). (Fig. 74).

### 8.15.1.2.6. Répartition des patients selon les tranches d'âge et l'âge civil du début de traitement :

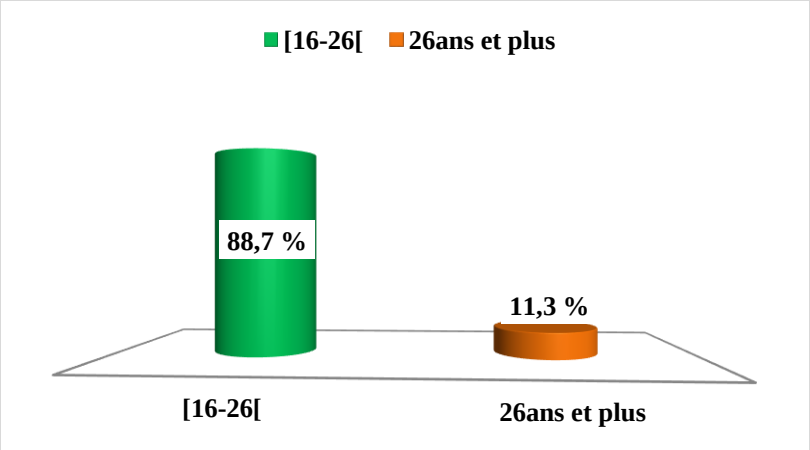



**Figure 75** : Répartition de la population d'étude globale selon les tranches d'âge (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Dans notre échantillon, la distribution par âge est dominante chez la classe modale représentée par la tranche d'âge 16-26 (88.7 %) (Fig. 75) ; Alors que l'âge civil le plus représenté dans notre étude est celui de 18 ans avec une fréquence de 19,7% suivi de l'âge de 17 ans à 16,9%, (Tableau VI).

**Tableau VI** : Repartions des patients d'étude selon l'âge civil au début de traitement (Service d'ODF CHU-ORAN 2018-2021)

| Age au début de traitement | Effectifs (%) |
|---|---|
| **De 16 ans** | 7 (9.9) |
| **De 17 ans** | 12 (16.9) |
| **De 18 ans** | 14 (19.7) |
| **De 19 ans** | 9 (12.7) |
| **De 20 ans** | 5 (7.0) |
| **De 21 ans** | 3 (4.2) |
| **De 22 ans** | 2 (2.8) |
| **De 23 ans** | 5 (7.0) |
| **De 24 ans** | 2 (2.8) |
| **De 25 ans** | 2 (2.8) |
| **De 26 ans** | 2 (2.8) |
| **De 30 ans** | 3 (4.2) |
| **De 33 ans** | 1 (1.4) |

| | |
|---|---|
| **De 34 ans** | 1 (1.4) |
| **De 35 ans** | 1 (1.4) |
| **De 39 ans** | 1 (1.4) |
| **De 47 ans** | 1 (1.4) |
| **Total** | **71 (100)** |

#### 8.15.1.2.7. Répartition des patients selon le niveau d'instruction :

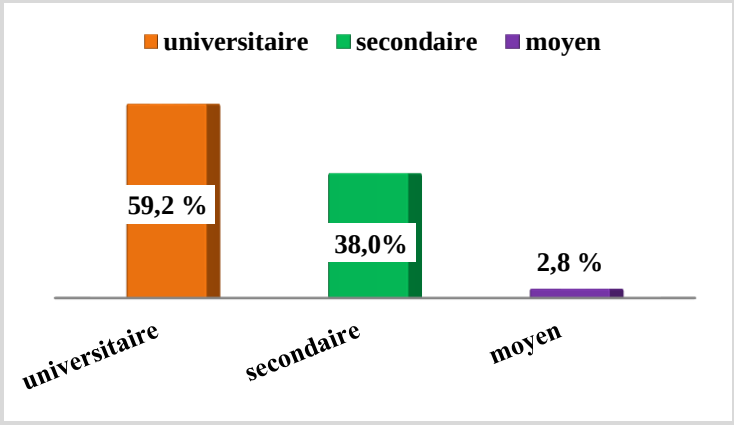



**Figure 76 :** Répartition de la population d'étude globale selon le niveau d'instruction. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Plus que 59% des patients avait un niveau d'instruction universitaire ; le reste reparti entre le niveau moyen (2.8%) et secondaire (38%). Pas de patients à niveau d'instruction bas (Fig. 76).

#### 8.15.1.2.8. Répartition des patients selon le statut professionnel :

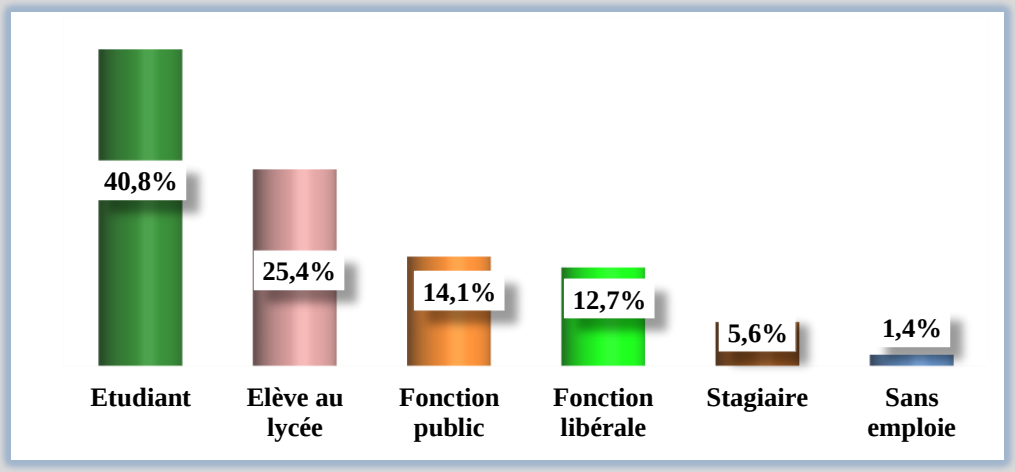



**Figure 77 :** Répartition de la population d'étude globale selon le statut professionnel. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La majorité des patients était des étudiants en plein cursus universitaire soit 40.8% ou des stagiaires dans différentes disciplines (5.6%) ; et 25.4% étaient des élèves au lycée. Le reste était professionnellement actifs soit dans des fonctions libérales (12.7%) ou publiques (14.1%) ; les 1.4% des patients était sans profession. (Fig.77).

#### 8.15.1.2.9. Répartition des patients selon les antécédents orthodontiques :

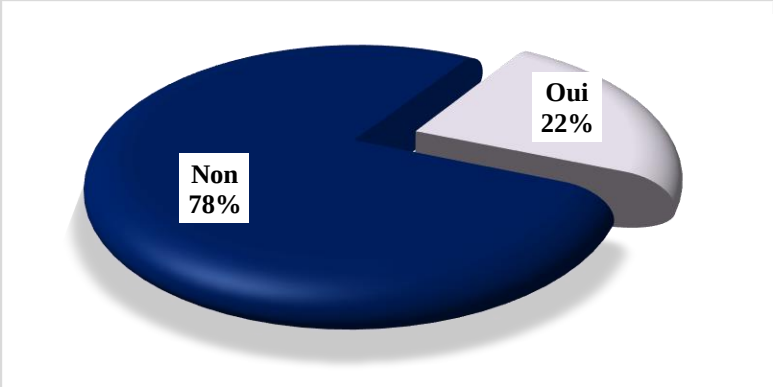



**Figure 78** : Répartition de la population d'étude globale selon les antécédents orthodontiques. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La plupart des patients ont rapporté lors de l'anamnèse aucun antécédent orthodontique soit 78% des patients alors que 22% ont rapporté des antécédents orthodontiques antérieure ; (Fig.78).

### 8.15.1.3.Répartition des patients selon les caractéristiques faciales :

#### 8.15.1.3.1. Répartition des patients selon la symétrie faciale :

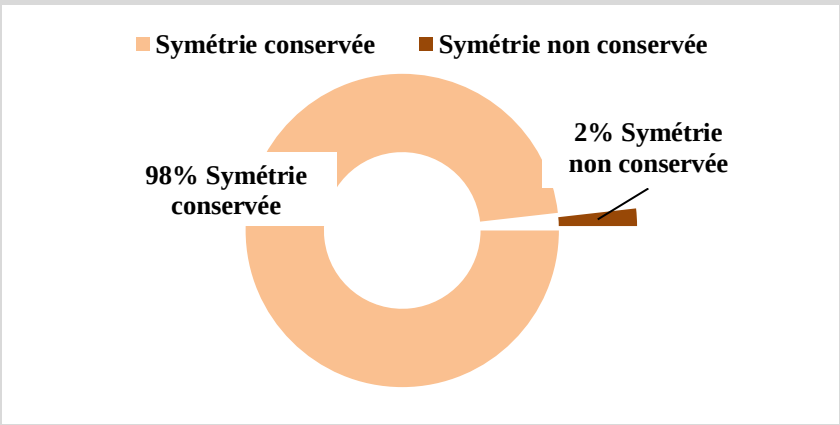



**Figure 79** : Répartition de la population d'étude globale selon la symétrie faciale. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Les cas colligés ont une symétrie faciale conservée pour la grande majorité soit 98%, et les 2% retentant présenter une légère asymétrie faciale (Fig. 79).

#### 8.15.1.3.2. Répartition des patients selon la typologie faciale :

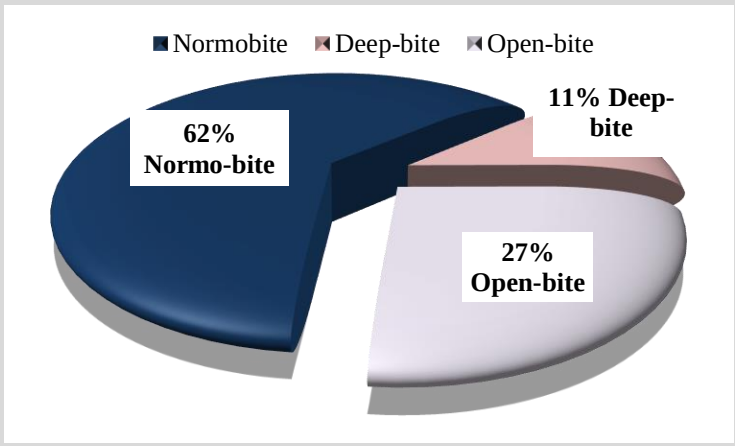



**Figure 80** : Répartition de la population d'étude globale selon la typologie faciale. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La typologie faciale normo-bite est la plus représentée avec un pourcentage de 62% ; suivi de la typologie open-bite avec une fréquence de 27% et deep-bite avec 11% (Fig80).

#### 8.15.1.3.3. Répartition des patients selon le profil cutané selon Ricketts :

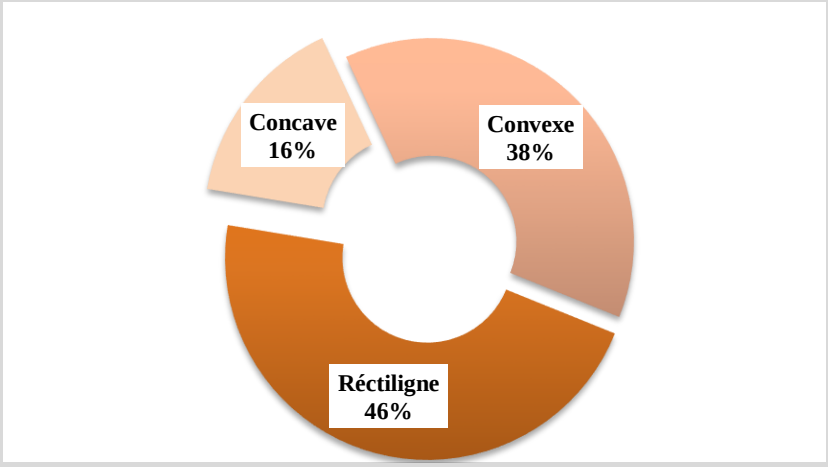



**Figure 81** : Répartition de la population d'étude globale selon le type de profil cutané. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

L'analyse de profil selon Ricketts révèle que 46% des sujets présentaient un profil rectiligne et 38% avait un profil convexe, et que 16% un profil concave (Fig. 81).

#### 8.15.1.3.4. Répartition des patients selon le stade de dentition :

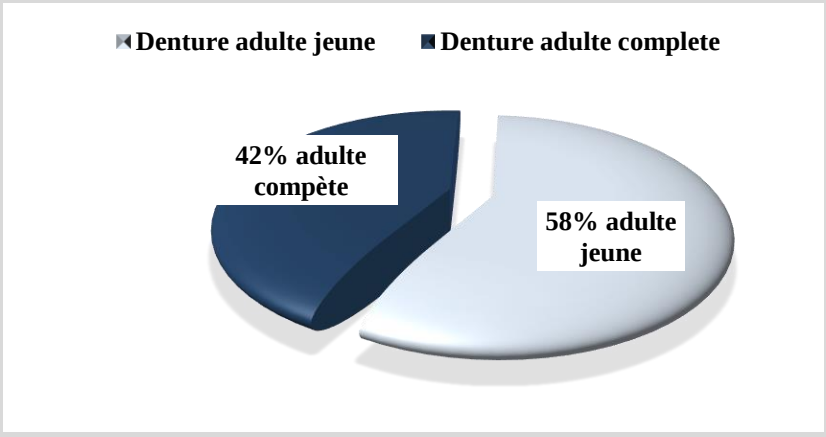



**Figure 82** : Répartition de la population d'étude globale selon le stade de dentition. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

On note que 42% des patients avaient un stade de denture adulte complète avec mise en place fonctionnelle des DDS ; et que 58 % avaient un stade de denture adulte jeune stable (Fig. 82).

#### 8.15.1.3.5. Répartition des patients selon la coïncidence ou non des PII :

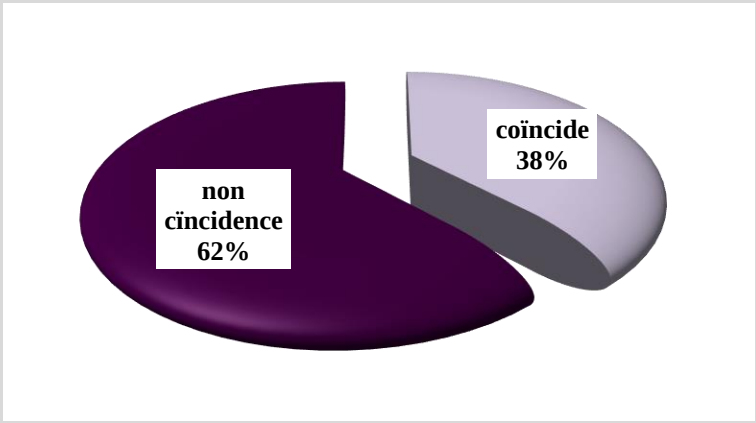



**Figure 83** : Répartition de la population d'étude globale selon la coïncidence ou non des PII (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

62% de notre échantillon présente une coïncidence des point inter-incisif ce qui correspond aux rapports physiologiques. Alors que 38% des patients présentaient une déviation des PII par rapport à la ligne sagittale médiane (Fig. 83).

#### 8.15.1.3.6. Répartition des patients selon le biotype (phénotype) parodontal :

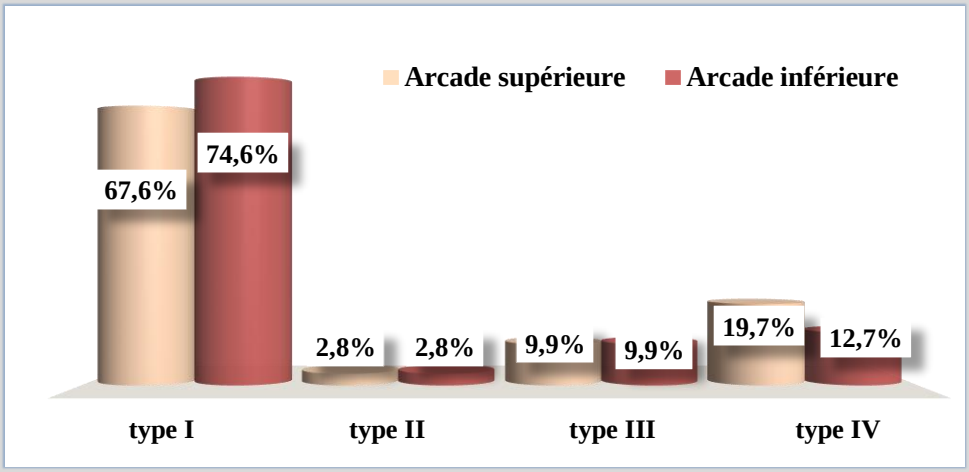



**Figure 84** : Répartition de la population d'étude globale selon le biotype parodontal. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Dans notre étude, les quatre biotypes parodontaux sont présents avec prédominance du biotype I aux deux arcades alvéolo-dentaires soit 67.6% à l'arcade supérieure et 74.6% à l'arcade inférieure (Fig.84).

#### 8.15.1.3.7. Répartition des patients selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans les trois sens de l'espace :

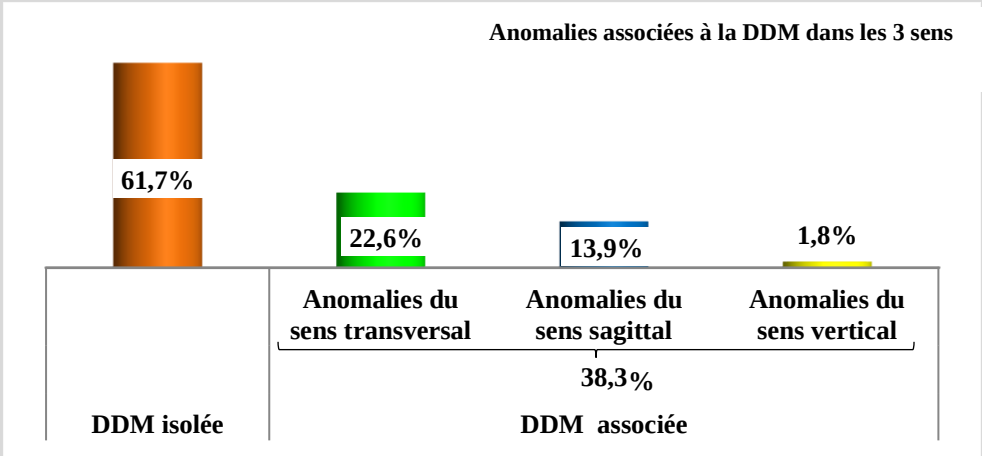



**Figure 85** : Répartition de la population d'étude globale selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans les trois sens de l'espace (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La DDM diagnostiqué chez les patients se trouve isolée dans 61.7% ; et elle se trouve associée aux anomalies alvéolo-dentaires des différents sens dans 38,3% des cas soit un taux de 22,6%

pour les anomalies du sens transversal, suivi des anomalies du sens sagittal avec un taux de 13,9% ; puis celles du sens vertical à 1,8% (Fig.85).

#### 8.15.1.3.8. Répartition des patients selon les anomalies alvéolo - dentaires associées à la DDM selon le sens touché :

✓ **Le sens transversal :**

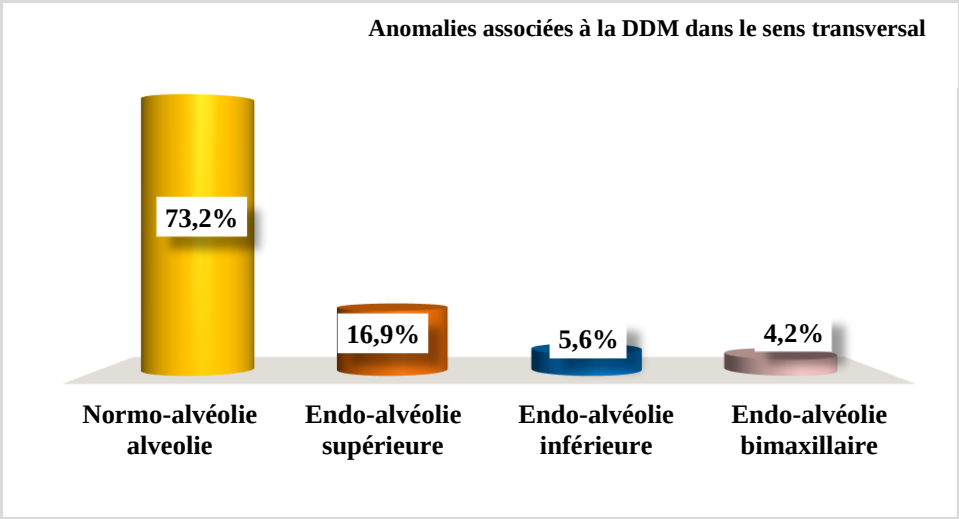



**Figure 86** : Répartition de la population d'étude globale selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans le sens transversal (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

On note que 73.2% des patients ne présente pas de problèmes du sens transversal associé à la DDM, et 16.9% des patients présentaient une endo alvéolie supérieure qui complique la DDM présente alors que 4.2% présentaient un problème transversal bimaxillaire. (Fig.86).

✓ **Le sens vertical :**

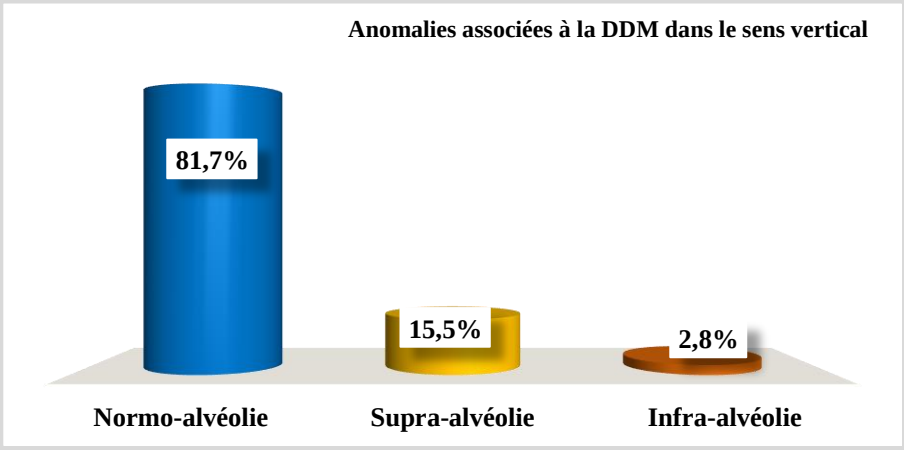



**Figure 87** : Répartition de la population d'étude globale selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans le sens vertical. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Aucun problème du sens vertical n'a été signalé chez 81.7% des patients inclus, et 15.5% avaient une supra-alvéolie associée à la DDM et 2.8% avait une infra-alvéolie (Fig.87).

- ✓ **Le sens sagittal :**

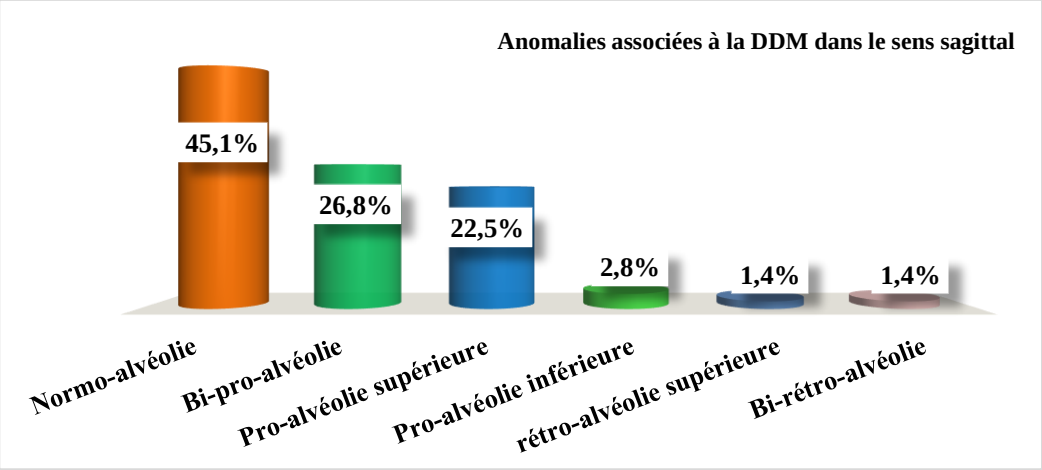



**Figure 88** : Répartition de la population d'étude globale selon les anomalies alvéolo-dentaires associées à la DDM dans le sens sagittal (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

A l'issu de ce l'examen de la charte céphalométrique, nous avons enregistré 45.1% des patients qui ne présentent aucune anomalie alvéolaire du sens sagittal ; alors que 26.8% présentaient une biproalvéolie et 22.5% des patients présentaient une proalvéolie supérieure et 2.8% avaient une proalvéolie inférieure alors que la rétro alvéolie supérieure et la biretro alvéolie représentaient 1.4% pour chacune. (Fig. 88)

### 8.15.1.3.9. Répartition des patients selon la sévérité de la DDM prise en charge aux deux arcades alvéolo-dentaires :

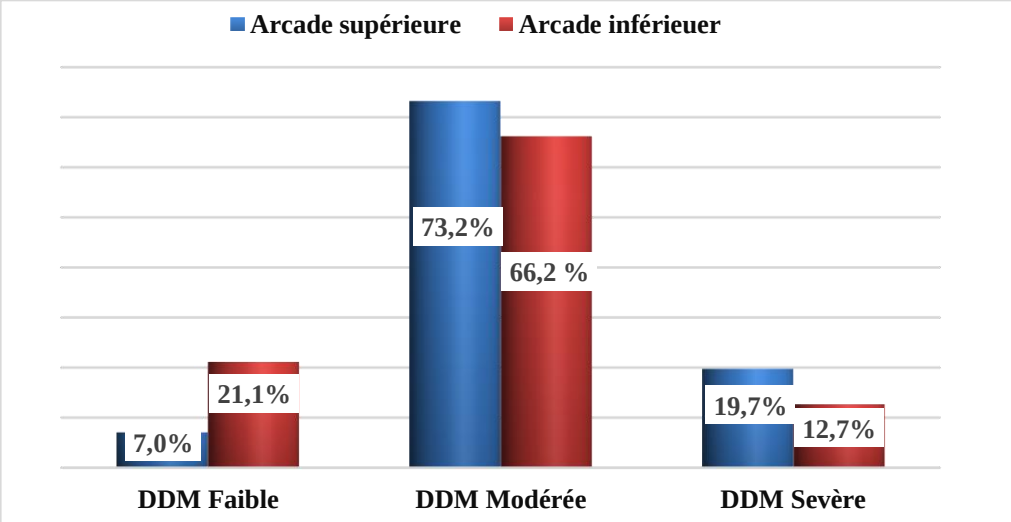



**Figure 89** : Répartition de la population d'étude globale selon la sévérité de la DDM prise en charge aux deux arcades alvéolo-dentaires (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Concernant la sévérité de la DDM, la forme modérée est la plus répondue dans notre série d'étude que ce soit à l'arcade supérieure ou à l'arcade inférieureavec des fréquences respectives de 73.2% et 66.2% (Fig.89).

### 8.15.1.3.10. Répartition des patients selon la moyenne de la DDM prise en charge aux deux arcades alvéolo-dentaires

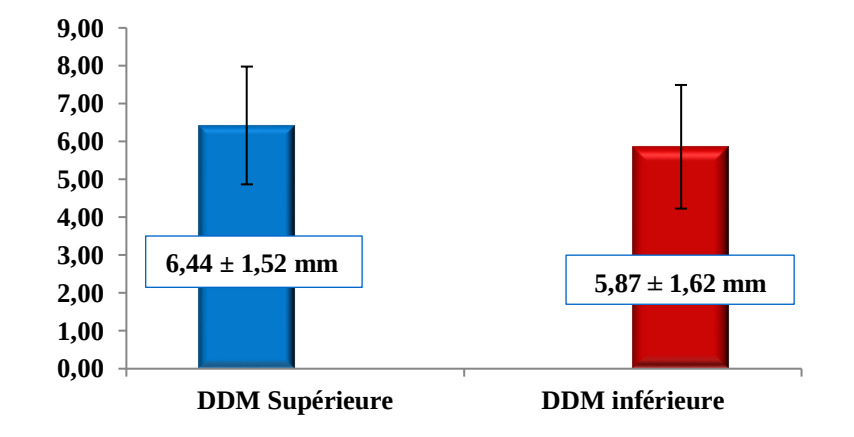



**Figure 90** : Répartition de la population d'étude globale selon la moyenne de la DDM prise en charge aux deux arvcades alvéolo-dentaires. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La moyenne de la DDM* pris en charge varient d'un individu à l'autre, nous avons enregistré une moyenne de 6,44 ± 1,52 mm à l'arcade supérieure et de 5,87 ± 1,62 mm à l'arcade inférieure avec des chiffres extrêmes allant de 3 à 10 mm pour l'arcade supérieure et de 2 à 10 mm pour l'arcade inférieure (Fig 90) (Tableau VII).

**Tableau VII** : La moyenne de DDM prise en charge de la population d'étude globale aux deux arcades alvéolo-dentaires (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| DDM (mm) | Moyenne de DDM (mm) ± ET | [Min – Max] |
|---|---|---|
| **Arcade supérieure** | 6,44 ± 1,52 | [3-10] |
| **Arcade inférieure** | 5,87 ± 1,62 | [2-10] |

** : le score de la DDM pris en charge est présenté positivement alors qu'il s'agit d'une DDM par macrodontie relative qui doit se présentée négativement. On a juste chiffré les valeurs de la DDM sans attribuer la mention (-) pour faciliter le travail sur le logiciel Spss.*

### 8.15.1.4. Répartition des patients selon le schéma thérapeutique de prise en charge de la DDM selon :

#### 8.15.1.4.1. Le type de protocole suivi :

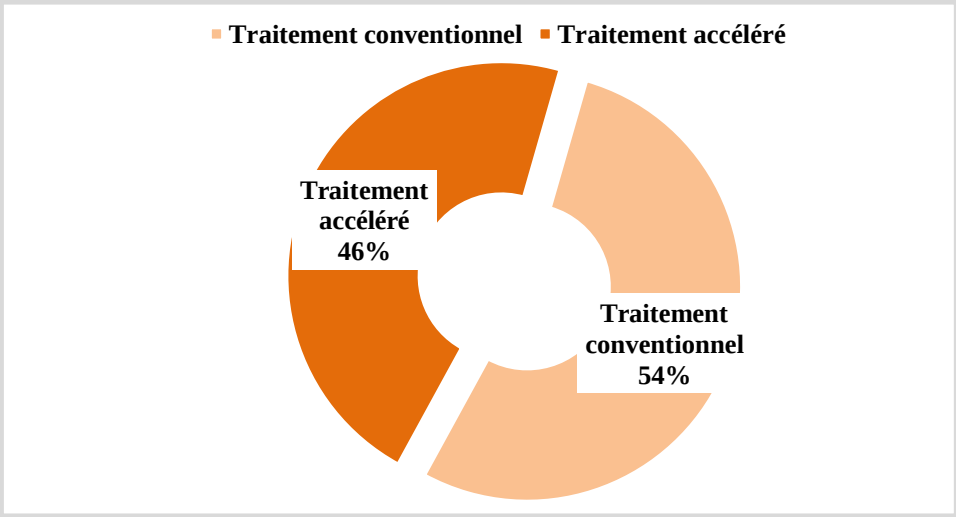



**Figure 91** : Répartition de la population d'étude globale selon le type de protocole suivi lors de la correction de la DDM. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Parmi les 89 patients diagnostiqués DDM adulte en CL I squelettique de Ballard 33 (46%) ont bénéficié d'un traitement orthodontique accéléré contre 38 (54%) un traitement orthodontique conventionnel sans chirurgie accélératrice ; (Fig.91).

#### 8.15.1.4.2. Le site de traitement :

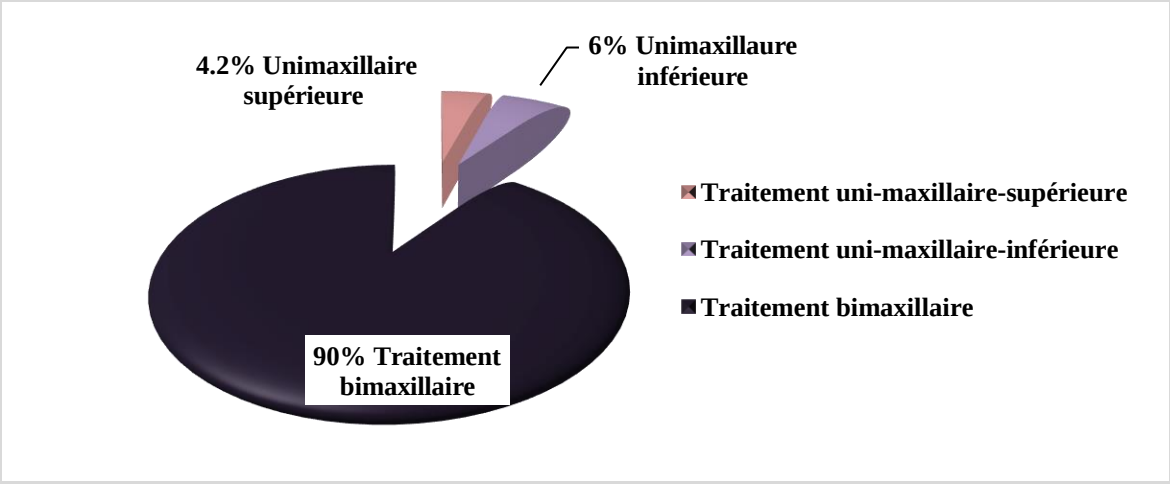



**Figure 92** : Répartition de la population d'étude globale selon le site de traitement. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Le traitement orthodontique était réalisé aux deux arcades alvéolo-dentaires chez 64 patients soit (90%) ; il était réalisé uniquement à l'arcade supérieure chez 3 patients soit (4.2%) et à l'arcade inférieure chez 4 patients (5.6%) ; (Fig.92).

#### 8.15.1.4.3. Le nombre de moyens thérapeutiques utilisés pour corriger la DDM par arcade alvéolo-dentaire :

✓ **Arcade supérieure**

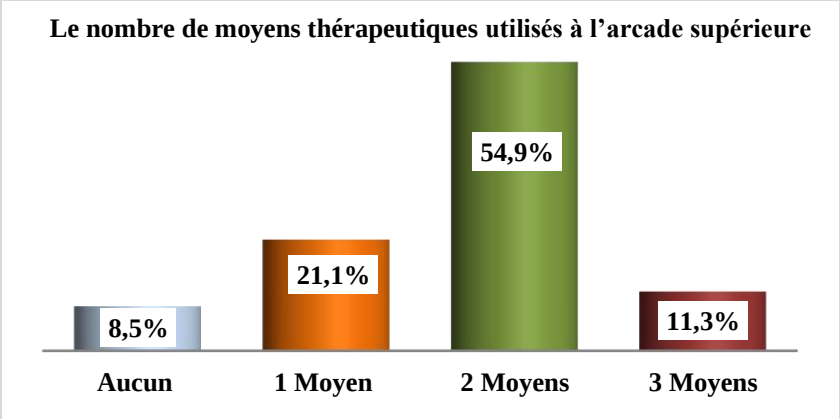



**Figure 93** : Répartition de la population d'étude globale selon les moyens thérapeutiques utilisés à l'arcade supérieure. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Les principaux moyens thérapeutiques employés pour soulager l'encombrement dentaire à l'arcade supérieure était une réduction amélaire interproximale (RIP) pour la plupart des patients, une expansion transversale au moyen des arcs de nivellement ou encore un Quad'hélix ; le recours aux extractions dentaires si les moyens précédents semblent insuffisants (Fig.93).

✓ **Arcade inférieure**

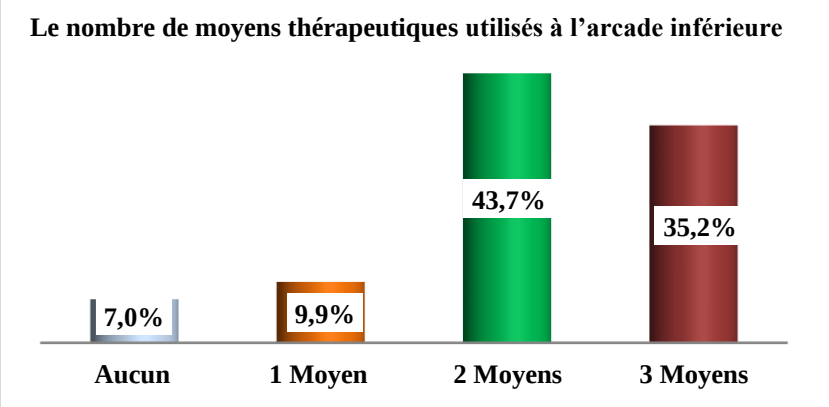



**Figure 94** : Répartition de la population d'étude globale selon les moyens thérapeutiques utilisés à l'arcade inférieure. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

On note que la majorité des patients ont reçu deux moyens thérapeutiques parmi les trois moyens possibles pour soulager la DDM a l'arcade inférieure 43.7% alors que chez 35.2% des patients ont a eu recours a 3 moyens thérapeutiques pour réduire la DDM inférieure ;9.9% ont bénéficié d'un seul moyen, alors que 7% des cas ont été traiter rien avec les multiattaches sans avoir recours à d'autres moyens thérapeutiques. (Fig.94).

#### 8.15.1.4.4. Les extractions dentaires

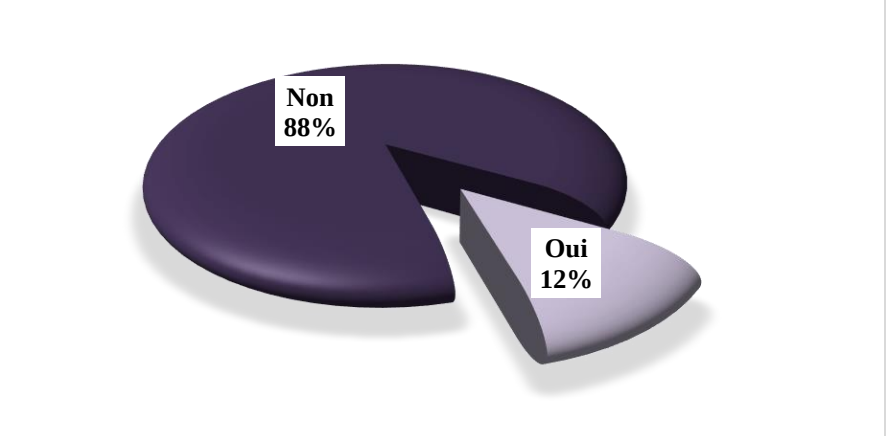



**Figure 95** : Répartition de la population d'étude globale selon le recours aux extractions dentaires. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La DDM pris en charge était soulagée dans la grande majorité des cas sans avoir recours aux sacrifices dentaires ce qui représente 88% des cas traités, et que 12% des cas ont eu recours aux extractions dentaires pour corriger l'encombrement antérieur (Fig.95).

## 8.15.2. Analyse comparative des deux groupes d'étude :

Dans cette rubrique, nous allons décrire simultanément les caractéristiques sociodémographiques et les caractéristique dento-faciales des deux groupes d'étude (groupe de traitement accéléré et le groupe de traitement conventionnel). Quant à la confrontation des résultats relatives aux facteurs de risque liés à la durée de traitement, nous allons les réunir dans le tableau de l'analyse uni-variée et multi variée.

### 8.15.2.1. Répartition des patients selon les caractéristiques sociodémographiques des deux groupes d'étude :

#### 8.15.2.1.1. Répartition des patients selon le sexe

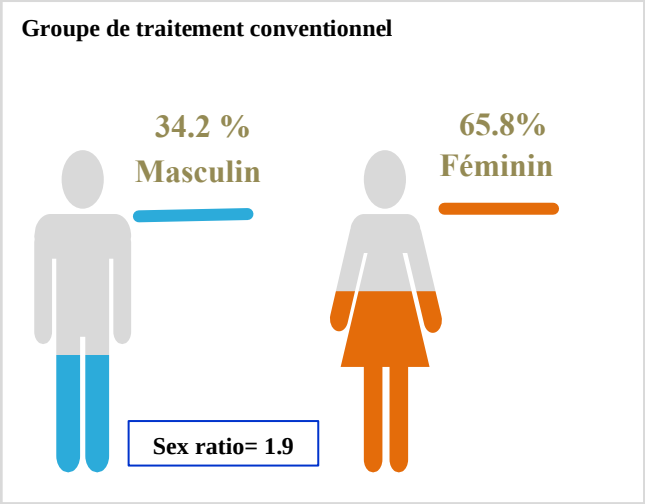



**Figure 96 :** Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon le sexe (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

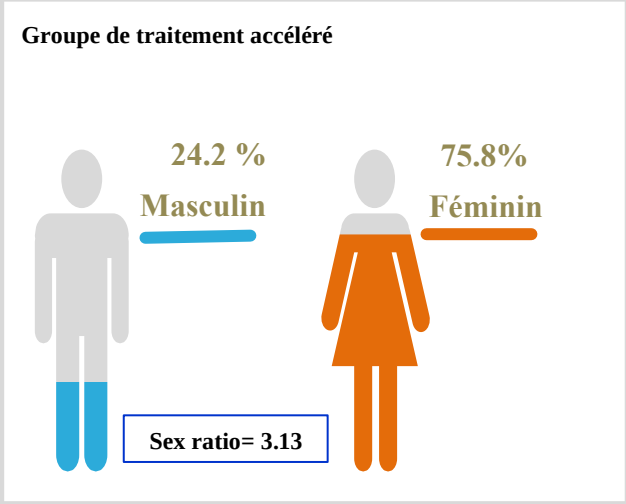



**Figure 97 :** Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon le sexe (Service d'ODF-CHU d'ORAN 2018/2021).

Nous avons noté une nette prédominance féminine chez les deux groupes d'étude avec un pourcentage plus élevé chez le groupe de traitement accéléré (75,8%) à comparé au groupe de traitement conventionnel (65,8%).

Le sex-ratio (F/M) de 1,9 pour le groupe de traitement conventionnel contre 3.13 pour groupe de traitement accéléré ; (Fig. 96 ; 97).

**Tableau VIII** : Répartition des patients des deux groupes d'étude selon le sexe (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Genre | Traitement conventionnel Effectif (%) | Traitement accéléré Effectif (%) | p |
|---|---|---|---|
| **Féminin (n=50)** | 25 (65.8%) | 25 (75.8%) | 0.35 NS |
| **Masculin (n=21)** | 13 (34.2%) | 8 (24.2%) | |

Lors de la constitution des groupes d'étude aprés un tirage au sort aléatoire (randomisation), nous n'avons pas trouvé de différence statistiquement significative concernant la distribution du sexe entre les deux groupes d'étude confirmé par un p<0.35 (NS) (Tableau VIII).

### 8.15.2.1.2. Répartition des patients selon la wilaya de résidence

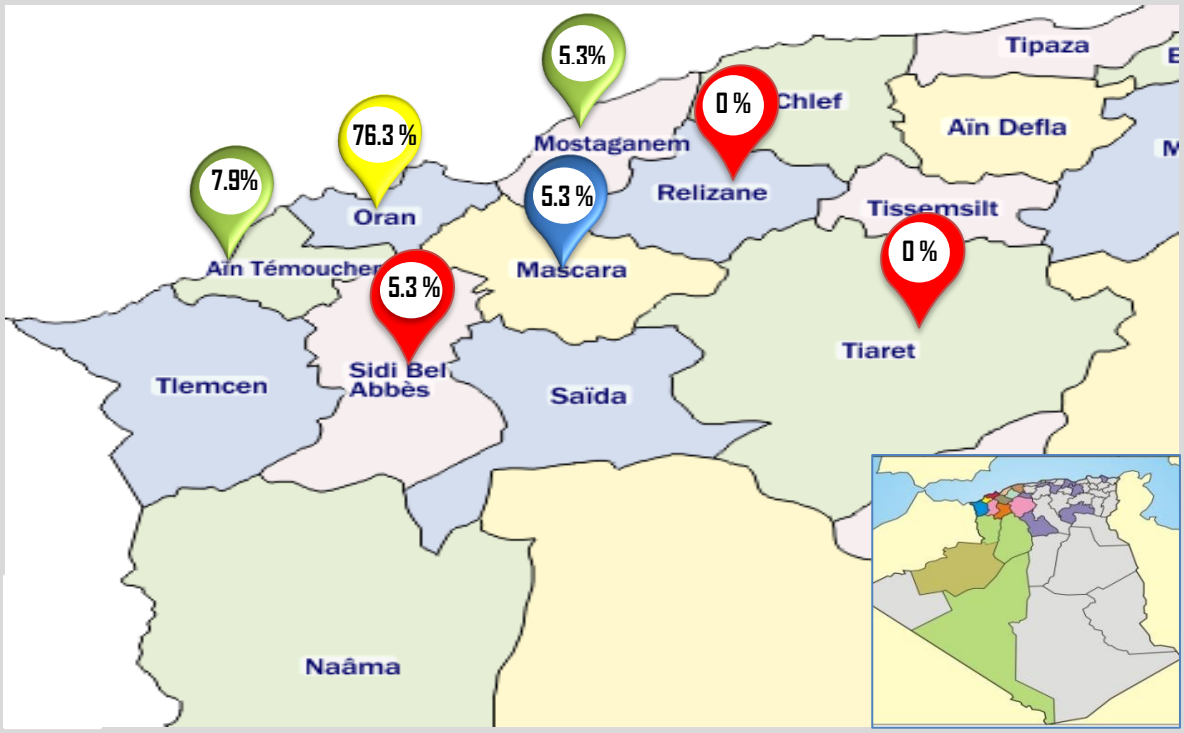



**Figure 98 :** Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon la wilaya de résidence (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

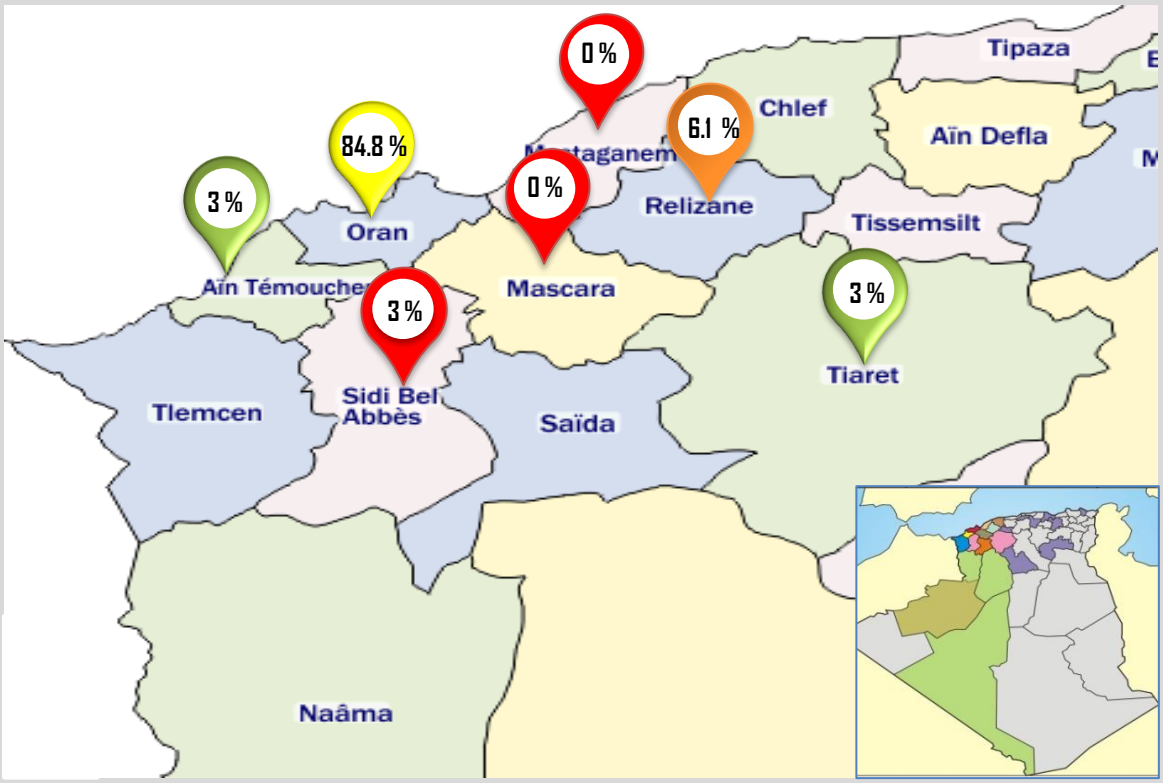



**Figure 99 :** Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon la wilaya de résidence (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La distribution des patients selon leurs lieux de résidence ne montre pas de différence entre les deux groupes d'étude ce qui confirme l'homogénéité des groupes d'étude (Fig.99).

#### 8.15.2.1.3. Répartition des patients des deux groupes d'étude selon la moyenne d'âge au début de traitement :

**Tableau IX** : Répartition des patients des deux groupes d'étude selon la moyenne d'âge et l'écart-type dans chaque groupe (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2019/2021).

| Type de traitement | Moyenne d'âge ± ET | [Min – Max] | p |
|---|---|---|---|
| **Traitement conventionnel** | 20,16 ± 6,025 | 16 - 47 | 0,21 |
| **Traitement accéléré** | 21,91 ± 5,62 | 17 -39 | NS |

La distribution par âge des patients des deux groupes d'étude est unimodale avec la fréquence de la classe modale représentée par la tranche d'âge > à 16 ans chez les deux groupes.

La comparaison de moyenne d'âge des deux groupes d'étude ne montre pas de différence statistiquement significative p<0,2. Cette moyenne varie entre 20,16 ± 6,025 ans pour le groupe de traitement conventionnel avec des valeurs extrêmes de [16-47], et celle du groupe de traitement accéléré est de 21,91 ± 5,62 ans variant entre [17-39]. (Tableau IX).

.

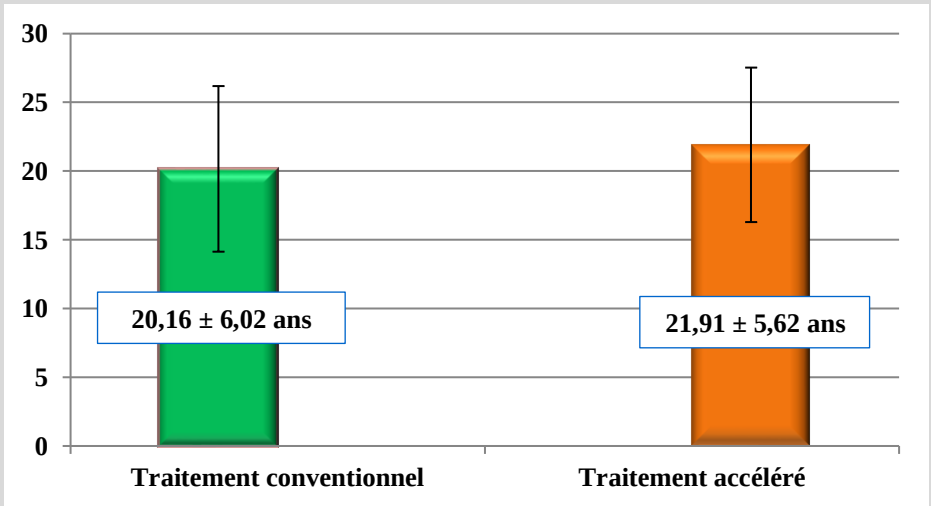



**Figure 100** : Comparaison de la moyenne d'âge entre les deux groupes de l'étude (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La comparaison de moyenne d'âge entre les deux groupes d'étude (conventionnel et accéléré) avec le test de Student montre qu'il n'existe pas de différence statistiquement significative confirmé par un p<0.21. (Fig.100).

#### 8.15.2.1.4. Répartition des patients selon le statut professionnel

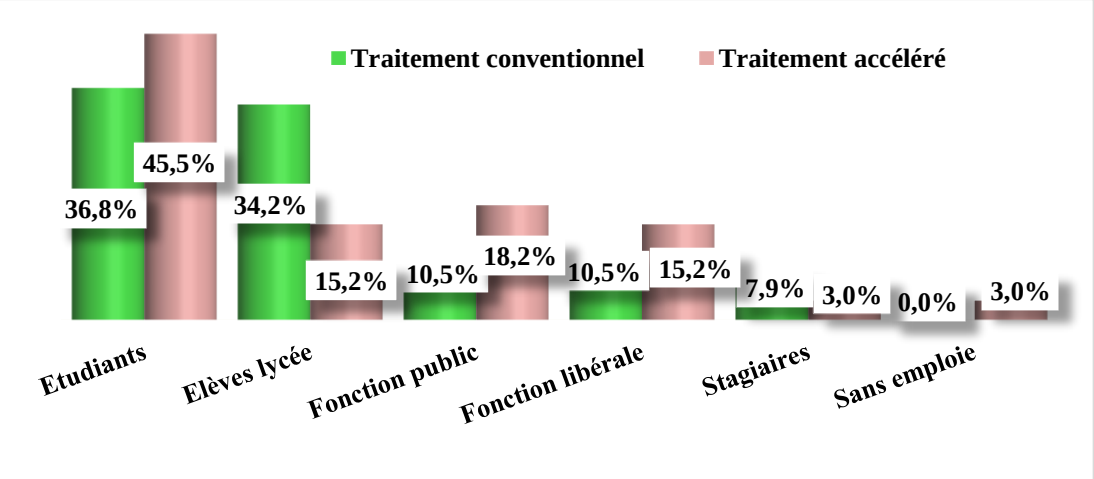



**Figure 101** : Répartition de la population des deux groupes d'étude selon le statut professionnel (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La catégorie estudiantine est la plus fréquente dans les deux groupes d'étude, avec une fréquence 45.5% dans le groupe de traitement accéléré et de 36.8% dans le groupe de traitement conventionnel ; alors que les élèves au lycée sont plus fréquents dans le groupe de de traitement conventionnel que celle du groupe de traityement accéléré avec des fréquences respectives de 34.2%, 15.2% (Fig. 101).

#### 8.15.2.1.5. Répartition des patients selon le motif de consultation dans chaque groupe :

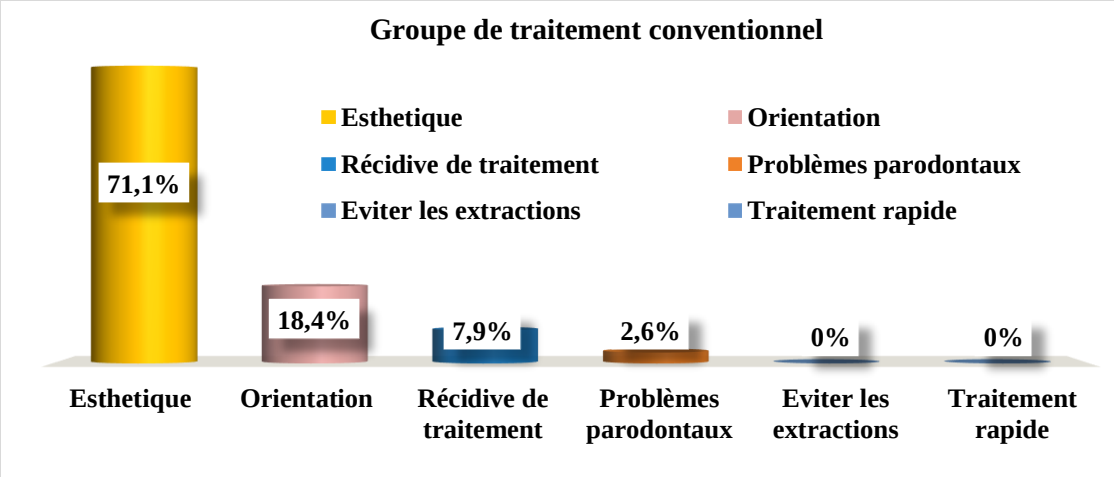



**Figure 102** : Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon le motif de consultation (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

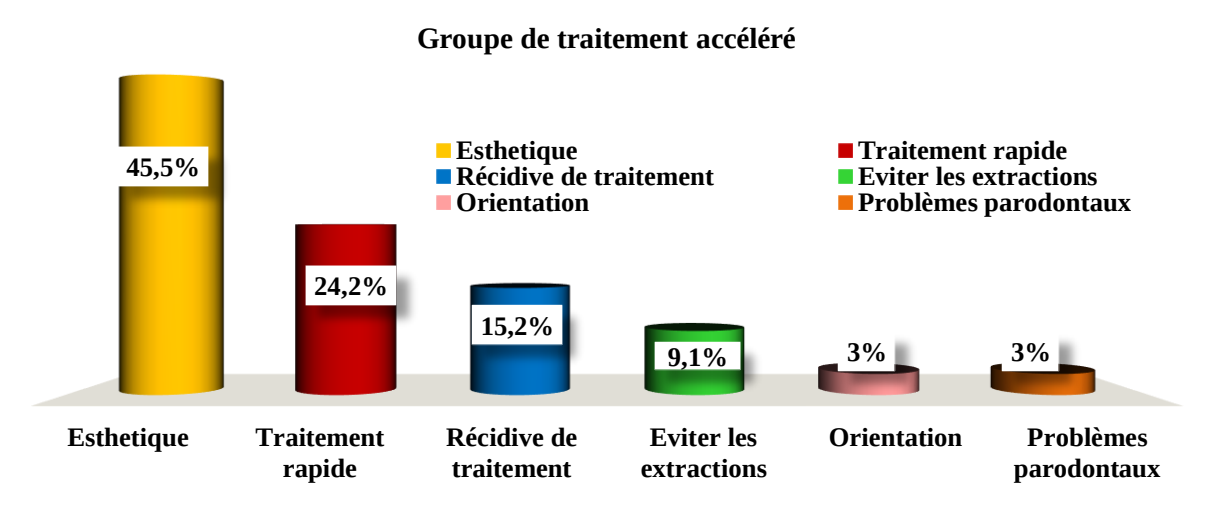



**Figure 103** : Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon le motif de consultation (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Le motif esthétique est le plus évoque dans les deux groupes conventionnel et accéléré avec des fréquences respectives de 71.1%, 45.5% ; suivi des orientations 18.4% dans le groupe de traitement conventionnel par contre dans le groupe de traitement accéléré la nécessité de traitement rapide vient au deuxième rang avec une fréquence de 24.2% p<0.54 (Fig. 102.103)

#### 8.15.2.1.6. Répartition des patients selon les antécédents orthodontiques des deux groupes d'étude :

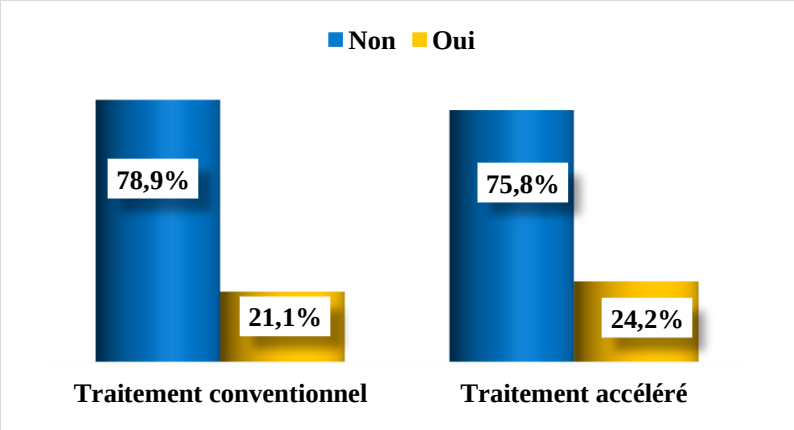



**Figure 104** : Répartition de la population des deux groupes d'étude selon les antécédents orthodontiques. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La plupart des patients ont rapporté lors de l'anamnèse des antécédents orthodontiques (21.1%) dans le groupe de traitement conventionnel contre 24.2% pour le groupe de traitement accéléré (Fig. 104).

### 8.15.2.2. Répartition des patients selon les caractéristiques dento-faciales de base des deux groupes d'étude :

#### 8.15.2.2.1. La comparaison du stade de dentition entre les deux groupes :

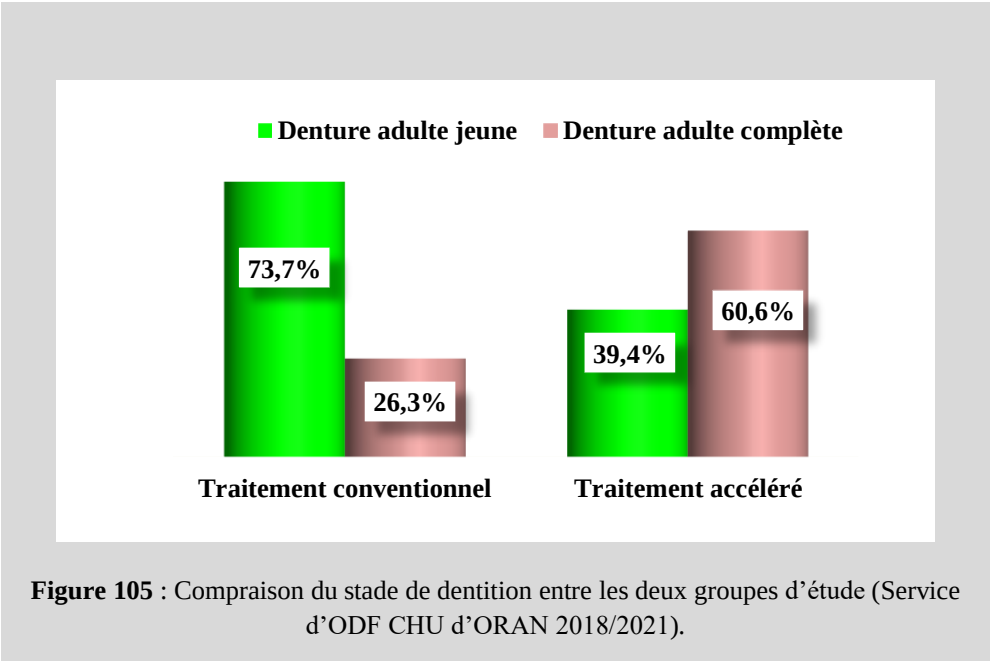



**Figure 105** : Compraison du stade de dentition entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

L'analyse des donnés a révélé que 60,6% des patients du groupe de traitement accéléré se trouvent en denture adulte complète ; et que 39,4% en denture adulte jeune. Par contre, 73,7% des patients du groupe de traitement conventionnel se trouvent en denture adulte jeune stable et que 26.3% en denture adulte complète (Fig. 105).

**Tableau N°X** : Répartition des patients des deux groupes d'étude selon le stade de dentition (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Stade de denture | Traitement conventionnel Effectif (%) | Traitement accéléré Effectif (%) | P |
|---|---|---|---|
| **Adulte jeune** | 28 (73,7) | 13 (39,4) | 0,004 |
| **Adulte complète** | 10 (26,3) | 20 (60,6) | |
| **Total** | **38 (100)** | **33 (100)** | |

Plus que la moitié des patients du groupe de traitement accéléré sont en denture adulte complète par contre les sujets du groupe de traitement conventionnel sont majoritairement en denture adulte jeune avec une fréquence de 73,7%. La comparaison de stade de denture entre les deux groupes montre une différence hautement significative avec un $p<0,004$ (Tableau. N°X).

#### 8.15.2.2.2. La comparaison du type de profil cutané entre les deux groupes d'étude :

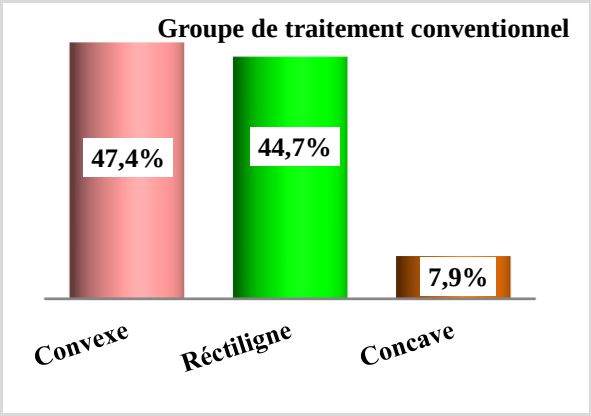



**Figure 108 :** Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon le type de profil cutané (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

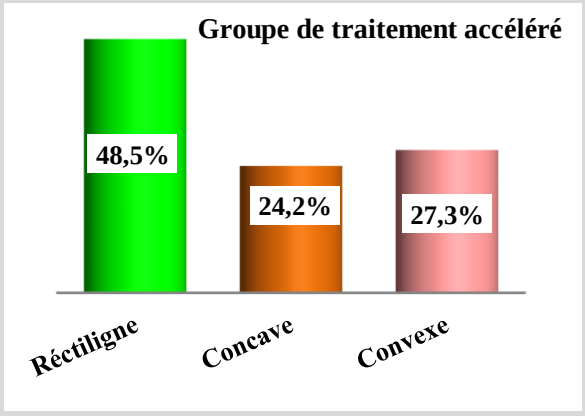



**Figure 109** : Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon le type de profil cutané (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

On note que 47,4% des patients du groupe de traitement conventionnel avaient un profil cutané convexe et que 44,7% avaient un profil rectiligne, alors que dans le groupe de traitement accéléré le profil rectiligne représentait 48,5% suivi du profil convexe à 27,3% ; pour les deux groupes, le profil concave était le moins fréquent avec des pourcentages respectifs de 7,9%, 24.2%. Le test de Chi-deux montre que la différence est statistiquement non significative avec un p< 0,078. (Fig.108, Fig.109).

#### 8.15.2.2.3. La comparaison du la typologie faciale entre les deux groupes d'étude :

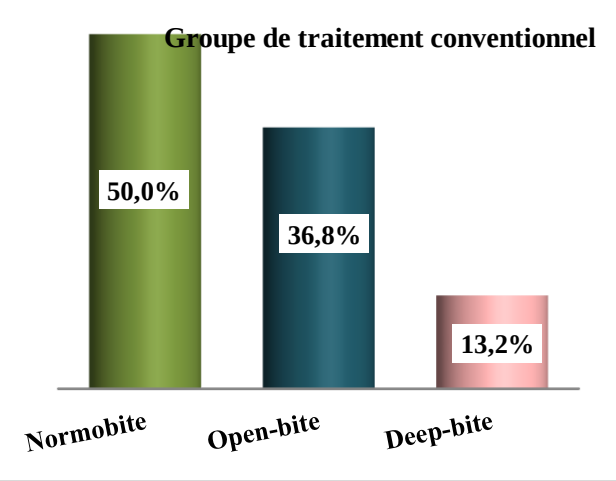



**Figure 110** : Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon la typologie faciale (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

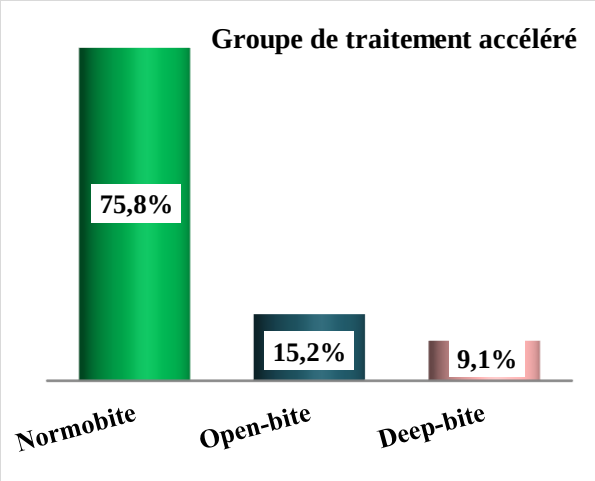



**Figure 111** : Répartition de la population du groupe de traitement accéléré selon la typologie faciale (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La typologie normo-bite est celle qui prédomine dans les deux groupes avec une fréquence de 50% pour le groupe de traitement conventionnel et de 75.8% pour le groupe de traitement accéléré, suivie de la typologie open-bite dans les deux groupes avec des fréquences respectives de 36.8%, 15.2%. Le test de Chi-deux montre que la différence est statistiquement non significative de 0.067. (Fig.110, Fig.111).

#### 8.15.2.2.4. La comparaison du nombre de dents absentes par arcade entre les deux groupes d'étude :

**Tableau XI** : La comparaison du nombre de dents absentes par arcade dentaire entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Nombre de dents absentes | | Traitement conventionnel Effectif (%) | Traitement accéléré Effectif (%) |
|---|---|---|---|
| **Arcade Supérieure** | 0 dent | 32 (84.2) | 21 (63.6) |
| | 1 dent | 2 (5.3) | 5 (15.2) |
| | 2 dents | 4 (10.5) | 7 (21.2) |
| **Total** | | **38 (100)** | **33 (100)** |
| **Arcade Inférieure** | 0 dent | 33 (86.8) | 23 (69.7) |
| | 1 dent | 4 (10.5) | 4 (12.1) |
| | 2 dents | 1 (2.6) | 6 (18.2) |
| Total | | **38 (100)** | **33 (100)** |

84.2% des patients du groupes de traitement conventionnel avaient toutes les dents présentes sur l'arcade supériuere, par contre le reste des patients de ce groupe avaient une ou deux dents absentes (5,3% avaient une dent absente et 10,5% avaient deux dents absentes sur l'arcade supérieure). Concernant les patients du groupe de traitement accéléré, on note que 63,6% avaient toutes les dents présentent sur l'arcade supériuere et que 15.2% avait une seule dent absente et 21.2% avait deux dents absentes. A l'arcade inférieure, les constatations sont presque similaires a ceux de l'arcade supériuere, 86,8% des patients du groupe de traitement conventionnel n'avaient aucunes dents manquantes et que 10,5% avaient une dent absente et un seul patient présentait deux dents absentes au niveau du maxillaire inférieur, par contre 69,7 % des patients du groupe traitement accéléré avaient toutes les dents sur l'arcade inférieure. Parmi ceux ayant des dents absentes (30.3% soit 10 patients representaient comme suit : 12.1% soit 04 patients avec une dent manquante à l'arcade inférieure et 18.2% soit 06 patients avaient deux dents absentes). (Tableau XI).

### 8.15.2.2.5. La comparaison de la moyenne de DDM prise en charge entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure :

**Tableau XII** : La comparaison de la moyenne de DDM prise en charge entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| La moyenne de DDM Prise en charge (mm) | Traitement conventionnel Moy ± ET | Traitement accéléré Moy ± ET | p |
|---|---|---|---|
| **DDM Supérieure** | **6.68 ± 1.526** | **6.12 ± 1.556** | **0.12** |
| **DDM Inférieure** | **5.82 ± 1.706** | **5.91 ± 1.569** | **0.81** |

Nous notons que la moyenne de DDM supérieure est de 6.68 ± 1.526 mm dans le groupe de traitement conventionnel et de 6.12 ± 1.556 mm dans le groupe du traitement accéléré; alors que celle de l'arcade inférieure est de 5.82 ± 1.706 mm dans le groupe de traitement conventionnel et de 5.91 ± 1.569 mm dans le groupe de traitement accéléré avec un p<0.12 (NS) ; donc quel que soit l'arcade alvéolo-dentaire, la comparaison de moyenne de la DDM dans les deux groupes d'étude ne révèle pas de différence statistiquement significative (Tableau XII).

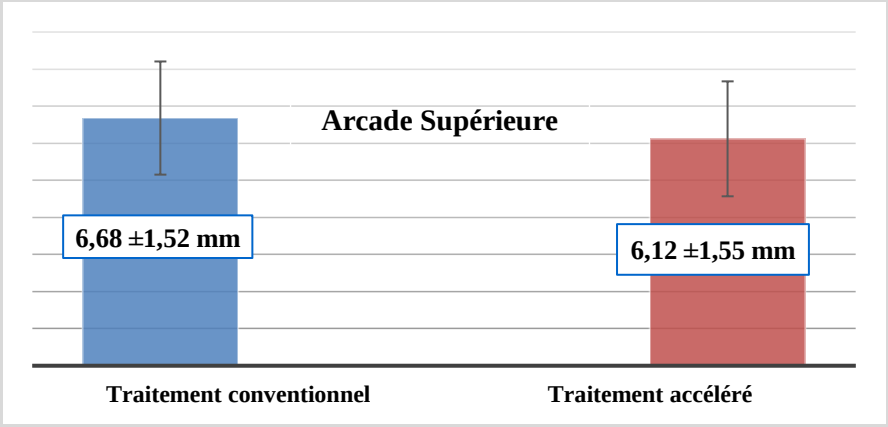



**Figure 112** : Répartition de la moyenne de la DDM pris en charge à l'arcade supérieure entre les deux groupes d'étude. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

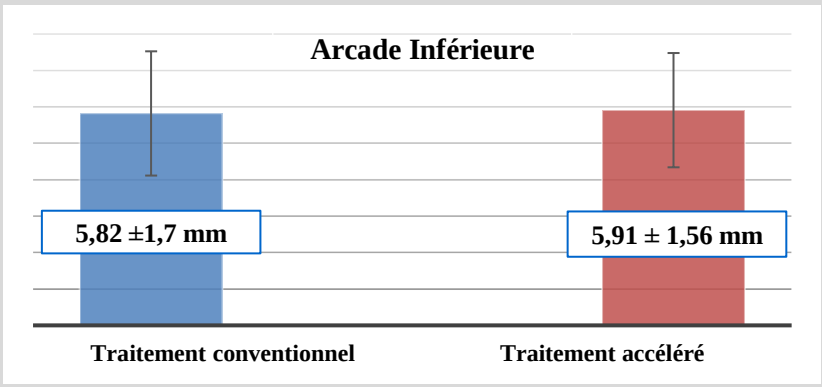



**Figure 113** : Répartition de la moyenne de la DDM pris en charge à l'arcade inférieure entre les deux groupes d'étude. (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La comparaison de la moyenne de DDM traitée dans les deux groupes ne révèle pas de différence statistiquement significative que ce soit à l'arcade maxillaire et/ou mandibulaire, confirmée par un p<0.12 (Fig.112-Fig.113) (Tableau XII).

#### 8.15.2.2.6. La comparaison du site de traitement entre les deux groupes :

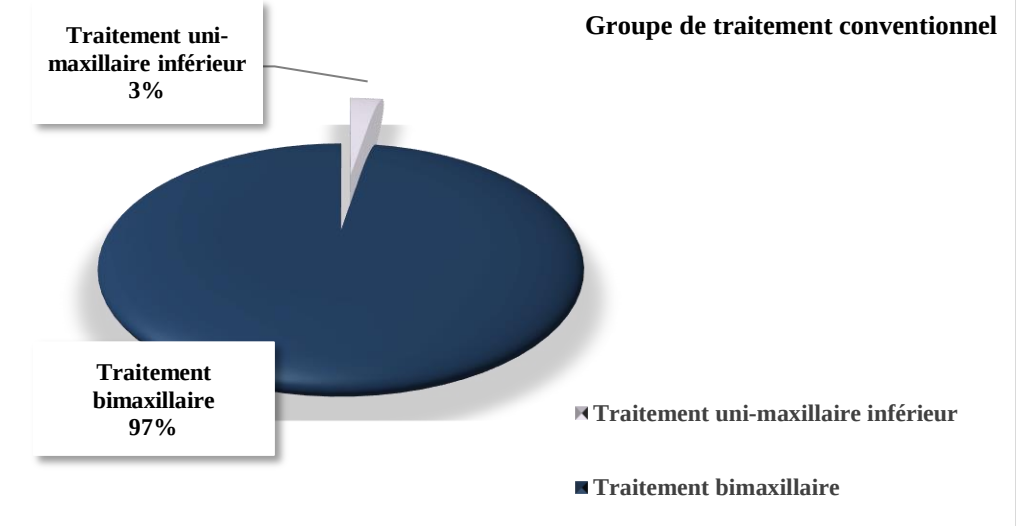



**Figure 106** : Répartition de la population du groupe de traitement conventionnel selon le site de traitement (Service d'ODF-CHU-ORAN 2018/2021).

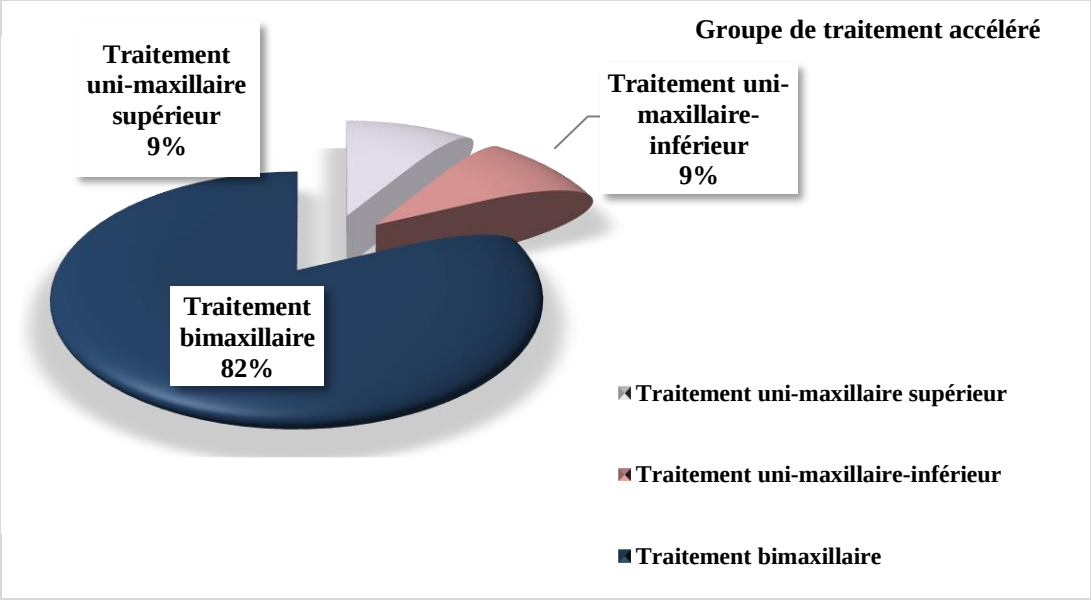



**Figure 107** : Répartition de la population du groupe dev traitement accéléré selon le site de traitement (Service d'ODF-CHU-ORAN 2018/2021).

Majoritairement l'ensemble des patients des deux groupes ont bénéficié d'un traitement multiattache bimaxillaire soit 97% du groupe de traitement conventionnel et 82% du groupe de traitement accéléré. Le reste ont reçu soit un traitement unimaxillaire inférieure (03% du groupe de traitement conventionnel, 9% du groupe de traitement accéléré), soit un traitement unimaxillaire supérieure (09% pour le groupe de traitement accéléré) . (Fig.106, Fig.107).

#### 8.15.2.2.7. La comparaison des différentes associations thérapeutiques utilisées lors de la correction de la DDM aux deux arcades alvéolo-dentaires entre les deux groupes d'étude:

✓ **A l'arcade supérieure :**

**Tableau XIII** : La comparaison des différentes associations thérapeutiques utilisées lors de la correction de la DDM à l'arcade supérieure entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Arcade Supérieure | Traitement conventionnel Effectif n=38 (%) | Traitement accéléré Effectif n=33 (%) |
|---|---|---|
| **Aucun** | 1 (2.6) | 5 (15.2) |
| **Un seul** | 4 (7.9) | 12 (36.4) |
| **Deux moyens** | 26 (68.4) | 13 (39.4) |
| **Trois moyens** | 7 (18.4) | 2 (6.1) |

A l'arcade supérieure, les patients des deux groupes ont bénéficié majoritairement d'un à deux moyens thérapeutiques pour soulager l'encombrement dentaire dont 68,4% on reçu deux moyens tnérapeutiques et 7,9% ont reçu un seul moyen thérapeutique chez le groupe de traitement conventionnel, alors que ceux du groupe de traitement accélé, on note que 39,4% des cas ont reçu deux moyens thérapeutiques différents pour soulager la DDM et que 36,4% ont reçu qu'un seul moyen thérapeutique chez ce groupe de traitement accéléré. Par contre le recours à trois moyens thérapeutiques était nécéssaire chez 18,4% des cas de groupe de traitement conventionnel, et chez uniquement 6,1% des cas de groupe de traitement accéléré (Tableau XIII).

✓ **A l'arcade inférieure :**

**Tableau XIV :** La comparaison des différentes associations thérapeutiques utilisées lors de la correction de la DDM à l'arcade inférieure entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Arcade Inférieure | Traitement conventionnel Effectif n=38 (%) | Traitement accéléré Effectif n=33 (%) |
|---|---|---|
| **Aucun** | 2 (5.3) | 6 (18.2) |
| **Un seul** | 2 (5.3) | 5 (15.2) |
| **Deux moyens** | 19 (50.0) | 12 (36.4) |
| **Trois moyens** | 15 (39.4) | 10 (30.2) |

A l'arcade inférieure ; les patients des deux groupes ont bénéficié majoritairement de deux à trois moyens thérapeutiques pour soulager l'encombrement dentaire dans 50% à 39,4% des cas du groupe de traitement conventionnel et de 36.4% à 30.2% des cas de groupe de traitement accéléré (Tableau XIV).

Par contre le recours à un seul moyen thérapeutique était nécéssaire chez 18,2% des cas de groupe de traitement conventionnel, et chez uniquement 5,3 % des cas de groupe de traitement accéléré.

#### 8.15.2.2.8. La comparaison des différents moyens thérapeutiques utilisés lors de la corréction de la DDM aux deux arcades alvéolo-dentaires entre les deux groupes:

- ✓ **A l'arcade supérieure :**

**Tableau XV** : Répartition des moyens thérapeutiques utilisés à l'arcade supérieure chez les deux groupes d'étude (n=71). (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Arcade supérieure | Traitement conventionnel Effectif n=38 (%) | Traitement accéléré Effectif n=33 (%) |
|---|---|---|
| **Extractions** | 6 (8,45) | 2 (2,81) |
| **Stripping** | 25 (35,21) | 20 (28,16) |
| **Expansion** | 11 (15,5) | 4 (5,6) |
| **TIM* (Bi-maxillaire)** | **34 (47,88)** | **15 (21,12)** |

A l'arcade supérieure, les patients ont subi majoritairement des réductions amélaires interproximales (stripping) pour soulager l'encombrement dentaire soit 35.21% dans le groupe de traitement conventionnel contre 28.16% des cas dans le groupe de traitement accéléré ; Alors que le recours aux extractions dentaires était nettement réduit dans le groupe de traitement accéléré a comparé au groupe de traitement conventionnel (02 cas d'extractions contre 6 cas dans le groupe de traitement conventionnel). Quatre cas sur 33 ont reçu une expansion transversale et/ou sagittale dans le groupe de traitement accéléré contre 11 cas dans le groupe de traitement conventionnel. Par ailleurs, nous retrouvons une très grande utilisation des TIM dans le groupe de traitement conventionnel à 47.88% contre 21.12 % pour le groupe de traitement accéléré (Tableau XV).

NB // : Concernant la répartition des moyens thérapeutiques utilisés lors de la correction de la DDM, il est à noter que chez quelques patients, on a eu recours à plus d'un moyen thérapeutique (association de plusieurs variables) pour cela les totaux qui dépassent les 100%. Les TABLEAU XV, TABLEAU XVI. Ne présentent pas une ligne des totaux vue qu'il s'agit d'un parametre à plusieurs réponses.

*D'autre part, les TIM présentent une utilisation bimaxillaire (placées entre les deux arcades alvéolo-dentaires). Ainsi, on les a comptabilisé une seule foisc avec les moyens thérapeutiques utilisés à l'aracde supérieure pour éviter de les recomptabiliser à l'arcade inférieur de nouveau).

- ✓ **A l'arcade inférieure :**

**Tableau XVI** : Répartition des moyens thérapeutiques utilisés à l'arcade inférieure chez les deux groupes d'étude (n=71). (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Arcade inférieure | Traitement conventionnel Effectif n=38 (%) | Traitement accéléré Effectif n=33 (%) |
|---|---|---|
| **Extractions** | 5 (7.04) | 3 (4.22) |
| **Stripping** | 25 (35.21) | 23 (32.4) |
| **Expansion** | 21 (29.57) | 18 (25.35) |

A l'arcade inférieure l'encombrement dentaire était soulagé majoritairement par une réduction amélaire interproximale élevant son utilisation à 35,21% dans le groupe de traitement conventionnel; et de 32,4% au groupe de traitement accéléré, 5 cas sur 38 ont subi des extractions

dentaires dans le groupe de traitement conventionnel ; et que 3 pas patients ont subi des extractions dentaires dans le groupe de traitement accéléré ; l'expansion d'arcade était signalée dans 29,57% des cas de groupe de traitement conventionnel contre 25,35% dans le groupe de traitement accéléré.

#### 8.15.2.2.9. La comparaison de la fréquence des extractions dentaires entre les patients des deux groupes d'étude :

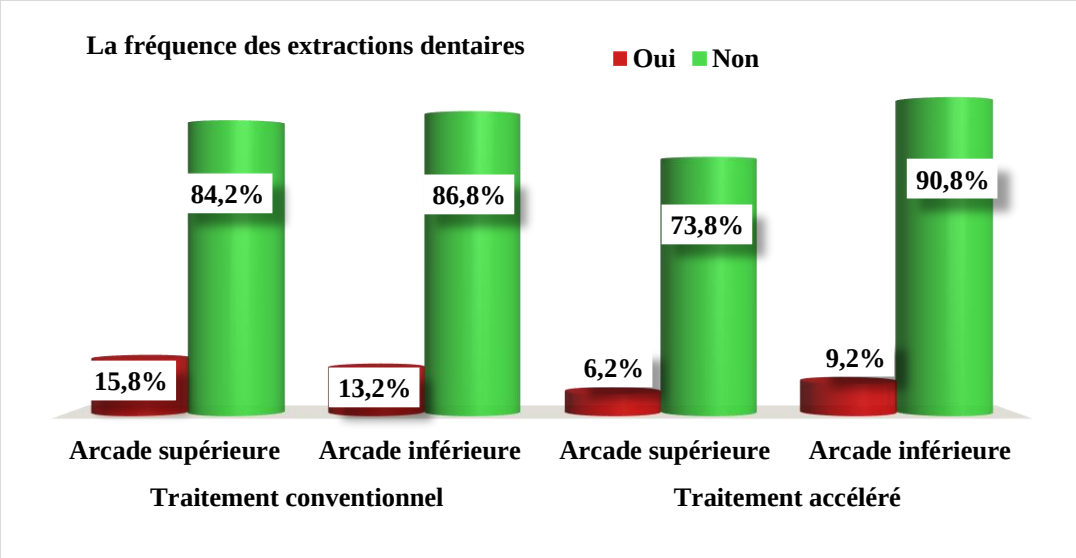



**Figure 114 :** La comparaison de la fréquence des extractions dentaires entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Nous remarquons un très faible taux de sacrifice dentaire aux deux arcades alvéolo-dentaires et pour les deux groupes d'étude ne dépassant pas les 16%. Les extractions signalées au groupe de traitement conventionnel s'élèvent à 15,8% à l'arcade supérieure et à 13,2% à l'arcade inférieure. Ces extractions sont encore moins signalées au groupe de traitement accéléré avec des fréquences variant entre 6,2% à l'arcade supérieure et à 9,2% à l'arcade inférieure. (Fig.114) (Tableau XXI).

**Tableau XVII** : La comparaison de la fréquence des extractions dentaires entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Extractions | Traitement conventionnel Effectif n=38 (%) | Traitement accéléré Effectif n=33 (%) | p |
|---|---|---|---|
| **Arcade supérieure** | 6 (15.8) | 2 (6.2) | 0.35 |
| **Arcade inférieure** | 5 (13.2) | 3 (9.2) | 0.86 |
| Total | 11 (29) | 5 (15.4) | |

Le recours aux extractions dentaires est moins fréquent chez le groupe de traitement accéléré a comparé au groupe de traitement conventionnel cependant le test de l'écart- réduit ne montre pas une différence statistiquement significative entre les deux arcades $p<0.35$ à l'arcade supérieure et $p<0.86$ à l'arcade inférieure (Tableau XVII).

**NB//** : Les pourcentages ont changé entre les trois derniers Tableau XV, XVI et XVII, vu que le pourcentage des TIM est bi-maxillaire et il doit être inclu soit à l'arcade supérieure ou à l'arcade inférieure. Ce qui était le cas du Tableau XV où on a inclu le pourcentage des TIM à l'arcade supérieure.

Par contre, dans le Tableau XVII on a enlevé le pourcentage des TIM qui est utilisé aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure vu qu'il a déjà était étudié.

#### 8.15.2.3.La comparaison du temps de traitement (Temps de nivellement- Durée globale de traitement) :

Le calcul de la moyenne de temps de nivellement et la durée globale de traitement était effectué après avoir retiré les cas incomplets présentant des données manquantes (perdus de vue ou les abondonts de traitement) au nombre de 11 cas (07 au groupe de traitement conventionnel, et 04 au groupe de traitement accéléré). Donc nos résultats sont analysés sur 60 patients qui ont fini les différentes étapes de leur traitement (29 cas au groupe de traitement accéléré et 31 cas au groupe de traitement conventionnel).

##### 8.15.2.3.1. La comparaison de la moyenne de temps de nivellement entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires :

✓ **A l'arcade supérieure :**

**Tableau XVIII** : Comparaison de la moyenne de temps de nivellement à l'arcade supérieure entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Temps de Nivellement (Jours) | Traitement conventionnel Moy ± ET (jours) | Traitement accéléré Moy ± ET (jours) | p |
|---|---|---|---|
| **Arcade Supérieure** | **226.95 ± 55.632** | **111.68 ± 63.100** | **$10^{-3}$** |

La comparaison de temps de nivellement à l'arcade supérieure selon les protocoles d'étude est hautement significative avec un $p < 10^{-3}$ (Tableau XVIII).

✓ **A l'arcade inférieure :**

**Tableau N°XIX** : Comparaison de la moyenne de temps de nivellement à l'arcade inférieure entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Temps de Nivellement (Jours) | Traitement conventionnel Moy ± ET (jours) | Traitement accéléré Moy ± ET (jours) | p |
|---|---|---|---|
| **Arcade Inférieure** | **227.35 ± 68.188** | **127.71 ± 32.434** | **$10^{-3}$** |

La comparaison de temps de nivellement à l'arcade inférieure selon les protocoles d'étude est hautement significative avec un $p < 10^{-3}$. (Tableau XIX).

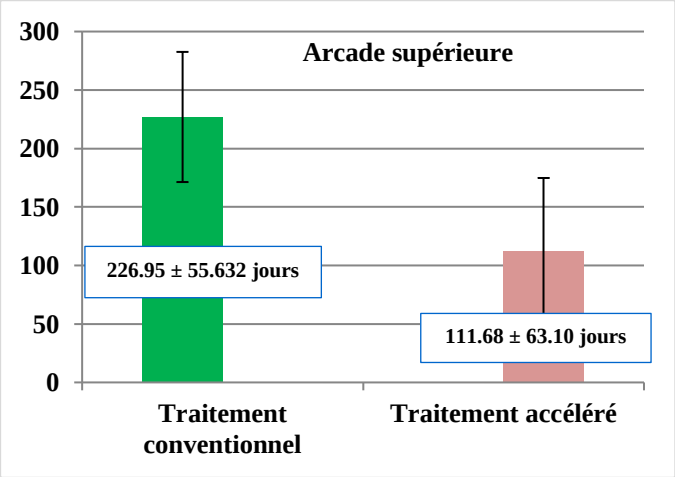



**Figure 115** : Comparaison de la moyenne de temps de nivellement entre les deux groupes à l'arcade supérieure (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

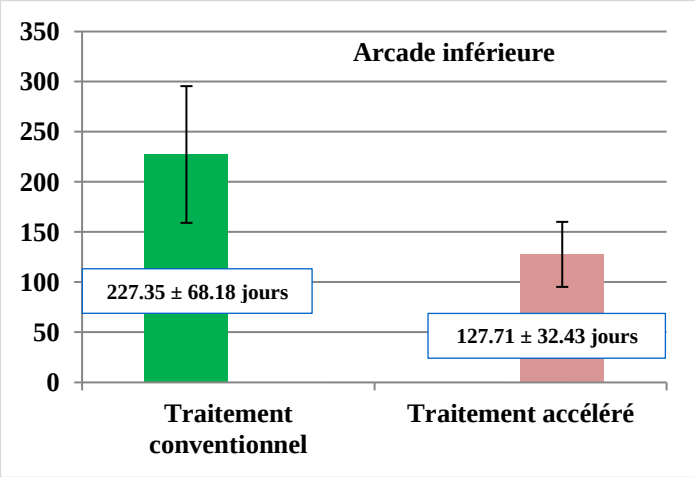



**Figure 116** : Comparaison de la moyenne de temps de nivellement entre les deux groupes à l'arcade inférieure (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La comparaison de la moyenne de temps de nivellement entre les deux protocoles est hautement significative que ce soit à l'arcade supérieure ou inférieure avec un $p < 10^{-3}$. (Fig.115, Fig.116). (Tableau XVIII, Tableau XIX).

### 8.15.2.3.2. La Comparaison de la moyenne de durée globale de traitement entre les deux groupes d'étude :

**Tableau N°XX** : La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Durée globale (Mois) | Traitement conventionnel Moy ± ET (Mois) | Traitement accéléré Moy ± ET (Mois) | p |
|---|---|---|---|
| Moy ± ET (Mois) | 18.89 ± 4.971 | 12.81 ± 5.30 | $10^{-3}$ |

La comparaison de moyenne de durée globale de traitement entre les deux groupes était hautement significative avec un $p < 10^{-3}$ (Tableau XX).

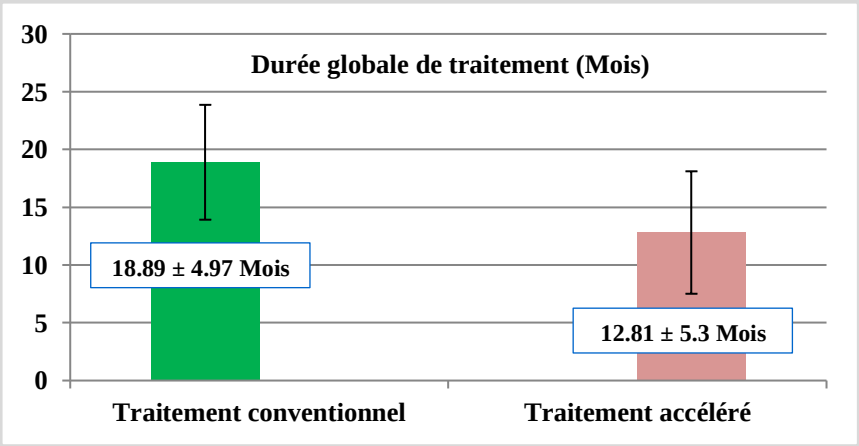



**Figure 117 :** Comparaison de moyenne de durée globale de traitement orthodontique entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Dans les deux protocoles, la comparaison de moyenne de durée globale de traitement entre les deux groupes d'étude est hautement significative confirmée avec un $p < 10^{-3}$. (Fig.117), (Tableau N°XX).

#### 8.15.2.4.La comparaison de la moyenne durée globale de traitement selon les différents facteurs de risque :

##### 8.15.2.4.1. La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon le recour aux extractions dentaires.

**Tableau XXI** : La comparaison de la moenne de durée globale de traitement selon le recour aux extractions dentaires entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Extractions | n | Traitement conventionnel Moy ± ET (Mois) | P valu | n | Traitement accéléré Moy ± ET (Mois) | P valu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Oui** | **5** | **19.20 ± 4.81** | **NS** | **1** | **12.63 ± 5.30** | **NS** |
| **Non** | **26** | **18,84 ± 5.06** | | **27** | **11,69± 4,94** | **0.76** |

Dans le groupe de traitement conventionnel, on note qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la moyenne de durée de traitement dans les cas traités par extractions et les cas traités sans extractions par contre dans le groupe de traitement accéléré ; la différence de moyenne est sensiblement réduite chez les cas à qui on n'a pas eu recour aux extractions dentaires (Tableau XXI).

**NB // :** Dans le Tableau XXI (Comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon le recour aux extractions dentaires entre les deux groupes d'étude) nous avons inclu uniquement les cas finis qui ont achevé les différentes phases de leurs traitements orthodontiques, c'est à dire nous avons retiré les données manquantes, ainsi que les cas incomplets et les abondonts de traitement. Ces derniers, n'ont pas étaient inclus au calcule de la moyenne de durée globale de traitement, ce qui explique le « **n** » dans les cas des extractions dentaires qui a changé de 2 vers 1 dans le groupe de traitement accéléré et de 6 vers 5 dans le groupe de traitement conventionnel , vu que chez ces patients, des extractions dentaires étaient programmées pour soulager la DDM, mais elles n'ont pas été comptabilisé lors des calcules de la durée globale de traitement, vu que ces patients n'ont pas fini leur traitement orthodontique ou présentent des données manquantes (perdus de vue).

##### 8.15.2.4.2. La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les différents moyens thérapeutiques utilisés pour corriger la DDM entre les deux groupes :

**Tableau XXII** : La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les moyens thérapeutoiques utilisés pour soulager la DDM entre les deux groupes (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Moyens thérapeutiques | Traitement conventionnel Moyenne de durée globale de traitement ± ET (Mois) | Traitement accéléré Moyenne de durée globale de traitement ± ET (Mois) | p |
|---|---|---|---|
| **Extractions** | 19.20 ± 4.81 | 12.63 ± 5.30 | NS |
| **Quad'hélix** | 16.69 ± 4.17 | **11.83 ± 4.26** | 0.03 |
| **Stripping** | 18.54 ± 5.36 | 12.25 ± 5.92 | 0.002 |
| **Aucun** | 20.75± 4.50 | 12.6 ± 5.34 | 0.01 |

La comparaison de moyennes de durée globale de traitement entre les deux groupes montre que la différence est statistiquement significative entre les différents moyens thérapeutiques utilisés sauf dans le cas des extractions.
Les patients chez qui on n'a pas eu recours aux différents moyens thérapeutiques figurant dans le tableau ci-dessus, la moyenne de durée globale de traitement diffère de façon significative entre les deux groupes d'étude confirmé par un p<0.01, de même pour les cas traités par RIP ou expansion avec un p respective <0.002 pour le stripping et <0.03 pour l'utilisation d'un Quad'helix (Tableau XXII).

#### 8.15.2.4.3. La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon la typologie faciale des patients entre les deux groupes d'étude :

**Tableau XXIII** : La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon la typologie faciale des patients entre les deux groupes d'étude (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Type de traitement | Traitement conventionnel | | | Traitement accéléré | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Typologie faciale | n | Moyenne de durée globale de traitement ± ET (Mois) | P valu | n | Moyenne de durée globale de traitement ± ET (Mois) | P valu |
| **Normo-bite** | 16 | 18.53 ± 4.64 | NS | 24 | 12.63 ± 4.84 | NS |
| **Deep-bite** | 4 | 22.00 ± 4.24 | | 2 | 14.00 ± 10.58 | |
| **Open-bite** | 11 | 18.23 ± 5.57 | | 3 | 13.00 ± 4.96 | |

Dans le traitement de la DDM on note que quel que soit la typologie faciale du patient, la durée moyenne de traitement est presque là même entre les sujets normo-bite et Open –bite dans les deux groupes d'étude, et légèrement prolongé chez les sujets Deep-bite (Tableau XXIII).

#### 8.15.2.4.4. La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon le type de profil cutané entre les patients des deux groupes d'étude :

**Tableau XXIV** : La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon le type profil cutané des patients entre les deux groupes (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Type de profil cutané | Traitement conventionnel Moyenne de durée globale de traitement ± ET (Mois) | Traitement accéléré Moyenne de durée globale de traitement ± ET (Mois) | p |
|---|---|---|---|
| **Concave** | 21.86 ± 4.375 | 12.75 ± 4.23 | NS |
| **Réctiligne** | 17.06 ± 4.423 | 11.63 ± 4.17 | NS |
| **Convexe** | 22.00 ± 4.35 | 12.71 ± 6.92 | NS |

La comparaison de la durée moyenne de réduction de la DDM, toujours réduite dans le cas de traitement accéléré par rapport au traitement conventionnel mais on n'observe pas de différence statistiquement significative entre les différents types de profil cutané des patients entre les deux groupes de traitement (Tableau XXIV).

#### 8.15.2.4.5. La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon le biotype parodontal aux deux arcades alvéolo-dentaires entre les deux groupes d'étude :

✓ **A l'arcade supérieure.**

**Tableau XXV** : La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les biotypes parodontaux à l'arcade supérieure entre les deux groupes (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Aracde supériuere | Traitement conventionnel Moy ±ET (Mois) | Traitement accéléré Moy ±ET (Mois) | p |
|---|---|---|---|
| **Biotype I** | 21.86 ± 4.375 | 12.75 ± 4.23 | NS |
| **Biotype II** | 18.19 ± 4.899 | 13.05 ± 5.307 | NS |
| **Biotype III** | 20.25 ± 4.57 | 11.40 ± 2.966 | NS |
| **Biotype IV** | 18.25 ± 5.737 | 14.33 ± 9.713 | NS |

La comparaison de moyenne de temps de traitement ne présente pas de différence significative selon les quatre types de biotype parodontal (Tableau XXV).

✓ **A l'arcade inférieure :**

**Tableau XXVI** : La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les biotypes parodontaux à l'arcade inférieure entre les deux groupes (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Aracde inférieure | Traitement conventionnel Moy ±ET (Mois) | Traitement accéléré Moy ±ET (Mois) | p |
|---|---|---|---|
| **Biotype I** | 21.86 ± 4.375 | 12.75 ± 4.23 | NS |
| **Biotype II** | 18.69 ± 5.100 | 13.76 ± 5.74 | NS |
| **Biotype III** | - | - | - |
| **Biotype IV** | 21.00 ± 4.58 | 10.25 ± 5.31 | NS |

La comparaison de moyenne de durée globale de traitement ne montre aucune différence statistiquement significative pour les trois biotypes parodontaux présents à l'arcade inférieure (Tableau XXVI).

**NB// :** La comparaison des différents facteurs de risques liés au temps de nivellement aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure et les facteurs de risques liés à la durée globale de traitement vu dans la partie théorique de notre travail *(cf. page.25)*, seront regroupées dans le tableau de l'Analyse uni-variée (Tableau.XXVIII, Tableau.XXX, Tableau.XXXII) et celui de l'Analyse multi-varieé (Tableau.XXIX, Tableau.XXXI, Tableau.XXXIII) pour une meilleur lecture et interprétation des résultats obtenus.

### 8.15.2.5.La comparaison des complications survenues au cours du traitement orthodontique chez les patients des deux groupes d'étude :

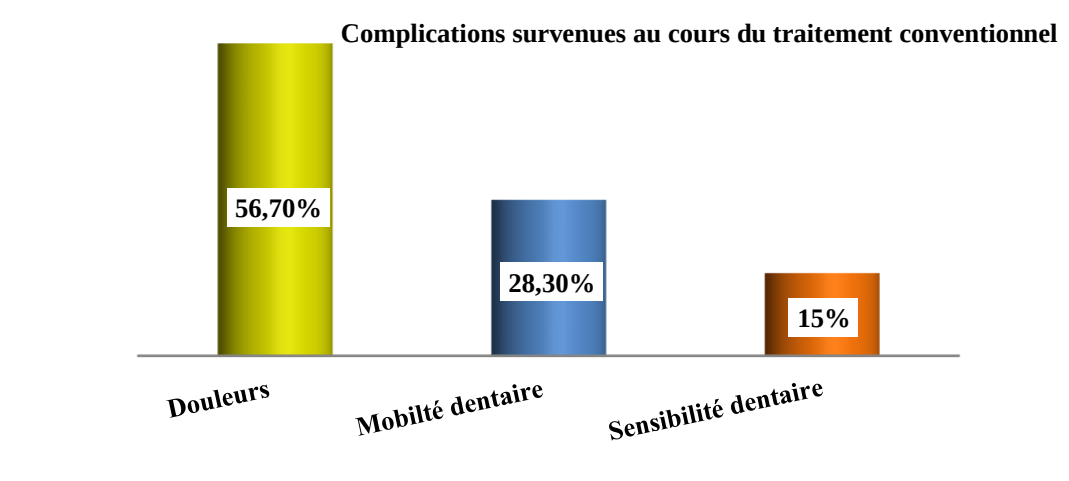



**Figure 118** : Répartition des complications survenues au cours du traitement conventionnel (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

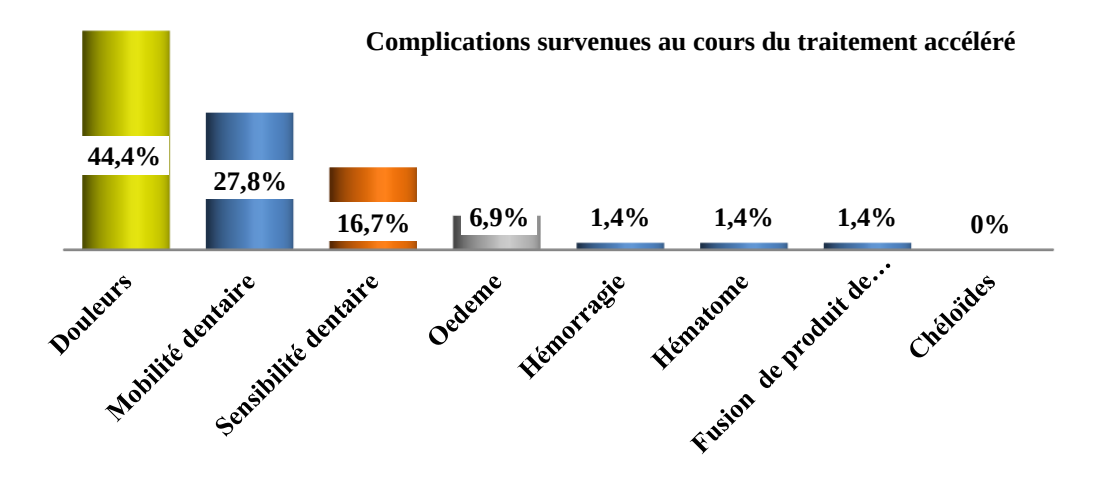



**Figure 119** : Répartition des complications survenues au cours du traitement accéléré (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

La douleur et la mobilité dentaire étaient les principales doléances évoquées par les patients chez les deux groupes d'étude conventionnel et accéléré avec des fréquences respectives de 56.7%, 44.4% pour la douleur et 28.3%, 27.8% pour la mobilité dentaire, suivie de la sensibilité dentaire 15%, 16.7%. En plus de ces trois complications les patients du groupe de traitement accéléré ont évoqué d'autres doléances à savoir un légé œdème post-opératoire à 6.9%, suivi d'une lègére hémorragie post-opéraoire ou l'aparition d'un hématome et fusion de produit de comblement dans 1.4% des cas pour chacun ; par contre chez aucun patient du groupe de traitement accéléré n'a signalé des cicatrices post-chirurgicales type chéloïdes. (Fig.118, Fig. 119).

#### 8.15.2.6. La comparaison du type de douleurs ressenties au cours du traitement orthodontoque entre les deux groupes :

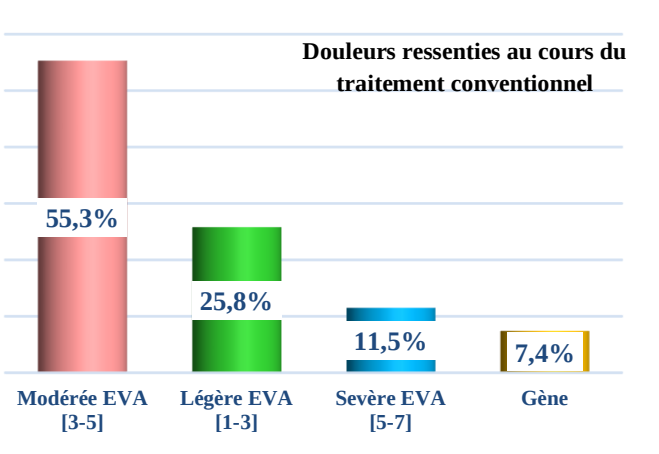



**Figure 120** : Répartition du type de douleur ressentie au cours du traitement conventionnel (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

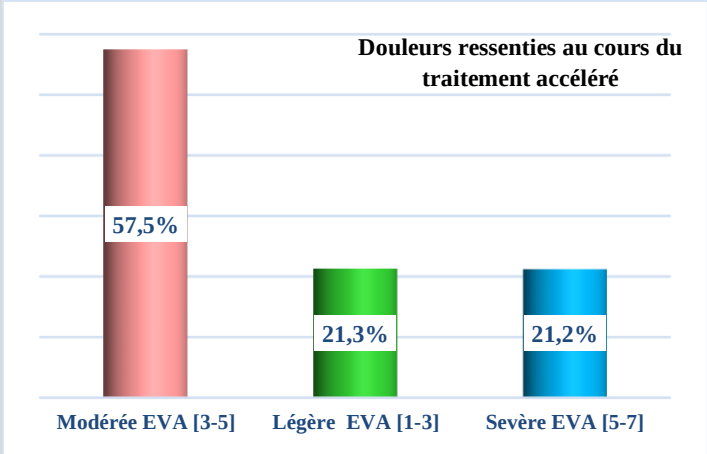



**Figure 121** : Répartition du type de douleur ressentie au cours du traitement accéléré (Service d'ODF CHU d'ORAN 2018/2021).

Dans notre étude, le type de douleur ressentie par les patients lors de la prise en charge orthodontique était majoritairement modérée (EVA entre 3-5) pour les deux groupes d'étude avec des fréquences respectives de 55.3% groupe de traitement conventionnel, et 57,5% groupe de traitement accéléré. Alors que la fréquence des patients qui ont rapporté que la douleur ressentie était légère (EVA entre 1-3) est de 25.8% pour le groupe de traitement conventionnel et de 21.3% pour le groupe de traitement accéléré, par contre 7.4% des patients du groupe de traitement conventionnel ont ressenti uniquement une gène lors des prémiers jours relatives au port des multiattaches (Fig. 120 ; 121). Les patients du groupe de traitement accéléré ont rapporté que la douleur de l'acte chirurgical était comparable à celles des activations orthodontiques et beaucoup moindre que celles des extractions dentaires ; et que 21.2% des patients ont rapporté que le niveau de douleur était sévère (EVA entre 5-7) concernant le traitement orthodontique en général.

## 8.15.3. Détermination et validation des formules prédictives du temps de traitement :

La comparaison des caractéristiques de base (scociodémographiques, cliniques et thérapeutiques) des deux groupes d'études est une étape nécessaire pour valider l'échontillonage. En effet, une différence non significative des tests statistiques appuiera le choix aléatoire des deux groupes d'étude.

### 8.15.3.1. La détermination des facteurs de risque liés au temps de nivellement à l'arcade supérieure :

#### 8.15.3.1.1. Première étape : Modèle Uni-variée :

L'analyse uni-variée a concerné 60 patients avec traitement orthodontique fini (31 du groupe de traitement conventionnel et 29 du groupe de traitement accéléré). La séléction des variables étudiées était basée sur des références validées (littérature). Au total, dix-huit variables étaient candidates à la formule prédictive du temps de nivellement à l'arcade supérieure ($\alpha$<20%) (TABLEAU XXVII) .

**Tableau XXVII** : Analyse uni-variée des facteurs de risque liés au temps de nivellement à l'arcade supérieure chez l'ensemble des patients des deux groupes (p<20%) (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| VARIABLES | COEFFICIENT (β) | [IC 95 %] | P valu |
|---|---|---|---|
| **Le sexe** | 5.64 | [-38.73 8/ 50.02] | NS |
| **Age** | -1.68 | [-5.66- / 2.29] | NS |
| **Stade de denture** | -44.98 | [-85.91/ -4.05] | **0.032** |
| **Parodonte superficiel** | 7.20 | [-18.06, 32.46] | NS |
| **Biotype parodontal** | -9.04 | [-25 / 6.91] | NS |
| **Biotype I**<br>**Biotype II**<br>**Biotype III**<br>**Biotype VI** | 27.30<br>-79.51<br>-13.77<br>-21.21 | [-15.45 / -70.06]<br>[-244.82 / -85.78]<br>[-79.79 / 52.24]<br>[-70.78 / 28.34] | NS<br>NS<br>NS<br>NS |
| **Typologie faciale** | 10.37 | [-13.12, 3.86] | NS |
| **Normo-bite**<br>**Deep-bite**<br>**Open-bite** | -12.33<br>-18.15<br>25.25 | [-54.34 / 29.68]<br>[-80.36 / 44.06]<br>[-20.94 / 71.45] | NS<br>NS<br>NS |
| **Type de profil cutané** | 0.60 | [-21.58 / 22.79] | NS |
| **La DDM supérieure** | 4.62 | [-8.30/ 17.55] | NS |
| **Anomalies associées** | | | |
| **Proalvéolie** | -19.67 | [-69.27, 29.93] | NS |
| **Normo-alvéolie** | 34.92 | [-5.22, 75.08] | **0.087** |
| **Bi pro alvéolie** | - | - | - |
| **Retro alvéolie** | 99.23 | [-65.39, 26.85] | NS |
| **Biretro alvéolie** | - | - | - |
| **Endo alvéolie** | 34.39 | [-17.71, 86,49] | **0.19** |
| **Supra alvéolie** | -11.51 | [-66.09, 43.06] | NS |
| **Infra alvéolie** | -11.13 | [-129.77, 107.50] | NS |
| **Dents absentes** | -15.39 | [-43.95, 13.17] | NS |
| **Coïncidence ou non des PII** | 15.94 | [-25.98, 57.87] | NS |
| **Type de protocole suivi** | -115.26 | [-144.77 / -85.76] | **$10^{-3}$** |
| **Les moyens thérapeutiques**<br>**Stripping (RIP)**<br>**Extractions dentaires**<br>**Expansion supérieure à l'arc** | <br>0.71<br>12.92<br>55.26 | <br>[-43.69 / -45.11]<br>[-49.37 / -75.21]<br>[8.65 / -101.86] | <br>NS<br>NS<br>**0.021** |
| **Quad'hélix** | 61.29 | [18.17 / 104.41] | **0.006** |
| **Utilisation des TIM** | 90.83 | [48.08 / 133.57] | **$10^{-3}$** |
| **Association des moyens thérapeutiques** | 12.29 | [-1.95 / 26.17] | **0,082** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Rythme de RDV** | 57.15 | [19.52 / 94.78] | **0.004** |
| **Coopération** | 56.37 | [132.57 / 19.83] | **0.14** |

Au seuil de 20%, l'analyse uni-variée des facteurs associés au temps de nivellement à l'arcade alvéolo-dentaire supérieure a retenu 10 variables significatives. Il s'agit des variables présentées en gras dans le (Tableau XXVII) les facteurs sont les suivants :Stade de denture ; l'absence d'anomalies alvéolaires (Normo-alvéolie) ; l'endo-alvéolie ; le type de protocôle suivi ; les moyens thérapeutiques utilisés pour soulager la DDM ; l'expansion transversale ; l'utilisation du Quad'hélix ; l'utilisation des tractions intermaxillaires ; le rythme des RDV et la coopération du patient (Tableau XXVII).

#### 8.15.3.1.2. Deuxième étape : Modèle prédictif multi-variée :

Avant d'entamer cette étape nous avons testé toutes les intéractions deux à deux. Cependant, nous n'avons trouvé aucune liaison significative entre les interactions au seul de 10%. En revanche, au seuil de significativitéde 5%, en analyse multi-variée des facteurs de risque liés au temps de nivellement à l'arcade supérieure (α< 5 %) nous avons retenu trois facteurs significatifs dans le modèle prédictif final, les résultats sont rapportés sous forme de tableau (Tableau XXVIII) avec des intervalles de confiance à 95% (IC à 95%) comme mesure de variance.

**Tableau XXVIII** :Analyse multi-variée des facteurs de risques liés au temps de nivellement à l'arcade supérieure chez l'ensemble des patients des deux groupes (p<5 %) (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| VARIABLES | COEFFICIENT (β) | [IC 95 %] | P valu |
|---|---|---|---|
| **Type de Protocole** | -86.71 | [-121.13 / - 52.29] | $10^{-3}$ |
| **Expansion** | 57.05 | [2.35 / 111.76] | 0.04 |
| **Utilisation des TIM** | 45.02 | [5.77 / 84.27] | 0.02 |

Le modèle final a retenu trois facteurs à un seuil de signification (α<5%) l'équation de prédiction du temps de nivellement à l'arcade supérieure est comme suit :

**Y (Jours)** = **Cst*** - (86.71 × Protocole) + (57.05 × Expansion) + (45.02 × TIM)

*** La constante de l'équation (Cst)=291,76.** (représente le coéfficient de corrélation A).

Ce coefficient de corrélation correspond à la constante de l'équation prédictive « A », il est donné par la formule :

$$Ceof.cor = \frac{Cov\,XY}{\sqrt{VarX} * \sqrt{Var\,Y}}$$

Le coefficient de corrélation correspond au cosinus de l'angle formé entre deux droites de régression se croisant aux coordonnées des moyennes arithmétiques des deux variables observées (centre de gravité supposé). Ce coefficient représente la constante de l'équation prédictive (Cst).

### 8.14.3.2. La détermination des facteurs de risque liés au temps de nivellement à l'arcade inférieure :

#### 8.14.3.2.1. Première étape : Modèle Uni-variée :

L'analyse uni-variée a concerné 60 patients (31 du groupe de traitement coventionnel et 29 du groupe de traitement accéléré). La séléction des variables étudiées était basée sur des références validées (littérature). Au total, dix-huit variables étaient candidates à la formule prédictive du temps de nivellement à l'arcade inférieure (α<20%) . (TABLEAU XXIX).

**Tableau XXIX** : Analyse uni-variée des facteursde risque liés au temps de nivellement à l'arcade inférieure chez l'ensemble des patients des deux groupes (p<20%) (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| VARIABLES | COEFFICIENT (β) | [IC 95 %] | P valu |
|---|---|---|---|
| **Le sexe** | 17.817 | [-24.22 / 59.85] | NS |
| **Age** | -1.07 | [-4.47 / 2.31] | NS |
| **Stade de denture** | -47.63 | [-83.89 / -11.37] | **0.011** |
| **Parodonte superficiel** | 5.18 | [-18.51 / 28.88] | NS |
| **Biotype parodontal** | | | |
| **Biotype I** | 9.79 | [-29.39 / 48.97] | NS |
| **Biotype II** | -75.24 | [-183.36 / 32.87] | **0.16** |
| **Biotype III** | -18.03 | [-78.95 / 42.89] | NS |
| **Biotype VI** | 4.7 | [-42.59 / 52.02] | NS |
| **Typologie faciale** | 14.19 | [-7.26 / 35.66] | **0.19** |
| **Type de profil cutané** | 13.21 | [-6.48 / 32.90] | 0.18 |
| **La DDM** | -20.05 | [-35.911 / -4.19] | **0.014** |
| **Anomalies associées** | | | |
| **Normo-alvéolie** | 18.94 | [-18.01 / 55.91] | NS |
| **Proalvéolie** | -47.90 | [-59.90 / 22.60] | NS |
| **Bi pro alvéolie** | - | - | - |
| **Retro alvéolie** | - | - | - |
| **Bi retro alvéolie** | - | - | - |
| **Endo alvéolie** | -3.59 | [-92.14 / 84.95] | NS |
| **Supra alvéolie** | 11.07 | [-40.34 / 62.46] | NS |
| **Infra alvéolie** | 53.20 | [-53.54 / 159.96] | NS |
| **Dents absentes** | -13.35 | [-34.85 / 8.14] | NS |
| **Coïncidence ou non des PII** | 16.03 | [-21.67 / 53.75] | NS |
| **Site de traitement** | 19.90 | [-57.24 / 97.06] | NS |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Type de Protocole suivi** | -99.63 | [-127.54 / -71.73] | **$10^{-3}$** |
| **Le moyen thérapeutique utilisé Stripping (RIP)** | -15.34 | [-57.45 / 26.75] | NS |
| **Extractions dentaires** | -1.77 | [-58.32 / 54.78] | NS |
| **Expansion supérieure** | -3.89 | [-41.81 / 34.07] | NS |
| **Utilisation des TIM** | 71.95 | [32.81 / 111.10] | **$10^{-3}$** |
| **Association de plusieurs moyens thérapeutiques** | 16.27 | [-8.03 / 40.56] | **0.18** |
| **Rythme de RDV** | 28.13 | [-9.12 / 65.40] | **0.136** |
| **La coopération** | -83.22 | [-150.55 / 15.89] | **0.016** |

L'analyse uni-variée des facteurs associés au temps de nivellement à l'arcade alvéolo-dentaire inférieure à un seuil de signification α< 20% a retenu les facteurs suivants :
Stade de denture ; Le biotype parodontal (Biotype II) ; La typologie faciale ; Le type de profil cutané ; La DDM ; Le type de protocole suivi ; L'utilisation des TIM ; L'association de plusieurs moyens thérapeutiques lors de la correction de la DDM ; Le rythme des RDV ; La coopération du patient ; (Tableau XXIX).

### 8.14.3.2.2. Deuxième étape : Modèle prédictif multi-variée :

Avant d'entamer cette étape nous avons testé toutes les intéractions deux à deux. Cependant, nous n'avons trouvé aucune liaison significative entre les interactions au seul de 10%. En revanche, au seuil de significativitéde 5%, en analyse multi-variée des facteurs de risque liés au temps de nivellement à l'arcade supérieure (α< 5 %) nous avons retenu trois facteurs significatifs dans le modèle prédictif final, les résultats sont rapportés sous forme de tableau (Tableau XXX) avec des intervalles de confiance à 95% (IC à 95%) comme mesure de variance.

**Tableau XXX :** Analyse multi-variée des facteurs de risques liés au temps de nivellement à l'arcade inférieure chez l'ensemble des patients des deux groupes (p<5 %) (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| VARIABLES | COEFFICIENT (β) | I C 95 % | P valu |
|---|---|---|---|
| **La DDM** | -14.90 | [-27.24 / -2.56] | 0.01 |
| **Protocole suivi** | -83.29 | [-115.22 / -51.35] | $10^{-3}$ |
| **La coopération** | -50.76 | [-101.87 / 0.35] | 0.05 |

Les facteurs retrouvés significativement liés au temps de nivellement à l'arcade inférieure dans l'analyse uni-varie ont été tous introduites dans le modèle final.

Le modèle final (Tableau XXX) a retenu trois facteurs à un seuil de signification (α<5%) l'équation de prédiction du temps de nivellement à l'arcade inférieure est comme suit :

**Temps de nivellement (Jours)** = Cst* - (83.29 × Protocole) – (14.90 × sévérité de DDM) - (50.76 × la coopération).

***La constante de l'équation (Cst)= 417.52**

### 8.14.3.3. La determination des facteurs de risque liés à la durée globale de traitement :

#### 8.14.3.3.1. Première étape : Modèle Uni-variée :

L'analyse uni-variée a concerné 60 patients (31 du groupe de traitement coventionnel et 29 du groupe de traitement accéléré).La séléction des variables étudiées était basée sur des références validées (littérature). Au total, vingt- trois variables étaient candidates à la formule prédictive de la durée globale de traitement (α<20%). (TABLEAU XXXI).

**Tableau XXXI** : Analyse uni-variée des facteurs de risques liés à la durée globale de traitement chez l'ensemble des patients des deux groupes (α<20%) (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| VARIABLES | COEFFICIENT (β) | I C 95 % | P valu |
|---|---|---|---|
| **Le sexe** | 1.58 | [-4.73 / 1.56] | NS |
| **Age** | -0.16 | [-0.42 / 0.94] | **0.20** |
| **Stade de denture** | -1.97 | [-4.89 / 0.94] | **0.18** |
| **Le motif de consultation** | -0.726 | [-1.36 / 0.088] | **0.026** |
| **Parodonte superficiel** | - | - | - |
| **Biotype parodontal supérieure** | -0.35 | [-0.79 / 1.51] | NS |
| **Biotype parodontal inférieure** | -0.75 | [-1.86 / 0.72] | NS |
| **Typologie faciale** | 1.06 | [-0.606 / 2.72] | **0.20** |
| **Normo-bite** | - 2.40 | [-5.34 / 0.53] | **0.10** |
| **Deep-bite** | 3.26 | [-1.15 / 7.68] | **0.14** |
| **Open-bite** | 1.17 | [-2.15 / 4.50] | NS |
| **Type de profil cutané** | 2.06 | [0.57 / 3.56] | **0.007** |
| **La DDM inférieure** | 0.29 | [0.52 / 1.11] | NS |
| **La DDM supérieure** | 0.08 | [0.79 / 0.97] | NS |
| **Les Anomalies associées** | 0.98 | [-0.93 / 0.92] | NS |
| **Proalvéolie supérieure** | 1.47 | [-2.08 / 5.03] | NS |
| **Normo-alvéolie** | -0.87 | [-3.76 / 2.01] | NS |
| **Bi pro alvéolie** | -0.53 | [3.81 / 2.73] | NS |
| **Retro alvéolie supérieure** | 8 | [-3.85 / 19.85] | **0.18** |
| **Bi retro alvéolie** | 9.01 | [-2.79 / 20.82] | **0.13** |
| **Endo alvéolie** | -2.23 | [-9.31 / 4.84] | NS |
| **Supra alvéolie** | 2.35 | [-1.53 / 6.24] | NS |
| **Infra alvéolie** | -3.21 | [-11.73 / 5.31] | NS |
| **Dents absentes** | -0.048 | [-1.14 / 1.05] | NS |
| **Coïncidence ou non des PII** | 2.34 | [-0.55 / 5.24] | **0.11** |
| **Site de traitement** | 4.21 | [1.25 / 7.16] | **0.006** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Protocole suivi** | -6.08 | [-8.57 / -3.59] | **$10^{-3}$** |
| **Le moyen thérapeutique choisi** | 1.08 | [-0.11 / 2.27] | **0.07** |
| **Stripping (RIP)** | -1.87 | [-5.56 / 1.81] | NS |
| **Extractions** | 1.27 | [-2.98 / 5.53] | NS |
| **Expansion supérieure** | -1.33 | [-4.53 / 1.87] | NS |
| **Utilisation des TIM** | 5.72 | [2.77 / 8.66] | **$10^{-3}$** |
| **Rythme de RDV** | 3.76 | [0.99 / 6.53] | **0.008** |
| **La coopération** | -7.99 | [-13.22 / -2.75] | **0.003** |
| **Temps de nivellement à l'arcade supérieure** | 0.24 | [0.007 / 0.042] | **0.006** |
| **Temps de nivellement à l'arcade inférieure** | 0.26 | [0.008 / 0.044] | **0.006** |

L'analyse uni-variée des facteurs associés à la durée globale de traitement chez les deux groupes d'étude à un seuil de signification α< 20% a retenu les facteurs suivants :L'âge du patient au début de traitement ; Le stade de dentition ; Le motif de consultation ; La typologie faciale du patient (Normo-bite et Deep-bite) ; Le type de profil cutané ; Les anomales associées (Rétro-alvéolie supérieure et la Birétro-alvéolie), La coïncidence ou non des PII ; Le site de traitement ; Le type de protocole suivi ; Le moyen thérapeutique utilisé pour corriger la DDM ; L'utilisation des TIM ; Le rythme des RDV ; La coopération du patient ; (Tableau XXXI).

### 8.14.3.3.2. Deuxième étape : Modèle prédictif multi-variée :

Avant d'entamer cette étape nous avons testé toutes les intéractions deux à deux. Cependant, nous n'avons trouvé aucune liaison significative entre les interactions au seul de 10%. En revanche, au seuil de significativitéde 5%, en analyse multi-variée des facteurs de risque liés au temps de nivellement à l'arcade supérieure (α< 5 %) nous avons retenu trois facteurs significatifs dans le modèle prédictif final, les résultats sont rapportés sous forme de tableau (Tableau XXXII) avec des intervalles de confiance à 95% (IC à 95%) comme mesure de variance.

**Tableau XXXII :** Analyse multi-variée des facteurs de risques liés à la durée globale de traitement chez l'ensemble des patients des deux groupes (α<5%) (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| VARIABLES | COEFFICIENT (β) | I C 95 % | P |
|---|---|---|---|
| **La DDM supérieure** | - 0.99 | [-1.99/-0.07] | 0.04 |
| **La DDM inférieure** | 0.56 | [0.061/1.06] | 0.02 |
| **Type de Protocole** | -6.94 | [-10.83/-3.05] | 0.001 |
| **Profil cutané** | 2.86 | [1.27/4.45] | 0.001 |
| **Direction de croissance** | -1.84 | [-3.61/-0.08] | 0.04 |

L'analyse multi à 5% variée des facteurs associés à la durée globale de traitement a fait ressortir que le score de la DDM supérieure et inférieure, le type de protocôle suivi ; le type de profil cutané du patient et sa direction de croissance.

**Y (Mois) = Cst* -** (0.99 × DDM sup) + (0.56 × DDM inf) – (6.94 × Protocole) + (2.86 × Profil) - (1.84 × Direction de croissance).

***La constante de l'équation (Cst) = 21.07.**

### 8.14.3.4. Exemple d'application des formules prédictives :

Une jeune étudiante **A.Y** agée de 23 ans, originaire de Ain Témouchente, au antécédent de traitement orthodontique antérieur, et d'une extraction de la 36 suite à un processus carieux, est admise à notre consultation orthodontique durant la première période de tri, l'examen clinique à révélé une symétrie faciale conservée, une égalitdes étages de la face, et **un profil concave** selon Ricketts, la patiente est en classe I squelettique Ballard avec une direction de croissance **antérieure**. L'examen endo-buccal révélé une non coïcidence des PII, inférieur dévié du côté gauche. Un over-jet de1mm, un over-bite de 1mm et une DDM spérieure de **-7 mm** et inférieur de **-6mm**. La patiente a binificié d'un traitement orthodontique conventionnel non extractionnel, sans l'utilisation d'un moyen d'expansion à l'arcade supérieure et des RIP aux deux arcades alvéolo-dentaires, la déviation des PII est corrigée au mouen **des TIM** de classe II d'un côté et de Classe III de l'autres côté.

#### 8.14.3.4.1. Les facteurs prédictifs du temps de nivellement à l'aracde supérieure :

1. Le type de protocole suivi : (traitement conventionnel=**1**, taitement accéléré= 2).
2. L'expansion intra-arcade : (oui=1, non= **0**).
3. L'utilisation des TIM : (oui=**1**, non= 0).

Le temps de nivellement prévu à l'arcade supérieure pour la patiente **A.Y** = 291.76-(86.71×**1**)+(57.05×**0**)+ (45.02×**1**)= **160.03 jours**.

#### 8.14.3.4.2. Les facteurs prédictifs du temps de nivellement à l'aracde inférieure :

1. Le type de protocole suivi: (traitement conventionnel=**1**, taitement accéléré= 2).
2. La sévéritée de la DDM inférieure : (faible=1, modérée=2, sévère=3, faible à modérée=**4**, modérée à sévère=**5**).
3. La coopération du patient : (oui=**1**, non= 0).

Le temps de nivellement prévu à l'arcade inférieure pour la patiente **A.Y** = 417.52-(83.29×**1**)-(14.90×**4**)- (50.76×**1**)= **223.87 jours**.

#### 8.14.3.4.3. Les facteurs prédictifs de la durée globale de traitement :

1. Le type de protocole suivi: (traitement conventionnel=**1**, taitement accéléré= 2).
2. La DDM supérieure : (Numérique = valeure de DDM en mm).
3. La DDM inférieure : (Numérique = valeure de DDM en mm).
4. Le type de profil : (réctiligne=1, concave**= 2**, convexe= 3).
5. La direction de croissance : (moyenne=1, antérieure= **2**, postérieure= 3).

La durée globale de traitement prévue pour la patiente **A.Y** = 21.07 -(0.99×**7**)+(0.56×**6**)-(6.94×**1**)+ (2.86×**2**)- (1.84×**2**)= **12.6 mois.**

Les valeurs des temps de traitement réel de la patiente **A.Y** recupérés de la base de donnée SPSS de notre étude sont comme suit **:**

- Le temps de nivellement trouvé à l'arcade supérieure = **178** jours
- Le temps de nivellement trouvé à l'arcade inférieure = **224** jours
- La durée globale de traitement trouvé = **13** mois

**En résumé**, les formules prédictives de traitement (temps de nivellement supérieur, temps de nivellement inférieur, durée globale de traitement) étaient développée, à partir d'un modèle prédictif. Ce dernier était obtenu par régression linéaire logistique, dans un échantillon de patients, composée de 60 patients. Les formules prédictives calculées étaient validées dans un échantillon de patients composé de deux groupes d'étude chacun composé de 29 patients ou plus.

Ainsi nous avons développé et mis en exergue des formules prédictives du temps de traitement (temps de nivellement supérieur, temps de nivellement inférieur, durée globale de traitement) à partir d'une population orthodontique adulte suivi au sein de notre service couvrant l'Oranie, sous l'intitulé **TTO** (Temps de Traitement Orthodontique).

**TTO :** Etablir des formules de calcul prédictible du temps nécessaire à la réduction de l'encombrement antérieure (correction de la DDM) aux deux arcades alvéolo-dentaires et une formule de calcul prédictif de la durée globale de traitement. Cette façon de procéder aide l'orthodontiste de prédire le temps nécessaire aux nivellements des deux arcades alvéolo-dentaires pour chaque patient traité, mais aussi permettre de programmer les différentes étapes de traitement orthodontique et de facilité la programmation des RDV par la suite.
Prédire dans un 2ème temps la durée globale de traitement orthodontique qui intéresse beaucoup les patients désireux d'un traitement orthodontique mais aussi les praticiens dans l'organisation de leur travail clinique.

### 8.14.4. La mesure de l'épaisseur osseuse chez les patients du groupe de traitement accéléré :

Certaines situations cliniques en pratique orthodontique peuvent être à l'origine de l'apparition de déhiscences radiculaires et/ou fenestrations osseuses lors des mouvements orthodontiques , en particulier sur des terrains parodontaux faibles, notamment chez la population adulte. Afin de palier à cette problématique, une optimisation du protocole de corticotomie classique en adjoignant un apport osseux au niveau des zones opérées (greffes osseuses) à été réalisée pour renforcer le support parodontal notamment en présence d'un parodonte fin ou lors des mouvements orthodontiques de grandes amplitudes. Cependant, l'association des greffes à la corticotomie alvéoliare induit-elle une réelle ostéogénèse ? Et sera-elle capable d'améliorer un parodonte fin ?

Dans notre étude nous avons éssayé de **tester l'éfficacité** de la technique de piézo-corticision alvéolaire utilisée lors du traitement accéléré et de vérifier sa possibilité d'induire un apport osseux en fin de traitement, Pour faire, nous avons **mesurer** la différence d'épaisseur osseuse entre le début et à 5mois post-chirurgical au niveau de deux sites différents (opérés et non opérés). **Comparer** dans un deuxième temps entre les modifications d'épaisseures osseuses (éventuel gain) entre les sites opérés et les sites non opérés sur la même arcade alvéolo-dentaire du même patient. Les étapes de mesures sont comme suit :

- Nous avons pris un sous groupe de patients (06 patients) qui ont dépassé les 5 mois post chirurgical et qui présentent des clichés CBCT de début et de fin de traitement de bonne qualité pour pouvoir faire les mesures d'épaisseur osseuse dans de bonnes conditions.

- Nous avons réalisé ces mesures sur des coupes coronales obliques (sagittales) de CBCT à deux temps différents et à deux sites différents chez le même patient.

    - Temps 1 : mesures réalisées avant le début de traitement sur CBCT aux deux sites opérés et non opérés.
    - Temps 2 : mesures réalisées à 5 mois post-chirurgical (l'idéal c'est d'attendre 6 mois à 1 an post-chirurgical pour espérer un réel gain osseux) aux deux sites opérés et non opérés. Les sites opérés représentent les blocs antérieurs (supérieur et/ou inférieur). Les sites non opérés représentent les blocs postérieurs (supérieur et/ou inférieur). Toutefois les sites opérés et non opérés doivent se trouver sur la même arcade du même patient pour plus de précision.

- Comparer dans un deuxième temps entre les mesures réalisées au début de traitement et celles réalisées à 5 mois post-chirurgical entre les sites opérés et non opérés (le patient est le témoin de lui-même) pour objectiver la différence d'épaisseur osseuse.

Cette façon de procéder va permettre de mettre en évidence les éventuelles modifications ainsi produitent. Et de confirmer ou de nier la capacité ostéo-inductrice de la chirurgie de piézotomie alvéolaire associées aux greffes osseuses a renforcé le parodonte des patients en fin de traitement.

### 8.14.4.1.La méthode de mesure de l'épaisseur osseuse chez les patients du groupe de traitement accéléré :

Nous avons utilisé des deux programmes informatiques iRYS® Viewer et Santé DICOM VIEWER ® pour réaliser ces mesures sur CBCT ; les mesures étaient réalisées aux sites opérés (aux blocs antérieurs supérieur et/ ou inférieur) et les sites non opérés (aux deux blocs postérieurs supérieur et /ou inférieur) et ceci à 3 niveaux différents sur la hauteur de la dent (dans le sens vertical) sur les faces distales des dents ou entre deux dents voisines selon les cas. Les points de repères choisis sont comme suit : (Fig.122).

- Nous avons choisi **(JEC)** comme point de référence à partir duquel les deux sites A et B ont été défini.
- **Le Site A** : il se situe à 3 mm de la jonction amélocémentaire.
- **Le Site B :** il se situe à 6 mm de jonction amélocémentaire (Fig.122).

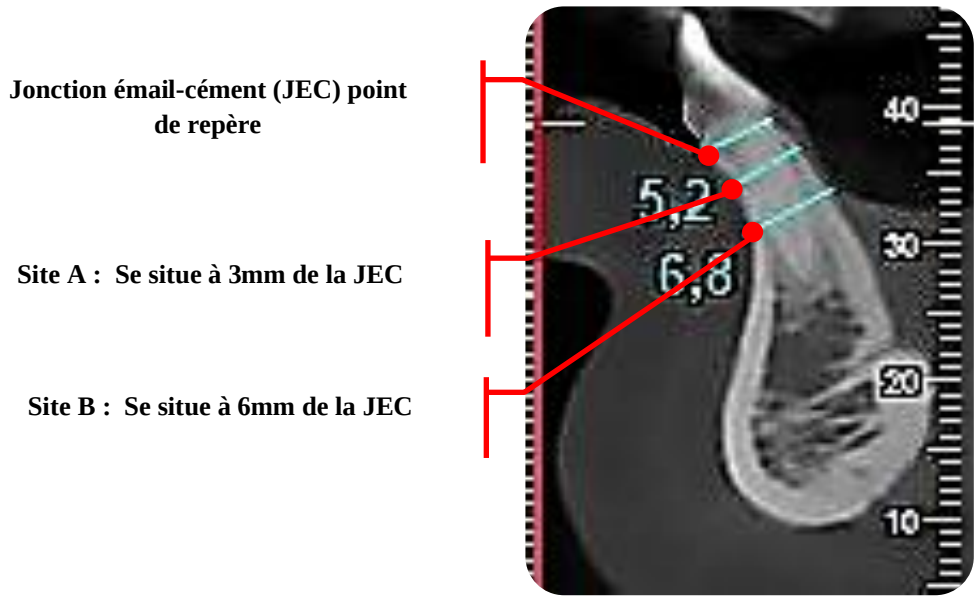



**Figure 122 :** Les différents points de repères utilisés lors de la mesure de l'épaisseur osseuse sur CBCT (coupes coronales obliques) (Service ODF-CHU-ORAN).

Afin de pouvoir mettre en évidence un réel gain osseux, il est préférable d'attendre au minimum 06 mois à 01 an post-chirurgical, pour pouvoir objectiver un réel gain osseux ; ce qui nous a été difficile vu que la majorité des patients n'ont pas dépassé les 05 mois post-chirurgical au moment de l'étude des clichés CBCT.

Par ailleurs, lors de l'exploitation des clichés CBCT, nous étions confrontés aux problèmes de défauts prises de radiographies (Fig.123) surtout ceux de début du traitement et c'était presque impossible de les reprendre à nouveau vu que la majorité des patients ont déjà entammé le traitements orthodontiques.

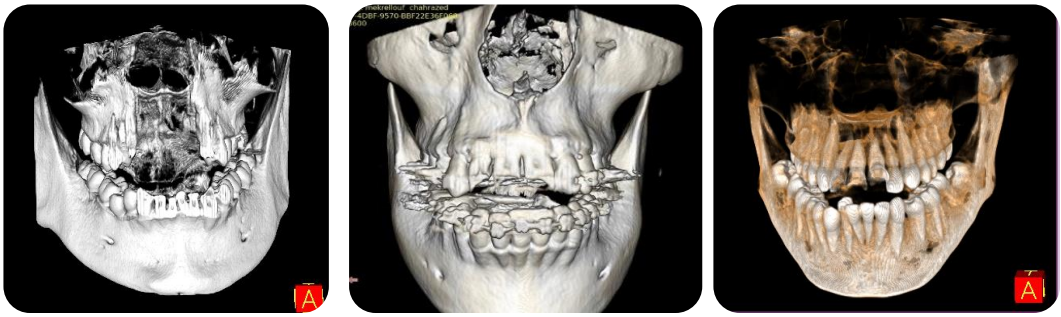


**Figure 123 :** Exemples de défauts de prisent de radiographie CBCT en Reconstitution 3D vue frontale au bloc antérieur (Unité de radiographie -Service ODF-CHU-ORAN).

### 8.14.4.2.L'évaluation du gain osseux à 5 mois post-chirurgical :

Nous allons procéder par l'identification et la présentation des résultats de chaque patient à part entière dans la troisième partie de ce document *(à partir de la page 174)*, Il est à noter que tous les patients présentés dans ce chapitre ont subi le même protocôle de traitement orthodontique accéléré et la même technique chirurgicale de décortication alvéolaire (piézo-corticision). Les sites opérés aux blocs antérieurs (expérimentaux) présentent un déficit parodontal ont subi une greffe osseuse, tandis que les sites présentant un parodonte épais n'ont pas bénéficiés de greffe osseuse (Sites témoins ou non opérés aux blocs postérieurs).

La greffe osseus utilisé est de type « hydroxyapatite tricalcium phosphate » avec mise en place du PRF, La piézocision était pratiquée au niveau des blocs antérieurs à l'arcade supérieure et/ou inférieure selon les cas, sous anesthésie loco-régionale, au niveau de 6 points :

- Entre l'incisive centrale et latérale (exp : entre la 11 et la 12, ainsi le site est indiqué dans les résultats : Distal de la 11).
- Entre l'incisive latérale et la canine.
- Entre la canine et la première prémolaire.

**NB:**// Les résultats des mesures de l'épaisseur osseuse efféctués lors de l'étude pour les patients du groupe de traitement accéléré seront détaillés dans la présentation des cas clinique (Troisième partie de l'étude) avec les tableaux de mesures réspectives pour chaque cas pris en charge avant et à 5 mois post-chirurgical aux niveaux des sites opérés auc blocs antérieurs et sites non opérés au blocs postérieurs à trois niveaux différents (JEC, Site A, Site B) (Fig 122).

#### 8.14.4.2.1. L'évaluation du gain osseux chez le groupe de traitement accéléré entre sites opérés et sites non opérés :

**Tableau XXXIII** : Répartition des 06 patients du groupe de traitement accéléré choisis selon la moyenne de différence d'épaisseur osseuse entre sites opérés et non opérés à 05 mois post-piézocorticision (Service d'ODF-CHU-ORAN- 2018/2021).

| Taux de gain osseux (mm) à 5 mois post-chirurgical | Groupe de traitement accéléré Effectif n=06 (100%) | La moyenne de différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et non opérés |
|---|---|---|
| **Moyen** | 3 (50) | + 1.25 mm |
| **Léger** | 2 (33.33) | + 0.3 mm |
| **Diminué** | 1 (16.66) | - 0.1 mm |

La comparaison rigoureuse des cône-beam du début et de 05 mois post-opératoire, ont mis en évidence une légère augmentation de l'épaisseur osseuse en faveurs des sites opérés aux blocs antérieurs (expérimentaux) d'une moyenne approximative de 1.25 mm par dent chez 21.2% des patients du sous groupe choisi; alors qu'au niveau des sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins), le gain osseux était très insignifiant de l'ordre de 0.3 mm en moyenne par dent chez uniquement 04 patients sur 06 ce qui représente 12.1%. Par contre, l'épaisseur osseuse s'est vue diminuée d'une moyenne approximative de 0.1 mm par dent chez deux patients sur 6 soit 6.1% des cas. (Tableau XXXIII).

### 8.14.4.3. Interet de la piézotomie en parodontologie :

L'intert de la piézotomie en parodontologie s'observe, lorsque la gencive présente des défauts tels que des récessions, ou bien si l'os est présent en faible quantité (déhiscence, fenestration), une greffe mucco-gingivale ou osseuse peut être ajoutée au protocôle de piézotomie par la technique de tunnelisation. Généralement, l'indication est posée, à la mandibule, dans les cas de déhiscences et/ou fenestrations osseuses vestibulaires associées à un encombrement modéré à sévère. L'adjonction de greffe osseuse à cette technique va permettre d'augmenter le volume osseux. Ce mélange sera placé directement sur l'os à raison de 0,5 à 1 centimètre cube par dent au niveau des zones présentant des déhiscences ou des fenestrations radiculaires *(cf.44)* et aux endroits où une expansion dentaire importante est prévue. Soulignons que les incisions et la greffe, quand elles ont lieu, sont effectuées uniquement en vestibulaire, l'approche linguale et palatine des corticotomies conventionnelles a disparu.

Les cas de DDM modérée à sévère peuvent être traités sans extractions par l'expansion alvéolaire due à l'augmentation osseuse selon ***FERGUSON*** et al. 2007 [(34)]. Lorsque Piézocision est utilisé, le greffon peut être placé sans la nécessité d'une élévation du lambeau. La zone où une greffe osseuse est nécessaire peut être creusée, et le matériau de greffe peut être placé avec une seringue (cf.64) et suturé, et l'os alvéolaire de cette région peut être agrandie. Un autre effet positif de l'augmentation osseuse pendant la décortication alvéolaire (piézotomie) est l'amélioration du profil du patient. En greffant la région antérieure mandibulaire, un pli labio-mental profond peut être corrigé et le profil peut être amélioré [(12)].

La troizième partie de notre travail, *(à partir de la page 174)* illustre la capacité ostéogénique induite par la piézo-corticision alvéolaire associée aux greffes osseuses et au PRF lors de la correction de l'encombrement dentaire antérieur (traitement de DDM) ce qui semble avantageux dans le cas de mouvements dentaires de grandes amplitudes et dans le cas cas de parodonte fin, en particulier chez les sujets adultes.

# DISCUSSION ET COMMENTAIRES

## 8.14. DISCUSSION ET COMMENTAIRES

Dans notre étude, l'encombrement dentair est choisi comme modèle pour étudier les effets de l'accélération du traitement orthodontique chez l'adulte ; en comparant la durée de correction de l'encombrement antérieur entre un traitement orthodontique conventionnel et un traitement accéléré. Evaluer dans un deuxième temps, l'apport de la technique aux traitements de l'adulte. Puis identifier l'ensemble des facteurs de risque liés à la durée de traitement.

De par sa fréquence et l'envergure de ses répercussions en terme esthétique, psychologique et fonctionnelle, la DDM par macrodontie relative constitue un défi permanent pour l'orthodontiste, à la fois diagnostic lors de son estimation exacte mais aussi thérapeutique lors de la prise de décision de sacrifices dentaires. D'autre part, la stabilité des résultats en fin de traitement se trouve parfois sujette aux récidives secondaires à la dérive centripète et la poussée tardive des dents de sagesse notamment dans les traitements conservateurs.

Dans notre étude, nous avons orienté notre choix thérapeutique vers la chirurgie parodontale de décortication alvéolaire au piézotome (piézo-corticision alvéolaire aux ultrasons) pour soulager la DDM antérieure tout en reduisant le recours aux extractions dentaires permettant ainsi de bénéficier de l'ensemble des facteurs de stabilité. A l'issu de notre étude, les résultats obtenus sont comparés entre les deux groupes d'étude (le groupe de traitement accéléré et le groupe de traitement conventionnel) puis à des travaux analogues effectués dans les différents continents.

Il est à noter que de nombreux auteurs se sont intéressés à la correction de la DDM par macrodontie relative grâce aux compromis orthodontico-chirurgicaux de **corticotomies alvéolaires** (TABLEAU. XXXIV).

Les techniques de corticotomies alvéolaires réalisées durant le traitement accéléré varies entre techniques classiques réalisées au moyen d'un disque à os ou d'une fraise à os avec ou sans réclinaison d'un lambeau mucco-périosté, citant l'étude de ***HAJJI***[225] en 2000 en Egypte ; et celle de ***SHOREIBAH***[226] en 2012 en Egypte où ils ont utilisé des corticotomies alvéolaires classiques lors de la correction de l'encombrement dentaire. (TABLEAU. XXXIV).

Alors que la majorité des études récencés durant notre recherche bibliographique ont réalisé des corticotomies alvéolaires aux ultrasons (technique de piézocision alvéolaire au piézotome ) avec ou sans lambeau mucco-périosté citant parmies elles l'étude de ***DIBART*** [48] en 2009 aux USA sur un seul cas (où il a supprimé le lambeau mucco-périosté et lui a remplacé pour la première fois par des incisions trans-musueuse en inter-dentaires allègeant ainsi l'acte opératoir) ; ***SEBAOUNE*** [45] aux USA en 2011à travaillé sur un seul cas ; ***KESER*** [227] en 2011 en Turquie aussi sur un seul cas de Piézocision alvéoalier; ***R. MEHR*** [57] aux USA en 2013 sur 12 cas ; ***L. DAVOODY***[228] en 2015 aux USA ; ***CHARAVET*** [60, 192] en 2016 puis en 2019 en Belgique ; ***URIBE*** [148] en 2017 aux USA; ***YAVUZ*** [65] 2018 en Turquie ; par contre ***AZEEM*** [229] en 2018 au Pakistan a préféré la technique de MPOs pour assurer ces corticotomies

alvéoalires ; ***O. GIBREAL*** [70] en 2019 au Syrie a fait des piézocision sur 36 cas; ***J. STRIPPOLI***[230] en 2019 au Canada. Et bien d'autres résumé dans le tableau qui suit : (TABLEAU. XXXIV).

**Tableau XXXIV** : Comparaison de la taille de l'échantillon, l'âge de la population de notre étude et la durée de correction de la DDM par orthodontie accélérée (piézo-cortisicion alvéolaire) avec la littérature :

| AUTEUR Année-Pays | Moy Age (Ans) | Taille d'échantillon Sexe | Type d'étude | Durée |
|---|---|---|---|---|
| **DIBART**[48] **2009-USA** | 26 | 1 | Piézocision | 17 semaines |
| **SEBAOUNE**[45] **2011-USA** | NR* | 1 | Piézocision | 6 mois 3 semaines |
| **KESER**[227] **2011 - Turquie** | 28 | NR* | Piézocision | 18 semaines |
| ***HERNANDEZ-ALFAR*** [231] **2012-** | 37ans | 9 | Piézocision | NR |
| **R. MEHR**[57] **2013-USA** | 29 | 12 | Piézocision | 3 mois |
| ***BRUGNAMI*** [59] **2013- Italie** | 21ans | 1 | Piézocision | 1 mois |
| **ILERI** [62] **2014 - Turquie** | 19.6 | 30 F 24, M 6 | **Piézocision** (sang veineux périphérique); piézocision (profondeur 3 mm) entre dents ; instrument chirurgical : Bistouri piézo-chirurgical (BS1) | 60 semaines |
| **L.DAVOODY**[228] **2015-USA** | - | - | Piézocision | 112.64 jours |
| **CHARAVET** [60] **2016- Belgique** | 30,5 | 24 F 15, M 9 | **Piézocision** (6-6) ; piézocision (3 mm de profondeur et 5 mm de longueur) entre racine dentaire inférieure (sauf < 2 mm d'os interdentaire), pas de sutures ; instrument chirurgical : dispositif piézoélectrique vertical | Jusqu'à l'alignement |
| **URIBE** [148] **2017- USA** | 29.7 | 29 F 17, M 12 | **Piézocision** (dents antérieures inférieures) ; piézocision (entre canines mandibulaires et incisives latérales et centrales ; profondeur 1 mm et longueur 4 mm) ; instrument chirurgical : Bistouri piézo-chirurgical BS1 | Jusqu'à l'alignement |
| **TUNCER** [63] **2017- Turquie** | 17.35 | 30 F 26, M 4 | **Piézocision (**zones inter radiculaires des 6 dents antérieures) ; piézocision (profondeur 3 mm, longueur non précisée) au moins 4 mois après extractions prémolaires ; suturé ; 250g de force ; instrument chirurgical : bistouri piézoélectrique (SG1) | 120 jours |
| **AZEEM** [232] **2018- Pakistan** | 18 | F 21, M7 | **MOPs (**sang veineux périphérique); MOPs (largeur 1,5 mm et profondeur 2 mm) dans chaque espace interdentaire d'encombrement incisif ; Un échantillon de sang veineux de 20 ml a été prélevé avant après les MOP | 60 semaines |
| **YAVUZ** [65] **2018-Turquie** | 13 to 19 | 35 F 35, M 0 | **Piézocision,** discussion (6-6) ; piézocision en arcade mandibulaire et maxillaire (7-mm Longueur et 3 mm de profondeur) ; instrument chirurgical : discussion au couteau piézoélectrique dans l'arcade mandibulaire et maxillaire (longueur 7 mm et profondeur 3 mm) ; instrument chirurgical : scie à disque | Jusqu'à l'alignement |
| **CHARAVET** [192] **2019 -Belgique** | 27.9 | 24 F 15, M 9 | **Piézocision** (chaque inter-dentaire); la piézocision (3 mm de profondeur et 5 mm de longueur) < 2 mm d'os interdentaire n'a pas été appliquée ; points de suture; instrument chirurgical : dispositif piézoélectrique | Jusqu'à l'alignement |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **GIBREAL**[70] **2019- Syrie** | 20.32 | 36<br>F 19, M 15 | **Piézocision** (dents antérieures inférieures) ; Piézocision (3 mm de profondeur et 5 à 8 mm de longueur), pas de sutures ; instrument chirurgical : Microscie piézochirurgicale | Jusqu'à l'alignement |
| **J. STRIPPOLI**[230] **2019-Canada** | 28<br>(35-18) | NR* | Piézocision | Jusqu'à l'alignement |
| **Notre étude 2021 -Algérie** | 21.91±5.6<br>(Groupe 2)* | 71<br>F 50; M 21 | **Piézocision** (chaque espace inter-dentaire); la piézocision (3 mm de profondeur et de 4 mm de longueur) < 2 mm d'os interdentaire n'a pas été appliquée ; points de suture; instrument chirurgical : appareil piézo-électrique | Jusqu'à l'alignement |

NR*: Non représenté ; Groupe 2 : groupe de traitement accéléré

**Tableau XXXV** : les principales étude du traitement d'une dysharmonie dento-maxillaire par technique de piézocision alvéolaire [35].

| Piézocision | Pays | N | Âge moyen | Temps de traitement | Modification |
|---|---|---|---|---|---|
| ***BRUGNAMI, ET AL.*** 2013 **(59)** | Italie | 1 | 21ans | 1 mois | - |
| ***CHARAVET, ET AL.*** 2016 **(60)** | Belgique | 24 | 30,5 ans | 10 mois | 3 mm |
| ***DIBART,*** ET ***AL.*** 2009 **(48)** | USA | 1 | 26 ans | 17 semaines | 1 Deep bite 65 % → 8 % |
| ***DIBART, ET AL***. 2010 **(233)** | USA | 2 | 27,5 ans | 8 mois 1 semaine | Over jet – 2 mm<br>Deep bite 100 % → 10 % |
| ***HERNANDEZ-ALFARO,*** et al. 2012[234] **(231)** | Espagne | 9 | 37ans | NR | NR |
| ***KESER, ET AL.*** 2011 **(227)** | Turquie | 1 | 28 ans | 18 semaines | - |
| ***JORGE JOFRE*** 2013[235] **(235)** | Chile | 3 | 25 ans | 2 mois et 2 semaines | - |
| ***MEHR*** 2013 **(57)** | USA | 12 | 29 ans | 3 mois | Index d'irrégularité 8,32 mm |
| ***SEBAOUN, ET AL***. 2011 **(45)** | USA | 1 | NR | 6 mois 3 semaines | - |

Les malocclusions de la classe I squelettique sont très fréquentes dans notre consultation orthodontique comparée aux autres classes, ***N. AHMED FOUATIH*** [113] précise dans sa thèse (Thèse de D.E.S.M-Oran 2008) une plus grande fréquence des malocclusion de classe I squelletique allant jusqu'à 56.9% contre seulement 43 % pour la classe II et classe III réunies, ***S. LARABA*** [236] (Thèse de D.E.S.M-Alger 1982) précise la prédominance élevée des malocclusion de la Classe I squelettique à 43% par rapport aux autres classe ( 30% pour la classe II et 20% pour les malocclusions de classe III). ***SI AHMED. F*** [237] (Thèse de D.E.S. M-Alger 1986) abonde dans ce sens et trouve une fréquence de 40.42% dans une population orthodontique Algéroise de 43%.

Nous avons noté dans une étude descriptive menée sur la population orthodontique de l'ouest Algérien, qu'il existe une plus grande fréquence des anomalies orthodontiques de volume par rapports aux autres. ***N. AHMED FOUATIH*** [113] en 2008 a pu démonté dans son étude qu'il existe une plus grande fréquence de la DDM par macrodontie relative à 93%.

En effet, la DDM diagnostiquée dans notre étude est majoritairement isolée dans 61.7% des cas, elle se trouve compliquée des anomalies dento-alvéolaires des trois sens dans 38.3 %

des cas ; les anomalies du sens transversal détiennent le premier rang avec un taux de 22.6%, suivies des anomalies du sens sagittal à 13.9% ; alors que celles du sens vertical ne représente que 1.7% des cas.

Nous avons débuté notre étude avec 86 sujets sélectionnés parmi les patients de la consultation orthodontique du service, sur la base de volontariat, d'un âge civil de 16 ans et plus d'un bon état de santé général et parodontal. La dysharmonie dento-maxillaire (DDM) représente la demande prioritaire de prise en charge thérapeutique en raison de son principal vecteur représenté par l'encombrement dentaire. Cet encombrement reflète un déséquilibre entre le matériel dentaire et la capacité de contenance des arcades dentaires[106].

La consultation des différents éléments de diagnostique nous a permis d'inclure 71 patients jugés valides pour l'enchainement des différentes phases de l'étude, les patients présentant une DDM supérieure à 10 mm, jugée extractionnelle ont été exclus ce qui représente 03 sujets, nous avons exclu également 18 patients qui ne correspondaient pas aux critères de sélection déjà cité. Mais, il nous a été difficile d' exclure les patients présentant une à deux dents manquantes vu qu'à cet âge, il est très fréquent de trouver quelques dents absentes « En effet, il est connu dans la littérature que les patients adultes présentent une variété extrême de malpositions et malocclusions modifiées par les édentations, abrasions, fractures, ce qui modifie le tableau clinique » [19].

Les patients recrutés étaient répartis en deux groupes homogènes selon un tirage au sort aléatoir pour choisir le type de protocole et la période de tri des patients. En effet, chaque protocole était associé aléatoirement à une période de recrutement. Ainsi, les patients de la période A ont été orientés vers le groupe de traitement classique et les patients de la période B ont été orientés vers le groupe de traitement accéléré.

Au final, 37 patients ont été attribué au groupe de traitement conventionnel (Groupe 1) sans chirurgie accélératrice et 34 patients au groupe de traitement accéléré (Groupe 2) assisté par chirurgie de piezo-corticision alvéolaire. Au cours du suivi des différentes phases, une patiente du groupe de traitement accéléré a refusé de subir l'acte chirurgical suite à ça, elle a été orientée vers le groupe de traitement conventionnel pour le suivi de son traitement. Ainsi, le groupe de traitement conventionnel regroupait au final 38 patients et le groupe de traitement accéléré regroupait 33 patients.

La consultation des différentes bases de données utilisées dans notre bibliographie, a révélé des études et des essais cliniques avec des tailles d'échantillons réduites et approximativement similaires à notre étude, comme résumé dans le tableau ci-dessous : [70, 238] (TABLEAU XXXIV).

Les données de la littérature montrent une rareté d'étude réalisées sur deux groupes de patients (traitement conventionnel versus traitement accéléré). En effet, la plupart des publications concernaient des séries de cas sans groupe contrôle (témoin), et se sont donc vues attribuer un niveau de preuve faible ou nul ; [221, 226, 239] ou des études réalisées sur un seul groupe de sujets sans comparaison avec un groupe contrôle ou encore des comparaisons

effectuées au sein d'un même sujet entre une hémi-arcade recevant un traitement conventionnel et l'hémi-arcade opposée recevant un traitement accéléré [168, 215, 240].

D'autre part, la plus grande partie des études d'accélération du mouvement dentaire était faites sur une seule dent (le recul des canines par exemple avec des corticotomies alvéolaires de part et d'autre de la canine) citant l'étude de ***MEZARI. A*** dirigée par ***SI AHMED.F*** au centre de l'Algérie en 2016 (Thèse de D.E.S.M) publiée en 2018 [74, 241] et celle de ***FISHER*** [168] *à* Sydney en 2007, **ABOUL-ELA** [240] et al. en 2011 en Egypte, **AL-NAOUM** [215] et al en 2014 en Syrie (TABLEAU. XXXVI).

**Tableau XXXVI** : Les principales études faites sur une seule dent (canines ou prémolaires) suite à une corticotomie classique (en rose), piézocision (en bleu) ou MOPs (en vert):

| AUTEUR Année-Pays | Moy Age (Ans) | Taille d'échantillon Sexe | Type d'étude | Durée |
|---|---|---|---|---|
| **ALIKHANI** [56] **2013- USA** | 24.7 | 20 F 8, M 12 | **MOP**s (**canines supérieures**); 3MOPs (1,5 mm de largeur et 2 à 3 mm de profondeur) dans la zone d'extraction après 6 mois d'extraction de la première prémolaire, force de 100 g ; instrument chirurgical : Propulser | 1 mois |
| **LEETHANAKUL** [213] **2014- Thailend** | 21.9 | 18 F 18, M 0 | Réduction osseuse inter septale (**canines supérieures**); réduction osseuse inter septale (1,0 à 1,5 mm) en aval de la canine maxillaire dans l'alvéole d'extraction, force de 150 g ; instrument chirurgical : fraise chirurgicale | 3 mois |
| **ABBAS** [73] **2016- Egypt.** | 15 à 25 | 20 (Non précisés) | **Piézocision** (**canines supérieures**) ; piézocision (profondeur corticale complète et longueur de la racine canine) mésiale et distale à la racine canine, force de 150 g ; incisions de suture; instrument chirurgical : piézotome (VarioSurg3 ; NSK) | 3 mois |
| **AKSAKALLI** [66] **2016 -Turkey** | 16.3 | 20 (F 6, M 4) | **Piézocision** (**canine supérieure**); piézocision (3 mm de profondeur et 10 mm de longueur) mésiale et distale à la canine, force 150 g ; instrument chirurgical : Bistouri piézo-chirurgical (BS1) | Jusqu'a l'obtention des rapports de classe I canine |
| **MEZARI** [74] **2016 –Algérie** | 21.33 | 15; (Non précisés) | **Corticomie sur canines supérieures** | Jusqu'a l'obtention des rapports de classe I canine |
| **PATTERSON** [242] **2017 –la Grece** | 16.2 | 14 F 8, M 6 | **Piézocision** (**première prémolaire**); piézocision (2 à 3 mm de profondeur et 4 à 5 mm de longueur) sur les faces mésiale et distale des prémolaires, force de bascule vestibulaire de 150 g ; instrument chirurgical : lame de piézocision | 1 mois |
| **ALFAWAL** [68] **2018 -Syrie** | 18.08 | 36 F 24, M 12 | **Piézocision** (**canines supérieures**) ; 2 corticotomies (profondeur 3 mm et longueur 10 mm) en vestibulaire à égale distance de la canine supérieure et de la deuxième prémolaire, force 150 g ; instrument chirurgical : bistouri piézo-chirurgical (BS1) ; LAFC (profondeur 3 mm ; longueur 8 mm) à égale distance de la canine supérieure et de la deuxième prémolaire, force de 150 g ; instrument chirurgical : laser ER:YAG, 200 mJ, 12 Hz, 3 W | 4 mois |
| **ALKEBSI** [69] **2018 Jordanie** | 19.26 | 32 F 24, M 8 | **MOPs** (**canines supérieures**); 3 MOPs (largeur 1,5 mm et profondeur 3 à 4 mm) en aval des canines au moins 6 mois après les extractions, force 150 g ; instrument chirurgical: mini-vis | 3 mois |
| **ATTRI** [67] **2018- Inde** | 17.83 | 60 F 33, M 27 | **MOPs** (**canines supérieures et inférieures**); 3 MOP (largeur 1,5 mm et profondeur 2 à 3 mm) à égale distance de la canine et de la deuxième prémolaire, force 150 g ; Les MOP se répètent tous les 28 jours ; instrument chirurgical : Propulser | Jusqu'a la fermeture de l'espace |
| **CHAN** [71] **2018- Australie** | 15.4 | 20 F 12, M8 | **MOPs** (**prémolaire supérieure**); MOPs (5 mm de profondeur) sur les côtés mésial et distal de la racine de la première prémolaire, une force de basculement | 1 mois |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | vestibulaire de 150 g a été appliquée aux prémolaires ; instrument chirurgical : Prope | |
| **HALILOGLU-OZKAN [64] 2018- Turquie** | 15.6 | 32 F 13, M 19 | **MOPs (canines supérieures et inférieures)**; 3 MOPs (largeur 1,6 mm et profondeur 5 mm) distales des canines au début et à la quatrième semaine, force 150 g ; instrument chirurgical : minivis | 2 mois |
| **SIVARAJAN [243] 2019- Malaisie** | **22.2** | **30 F 23, M 7** | **MOPs (canines supérieures)**; MOPs (largeur de 1,6 mm et profondeur de 3 mm) en aval de la canine ; 4, 8 et 12 semaines ; 140 à 200g ; instrument chirurgical : mini-implants | **4 mois** |

Le suivi de nos patients était assuré depuis la date de mise en place des multiattaches ($T_0$) jusqu'au nivellement des deux arcades alvéolo-dentaires ($T_1$), le temps de nivellement était ainsi enregistré. Puis jusqu'à la fin de traitement ($T_2$), puis la durée globale était calculée.

Les résultats obtenus nous ont permis de faire les constatations suivantes :

## 8.14.4. Les caractéristiques de la population d'étude:

- **Mode d'admission et motif de consultation des patients :**

Le mode d'admission de nos patients est majoritairement spontané (86%), ou orienté (14%). L'esthétique est le motif le plus fréquent (59.2%) ; suivi des orientations des confrères (14.21%), la récidive d'un traitement antérieur était signalée dans (11.3%) des cas, par contre le besoin de traitement rapide n'était évoqué que dans 11.3% des cas.

Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par ***TERBECHE.S*** [244] dans son étude en 2019 sur une population orthodontique de l'Ouest Algérien où le motif esthétique représentait 55,7%. De même ***N. AHMED FOUATIH*** [113] a signalé dans son étude une fréquence de 92.8% du motif esthétique. De nombreuses études internationales rapportent que le motif esthétique mène souvent les patients à la consultation orthodontique citant parmi eux ; ***R. MEHR*** [57] ; ***O. GIBREAL*** [70] en 2019, ***CHARAVET*** [60, 192] en 2016 et bien d'autres.

- **Répartition des patients selon le lieu de résidence :**

Comme on peut le voir sur la cartographie, une diversité remarquable des lieux de résidence des patients prisent en charge, avec une prédominance de la wilaya d'Oran (80.3%) c'est dans cette wilaya que se situ le centre de soin. Suivi essentiellement par les wilayas mitoyennes avec respectivement Aïn Témouchent (5.6%), Mostaganem (5.6%) ; Sidi Bel Abbés (4.2%) ; Mascara (2.8%) ; Relizane (2.8%) ; et Tiaret (1.4%) ; Cela peut être expliqué par le fait que la clinique dentaire est une structure hospitalière à vocation régionale qui couvre l'ensemble de l'Oranie (la population de l'Ouest de l'Algérie) et qui garantit une prise en charge rassurante aux patients et à titre gracieux.

- **Répartition des patients par âge au début de traitement :**

L'ensemble des patients de notre étude sont des sujets jeunes dont l'âge moyen du groupe de traitement accéléré est de 21.91 ± 5.6 avec un minimum de 17 ans et un maximum de 39 ans, alors que dans la population d'étude globale, la tranche d'âge la plus représentée est celle de moins de 26 ans soit (88.7 %) majoritairement des étudiants et des jeunes employés soucieux de leur apparence physique. Vue que l'apparence est un vecteur de communication en envoyant des messages forts à l'entourage où la communication non verbale est primordiale dans la relation avec l'autre principalement à cet âge (TABLEAU XXXIV).

Nos résultats se calquent à ceux de F. ***BRUGNAMI*** et al. en 2013 en Italie (TABLEAU XXXV) dont l'âge moyen de sa population d'étude était de 21 ans, ***AL- NAOUM*** [215] en 2014 en Syrie dont l'âge moyen était de 20.04 ± 3.63 ans variant entre 15 et 24 ans ; ***MEZARI. A*** [74, 241] au centre d'Algérie en 2016 a préféré travaillé sur une population estudiantine dont la moyenne d'âge était de 21.33 ± 2 ans (TABLEAU XXXVI).

Le choix de l'âge peut être expliqué par le fait qu'une certaine maturité de la part des patients est nécessaire pour obtenir une coopération suffisante ; en raison de la fréquence des rendez-vous et les contraintes de l'acte chirurgical ; d'autre part ; nous réserverons, de manière générale, cette technique est résèrvée aux sujets de seize ans et plus vu que le déplacement commence à se ralentir a partie de cet âge selon ***STUTZMANN*** et ***PETROVIC*** [103], « le déplacement est moins rapide après 16-17 ans, mais pas plus difficile à 50 qu'à 20-25 ans ».

Par contre ; dans certaines études , on trouve une population à âge plus bas ***AKSAKALLI*** [66] en 2016 en Turquie avec un âge de 16.3 ans ; ***CHAN*** [71] en Australie en 2018 ; l'âge moyen était de 15.4 ans .on peut conclure qu'il n'y a pas de limite d'âge quant à l'acte chirurgical.

Toutefois, certains auteurs ont travaillé sur une population plus âgée, ***CHARAVET*** en Belgique en 2016 a travaillé sur une population de 24 patients d'âge moyen de 30.5 ans, ***HERNANDEZ-ALFAE*** [231, 234] et al., en 2012 en Espagne a travaillé sur un échantillon de 9 patients adultes dont l'âge moyen est de 37 ans (TABLEAU XXXV).

- **Répartition des patients par sexe :**

Dans notre étude, nous avons noté une nette prédominance féminine (70 % versus 30%), soit un sex-ratio (F/M) de 2.38. (Fig.73). En règle générale, C'est sur les femmes que reposent les contraintes d'apparence. En effet, on attend des femmes qu'elles soient prêtes à faire des interventions chirurgicales pour répondre à leurs attentes.

Cela est bien représenté dans le groupe de traitement accéléré où la fréquence féminine est de 75.8%. Nos résultats sont similaires à de nombreuses études internationales et Algérienne, ***MEZARI. A*** [74, 241] dans son étude faite en 2016 au centre avait retrouvé une fréquence de 80% de femmes contre 20% hommes. ***TERBECHE. S*** en 2019 [244] a retrouvé aussi une prédominance du sexe féminin (65,8%) contre (34,2 %) de sexe masculin.

- **Profession, lieu de résidence et le niveau d'instruction :**

Les sujets d'étude appartenaient à des niveaux sociaux différents et provenaient de lieux de résidence différent, ce qui nous a permis de limiter le biais de sélection. Nous avons noté également une fréquence de la population estudiantine à 40.8%, pour la plupart célibataire et libre de tout engagement ce qui leur permis de se conformer au protocole de traitement.

La majorité de nos patients (59%) avait un niveau d'instruction universitaire ; le reste avait un bon niveau reparti entre le niveau secondaire (38%), et moyen (2.8%). Pas de niveau d'instruction bas (nul ou primaire).

- **Antécédent d'un traitement antérieur :**

La plupart des patients ont rapporté lors de l'anamnèse qu'ils n'ont jamais bénéficié d'un traitement orthodontique antérieur soit 78% des patients alors que 22% ont déjà des antécédents orthodontiques antérieurs.

- **Caractéristiques faciales et dento-alvéolaires**

Les cas colligés présentent majoritairement une symétrie faciale conservée dans 98% des cas contre 2% qui présentent une très légère déviation corrélée aux anomalies transversales rencontrées dans certain cas, le type de profil rectiligne est le plus retrouvé dans nos cas soit 46%, le profil convexe représente 38% ; alors que le profil concave est le moins présent 16%
La typologie faciale normo-bite est la plus représentée avec un pourcentage de 62% ; suivie de la typologie open-bite avec une fréquence de 27% et deep-bite avec 11%.

- **Caractéristiques parodontales**

Les quatre biotypes parodontaux sont présents avec prédominance du biotype I aux deux arcades alvéolo-dentaires soit 67,6% à l'arcade supérieure et 74,6% à l'arcade inférieure.

- **La moyenne de la DDM prise en charge dans notre étude ( l'ensemble de la population d'étude):**

La moyenne de la DDM prise en charge dans notre étude varie d'un individu à l'autre, nous avons enregistré une moyenne de 6.44 ± 1.52 mm au maxillaire supérieur et de 5.87 ± 1.62 mm à la mandibule avec des chiffres extrêmes allant de 3 à 10 mm pour l'arcade supérieure et de 2 à 10 mm pour l'arcade inférieure. Nos résultats restent en dessous de ceux de ***R. MEHR*** [57] aux USA qui a travaillé sur une moyenne de DDM de 8,26 ± 1,54 mm dans le groupe de traitement conventionnel et de 8,32 ± 1,63 mm dans le groupe de traitement accéléré. Cependant, les cas traités par ***R. MEHR*** [57] ont subi des extractions dentaires pour la plupart, or que dans notre étude les sacrifices dentaires étaient évités au maximum.

Notre moyenne de DDM prise en charge est plus élevée par rapport à celle traitée par ***CHARAVET*** [60] 2.5 ± 1.4 mm à l'arcade supérieure et de 3 ± 1.6 mm à l'arcade inférieure (TABLEAU XXXVII).

**Tableau XXXVII** : Comparaison de moyenne de DDM prise en charge dans notre étude avec la littérature chez les deux groupes d'étude (conventionnel et accéléré):

| Etude | Année | Traitement conventionnel<br>Moyenne de DDM (mm) | Traitement accéléré<br>Moyenne de DDM (mm) |
|---|---|---|---|
| ***R. MEHR***[57] | 2013- USA | 8,26 ± 1,54 | DDM prise en charge : 8,32 ± 1,63 |
| ***CHARAVET***[60] | 2016- Belgique | - | DDM. Supérieure : 2,5 ± 1,4<br>DDM. Inférieure : 3 ± 1,6 |
| ***O. GBREAL***[70] | 2019-Syrie | 11,32 ± 0,97 | DDM prise en charge : 11,57 ± 1,194 |
| **Notre étude** | 2021- Algérie | DDM. Supérieure : 6,68 ± 1,52<br>DDM. Inférieure :5,82 ± 1,7 | DDM. Supérieure : 6,12 ± 1,55<br>DDM. Inférieure : 5,91 ± 1,56 |

### 8.14.5. La comparaison entre les deux groupes d'étude :

Plusieurs paramètres ont été confrontés, le genre, l'âge, la moyenne de la DDM prise en charge, les anomalies alvéolo-dentaires associées, les moyens thérapeutiques utilisés et le temps de nivellements pour chaque arcade alvéolo-dentaire puis la durée globale de traitement, et ceci entre les deux groupes (conventionnel et accéléré).

- **Homogénéité des deux groupes d'étude :**

Les données démographiques des patients, les caractéristiques faciales, orthodontiques et parodontales de base sont homogènes entre les deux groupes. La moyenne d'âge entre les deux groupes est de 20,16 ± 6,025 ans pour le groupe de traitement conventionnel et de 21,91 ± 5.6 ans pour le groupe de traitement accéléré. Nous n'avons pas trouvé de différence statistiquement significative pour cette variable confirmée par un $p < 0,21$, de même pour le sexe confirmé par un $p < 0,35$ ; concernant la typologie, Le test de Chi-deux ne montre pas de différence statiquement significative entre les deux groupes, de même pour le type de profil, la moyenne de DDM traitée, le site de traitement…etc. Nos résultats sont comparables aux résultats de ***MEZARI. A*** [74, 241] au centre de l'Algérie et celle de ***KRISHNAN*** [239] en Inde, ***R. R.MEHR***[57] aux USA, ***CHARAVET***[192] en Belgique et bien d'autre lors de la sélection de la population d'étude et la constitution des groupes de comparaison.

- **La comparaison du stade de dentition entre les deux groupes d'étude :**

Les deux groupes sont constitués de sujets adultes présentant principalement une denture adulte stable, jeune ou complète ; avec une répartition de 60,6% des patients du groupe de traitement accéléré en denture adulte complète ; et 39,4% en denture adulte jeune. Par contre, la plus grande fréquence des patients du groupe de traitement conventionnel est en denture adulte jeune stable 73,7% alors que 26,3% sont en denture adulte complète.la confrontation des résultats entre les deux groupes montre une différence hautement significative avec un $p < 0.004$. Nous orientons le traitement accéléré préférentiellement vers les sujets adultes qui ont complété la plus grande partie de leur croissance.

- **La comparaison de moyenne de la DDM prise en charge entre les deux groupes d'étude au deux arcades alvéolo-dentaires par rapport à la littérature :**

La moyenne de DDM prise en charge ne révèle pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes ; On enregistre à l'arcade supérieure une moyenne de 6,68 ± 1,526 mm chez le groupe de traitement conventionnel et 6,12 ± 1,55 mm chez le groupe de traitement accéléré. Il est de même pour l'arcade inférieure, la DDM prise en charge est de 5,82 ± 1,7 mm chez le groupe de traitement conventionnel et de 5,91 ± 1.56 mm chez le groupe de traitement accéléré avec un $p < 0,12$ à l'arcade supérieure et un $p < 0,81$ à l'arcade inférieure ; ce qui veut dire que quel que soit le siège de l'encombrement dentaire, la comparaison de la moyenne de DDM prise en charge chez les deux groupes d'étude est statistiquement indifférente.

La moyenne de DDM prise en charge dans notre étude est inférieure à celle prise en charge par ***RANA MEHR*** [57] groupe de traitement conventionnel de 8,26 ± 1,54 mm et de 8,32 ±1,63 mm au groupe de traitement accéléré, ainsi que celle prise en charge par ***O. GIBREAL*** [70] en 2019 ou l'indice d'irrégularité chez le groupe control est de 11,32 ± 0.97 mm et de 11,57± 1,19 mm chez le groupe de traitement accéléré. Par contre ***CHARAVET*** [60] en 2019 a travaillé sur une DDM plus faible de 2,5 ± 1,4 mm à l'arcade supérieure et de 3 ± 1,6 mm à l'arcade inférieure (TABLEAU XXXVII).

- **La comparaison du principe thérapeutique :**

53,5% des cas ont bénéficié d'un traitement orthodontique multiattache conventionnel contre 46,5% qui ont bénéficié d'un traitement orthodontique accéléré. On note que lors du tri des protocoles thérapeutiques, il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes d'etude.

- **Le site de traitement**

La majorité des cas pris en charge dans notre étude ont reçu un traitement bimaxillaire soit 97% dans le groupe de traitement conventionnel et 81% dans le groupe de traitement accéléré ; alors que 3% des patients du groupe de traitement conventionnel ont reçu un traitement uni maxillaire contre 9% au groupe de traitement accéléré.

- **Les moyens thérapeutiques employés pour corriger la DDM**

Une D.D.M. entre 5 et 10 mm pose souvent l'éventualité de sacrifices dentaires, mal acceptés par les patients adultes. Face à ce dilemme, nous avons orienté notre choix vers les réductions amélaires interproximales, l'expansion transversale et sagittale, en fonction de différents critères cliniques et radiographique des patients afin de bien choisir entre les différentes possibilités thérapeutiques. Il est admis dans la littérature qu'un traitement sans extraction peut être réalisé chez 80 % des patients présentant un tel score de D.D.M [(109)].

Dans notre étude, le stripping nous a permis une réduction de l'encombrement dans 54.5% des cas du groupe de traitement accéléré et de 42.1% du groupe de traitement conventionnel, Toutefois les sacrifices dentaires étaient inévitables dans 13.2% dans des les cas de traitement conventionnel et que 03% des cas du groupe de traitement accéléré ou le score de DDM était sévère.

L'utilisation du Quad'hélix était presque comparable entre les deux groupes avec une fréquence respective de 7.9 % groupe de traitement conventionnel et de 9.1% pour le groupe de traitement accéléré.

- **La comparaison de la moyenne du temps de nivellement entre les deux groupes d'étude aux deux arcades alvéolo-dentaires :**

  - ✓ **A l'arcade supérieure :**

L'intérêt des corticotomies pour accélérer les étapes d'alignement-nivellement dans les cas d'encombrement dentaire est principalement étudié aux deux arcades alvéolo-dentaires (supérieure et inférieure). En effet, l'association des corticotomies au traitement orthodontique permet de réduire le temps de nivellement ce qui permet le passage rapide aux phases de travail et donc une réduction de la durée globale de traitement.

Dans notre étude, nous avons dénoté une moyenne de temps de nivellement à l'**arcade supérieure** de 111,68 ± 63,1 jours pour le groupe de traitement accéléré contre 226,95 ± 55,632 jours pour le groupe de traitement conventionnel soit une réduction de 50% à l'arcade supérieure confirmée par un $p < 10^{-3}$. Cela peut être expliqué par la nature de la trabéculation

osseuse au maxillaire supérieur qui est plus lâche et plus vascularisée ce qui accélère d'avantage le déplacement dentaire à l'arcade supérieure. (TABLEAU XXXVIII).

Nos chiffre se calquent à ceux d'***URIBE*** [148] en 2017 aux USA qui a trouvé une moyenne de temps de nivellement de 112.0 ± 46.2 jours pour le groupe de traitement conventionnel contre 102,1± 34,7 jours pour le groupe de traitement accéléré,

***R.MEHR*** [57] a trouvé des durées d'alignement moindre ; 118.4 ± 40,7 jours dans le groupe de traitement conventionnel contre 98.5 ± 30.3 jours pour le groupe de traitement accéléré.

***L. DAVOODY*** [228] en 2015 aux USA rapporte une moyenne de temps de nivellement des arcades alvéolo-dentaire de 101,08 jours chez le groupe de traitement conventionnel contre 112,64 jours chez le groupe de traitement accéléré. Par contre ***CHARAVET*** [245] n'a pas donné de précision relative au temps de nivellement dans son étude. (TABLEAU XXXVIII).

Par contre ***O. GIBREAL*** en 2019 en Syrie [70] a rapporté dans son étude des temps d'alignement nettement plus inférieure : 131,4 ±38,5 jours dans le groupe de traitement conventionnel contre 53.5 ±12.5 jours dans le groupe de traitement accéléré.

Notre moyenne de temps de nivellement se trouve légèrement plus prolongée par rapport à celle des autres études (TABLEAU XXXVIII), cela peut être expliquée par la suspension momentanée de l'activité hospitalière durant la survenue de la crise sanitaire Covid-19 en plein période de travail clinique des cas traités.

Toutefois, les études de ***J. STRIPPOLI*** [230] et ***YAVUZ*** [65] et al. rapportent des temps d'alignement- nivellement plus important que ceux de notre étude ; ***J. STRIPPOLI*** [230] en 2019 au Canada a trouvé un temps d'allignement de 441.3 jours pour le groupe de traitement accéléré contre 324.5 ± 81.6 jours pour le groupe de traitement conventionnel cela peut être expliqué par le recours aux extractions dentaires lors de la correction de la DDM ce qui peut prolonger le temps de traitement. Par contre ***YAVUZ***[246] et al., en 2018 en Tyrquie ont trouvé une moyenne de temps d'allignement un peu prolongé de 324,5 ± 81,6 jours pour le groupe de traitement conventionnel contre 238,5 ± 69,6 jours pour le groupe de traitement accéléré.

***J.JULIEN STRIPPOLI*** [230] rapporte un gain de temps observé lors de la phase d'alignement de l'arcade supérieure de 53% avec un $p < 0,0001$. Les principales études relatées dans la littérature sont présentées dans le tableau qui suit : (TABLEAU XXXVIII).

- ✓ **A l'arcade inférieure :**

A l'arcade inférieure, les résultats sont presque similaires, nous avons noté une moyenne de temps de nivellement 127,71 ± 32,43 jours pour le groupe de traitement accéléré contre 227,35 ± 68,188 jours pour le groupe de traitement conventionnel soit une réduction de 43.82%. Les résultats issus de la comparaison du temps de nivellement entre les deux groupes d'étude révèle une différence est hautement significative ($p < 10^{-3}$).

***JULIEN STRIPPOLI*** [230] rapporte un gain de (28%, p < 0,041) lors de la phase d'alignement à l'arcade inférieure.

Pour résumé on peut dire qu'à l'arcade supérieure le temps de nivellement est deux fois plus rapide dans le groupe de traitement accéléré que celui du groupe de traitement conventionnel, et qu'à l'arcade inférieure la réduction est de 43,18% entre les deux groupes en faveur du groupe de traitement accéléré.

Les temps de correction de l'encombrement antérieur (temps de nivellement) trouvé dans notre étude aux deux arcades alvéolo-dentaires ont été comparés aux études similaires dans le tableau qui suit (TABLEAU XXXVIII).

**Tableau XXXVIII**. Comparaison du temps d'Alignement-Nivellement entre le traitement conventionnel et le traitement accéléré mesurée en nombre de jours. NR, pas signalé ; ET, écart type [28].

| Année | Auteurs | | Traitement conventionnel Moy ± ET (jours) | Traitement accéléré Moy ± ET (jours) | *P*-value |
|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | ***URIBE ET AL.***[148] | | 112.0 ± 46.2 | 102.1 ± 34.7 | 0.52 |
| 2019 | ***GIBREAL ET AL*** [70]. | | 131.4 ± 38.5 | 53.5 ±12.5 | <0.001 |
| 2016 | ***CHARAVET ET AL.***[60] | | More time | NR | <0.001 |
| 2015 | ***L. DAVOODY***[228] | | 101,08 | 112,64 | - |
| 2013 | ***RANA MEHR*** [57] | | 118.4 ± 40.7 | 98.5 ± 30.3 | 0.43 |
| 2018 | ***YAVUZ ET AL.***[65] | | 324.5 ± 81.6 | 238.5 ± 69.9 | 0.003 |
| 2019 | ***J.STRIPPOLI ET AL*** [230]. | | 910.0 | 441.3 | <0.05 |
| 2021 | Notre étude Algérie | Arcade supérieure | 226.9 ± 55.63 | 111.6 ± 63.1 | $p < 10^{-3}$ |
| | | Arcade inférieure | 227.3 ± 68.18 | 127.7 ± 32.43 | $p < 10^{-3}$ |

Il est à noter que la majorité des études publiées, ne précise pas s'il s'agit de la mesure du temps de correction de l'encombrement dentaire (temps de nivellement) ou celui de de la durée globale de traitement (fin de traitement multiattache).

En effet, une certaine confusion de terminologie était retrouvée lors de la consultation des différentes bases bibliographiques ; du fait que le mot « alignement dentaire » était employé pour désigner la fin de la phase d'alignement-nivellement dans certains articles et dans d'autres pour désigner la fin du traitement multiattache.

Dans notre étude, pour palier a cette confusion, il nous a paru judicieux de distinguer entre les deux temps (temps de nivellement - durée globale de traitement) en mesurant dans un premier temps le temps de nivellement $T_1$ puis celui de fin de traitement $T_2$ et ceci aux deux arcades alvéolo-dentaires.

Les résultats de la méta-analyse faite par ***E. AFZAL*** et al.[247] 2020 montrent une différence significative dans le temps d'alignement entre les deux groupes, groupe de traitement accéléré

(expérimental) et le groupe de traitement conventionnel (contrôle). Les niveaux de douleur sont également perçus par aux deux groupes avec une différence insignifiante selon la méta-analyse.[247], les résultats de l'étude sont présentés dans le tableau (TABLEAU. XXXVIII). De faibles preuves suggèrent qu'il n'y a pas d'effets négatifs sur la santé parodontale et de résorptions radiculaires après piézocision- chirurgie corticale [247].

- **La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement entre les deux groupes d'étude :**

Les résultats de notre étude démontre un temps de traitement global dans le groupe de traitement accéléré (expérimental) est de 12.81 ± 5.30 mois contre 18.89 ± 4.97 mois dans le groupe de traitement conventionnel (control); avec une différence statistiquement hautement significative $p < 10^{-3}$ Ces observations sont comparables a ceux des différentes études effectuées dans le monde [228].

En 2007, dans une étude rétrospective sur 145 patients, ***FERNANDES*** et ***MASCARANHAS*** en 2007 en Espagne ; cité par ***MERTENS BRENDA*** en 2017 (revue d'orthodontie française) ont montré un temps de traitement significativement plus court chez les patients traités avec corticotomies alvéolaires (7,6 ± 2,5 mois) par rapport à ceux bénéficiant d'un traitement conventionnel (23,7 ± 7,2 mois) (TABLEAU. XXXIX).

Dans une revue systématique publiée en 2014 par ***HOOGEVEEN***[248], et al.[248] se sont intéressés à 18 articles, des essais cliniques et des rapports de cas de plus de cinq sujets : toutes les publications rapportaient une accélération temporaire du déplacement dentaire après chirurgie. Les résultats sont similaires, tous semblent aller dans le sens d'une accélération du traitement orthodontique chez l'homme grâce aux corticotomies ; cependant, peu d'études ont recouru à des groupes contrôles ayant été traités par un traitement orthodontique conventionnel. Le niveau de preuve supportant que le recours aux corticotomies réduit significativement le temps de traitement est donc limité.

***CHARAVET***[60] au Belgique en 2016, retrouve une durée globale de traitement de 44.7 semaines Soit 10 mois dans le groupe de traitement accéléré contre 77.7 soit 17.26 mois dans le groupe de traitement conventionnel avec un gain de (43 % confirmé par un $p<10^{-3}$).

***JULIEN STRIPPOLI*** [230] en 2019 au Canada retrouve une durée totale du traitement de 14,1 mois dans le groupe de traitement accéléré contre 29,9 mois dans le groupe de traitement conventionnel avec un gain de (53% confirmé par un p<0,0001).

Toutefois, les données de la littérature rapportent des résultats de moyenne durée globale de traitement trés divergents (TABLEAU. XXXIX) cela peut etre expliquer par la nature de l'acte chirurgicale qui peut varier selon la technique adoptée : une corticotomie alvéolaire classique au disque ou à la fraise, une piézotomie alvéolaire aux ultrasons ou encore une piézo-corticision alvéolaire avec un accés trans-muqueux et finalement les MOPs.

En fonction des paramètres à considérés à sa voir, la phase de traitement à accélérée (phase de nivellement ou phase de rétraction d'une canine ou la rétraction d'une prémolaire) ; le type de la malocclusions corrigée (DDM adulte en classe I, le traitement d'une classe II squelettique, la correction d'une béance, la désinclusion d'une dent ou la correction d'une classe III squelettique…etc).

Prenons l'exemple de ***HAJJI*** [225] dans sa thèse en 2000, il trouve un temps de traitement de 6,1 mois pour des cas d'encombrements mandibulaires traités avec corticotomies classiques sans extractions dentaires (traitement accéléré) et de 18,7 mois pour le groupe de traitement conventionnel traité sans extractions dentaires et 26,6 mois pour le groupe de traitement conventionnel traité avec extractions dentaires (TABLEAU XXXIX).

***SHOREIBAH*** en Egypte en 2012, dans son étude a réalisé des corticotomies alvéolaires classiques en inter-dentaires pour la correction d'un encombrement dentaire modéré à l'arcade inférieure, la durée de correction était calculée en semaines et la durée globale de traitement trouvée dans son étude était de 17 semaines pour le groupe de traitement accéléré contre 49 semaines pour le groupe de traitement conventionnel avec un gain de (64 % de gain confirmé par un $p<0,05$).

**Tableau XXXIX :** Comparaison de la durée globale de traitement assisté par piézocision de notre étude (en rose) et de la littérature. NR, pas signalé ; ET, écart type (en vert : corticotomie classique, en blanc : corticotomie par piézocision).

| Auteur-Pays Année | Age moyen | Type de chirurgie | Durée globale de traitement (Mois) | | Gain | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Traitement conventionnel | Traitement accéléré | | |
| ***HAJJI*** [172, 225] Egypte - 2000 | NR | Corticotomie classique | 18,7 mois | 6,1 mois | - | - |
| ***FERNANDES*** [249] 2007 | NR | Piézocision | 23.7 ± 7.2 | 7.6 ± 2.5 | 67.93% | - |
| ***DIBART*** [48] USA- 2009 | 27,5 ans | Piézocision | 8 mois et 1 semaine | - | - | - |
| ***KESER***[202]- Turquie 2011 | 28 ans | Piézocision | 18 semaines | - | - | - |
| ***SHOREIBAH***[72] Égypte - 2012 | Adulte | Corticotomie classique | 49 semaines | 17.5 semaines | 64 % | 0.05 |
| ***MEHR*** [57]- USA 2013 | 29 ans | Piézocision | 3 mois | - | - | - |
| ***SEBAOUN*** [45]- USA 2011 | NR | Piézocision | 6 mois 3 semaines | - | 4×plus rapide | - |
| ***CHARAVET*** [60]Belgique -2016 | 30,5 ans | Piézocision | 77.7 (17.26 mois) | 44.7 semaines (10 mois) | 43 % | $10^{-3}$ |
| ***J. STRIPPOLI*** [230] Canada-2019 | 28 (35-18) | Piézocision | 29,9 mois | 14,1 mois | 53 % | <0,0001 |
| ***GIBREAL*** [70] -Syrie 2019 | 21.27 | Piézocision | 131.4 ± 38.5 | 53.5 ± 12.5 | 59 % | < 0.0001 |
| **Notre étude** Algérie-2021 | 21.91 ± 5.6 ans | Piézocision | 18.89 ±4.9mois | 12.81 ± 5.3 mois | 32 % | $10^{-3}$ |

Compte tenu de la réduction de la durée globale du traitement, ***O. GIBREAL*** et al., en 2019 [70] ont signalé la valeur la plus élevée d'environ 59% de diminution la durée globale de

traitement, [230] ceci peut être dû à l'utilisation des brackets autoligaturants en association du traitement accéléré.[60, 65].

***FISHER*** [168] observe un gain de temps de 28 à 33% lors de la mise en place de canines incluses en position palatines. ***ALIKHANI*** et al. 2013[56] ; ***BUSCHANG*** et al. 2012 [46] rapportent que l'influence de la piézocision sur le traitement est réelle et bien présente en ce qui concerne la réduction du temps de traitement globale.

Dans l'étude réalisée par ***BALOUL***, et al [201] suivant le principe de l'« evidence-based-medecine ». elle apporte la preuve scientifique du rôle des cellules ostéoblastiques et ostéoclastiques dans l'augmentation du mouvement dentaire suite aux corticotomies chez le rat [38].

Toutes les publications relatives au traitement accéléré, rapportent une accélération temporaire du déplacement dentaire après chirurgie [35] ***MEZARI. A*** en 2016 ; ***KRISHNAN*** [239], ***CHARAVET*** [245] en 2019, ***URIBE***[148] en 2017, ***AZEEM*** [232] en 2018, ***GIBREAL*** en 2019 et bien d'autres représenté dans le tableau suivant (TABLEAU XXXVII) :

La corticotomie par piézo-cision alvéolaire réduit tout autant la phase de hyalinisation qui freine le déplacement dentaire que la corticotomie conventionnelle, avec la différence qu'elle s'exécute de meilleur gré, allégeant l'opération et les suites opératoires. Elle présente aussi des avantages qui pourraient conduire à une plus grande acceptation des corticotomies, et offre ainsi, une possibilité pratique de réduction du temps de traitement orthodontique [35] diminue le risque de résorption radiculaire et améliore l'ancrage molaire. De plus, elle présente une bonne tolérance parodontale [42].

- **Le rôle de la PRF dans l'accélération du mouvement dentaire chez le groupe de traitement accéléré**

***TS ZEITOUNLOUIAN*** [250] en 2021 a étudié le rôle de la fibrine riche en plaquettes (PRF) dans l'accélération du mouvement dentaire orthodontique. Il a conclu que le taux de rétraction canine suite à l'injection PRF n'était pas statistiquement significative plus élevé du côté expérimental que du côté contrôle, sauf au deuxième mois (T2). Ce taux apparemment transitoire de mouvement dentaire indique que des injections répétées pourraient être nécessaires pour des effets durables, une prémisse méritant une recherche plus ciblée.

- **La fréquence des RDV entre les deux groupes d'étude :**

Il est à noter que lors de la programmation des RDV ; les patients des deux groupes n'ont pas été vus à la même fréquence. Toutes les 4 à 6 semaines environ pour le groupe de traitement conventionnel (contrôle) tandis que dans le groupe de traitement accéléré (expérimental) ils étaient vus toutes les 2 à 3 semaines.

Cette différence est due à la nature du traitement propre à chaque technique qui impose des visites espacées pour le groupe de traitement conventionnel (01) pour permettre au turn-over cellulaire de se produire, et tous les 15 jours dans le groupe de traitement accéléré (02) afin de profiter au maximum de la fenêtre thérapeutique. Ce qui explique la réduction de la

durée du traitement de 50% à l'arcade supérieure et de 43% à l'arcade inférieure lors de la phase d'alignement -nivellement. Toutefois, malgré la baisse du niveau de RAP et le retour à la situation initiale ; la réduction de la durée globale de traitement a touché les 32% dans le groupe expérimental, cela peut être dû à la fréquence des RDV entre les deux protocoles.

En effet ; on peut dire que ce n'est probablement pas les dents qui se sont déplacées plus rapidement à la fin du traitement mais plutôt la fréquence plus rapprochée des rendez-vous lors de la finition du groupe de traitement accéléré (2) qui a permis d'accélérer encore le traitement.

Cette fréquence de rendez-vous pourrait expliquer pourquoi ***CHARAVET(60)*** et al en 2016 ont constaté une diminution de 43% du temps de traitement entre les deux groupes (conventionnel et accéléré).

Des travaux devraient être menés pour déterminer si les patients ne devraient pas être vus de manière plus rapprochée et ceci même pour les traitements orthodontiques conventionnel.

- **Les complications survenues chez les deux groupes d'étude :**

La douleur et la mobilité dentaire sont les principales doléances évoquées par les patients des deux groupes avec des fréquences respectives de 56.7% conventionnel, 44.4% accéléré pour la douleur et 28.3%, 27.8% pour la mobilité dentaire, suivie de la sensibilité dentaire à 15%, 16.7%. Cela confirme l'innocuité de la chirurgie et la comparabilité des doléances dans les deux groupes d'étude (conventionnel et accéléré).

En plus de ces trois complications les patients du groupe de traitement accéléré, ont évoqué d'autres doléances mais qui restent très rares à savoir un œdème post opératoire à 6.9% , suivi de l'hémorragie dans 1.4% des cas (soit un seul patient), hématome et fusion de produit de comblement dans 1.4% des cas pour chacun soit également (un seul patient) ; par contre chez aucun patient du groupe de traitement accéléré n'a été signalé des cicatrices post-chirurgicales type chéloïdes cela peut être expliqué du fait de l'utilisation de la PRF lors de la chirurgie qui accélère et améliore le phénomène de cicatrisation.

La nature moins invasive de la piézocision ne pose pas de séquelles défavorables sur le parodonte. Ceci est en accord avec les résultats des études inscrites dans une revue systématique publiée en 2020 par ***AFZAL E*** et al. [65, 230, 245].

***J. STRIPPOLI*** et al.[230] et ***CHARAVET*** et al., [245] rapportent la présence de cicatrices gingivales chez 50% des patients au site de piézocision. Par contre dans notre étude, nous n'avons signalé aucune trace de cicatrice post-chirurgicale de type chéloïde ou autres.

Nos résultats spectaculaires sont expliqués par la nature du protocole opératoire ou une PRF était administrée aux patients lors de la chirurgie parodontale connue par ses vertus sur la cicatrisation gingivale ; on peut également penser à la nature du parodonte des patients.

- **Niveau de douleur ressentie chez les deux groupes d'étude :**

Dans notre étude, la majorité des patients ont rapporté un niveau de douleur modérée à faible et temporaire au cours de la première semaine post-chirurgicale alors que, le type de

douleur ressentie par les patients lors de la prise en charge orthodontique était majoritairement modérée chez les deux groupes d'étude avec des fréquences respectives de 47.4% groupe de traitement conventionnel (1), et 54.5% groupe de traitement accéléré (2).

Les patients du groupe de traitement accéléré ont rapporté que la douleur de l'acte chirurgical était comparable à celles des activations orthodontiques effectuées avant la chirurgie et moindre a celle d'une extraction dentaire ; et que 21.2% ont rapporté que les douleurs étaient sévères concernant le traitement orthodontique en général.

Nos résultats ont montré des niveaux de douleur inférieurs à ceux recensés par ***CHARAVET*** et al.[245] en 2016 (VAS = 6 ± 1,9 / 10). Cette différence s'explique probablement par le fait que nous avons prescrit des analgésiques immédiatement après la chirurgie, alors que ***CHARAVET*** [245] et al. (2016) invitaient les patients à prendre des analgésiques seulement si nécessaires. Cela pourrait également expliquer pourquoi le niveau de douleur décrit dans la littérature pour les traitements orthodontiques conventionnels est également plus élevé (EVA = 3 à 5 / 10)

Les résultats d'étude de ***CHARAVET*** [245] et al., révèlent des différences significatives dans l'évaluation de la douleur par rapport à d'autres études. L'explication possible pourrait être due à la variation d'outil chirurgical utilisé lors de la chirurgie de corticotomie alvéoalire (disque à os ou fraise à os).

***O.GIBREAL*** et coll.[70] en 2019 et ***R. MEHR*** et al. [57] en 2013 dans leurs études ont utilisé une micro-scie piézo-chirurgicale avec pointe de coupe BS1 avec l'avantage d'une morbidité moindre et d'un meilleur contrôle permettant une guérison plus rapide et un niveau de douleur insignifiant. Quant à la méta-analyse, elle était appliquée aux études éligibles pour évaluer la douleur, elle n'a pas réussi à établir de différences significatives entre les groupes de traitement conventionnel et accéléré.

- **La profondeur des traits de piézocision chez le groupe de traitement accéléré**

La profondeur de pénétration décrite dans notre étude est de 2 à 3 mm avec une longueur de 3 à 4 mm dans l'os cortical, susceptible d'impliquer l'os trabéculaire. Nos résultats d'accélération dentaire étaient hautement significative et comparable à ceux d'***URIBE*** [148] et al. et de ***R. MEHR*** [57] aux USA, cela peut être du à la similitude de la technique de piézocision utilisée.

- **La comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon les moyens thérapeutiques utilisés pour corriger la DDM.**

La comparaison de moyennes de durée globale de traitement entre les deux les deux groupes d'étude montre que la différence est statistiquement significative entre les différents moyens thérapeutiques utilisés pour corriger la DDM antérieure à savoir le meulage amélaire interproximal (RIP), l'expansion transversale aux arcs de nivellements ou au moyen d'un Quad'hélix, à l'exception des extractions dentaires où la différence de durée globale de traitement était non significative (Tableau XXXX).

Les patients chez qui on n'a pas eu recours à plus d'un moyen thérapeutique pour corriger la DDM, la moyenne de la durée globale de traitement diffère de façon significative selon le

protocole suivi confirmée par un p <0.01, de même pour les cas traités par RIP avec un p < 0.002 ou expansion avec un de p <0.03.

- **Comparaison de la moyenne de durée globale de traitement selon la densité osseuse et la typologie faciale des patients :**

La durée moyenne de traitement est presque la même pour les sujets normo-bite et Open – bite chez les patients des deux groupe conventionnel et accéléré, toutefois, elle se trouve légèrement prolongée chez les sujets deep-bite et ceci pour les deux groupes d'étude.

Des études récentes menées par ***VERNA*** en Suisse [251] en 2021 ; ***MOSTAFA*** en Egypte [252] et al. en 2009 ont montré qu'un traitement orthodontique accéléré par corticotomie alvéolaire est associé au phénomène de PAR dont les principales caractéristiques sont la réduction locale de la densité minérale osseuse et la transformation osseuse activée. Selon ***WILCKO*** [41] et al.2001; ***WANG*** [156] et al. 2009; ***MEDEIROS*** [253] et al.en 2018.

- **Le gain osseux observé chez le sous groupe de 6 patients choisis du groupe de traitement accéléré :**

Afin de pouvoir mettre en évidence un réel gain osseux, il nous a fallu attendre au moins 06 mois à un an post-corticotomie, pour pouvoir objectiver un réel gain osseux ; ce qui nous a été difficile vu que la majorité des patients n'ont pas dépassé les 05 mois post-opératoires.

Il nous a paru judicieux d'effectuer ces mesures chez les patients du groupe de traitement éccéléré et ceci sur le même patient en choisissant deux sites différents (le patient est témoin de lui-même), nous avons choisi les blocs incisivo-cannins (antérieur) comme sites expérimentaux et les blocs prémolo-molaires (postérieurs) comme sites témoins.

Nous avons noté que sur un échantillon de 15 patients dont les cônes beam de début et de fin de traitement était de bonne qualité, seuls 06 patients ont dépassé les 05 mois post-corticomie, une durée jugée acceptable pour effectuer les mesures ; ces mesurés était effectuées à 3 niveaux différents chez le même patient (*voir chapitre méthodologie ; fig. 112)* au minimum 05 mois en post chirurgical.

La comparaison rigoureuse des cône-beam du début et de 05 mois post-opératoire, ont mis en évidence une légère augmentation de l'épaisseur osseuse en faveurs des sites expérimentaux, d'une moyenne approximative de 1.25 mm par dent ; alors qu'au niveau des sites témoins, le gain osseux était très insignifiant de l'ordre de 0.3 mm en moyenne par dent chez uniquement 04 patients sur 06. Par contre, l'épaisseur osseuse s'est vue diminuée approximativement de 0.1 mm chez deux patients sur 06.

Même si les mesures étaient effectuées sur un nombre très réduit de CBCT et sur une durée de moins de 6 mois, nous pouvons dire que nos résultats sont comparables à ceux des études faites auparavant par ***WILCKO*** [52] en 2009, ***SHOREIBAH*** [72] en 2012, ***KIM*** [55] en 2009, ***AHN*** [254] en 2012, ***COSCIA*** [255] en 2013, ***CHARAVET*** [245] en 2019 ainsi que celles de ***ZHIGUI*** [256] en 2018.

L'absence de résultats à long terme sur le gain osseux effectif apporté par les corticotomies alvéolaires associées à un comblement osseux doit inciter à la prudence quant aux conclusions à tirer concernant l'efficacité de cette technique.

Les cas cliniques présentés dans la troisième partie de l'étude (*à partir de la page 174*) évoquent d'éventuelles capacités d'ostéogénèse induite par les corticotomies alvéolaires associée aux greffes osseuses et l'apport osseux induit.

Globalement, les données de la littérature concernant l'évaluation du gain osseux propre à cette technique sont modestes : Une seule étude faite a l'université d'Oxford à Londre publiée par ***A.D. CAMACHO*** en 2014 [257] a comparé les changements du volume osseux après corticotomies avec ou sans comblement osseux. Dans les deux groupes, la densité osseuse avait diminué pendant le traitement puis était restaurée après six mois de consolidation dans le groupe corticotomies seules, et elle avait augmenté de 26 % dans le groupe de corticotomie avec comblement osseux[72].

Dans l'étude de ***H.W. AHN***, et al en 2012 [254] en Corée de Sud, les auteurs ont montré une augmentation de l'épaisseur osseuse vestibulaire en moyenne de 1,6 à 2 mm à la fin de la phase pré-chirurgicale, ainsi qu'une absence de récessions parodontales post-traitement.

Dans l'étude de ***G. COSCIA, V.COSCIA*** et al en 2013[255] en Italie , les auteurs ont rapporté une augmentation significative de l'épaisseur osseuse horizontale vestibulaire en regard des incisives mandibulaires après traitement (augmentation moyenne de 0,2 mm) [255] .

Cependant, ces résultats sont à pondérer du fait de la faiblesse méthodologique observée dans ces études, notamment l'absence de groupe contrôle et l'absence d'évaluation à long terme des effets de la technique. Au total, ces études semblent principalement souligner la conservation du volume osseux lors des mouvements orthodontiques à risque de déhiscences osseuses/fenestrations radiculaires plutôt qu'un réel gain de volume alvéolaire horizontal.

Bien qu'aucunement suffisant pour prétendre un réel gain osseux au niveau des sites expérimentaux à comparer aux sites témoins du même sujet, il soulève la question d'une éventuelle ostéogénèse induite par corticotomies alvéolaires associées aux greffes osseuses. Seules des études prospectives méthodologiquement bien construites permettront d'apporter des éléments et de réponses à cette question avec un niveau de preuve suffisant.

La stabilité du traitement orthodontique suite à une corticotomie associée à une greffe osseuse concomitante reste à prouver. ***WILCKO***(52) , et al. Avancent, en prenant appui sur les travaux de ***ROTHE***, et al. [170] montrant que la finesse alvéolaire est un facteur de risque de récidive, que l'épaississement alvéolaire que permet cette technique augmenterait la stabilité des traitements.

Les résultats de l'étude publié par ***MAKKI*** en 2015 [258] portant sur 121 patients dont 43 traités avec corticotomie et **greffe osseuse** montrent que le ré-encombrement incisif est significativement ralenti chez le patient adulte dix ans après la fin du traitement orthodontique.

Pour ***SEBAOUN,*** et al. [259259], les limites des mouvements dentaires chez l'adulte décrites par ***PROFFIT*** [260] en 2000 sont au moins doublées. Sur la base des données scientifiques disponibles, il n'existe pas de preuve dans la littérature que la greffe osseuse alvéolaire améliore la stabilité du résultat orthodontique ; cependant, la possibilité d'un gain de hauteur de gencive kératinisée[261] et d'une ostéogenèse spontanée [262] ou liée à un apport osseux concomitant, ouvre de nouvelles perspectives de traitement pour les patients présentant un support parodontal réduit. Davantage d'études sont nécessaires pour évaluer rigoureusement et précisément le gain osseux potentiel avec ces techniques, afin d'en améliorer les indications et leur mise en œuvre.

### 8.14.6. Les facteurs décisionnels :

Nous avons abordé dans la première partie de notre travail (*la partie théorique*) les différents facteurs de risque liés à la durée de traitement orthodontique.

Nous avons trouvé dans notre étude, après avoir passé par une analyse uni variée suivie d'une analyse multi variée que le temps de traitement orthodontique est influencé par les facteurs suivants selon leur ordre d'importance : le type protocole choisi ($p < 10^{-3}$), le site de traitement ($p < 0.006$), le motif de consultation ($p < 0.026$), la coïncidence ou non des points interincisifs ($p < 0.11$), le stade de dentition ($p < 0.18$) ; l'âge du patient au début de traitement ($p < 0.20$) et, la typologie faciale ($p < 0.20$) semble être les facteurs déterminants dans l'estimation du temps de nivellement aux deux arcades alvéolo-dentaires.

Pour conclure, on peut dire que dans notre étude, le temps de traitement global était significativement réduit à 32 % dans le groupe piézocision par rapport au groupe de traitement conventionnel. Cependant, l'efficacité du traitement accéléré a été nettement ressentie durant la période d'alignement- nivellement avec un taux de réduction du temps de nivellement de 50% à l'arcade supérieure et de 43% à l'arcade inférieure ; cela peut être expliqué par la fenêtre thérapeutique créée par le phénomène de RAP suite à la décortication alvéolaire; par contre, cette accélération a légèrement diminué lors de la période de travail et de finition ce qui peut être dû au retour à la situation initiale suite à la baisse du niveau de RAP.

De ces variables, une formule de régression multiple prédisant le temps de traitement a été élaborée.

Les patients qui terminent leur traitement dans le temps prédit sont plus satisfaits et donc, plus enclins à référer par la suite. Donc on peut dire qu'une meilleure prédiction du temps de traitement permet une meilleure estimation du prix de traitement pour le patient et la programmation des RDV pour l'orthodontiste. Ceci a aussi l'avantage de permettre une meilleure communication avec le patient et ainsi, d'établir une bonne relation de confiance.

### 8.14.7. Les difficultés et limites de l'étude :

Lors de la réalisation de notre travail, nous avons rencontré de nombreux obstacles et contraintes qu'on a dû assumer, surmonter ou dépasser.

La première contrainte est en rapport avec la difficulté de rassembler la population d'étude globale le choix ciblé de la malocclusion : une DDM modérée à sévère ne dépassant pas 10 mm en denture permanente ainsi qu'un bon état santé général et parodontal, nous a conduit de réaliser notre étude sur l'ensemble des cas présentant une DDM en classe I squelettique même associée aux différentes anomalies alvéolo-dentaires des trois sens afin d'atteindre le nombre de sujets nécessaire, ce qui explique la durée de recrutement et de tri d'une année.

Toutefois, il nous a été difficile d'exclure les patients présentant une à deux dents manquantes vu qu'à cet âge la plupart des patients consultant présentent au moins une à deux dents permanentes manquantes suite aux processus carieux ; ou extractions anarchiques.

La deuxième contrainte est liée à la survenue de la crise sanitaire Covid-19 en plein période de prise en charge des patients, ce qui a occasionné un peu de retard lors de la programmation de l'acte chirurgical de certains patients ; de plus la perturbation de certaines séances cliniques des patients suivis durant cette période ce qui explique les résultats un peu prolongés dans notre étude par rapport aux autres.

D'autre part, nous avons perdu quelques patients en raison de leurs refus de signer le consentement éclairé, alors que certains patients du groupe expérimental ont montré leur méfiance et leur réticence vis-à-vis l'acte chirurgical en général.

La technique ortho-chirurgicale de piézocision, nécessitait des visites post-opératoires toutes les deux à trois semaines, il nous a paru primordial d'évaluer la motivation personnelle de chaque patient et son degré de coopération avant de se lancer dans le traitement orthodontique.

Lors de l'exploitation des clichés CBCT, nous étions confrontés aux problèmes de défaut prise de radiographies surtout ceux du début de traitement et c'était impossible de les reprendre vu que la majorité des patients était déjà en cours de traitements orthodontiques.

Par ailleurs, afin de pouvoir mettre en évidence le gain osseux, il est préférable d'attendre au minimum 06 mois à 01 an post-corticotomie, pour pouvoir objectiver un réel gain osseux ; ce qui nous a été difficile vu que la majorité des patients n'ont pas dépassé les 05 mois post-opératoires au moment de l'étude des clichés CBCT.

# LA TROISIEME PARTIE : PRESENTATION DES CAS CLINIQUES

## 9.1. Présentation des Cas Cliniques pris en charge dans le cadre du traitement orthodontique accéléré

La troisième partie de notre travail consiste a illustré nos propos par des cas cliniques pris en charge dans le cadre de cette étude.

**NB://** Nous allons présentés uniquement les photos d'un seul acte chirurgical même si le patient a fait deux intrevations chirurgicales aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure.

### 9.1.1. Cas clinique N° 1

Le patient N. M agé de 25 ans habite à Oran, consulte durant la 2ème période de tri, ainsi il a été orienté vers le groupe de traitement accéléré, le patient présente un fort encombrement dentaire entraînant un sourire inesthétique. Il ne présente aucun antécédents médico-chirurgicaux pouvant contre indiquer l'acte chirurgical. L'examen extra-oral de face et de profil (Fig. 124) montre une symétrie faciale conservée, ainsi qu'une bonne proportion des étages verticaux de la face. Au niveau des tissus mous, le patient présente une bonne harmonie faciale.

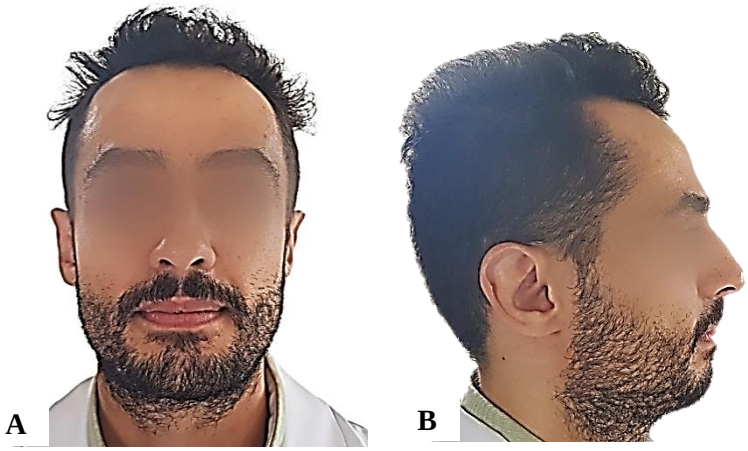



**Figure 124 :** Photographie du patient **N.M**, **A** : photo de face/ **B** : photo de profil
Service d'ODF –CHU-ORAN.

**A l'examen intra-oral** (Fig.126), le patient ne présente ni caries, ni problèmes parodontaux, mais il présente des dépôts calciques au niveau du bloc incisif inférieur du côté buccal et des infiltrations des sillons molaires. Les arcades alvéolo-dentaires ont une forme en U au maxillaire et en lyre à la mandibule (Fig. 126), avec un encombrement dentaire de -8 mm au maxillaire et de -8mm à la mandibule. Du point de vue dentaire (Fig. 125), il présente une classe II canine côté droit et classe I canine côté gauche avec déviation des PII supérieur et inférieure côté gauche. L'over-jet est de 3 mm et l'over-bite de 3mm de couverture des incisives inférieur, la 22 est en rotation axiale mésio-vestibulaire. Pour des raisons professionnelles, il opte pour le traitement orthodontique accéléré.

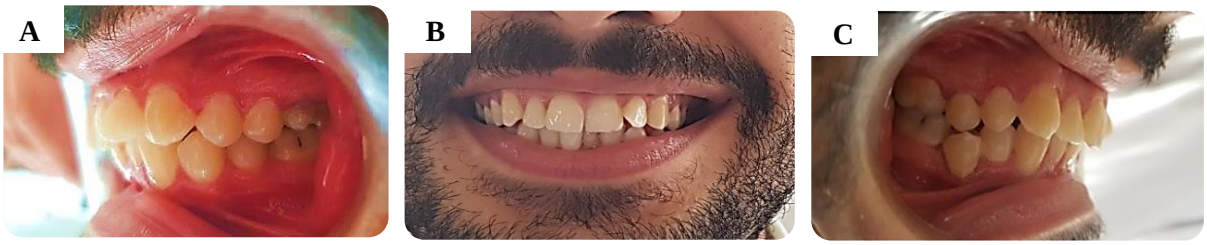



**Figure 125 :** Rapports occlusaux du patient **N.M** : Situation du début de traitement (**A** : occlusion secteurs latéraux côté gauche / **B** : occlusion vue de face / **C** : rapport d'occlusion secteurs latéraux côté droit (Service - ODF –CHU-ORAN).

A l'étude des photos bouche ouvertes (Fig. 123), on note une hygiène bucco-dentaire moyenne, avec présence de tartre au niveau du secteur incisif mandibulaire (Fig. 126-B).

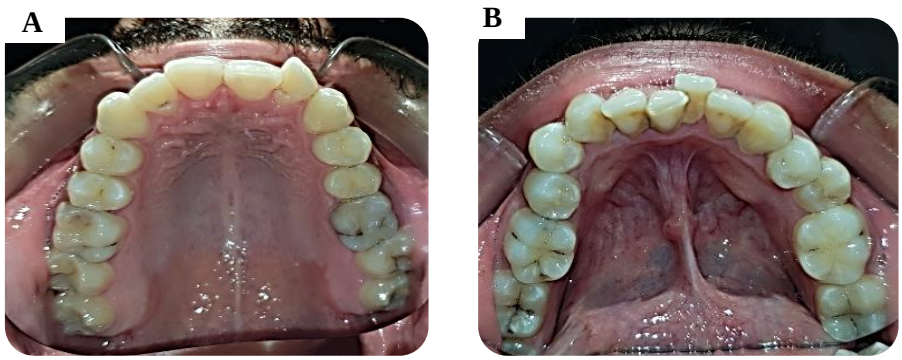



**Figure 126 :** Photographie des arcades maxillaire et mandibulaire en vue occlusale du patient **N.M** (Service d'ODF –CHU-ORAN).



**Figure 127 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion du patient **N.M (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Tableau XL :** Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement du patient **N.M (**Service d'ODF –CHU-ORAN-2018/2021).

| Analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| SNA | 82°± 2° | 82° | Position moyenne du maxillaire / base du crâne |
| SNB | 78°± 2° | 80° | Position moyenne de la mandibule / base du crâne |
| ANB | 2°±2° | 2° | Classe I squelettique de Ballard |
| A-T de Château | 46 mm | 45mm | Longueur moyenne du maxillaire |
| Xi-Pm | 61-67mm | 61mm | Longueur moyenne de la mandibule |
| Axe Y de Brodie | 59° | 59° | Direction de croissance faciale moyenne |
| Axe Facial de Ricketts | 90°±3° | 91° | Direction de croissance faciale moyenne |
| FMA | 25°±3° | 21° | Direction de croissance mandibulaire antérieure |
| I/F | 107°±2° | 107° | Normo-position des incisives supérieures |
| i/m | 90°±2° | 92° | Normo-position des incisives inférieures |

A l'issu de l'examen clinique et des examens complémentaires,

### .1.1. Le diagnostic positif

Le diagnostic posé est synthétisé comme suit : Il s'agit d'une classe I squelettique selon Ballard avec une typologie faciale normo-bite, la direction de croissance mandibulaire et faciale est moyenne, pour les anomalies associées on note une biproalvéolie et une DDM bimaxillaire par macrodontie relative.

### .1.2. Les objectifs de traitement

- **Esthétique**
  - Corriger la version vestibulaire des deux blocs incisifs maxillaire et mandibulaire
  - Corriger la DDM et Obtenir des points de contacts entre les dents aux deux arcades alvéolo-dentaires.
- **Occlusaux :**
  - Obtenir un surplomb et recouvrement satisfaisant
  - Obtenir la coïncidence des points interincisifs
  - Obtenir des classe I canines et molaires d'Angle.

### .1.3. Principe thérapeutique

Pour aboutir à ces objectifs nous avons opté pour une thérapeutique fixe multiattache orthodontico-chirurgicale non expractionnelle accélérétrice assistée par piézo-corticision alvéolaire au siège de la DDM aux deux blocs antérieurs supérieurs et inférieurs . L'espace nécessaire au nivellemnt sera créé par une RIP (Réduction amélaire inter-proximale) et l'expansion favorisée par la chirurgie et l'utilisation des arcs de nivellement.

### .1.4. Les phases du traitement :

#### .1.4.1. La phase orthodontique pré-chirurgicale : Mise en place des multi-attaches orthodontique




**Figure 128 :** Phase orthodontique pré-chirurgicale du patient **N.M** ; **A** : Le collage des multiattaches orthodobtiques aux deux arcades alvéolo-dentaires ; **B-C** : mise en place d'un arc NiTi 0.012″ et début de la première activation pré-chirurgicale (Service d'ODF –CHU-ORAN).

Le début de la phase orthodontique pré-chirurgicale avec collage des bracketts aux deux arcades alvéolo-dentaires avec la mise en place du premier fil de nivellement 0.012″ (Fig.128).

### .1.4.2. La phase chirurgicale : la préparation du PRF :

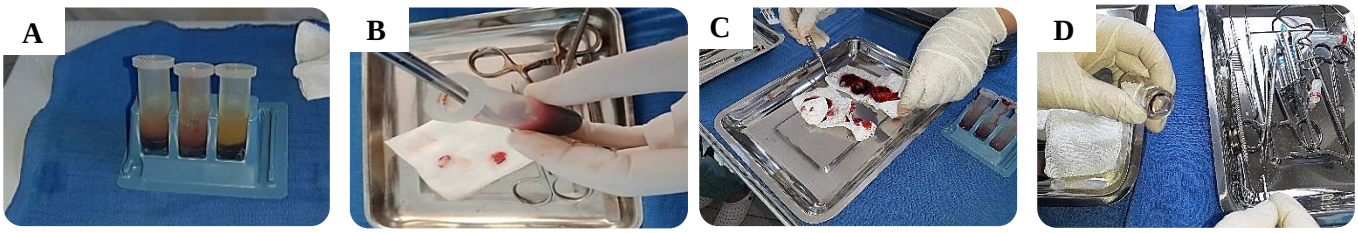



**Figure 129 :** La préparation à la chirurgie de piézotomie alvéolaire du patient **N.M** : **A :** Les tubes après centrifugation du sang total pour la préparation de la PRF ; **B :** la récupération du caillot de PRF (Plasma riche en fibrine) ; **C** : la compression du caillot de PRF pour la récupération de la membrane de PRF ; **D** : Produit de comblement : greffe osseuse type « hydroxyapatite tri calcium phosphate » Klipdent ® (Service de Parodontologie CHU-ORAN).

Avant la chirurgie de décortication, l PRF est préparé. Dans des tubes secs de 10 ml, on prélève du sang veineux sans anticoagulant ou gélifiant dans des conditions d'asepsies optimales. Une fois le sang recueilli, il est immédiatement centrifugé à 3000 tours/min pendant 10 min. Le caillot de PRF obtenu est extrait du tube à l'aide d'une précelle stérile (Fig. 129-B) et est séparé du culot d'hématies, en dessous de l'interface par effleurement d'une lame de bistouri ou d'une paire de ciseaux.

### .1.4.3. La phase chirurgicale de piézo-corticision réalisée à l'arcade inférieure

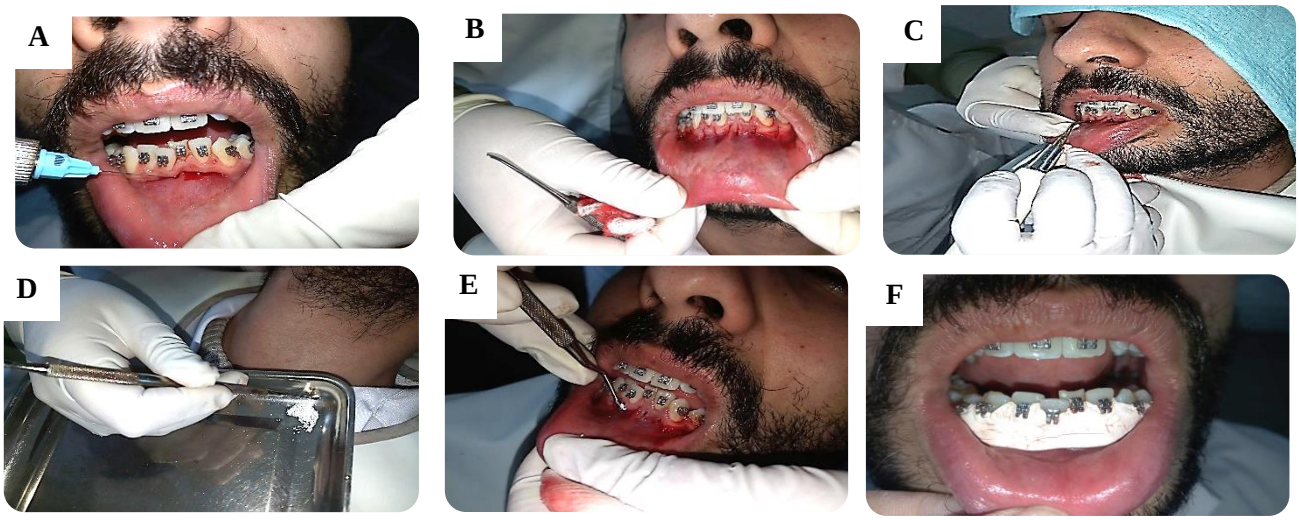



**Figure 130** : La réalisation d'une piézotomie alvéoliare à l'arcade inférieure pour le patient **N. M** ; **(A** Anesthésie loco-régionale ; **B** : incisions verticales **C** : décortication alvéolaire en inter dentaire au moyen d'un piézotome au siège de la DDM inférieure ; **D** : produit de comblement ; **E** : mise en place de produit de comblement, **F** : Protection des sites opérés au moyen d'un pansement parodontal. (Service de Parodontologie - CHU-ORAN).

### .1.4.4. Mesures de la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre le début et à 5 mois post-chirurgical aux deux sites opérés et non opérés à l'aracde inférieure du patient N.M :

Nous avons tenter de mettre en évidence la possibilité de gain osseux suit aux chirurgies de piézotomies alvéolaires associées aux greffes osseuses adoptées lors de notre protocole de traitement accéléré. Pour faire, nous avons mesuré la différence d'épaisseur osseuse entre le début de traitemnt et à 5 mois post-chirurgical dans un premier temps aux deux sites opérés et non opérés de la même arcade.

Après, nous avons comparé cette différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et non opérés de la même arcade. Cette comparaison va mettre en évidence le gain osseux possible suite à la piézotomie alvéolaire. Ainsi nous pouvons confirmer la possibilité d'ostéogénèse induite suite à la chirurgie accélérétrice de piézo-corticision alvéolaire associées aux greffes osseuses.

Les résultas de mesures sont présentés dans les tableaux suivants : (TABLEAU XLI, TABLEAU XLII, TABLEAU XLIII, TABLEAU XLIV ) :

- ✓ **Sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux)** : Distal de la 43, Distal de la 42 ; Distal de la 41 ; Distal de la 31 ; Distal de la 32 ; Distal de la 33. (Fig. 131-132).

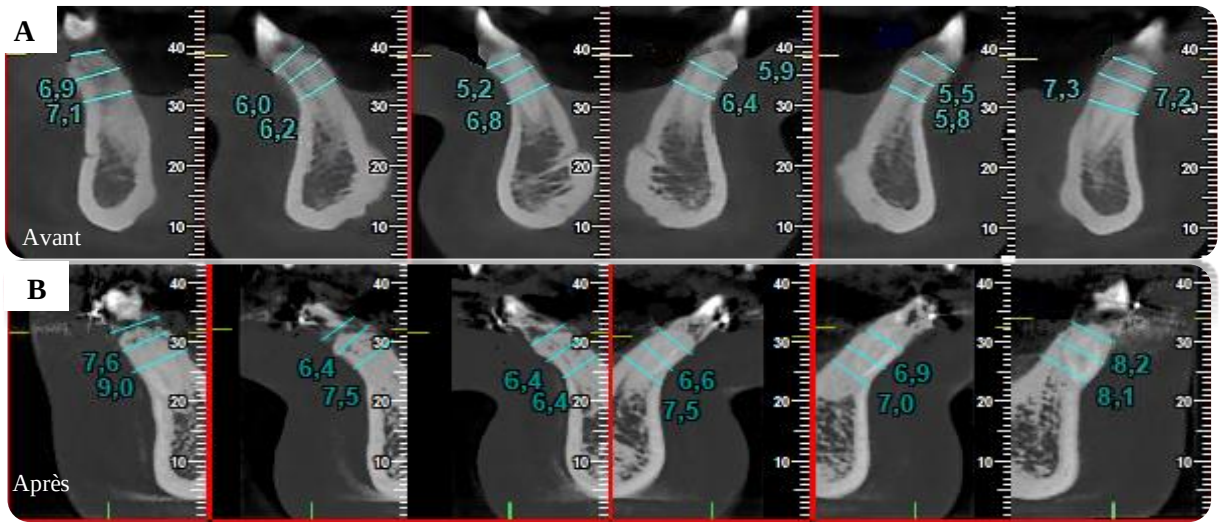



**Figure 131 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) au niveau des sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade inférieure du patient **N.M.** (**A** : mesures effectuées avant traitement orthodontique / **B** : mesures effectuées après 05 mois post-chirurgical). (Service d'ODF -CHU- ORAN).

**Tableau XLI :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade inférieure du patient **N.M** (Service d'ODF au CHU d'ORAN).

| Mesure de l'os alvéolaire (mm) | Distal 43 | | Distal 42 | | Distal 41 | | Distal 31 | | Distal 32 | | Distal 33 | | Somme d'épaisseurs osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 6.9 | 7.1 | 6 | 6.2 | 5.2 | 6.8 | 5.9 | 6.4 | 5.5 | 5.8 | 7.2 | 7.3 | **76.3** |
| **Après** | 7.6 | 9.0 | 6.4 | 7.5 | 6.4 | 6.4 | 6.6 | 7.5 | 6.9 | 7 | 8.2 | 8.1 | **87.6** |
| **La différence d'épaisseurs osseuse** | 0.7 | 1.9 | 0.4 | 1.3 | 1.2 | -0.4 | 0.7 | 1.1 | 1.4 | 1.2 | 1 | 0.8 | **+11.3** |

- ✓ **Sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins)**: Distal de la 44 ; Distal de la 45 ; Distal 46 ; Distal 34 ; Distal 35 ; Distal 36.

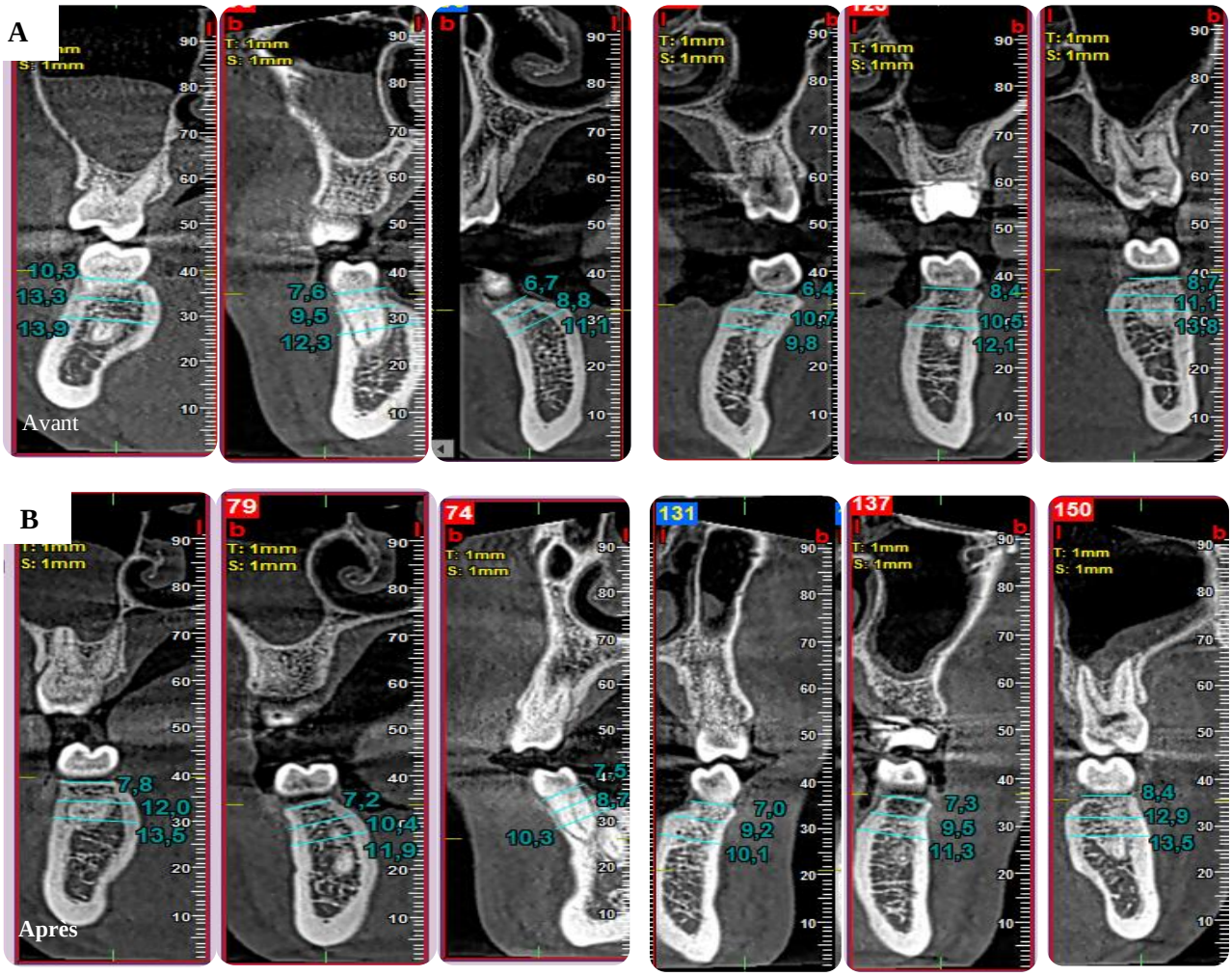



**Figure 132 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) au niveau des sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'rcade inférieure du patient **N.M** (**A** : mesures effectuées avant traitement orthodontique / **B** : mesures effectuées après 05 mois post-chirurgical) (Service d'ODF -CHU -ORAN).

**Tableau XLII** : Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade inférieure du patient **N.M** (Service d'ODF au CHU d'ORAN).

| Mesure de l'os alvéolaire (mm) | Distal de la 46 | | Distal de la 45 | | Distal de la 44 | | Distal de la 34 | | Distal de la 35 | | Distal de la 36 | | Somme d'épais seurs osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 13.3 | 13.9 | 9.5 | 12.3 | 8.8 | 11.1 | 10.7 | 9.8 | 10.5 | 12.1 | 11.1 | 13.8 | **136.9** |
| **Après** | 12.0 | 13.5 | 10.4 | 11.9 | 8.7 | 10.3 | 9.2 | 10.1 | 9.5 | 11.3 | 12.9 | 13.5 | **133.3** |
| **Différence d'épaisseur osseuse.** | -1.3 | -0.4 | +0.9 | -0.4 | -0.1 | -0.8 | -1.5 | +0.3 | -1 | -0.8 | +1.8 | -0.3 | **-3.6** |

### .1.4.4.1. Comparer la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre les sites opérés et les sites non opérés sur la même arcade:

**Tableau XLIII** : La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical aux sites opérés du patient **N. M :**

| **Patient N. M** | | 31 | 32 | 33 | 41 | 42 | 43 | Σ Gain (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites expérimentaux** | Mesures aux sites A (mm) | +0.7 | +1.4 | +1 | +1.2 | +0.4 | +0.7 | + 5.4 |
| | Mesures aux sites B (mm) | +1.1 | +1.2 | +0.8 | -0.4 | +1.3 | +1.9 | +5.9 |

**Tableau XLIV** : La comparaison de la différence d'épaisseursd'os alvéolaire avant et à 5 mois post-chirurgical aux sites non opérés (témoins) du patient **N. M** :

| **Patient N. M** | | 46 | 45 | 44 | 34 | 35 | 36 | Σ Gain (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites témoins** | Mesures aux sites A (mm) | -1.3 | +0.9 | -0.1 | -1.5 | -1 | +1.8 | -1.2 |
| | Mesures aux sites B (mm) | -0.4 | -0.4 | -0.8 | +0.3 | -0.8 | -0.3 | -2.4 |

**Interprétation :** D'après les résultas de mesures d'épaisseur osseuse à l'arcade inférieure aux deux sites opérés et non opérés sur des coupes coronales obliques ; les tableaux de mesures pré et post- chirurgicales, objective une légère augmentation de l'épaisseur de support osseux alvéolaire après traitement accéléré aux sites opérés bénéficiants d'une greffe osseuse à une moyenne approximative de 1.8 mm par dent, alors qu'aux niveaux des sites postérieure de la même arcade, on objective une légère diminution du support osseux en fin de traitement.

### .1.4.4.2. Reconstitution 3D CBCT de fin de traitement :

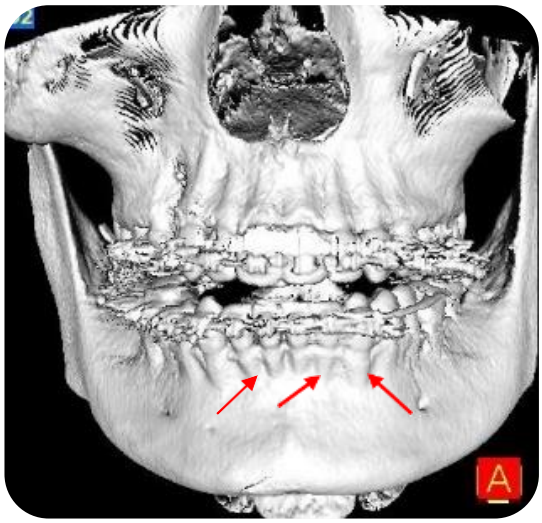



**Figure 133 :** Image CBCT de fin de traitement : Reconstitution 3D en vue frontale visualise l'amélioration du support osseux au niveau du bloc antérieur inférieur après piézocorticision du patient **N.M** flèches rouges (Service d'ODF -CHU -ORAN).

### .1.4.5. Résultats de fin de traitement




**Figure 134** : Fin de traitement : Arcade maxillaire et mandibulaire en vue occlusale ; **A** : rétablissement de l'alignement des deux arcades alvéolo-dentaires, **B** : Mise en place d'une contention maxillaire collée 3-3 ; **C** : mise en place d'une une contention linguale collée 3-3, (Service d'ODF CHU-ORAN).



**Figure 135 :** Photographie de face : Situation clinique de fin de traitement du patient **N.M (**Service d'ODF –CHU-ORAN-2018/2021).




**Figure 136** : Comparaison de sourire du patient **N.M** entre le début et la fin du traitement. **A** : photo de sourire du patent au début de traitement / **B** : photo de sourire de patient en fin de traitement. **(**Service d'ODF –CHU-ORAN).

1. Le temps de nivellement à l'arcade supérieure= 107 jours
2. Le temps de nivellement à l'arcade inférieure=128 jours
3. La durée globale de traitement = 07 mois.

## 9.1.2. Cas clinique N°2

La patiente **M.S** âgée de 25 ans réside à Relizane a consulté également durant la 2ème période de tri, ainsi, elle a été orienté vers le groupe de traitement accéléré. Le motif de sa consultation est esthetique, la patiente trouve son sourire « disgracieux » ce qui lui constitu un obstacle réel, elle souhaite corriger son sourire sans sacrifices dentaires.




**Figure 137 :** Photographie de face de la patiente **M.S** au début de traitement (**A**) ; photo de face (**B**) photo de profil (Service d'ODF –CHU-ORAN).

A l'étude de la photo de face (Fig.137-A), on note une symétrie du visage par rapport à la ligne sagittale médiane confirmée par le parallélisme des trois lignes ophriaque, bi pupillaire et bi commissurale ; de profil (Fig. 137-B) ; la patiente présente parfait équilibre entre dépression et saillit donnant un profil rectiligne selon Ricketts et ortho-frontal selon Izard.



**Figure 138 :** Situation du début de traitement **:** Rapport occlusaux en vue de face de la patiente **M.S** (Service d'ODF - CHU-ORAN).

A l'étude de la photo bouche ¾ ouverte (Fig.138) on note une hygiène bucco-dentaire satisfaisante, avec une légère déviation du PPI supérieur du côté gauche, un encombrement dentaire antérieure bien marqué avec chevauchement de la 11, 12, 21,22. et ectopie de la 23 ;33, 43.

**Agencement intra et inter -arcade :**

L'arcade supérieure est en forme de U ; La DDM a l'arcade supérieure est chiffrée à -8mm et a l'arcade inférieure de -7mm entrainant des rotations axiales au niveau des incisives latérales (12-22) et une ectopie au niveau des canines (23-33-43). Du point de vue occlusal les canines sont en classe I d'Angle droite et gauche ; ainsi que les molaires. L'over-jet est de 4 à 5 mm et l'over-bite de 2 à 3 mm.

**Image CBCT : Vue Panoramique en 2D des deux arcades alvéolo-dentaire de début de traitement :**

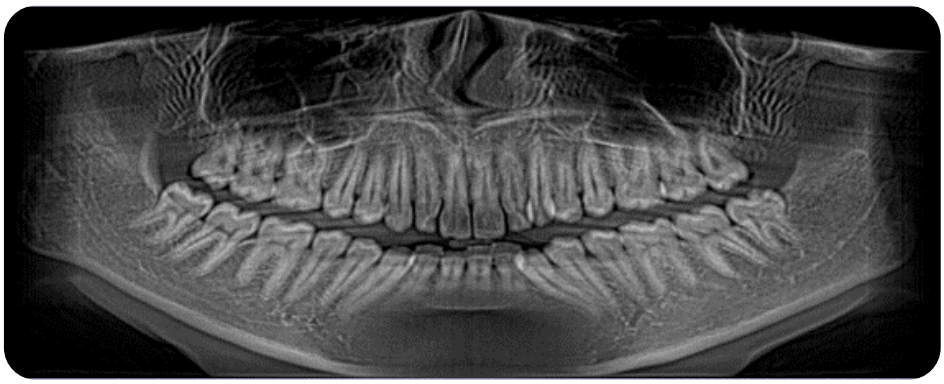


**Figure 139 :** Radiographie panoramique dentaire du début de traitement de la patiente **M.S (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Téléradiographie de crâne de profil :**

L'étude de la téléradiographie de profil (Fig.140) a permis d'aboutir à la charte céphalométrique suivante (*Tableau XLV*).



**Figure 140 :** Cliché Téléradiographie de profil de la patiente **M.S** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Tableau XLV :** Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement de la patiente **M.S (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

| Analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| SNA | 82°± 2° | 80° | Position moyenne du maxillaire / base du crâne |
| SNB | 78°± 2° | 79° | Position moyenne de la mandibule / base du crâne |
| ANB | 2°±2° | 1° | Classe I squelettique de Ballard |
| A-T de Château | 46 mm | 47mm | Longueur moyenne du maxillaire |
| Xi-Pm | 61-67mm | 65mm | Longueur moyenne de la mandibule |
| Axe Y de Brodie | 59° | 60° | Direction de croissance faciale moyenne |
| Axe Facial de Ricketts | 90°±3° | 93° | Direction de croissance faciale moyenne |
| FMA | 25°±3° | 28° | Direction de croissance mandibulaire moyenne |
| I/F | 107°±2° | 110° | Vestibulo-version des incisives supérieures |
| i/m | 90°±2° | 100° | Vestibulo-version des incisives inférieures |

**Image CBCT de début de traitement :**



**Figure 141 :** Images CBCT reconstitution 3D de la patiente **M.S** avant traitement orthodontique **(**Service d'ODF –CHU-ORAN).

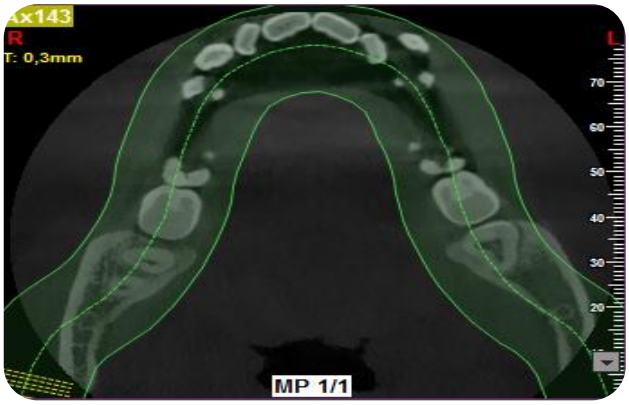



**Figure 142 :** Images CBCT coupe axiale de l'arcade mandibulaire la patiente **M.S** avant traitement orthodontique **(**Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Image CBCT (reconstitution 3D vue occlusale) de début de traitement :**

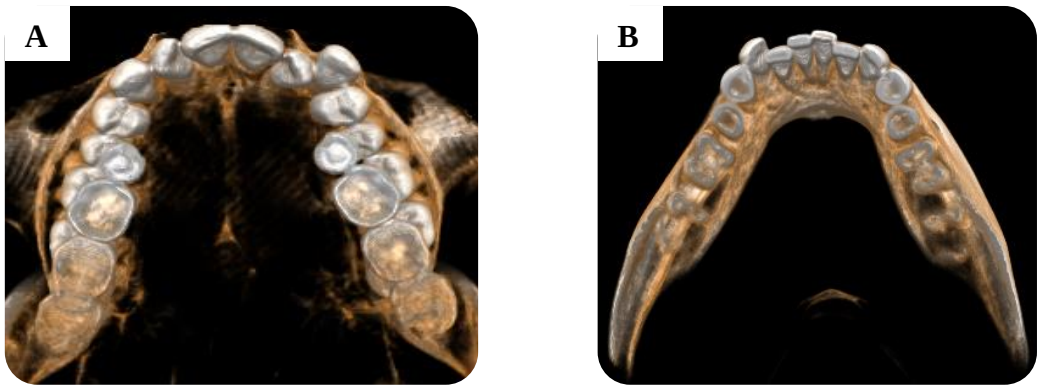



**Figure 143 :** Images CBCT reconstitution 3D en vue occlusale des deux arcades alvéolodentaires de la patiente **M.S** avant traitement orthodontique. **A** : arcade maxillaire. **B** : arcade mandibulaire (Unité de radiographie- Service d'ODF –CHU-ORAN).

A l'issu de l'examen clinique et des examens complémentaires,

**.1.5. Le diagnostic positif :**

Le diagnostic posé est synthétisé comme suit : Il s'agit d'une classe I squelettique selon Ballard avec une typologie faciale normo-bite, la direction de croissance mandibulaire et faciale est moyenne, pour les anomalies associées on note une biproalvéolie et une DDM bimaxillaire par macrodontie relative.

### .1.6. Les objectifs de traitement :

- **Esthétique**
  - Corriger la version vestibulaire des deux blocs incisifs maxillaire et mandibulaire
  - Corriger la DDM et Obtenir des points de contacts entre les dents aux deux arcades alvéolo-dentaires.
- **Occlusaux :**
  - Obtenir un surplomb et recouvrement satisfaisant
  - Obtenir la coïncidence des points interincisifs
  - Obtenir des classe I canines et molaires d'Angle.

### .1.7. Principe thérapeutique

Pour aboutir à ces objectifs nous avons opté pour une thérapeutique fixe multiattache orthodontico-chirurgicale non extractionnelle accélérétrice assistée par piézo-corticision alvéolaire réalisée au siège de la DDM aux deux blocs antérieurs supérieurs et inférieurs .

NB:// Nous allons illustré uniquement la phase chirurgicale d'une seule arcade alvéolo-dentaire pour chaque patient.

### .1.8. Les étapes du traitement :

#### .1.8.1. La phase orthodontique pré-chirurgicale :

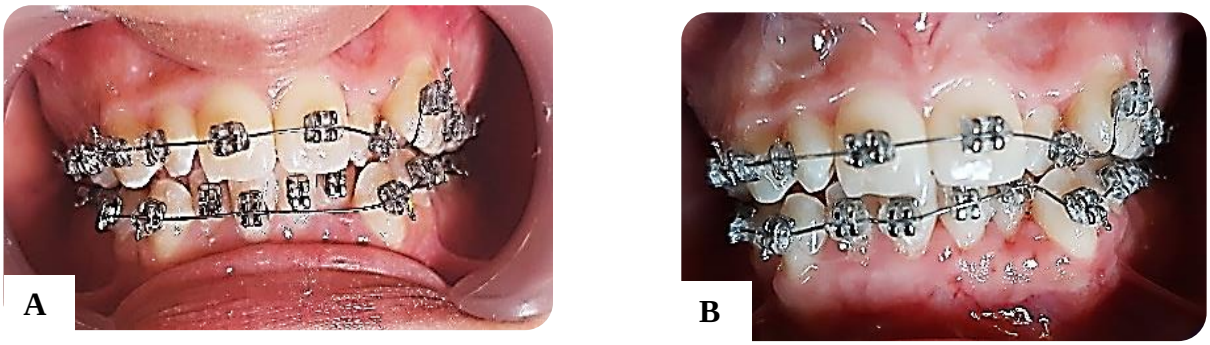



**Figure 144 :** La phase orthodontique pré-chirurgicale de la patiente **M.S** ; **A** : Réalisation du collage bimaxillaire et début de la phase de nivellement par la mise en place d'un arc NiTi .012″ sans inclure la 31-32-42 qui se trouve en palato-version; **B** : La mise en place d'un arc NiTi .012″ sans inclure la 31-32-42 ; **B** : La mise en place d'un arc NiTi .012″ (Service d'ODF – CHU-ORAN).

#### .1.8.2. Préparation à la chirurgicales :




**Figure 145 :** Préparation à la chirurgie de piézotomie alvéolaire de la patiente **M.S ; A** : plateau de chirurgie ; **B-C** : produit de comblement Klipdent ® (Service de Parodontologie CHU-ORAN).

### .1.8.3. La préparation du PRF




**Figure 146** : Les étape de préparation de la PRF pour la patiente **M.S** ; **A** : Dans des tubes secs de 10 ml, on prélève du sang veineux sans anticoagulant ou gélifiant dans des conditions d'asepsies optimales. Une fois le sang recueilli, il est immédiatement centrifugé à 3000 tours/min pendant 10 min. **B** : Le caillot de PRF obtenu est extrait du tube à l'aide d'une précelle stérile et est séparé du culot d'hématies ; **C** : Le PRF peut s'utiliser : Sous forme de caillot naturellement obtenu à la fin de la centrifugation ou sous forme de membrane obtenue par compression douce du caillot de PRF entre deux compresses stériles (Service de Parodontologie- CHU-ORAN).

### .1.8.4. La phase chirurgicale de piézo-corticision alvéolaire :

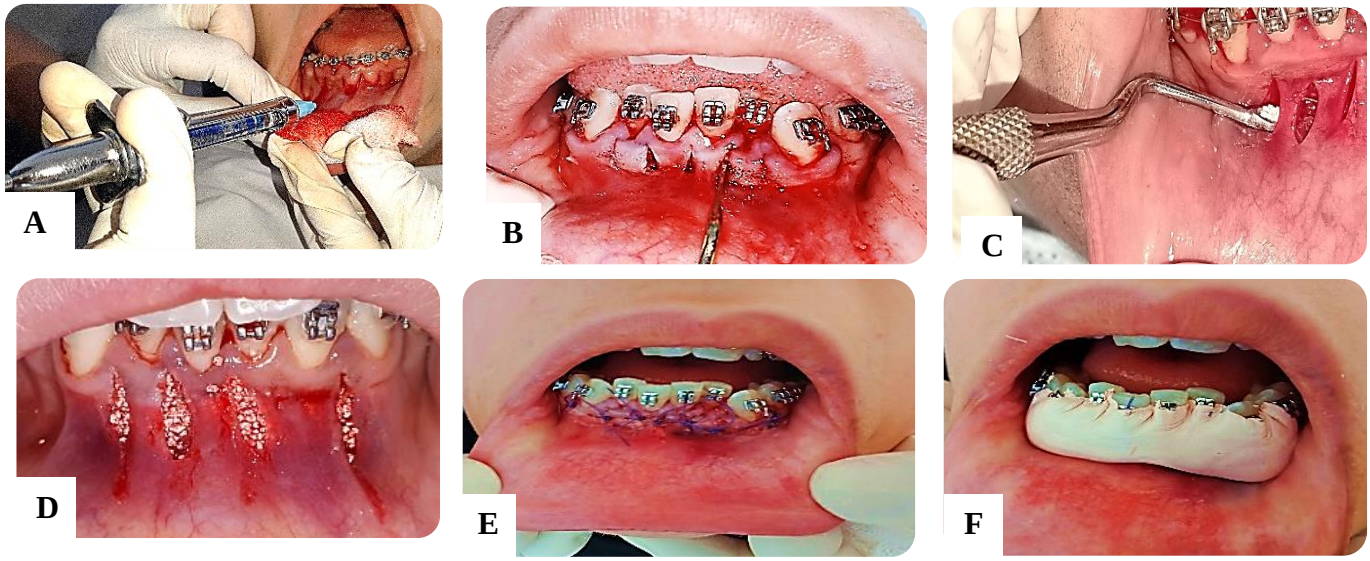



**Figure 147 :** Les étapes de la chirurgie de corticotomie alvéolaire par piézocorticision à l'arcade inférieure de la patiente **M.S** ; (**A** : anesthésie au fond de vestibule ; **B**) incisions verticales ; **C** : tunnelisation et mise en place du matériau de comblement; **D** : matériau de comblement ; **E** : fermeture des sites greffés avec des points de sutures ; **F** : Mise en place de pansement parodontal. (Service de Parodontologie CHU –ORAN).

### .1.8.5. Phase orthodontique post-chirurgicale : Evolution du traitement orthodontique multiattache :




**Figure 148** : Phase orthodontique post-chirurgicale de la patiente **M.S** : Contrôle d'activation après 3 mois et 2 semaines de traitement actif ; mise en place d'un arc Acier rigide .016″×.022″ aux deux arcades alvéolo-dentaires, Les arcades dentaires sont entièrement alignées, grâce à l'expansion obtenue suite aux décorticationsalvéolo-dentaires. Des relations de classe I canine et molaires sont obtenues des deux côtés, l'over-jet est réduit à 1mm, et la coïncidence des points interincisifs est obtenue. Traitement orthodontique réalisé (Service d'ODF- CHU-ORAN).

✓ **Correction de la rotation de le 12**

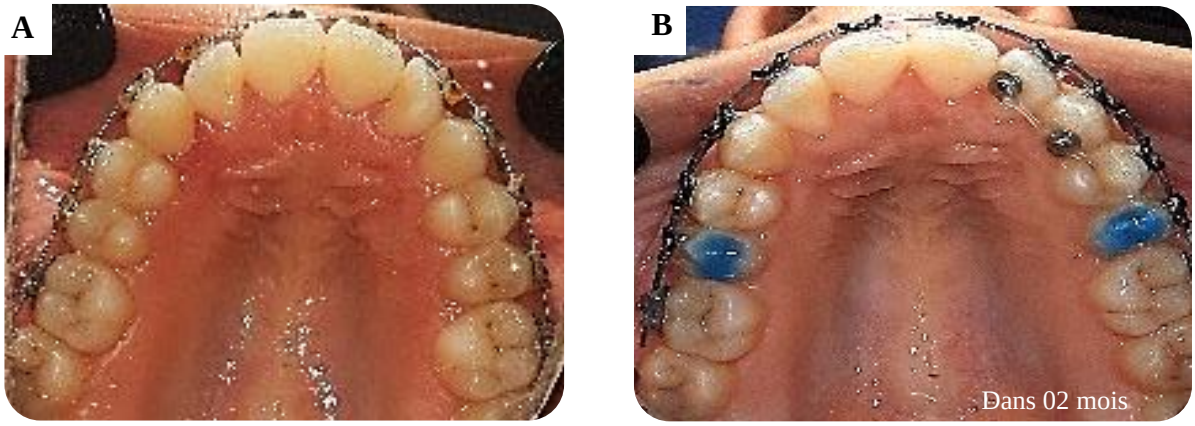



**Figure 149** : La correction de la rotation axiale de la 12 au moyen de deux boutons lingaux inséré sur la face palatine de la 12-13 avec mise en place d'un bend-lock au niveau des 15-25 pour lever les interférences occlusales patiente **M.S** : **A** : situation début, **B** : évolution de traitement (Service d'ODF- CHU-ORAN).

✓ **La coordination des arcades alvéolo-dentaire :**




**Figure 150** : La coordination des arcades alvéolo-dentaires après 03 mois de nivellement au moyen des TIM triangulaires aux secteurs latéraux pour parfaire l'engrènement patiente **M.S**. (Service d'ODF CHU-ORAN).

✓ **Situation de fin de traitement :**




**Figure 151** : La correction des axes des incisives supérieures et inférieures aux moyens des chainettes de détorquation patiente **M.S**. (Service d'ODF CHU-ORAN).

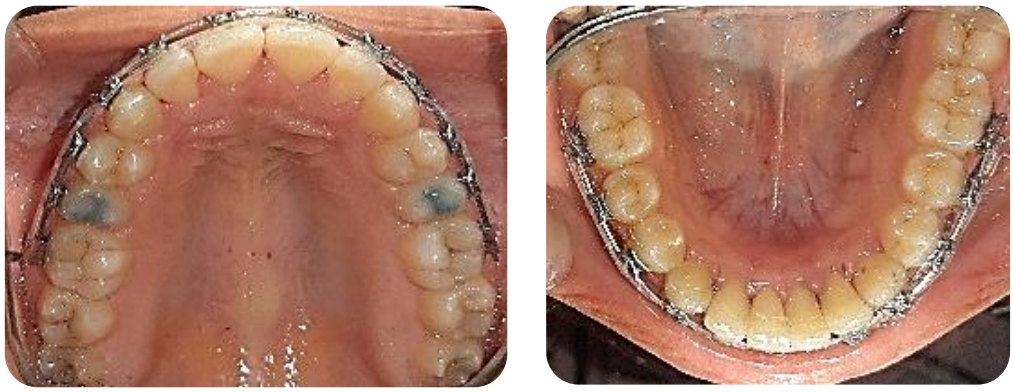


**Figure 152** : Photographies intra-arcade de fin de traitement de la patiente **M.S**. en vue occlusale mettant en évidence la correction de la DDM (Service d'ODF CHU-ORAN).

### .1.9. Les contrôles radiographiques de fin de traitement :

### .1.10. Reconstitution 3D de CBCT vue de face :

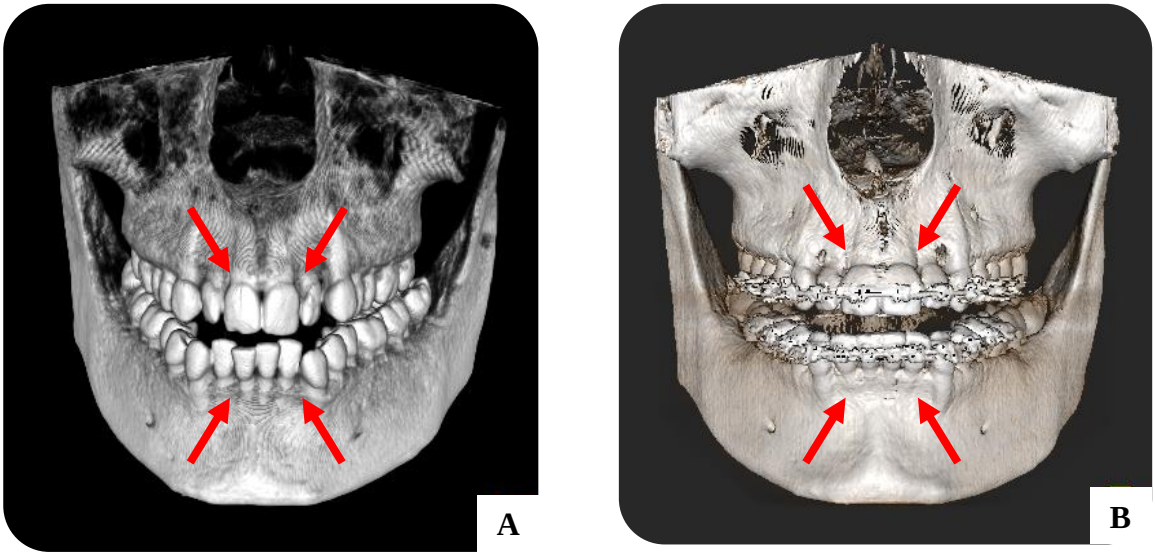



**Figure 153 :** La comparaison des **i**mages CBCT en reconstitution 3D (vue de face) de la patiente **M.S** de début de traitement (**A**) et de fin de traitement (**B**) : objective une nette amélioration de support osseux en fin de traitement au blocs antérieurs supérieur et inférieur. (Service d'ODF- CHU-ORAN).

**Interprétation** : D'âpres les reconstitutions 3D en vue frontale (Fig 150) on note une modification architecturale significative du support osseux alvéolaire aux sites opérés (blocs antérieurs des deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure) bénéficiant d'une greffe osseuse par tunnélisation lors de la chirurgie de décortication alvéolaire (chirurgie de piézotomie), en faveur d'un apport osseux aux deux blocs incisifs supérieur et inférieur indiqué par les flèches rouges (Fig 153).

**Image CBCT : Vue Panoramique en 2D des deux arcades alvéolo-dentaires de fin de traitement**

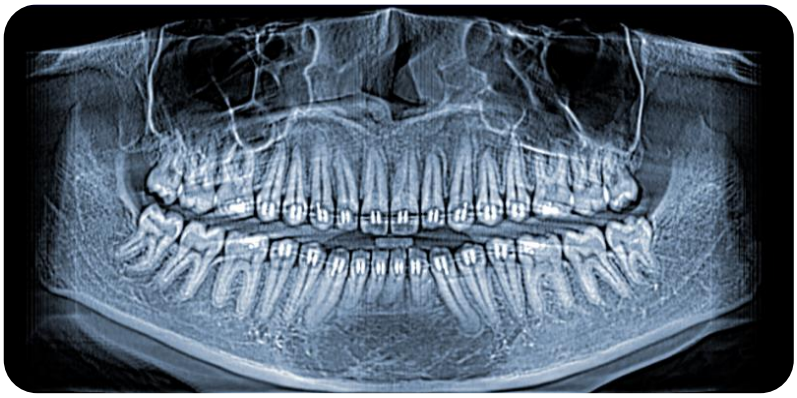


**Figure 154 :** Image CBCT : Vue panoramique des deux arcades alvéolo-dentaires de fin de traitement de la patiente **M.S (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

A l'analyse de la radiographie panoramique de fin de traitement, on note une intégrité de l'ensemble des racines dentaires en fin de traitement ainsi que le support parodontal aux deux arcades alvéolo-dentaires.

### .1.10.1. Mesures de la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre le début et à 5 mois post-chirurgical aux deux sites opérés et non opérés à l'aracde supérieure de la patiente M.S :

Nous avons tenter de mettre en évidence la possibilité de gain osseux suit aux chirurgies de piézotomies alvéolaires associées aux greffes osseuses adoptées lors de notre protocole de traitement accéléré. Pour faire, nous avons mesuré la différence d'épaisseur osseuse entre le début de traitemnt et à 5 mois post-chirurgical dans un premier temps aux deux sites opérés et non opérés de la même arcade.

Après, nous avons comparé cette différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et non opérés de la même arcade. Cette comparaison va mettre en évidence le gain osseux possible suite à la piézotomie alvéolaire. Ainsi nous pouvons confirmer la possibilité d'ostéogénèse induite suite à la chirurgie accélérétrice de piézo-corticision alvéolaire associées aux greffes osseuses.

Les résultas de mesures sont présentés dans les tableaux suivants : (TABLEAU XLVI, TABLEAU XLVII, TABLEAU XLVIII, TABLEAU XLIX ) :

✓ **Sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux)** : en Distal de la 13 ; Distal de la 11 ; Distal de la 21 ; Distal de la 22 ; Distal de la 23.

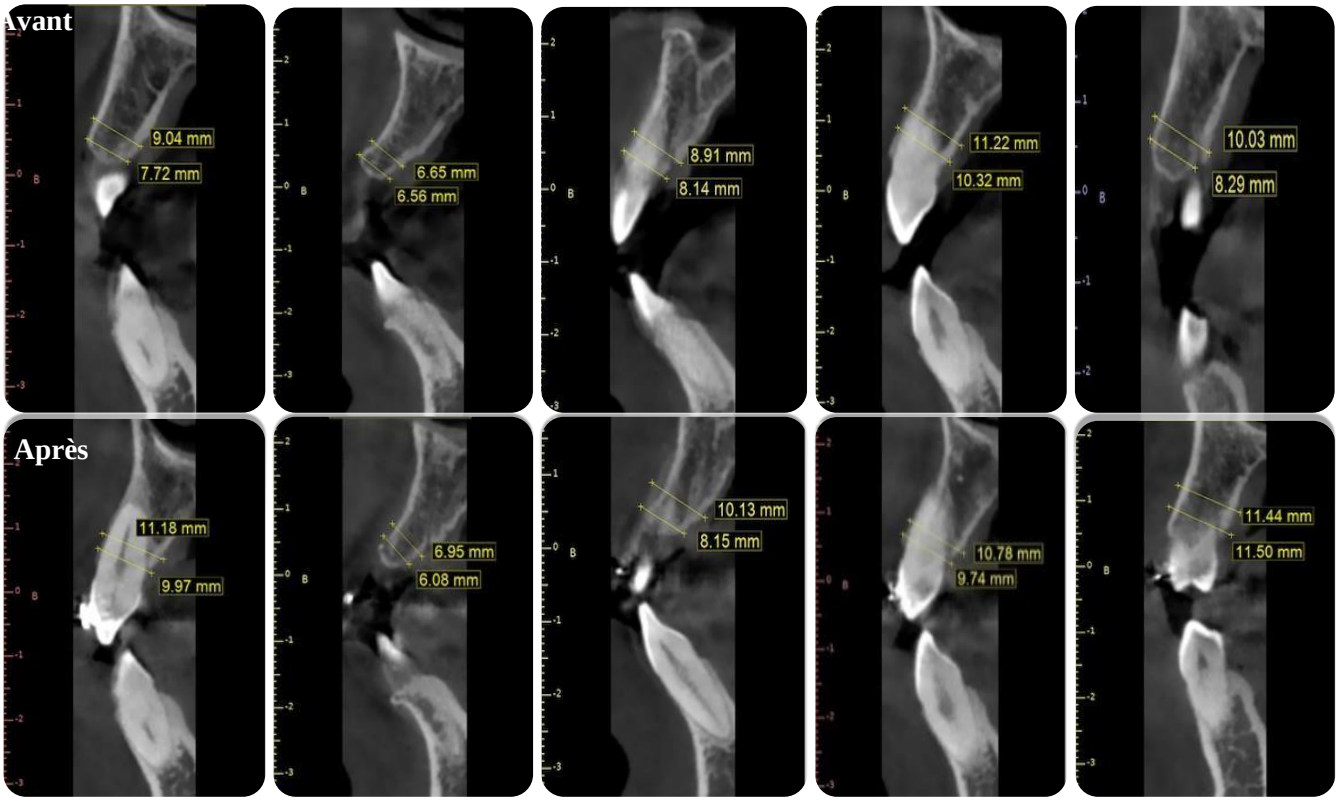



**Figure 155 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) aux niveaux des sites opérés (expérimentaux) réalisées à l'arcade supérieure au bloc antérieur de la patiente **M.S** (Service d'ODF -CHU- ORAN).

**Tableau XLVI :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure de la patiente **M.S** (Service d'ODF -CHU- ORAN).

| Mesure d'épaisseur osseuse (mm) | Distal 13 | | Distal 11 | | Distal 21 | | Distal 22 | | Distal 23 | | Somme d'épaisseurs Osseuses (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Le Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 7,72 | 9,04 | 6,56 | 6,65 | 8,14 | 8,91 | 10, 32 | 11,22 | 8,29 | 10,03 | **86,88** |
| **Après** | 9,97 | 11,18 | 6,08 | 6,95 | 8,15 | 10,13 | 9,74 | 10,78 | 11,5 | 11,44 | **95,92** |
| **La différence d'épaisseurs osseuse (mm).** | 2,25 | 2,14 | -0,48 | 0,3 | 0,01 | 1,22 | -0,58 | -0 ,44 | 3,21 | 1,41 | **+9,04** |

✓ **Sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins)** : Distal de la 15 ; Distal de la 14 ; Distal de la 24 ; Distal de la 25.

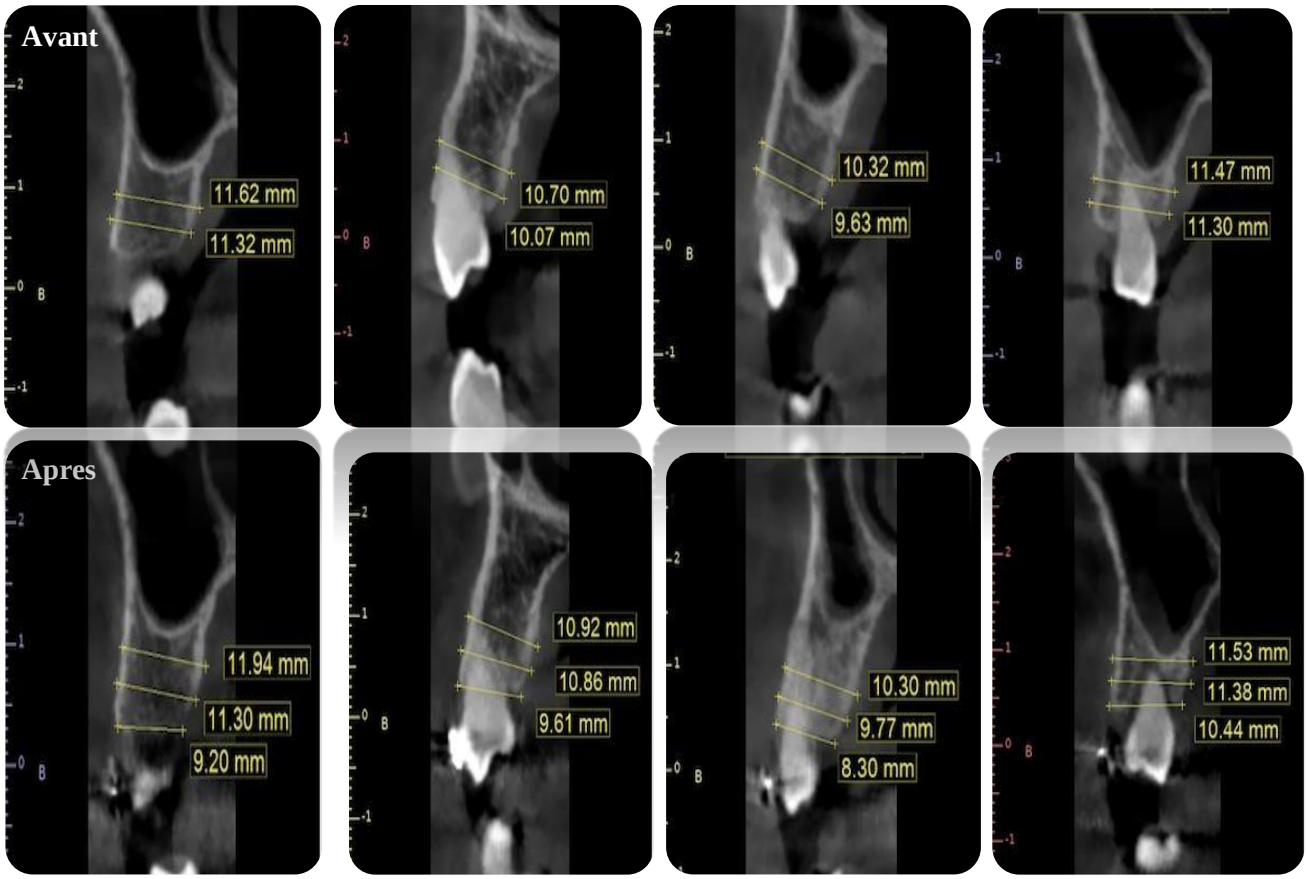



**Figure 156 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) aux niveaux des sites non opérés aux blocs postérieurs à l'arcade supérieure (Témoins) réalisées pour la patient **M.S.** (Service d'ODF -CHU- ORAN).

**Tableau XLVII :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure de la patiente **M.S** (Service d'ODF -CHU- ORAN).

| **Mesure d'épaisseur osseuse (mm)** | **Distal de la 15** | | **Distal de la 14** | | **Distal de la 24** | | **Distal de la 25** | | Somme d'épaisseur osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Le Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 11.32 | 11.62 | 10,07 | 10,70 | 9,63 | 10,32 | 10,30 | 11,47 | 85,43 |
| **Après** | 11.30 | 11,94 | 10,86 | 10,92 | 9,77 | 10,30 | 11,38 | 11,53 | 87,6 |
| **La différence d'épaisseurs d'osseuse (mm)** | -0,02 | 0,32 | 0,79 | 0,22 | 0,14 | -0,02 | 1,08 | 0,06 | **+2,57** |

#### .1.10.1.1. Comparer la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre les sites opérés et les sites non opérés de la patiente M.S:

**Tableau XLVIII :** La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical aux sites opérés de la patiente **M.S** (Service d'ODF- CHU d'ORAN).

| **La patiente M. S** | | **13** | **11** | **21** | **22** | **23** | **Σ Gain (mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites expérimentaux** | Mesures aux sites A (mm) | 2.25 | -0.48 | 0.01 | -0.58 | 3.21 | **+4.41** |
| | Mesures aux sites B (mm) | 2.14 | 0.3 | 1.22 | -0.44 | 1.41 | **+4.63** |

**Tableau XLIX :** La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical aux sites non opérés de la patiente **M.S** (Service d'ODF su CHU d'ORAN).

| **La patiente M. S** | | **15** | **14** | **24** | **25** | **Σ Gain (mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites témoins** | Mesures aux sites A (mm) | -0.02 | 0.79 | 0.14 | 1.08 | **+1.99** |
| | Mesures aux sites B (mm) | 0.32 | 0.22 | -0.02 | 0.06 | **+0.58** |

**Interprétation :** D'après les coupes coronales obliques et les tableaux précédents, on peut noter la différence qui existe entre les mesures pré et post thérapeutique dans les sites opérés (bloc antérieur) de l'arcade supérieure en faveur d'une augmentation de l'épaisseur de la corticale osseuse (environ **9.04 mm** de gain osseux en total en fin de traitement), alors qu'au niveau des sites non opérés (bloc postérieur) de la même arcade, la différence signalée n'est pas significative, (environ **2.57 mm** au total). Cela peut être expliquer par la mise en place d'une greffe osseux lors de la chirurgie de décortication alvéolaire aux sites opérés (blocs antérieurs) ce qui permet de prévenir l'apparition des fenestrations et déhiscences lors des mouvements orthodontiques complexes.

### 1.1.1. Mise en place de la contention

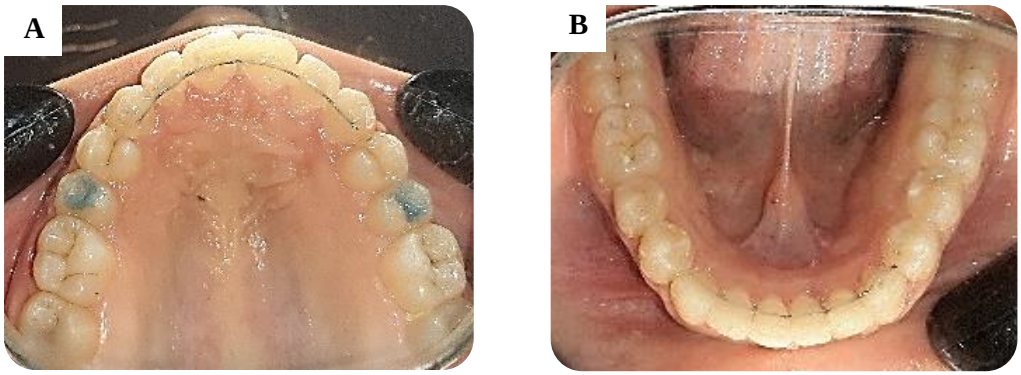



**Figure 157** : Photographies intra-arcade de fin de traitement de la patiente M.S. en vue occlusale avec mise en place d'un système de contention collé 3-3 (Service d'ODF CHU-ORAN).

**1.1.2. Situation de fin de traitement** : après dépose des multiattaches et mise en place d'un système de contention collé 3-3 aux deux arcades alvéolo-dentaires.




**Figure 158 :** Rapports occlusaux de fin de traitement de la patiente **M.S**. (Service d'ODF-CHU-ORAN).




**Figure 159 :** La comparaison entre situation du début et de fin de traitement de la patiente **M.S. (A :** résultats de fin de traitement, **B : S**ituation de début de traitement (Service d'ODF-CHU-ORAN).



**Figure 160 :** Situation de fin de traitement de la patiente **M.S** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

4. Le temps de nivellement à l'arcade supérieure= 111 jours
5. Le temps de nivellement à l'arcade inférieure=76 jours
6. La durée globale de traitement =7 mois.

## 9.1.3. Cas clinique N°3

La patiente **S. N** âgée de 21 ans habite à Oran, la patiente a consulté durant la 2ème période de tri, ainsi, elle a été orienté vers le groupe de traitement accéléré. Elle a consulté pour un préjudice esthétique jugé handicapant et lui cause des difficultés majeures d'ordre esthétique et fonctionnelle (difficulté d'incision et de communication). La patiente trouve son sourire « très disgracieux », elle accepte le protocole de traitement orthodontico-chirurgical associant des piézotomies alvéolaires au siège de la béance dans l'espoir d'évité le recours à la chirurgie orthognathique.




**Figure 161 :** Photographie de début de traitement de la patiente **S.N**. **A** : photo de face **B** : photo de profil (Service d'ODF-CHU-ORAN).




**Figure 162 :** Photographie de début de traitement de la patiente **S.N**. **A** : photo de face **B** : photo endobuccale en occlusion (Service d'ODF-CHU-ORAN).

**A l'étude de la photographie de face** ; on note une symétrie faciale conservée ainsi qu'une égalité entre les étages moyen et inférieur, la patiente présente un stomion forcé avec contraction des orbiculaires des lèvres et de la houppe du menton (Fig.161-A).

A l'étude de la photo de profil (Fig.161-B), on note un profil convexe selon Ricketts et trans-frontal selon Izard.




**Figure 163 :** Les rapports occlusaux de début de traitement de la patiente **S.N** : **A** : photo endobuccale en vue latérale côté droit / **B** : photo endobuccale vue de face/ C : photo endobuccale en vue latérale côté gauche (Service d'ODF-CHU-ORAN).

A l'étude de la photo bouche ouverte (Fig. 162-163), on note une hygiène bucco-dentaire moyenne ; présence d'une béance antérieure étendue de prémolaire à prémolaire avec déviation des deux points interincisifs supérieure et inférieure du côté gauche. Les arcades ont une forme en U, avec version vestibulaire importante des blocs incisifs supérieur et inférieur ; du point de vue dentaire, la patiente présente un over-jet de 0mm et un over-bite de -10mm, Les canines ont des relations de classe I d'Angle des deux coté avec absence de recouvrement (de -2 à -5mm) ; le surplomb canin est non respecté ; les molaires sont en rapport de de classe I d'Angle du côté droit alors que du côté gauche la 26 est extraite. A l'issu de l'examen clinique et des examens complémentaires, ont été demandé.

**Etude de la téléradiographie de profil et interprétation de la charte céphalométrique** :

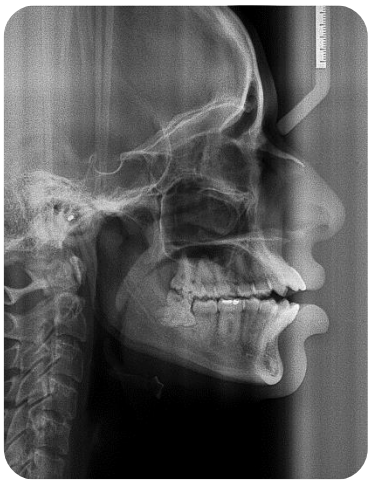


**Figure 164 :** Cliché Téléradiographie de profil du crâne en occlusion de la patiente **S.N (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Tableau L :** Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement de la patiente **S.N** (Service d'ODF-CHU-ORAN 2018/2021)**.**

| Analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| SNA | 82°± 2° | 80° | Position moyenne du maxillaire / base du crâne |
| SNB | 78°± 2° | 81° | Position moyenne de la mandibule / base du crâne |
| ANB | 2°±2° | 1° | Classe I squelettique de Ballard |
| A-T de Château | 46 mm | 46mm | Longueur moyenne du maxillaire |
| Xi-Pm | 61-67mm | 65mm | Longueur moyenne de la mandibule |
| Axe Y de Brodie | 59° | 59° | Direction de croissance faciale moyenne |
| Axe Facial de Ricketts | 90°±3° | 93° | Direction de croissance faciale moyenne |
| FMA | 25°±3° | 28° | Direction de croissance mandibulaire moyenne |
| I/F | 107°±2° | 117° | Vestibulo-version des incisives supérieures |
| i/m | 90°±2° | 110° | Vestibulo -version des incisives inférieures |

**Images CBCT : Reconstitution 3D en vue frontale** :




**Figure 165** : Image CBCT : Reconstitution 3D en vue frontale de la patiente **S.N** objectivant une béance basale antérieure (Unité de radiographie (Service d'ODF-CHU-ORAN).

### 1.1.3. Le diagnostic positif

Le diagnostic posé est synthétisé comme suit : Il s'agit d'une classe I squelettique selon Ballard avec une typologie faciale normo-bite, la direction de croissance mandibulaire et faciale est moyenne, pour les anomalies associées on note une biproalvéolie et une DDM bimaxillaire par macrodontie relative.

### 1.1.4. Les objectifs de traitement

- **Esthétique**
  - Corriger la version vestibulaire des deux blocs incisifs maxillaire et mandibulaire.
  - Fermer la béance antérieure
  - Corriger la DDM
- **Occlusaux :**
  - Obtenir un surplomb et recouvrement satisfaisant
  - Obtenir la coïncidence des points interincisifs avec la ligne sagittale médiane
  - Obtenir des classe I canines et molaires d'Angle.

### 1.1.5. Principe thérapeutique :

Pour aboutir à ces objectifs nous avons opté pour une thérapeutique fixe multiattache orthodontico-chirurgicale accélérétrice assistée par piézo-corticision alvéolaire réalisée au siège de la béance aux deux blocs antérieurs supérieurs et inférieurs.
Le principe thérapeutique et non extractionnelle, l'espace nécessaire sera créé par des RIP aux deux blocs antérieurs supérieur et inférieur de caninie à canine. Des TIM Rainbow associés à des TIM Classe II seront utilisés pour réduire la bénace antériuere

### 1.1.6. Les étapes du traitement :

#### 1.1.6.1. Phase orthodontique pré-chirurgicale



**Figure 166** : Photographie de début de traitement de la patiente **S.N.** collage bimaxillaire avec mise en place d'un arc de nivellement 0.014″ à l'arcade supérieure (Service d'ODF-CHU-ORAN).

#### 1.1.6.2. La préparation à la chirurgie et décortication alvéolo-dentaire

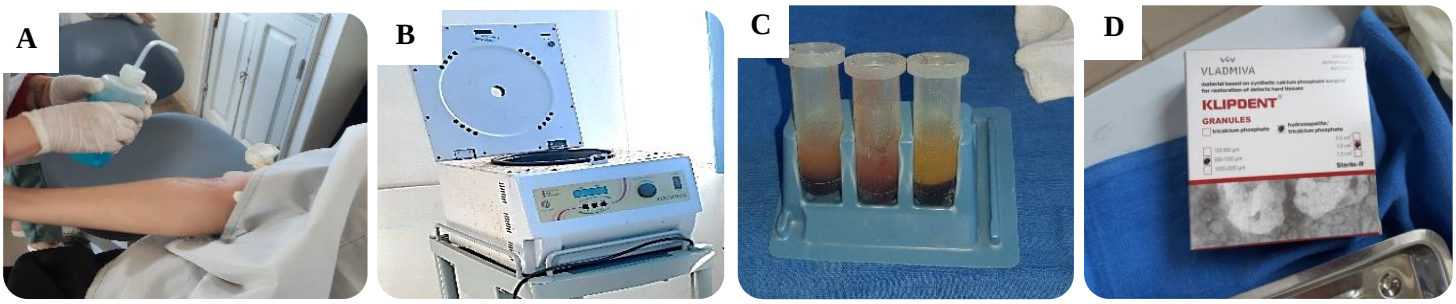



**Figure 167** : Préparation à la chirurgie de piézotomie alvéolaire de la patiente **S.N** : **A** : Prélèvement de 10 ml du sang veineux sans anticoagulant ou gélifiant dans des conditions d'asepsies optimales ; **B** : Appareil de centrifugation : Une fois le sang recueilli, il est immédiatement centrifugé à 3000 tours/min pendant 10 min ; **C** : Tubes après centrifugation, on peut distinguer les trois fractions identifiables : en haut le plasma pauvre en plaquette (PPP), en bas le culot d'hématie et au centre le caillot de fibrine. **D** : Produit de comblement Klipdent ®, (Service de Parodontologie- CHU-ORAN).

#### 1.1.6.3. Les étapes de la piézotomie alvéolaire




**Figure 168** : Les étapes de la chirurgie de corticotomie alvéolaire de la patiente **S.N** : **A** : Anesthésie du site opératoire ; **B** : Décollement ; **C** : décortication alvéolaire au moyen d'un piézotome au siège de la DDM arcade supérieure (Service de Parodontologie- CHU-ORAN).

### 1.1.6.4. Évolution du traitement orthodontique : 3 mois après




**Figure 169** : Contrôle d'activation de la patiente **S.N.** et mise place des TIM type Rainbow 5/16″, 3.5 OZ aux deux arcades supérieures et inférieure pour réduire la béance antérieure après chirurgie de décortication alvéolaire (Service d'ODF- CHU-ORAN).

### 1.1.6.5. Contrôle après 4 mois




**Figure 170 :** Contrôle d'activation après 04 mois de la patiente **S.N** (Service d'ODF- CHU-ORAN).

**Contrôle après 06 mois de traitement** :




**Figure 171 :** Evolution du traitement orthodontique de la patiente **S.N** : (**A** : mise en place d'un arc rigide 0,017'' ×0,025″, des élastiques intermaxillaires 5/16″ de 3.5 oz en forme Rainbow au bloc antérieur, associés à des TIM de CLIII 3/8″ de 6.5 oz / **B** : occlusion de fin de traitement vue de face / **C** : arcade maxillaire en vue occlusale, la béance antérieure s'est corrigée au bout de 4 mois post chirurgicale grâce à la chirurgie de décortication alvéolaire ;la béance est réduite en 4 mois post-chirurgical (Service d'ODF-CHU-ORAN).

**Résultats du traitement**

Après huit mois de traitement actif, la patiente est débrackettée et une contention linguale type fil collé 3-3 est mise en place aux deux arcades alvéolo-dentaires supériuere et inférieure. Les arcades dentaires sont entièrement nivelées et alignées. Des relations de classe I canines et molaires sont obtenues, l'over-jet initial de -10 mm s'est réduit à un idéal de 3 mm (Fig 172), et l'infra-alvéolie s'est corrigée grâce aux corticotomies alvéolaires associées à l'utilisation des TIM (Rainbow et de CLIII) sur multiattaches orthodontiques.

.



**Figure 172 :** Fermeture de la béance et l'obtention d'un Over-bite de + 3mm de la patiente **S.N**. (Service d'ODF- CHU-ORAN).

**Image CBCT de fin de traitement : Reconstitution 3D en vue frontale :**

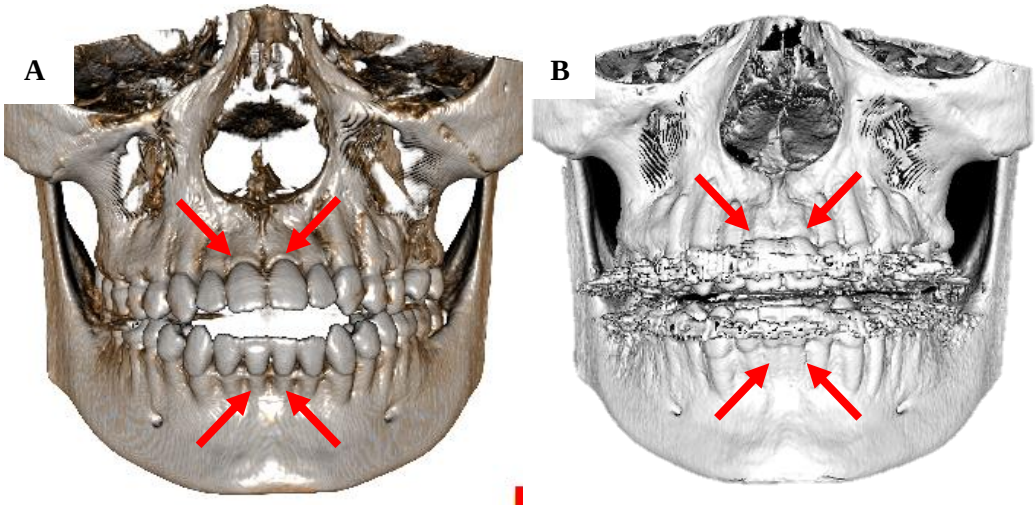



**Figure 173 :** La comparaison des images CBCT **(**Reconstructions 3D en vue frontale) de début (**A**) et de fin de traitement (**B**) de la patiente **S.N** (Service d'ODF – CHU –ORAN).

**Interprétation** : on peut noter d'âpres les reconstitutions 3D en vue frotale (Fig. 173) les modifications architecturales de support osseux, en faveur d'apport osseux aux deux arcades alvéolo-dentaires aux blocs incisifs, indiqué par les flèches rouges.

### .1.1.1. Mesures de la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre le début et à 5 mois post-chirurgical aux deux sites opérés et non opérés à l'aracde supérieure de la patient S.N:

Nous avons tenter de mettre en évidence la possibilité de gain osseux suit aux chirurgies de piézotomies alvéolaires associées aux greffes osseuses adoptées lors de notre protocole de traitement accéléré. Pour faire, nous avons mesuré la différence d'épaisseur osseuse entre le début de traitemnt et à 5 mois post-chirurgical dans un premier temps aux deux sites opérés et non opérés de la même arcade.

Après, nous avons comparé cette différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et non opérés de la même arcade. Cette comparaison va mettre en évidence le gain osseux possible suite à la piézotomie alvéolaire. Ainsi nous pouvons confirmer la possibilité d'ostéogénèse induite suite à la chirurgie accélérétrice de piézo-corticision alvéolaire associées aux greffes osseuses.

Les résultas de mesures sont présentés dans les tableaux suivant : (TABLEAU LI, TABLEAU LII, TABLEAU XLIII, TABLEAU LIV ) :

✓ **Sites opérés au bloc antérieur**: : Distal de la 11 ; Distal de la 12 ; Distal de la 13 ; Distal de la 21 ; Distal de la 22 ; Distal de la 23.

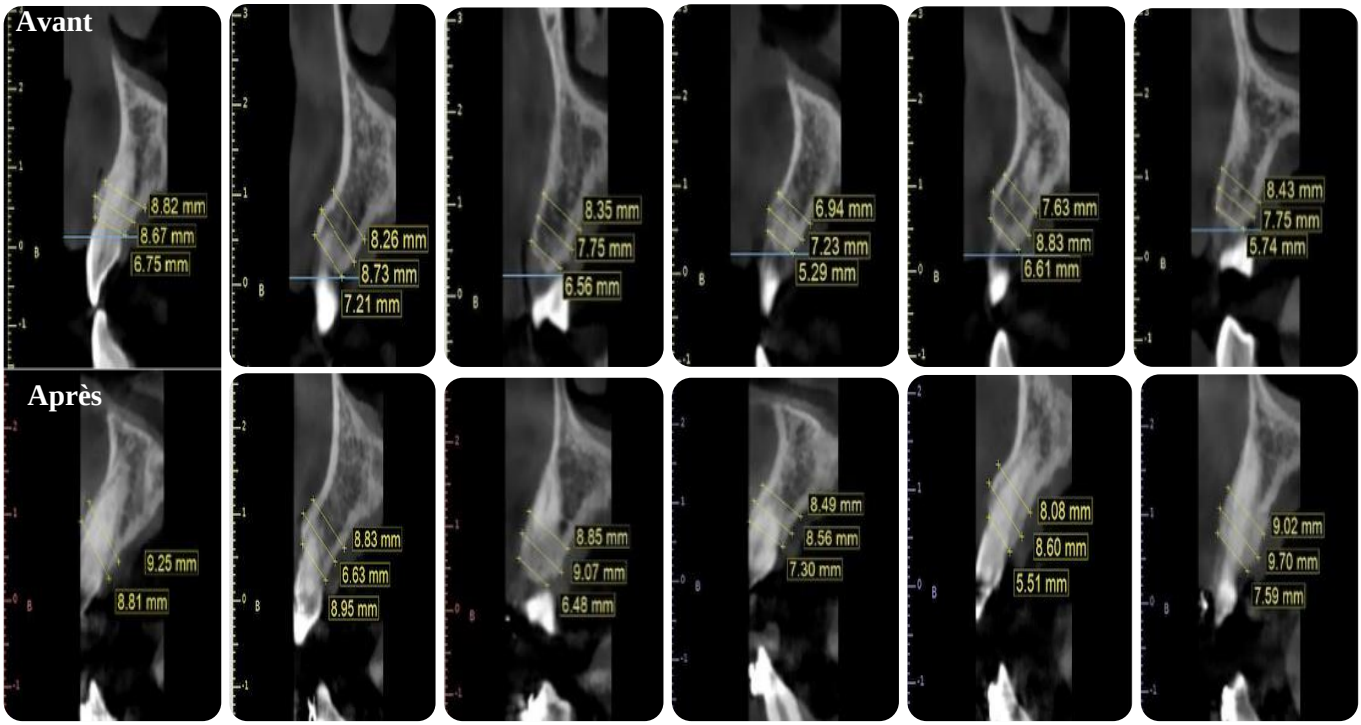



**Figure 174 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) au niveau des sites opérés au bloc antérieur à l'arcade supérieure de la patiente **S.N** (Service d'ODF -CHU -ORAN).

**Tableau LI :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux niveaux des sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure de la patiente **S.N** (Service d'ODF -CHU- ORAN).

| Mesure d'épaisseur osseuse (mm) | Distal 11 | | Distal 12 | | Distal 13 | | Distal 21 | | Distal 22 | | Distal 23 | | Somme d'épaisseurs Osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 8 ,67 | 8,82 | 8,73 | 8,26 | 7,75 | 8,35 | 7,23 | 6,94 | 8,83 | 7,63 | 7,75 | 8 ,43 | **97,39** |
| **Après** | 8,81 | 9,25 | 6,63 | 8,73 | 9,07 | 8,85 | 8,56 | 8,49 | 8,60 | 8,08 | 9,70 | 9,02 | **103,89** |
| **La différence d'épaisseurs osseuse (mm).** | 0,14 | 0,43 | -2,1 | 0,57 | 1,32 | 0,5 | 1,33 | 1,55 | -0,23 | 0,45 | 1,95 | 0,59 | **+ 6,5** |

✓ **Les sites non opérés aux blocs postérieurs** : Distal de la 15 ; Distal de la 16 ; Distal de la 25 ; Distal de la 26.

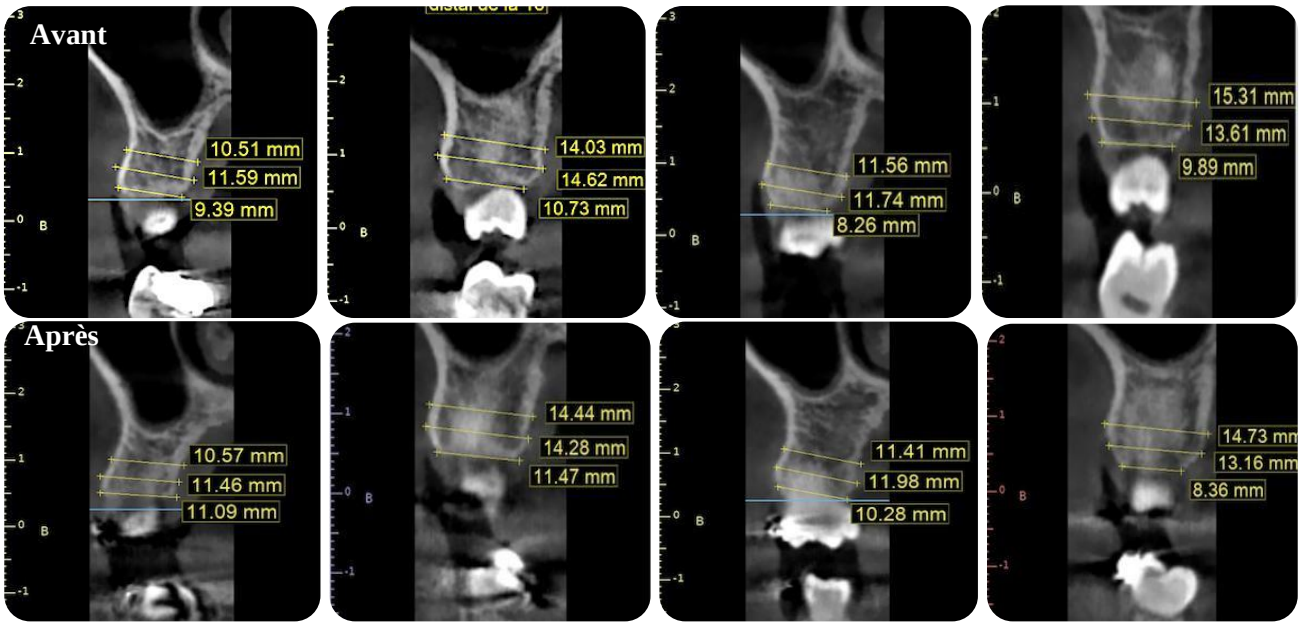



**Figure 175** : Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (Témoins) à l'arcade supérieure avant et après la chirurgie pour la patiente **S.N (**Service d'ODF -CHU -ORAN).

**Tableau LII :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgie réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure de la patiente **S.N** (Service d'ODF -CHU- ORAN).

| Mesure d'épaisseur osseuse (mm) | Distal de la 15 | | Distal de la 16 | | Distal de la 25 | | Distal de la26 | | Somme d'épaisseurs Osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | A | B | A | B | A | B | A | B | |
| **Avant** | 11,59 | 10,51 | 14,62 | 14 ,03 | 11,74 | 11,56 | 13,61 | 15,31 | **102,97** |
| **Après** | 11,46 | 10,57 | 14,28 | 14,44 | 11,98 | 11,41 | 13,16 | 14,73 | **102.03** |
| **La différence d'épaisseurs osseuse (mm).** | -0,13 | 0.06 | -0,34 | 0,41 | 0,24 | -0,15 | -0,45 | -0,58 | **-0.94** |

**Comparer la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre les sites opérés et les sites non opérés sur la même arcade:**

**Tableau LIII :** La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgie aux sites opérés de la patiente **S.N** (Service d'ODF- CHU d'ORAN).

| La patiente S. N | | 11 | 12 | 13 | 21 | 22 | 23 | Σ Gain (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites expérimentaux** | Mesures aux sites A (mm) | 0.14 | -2.1 | 1.32 | 1.33 | -0.23 | 1.95 | **+ 2.41** |
| | Mesures aux sites B (mm) | 0.43 | 0.57 | 0.5 | 1.55 | 0.45 | 0.59 | **+ 4.09** |

**Tableau LIV : :** La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgie aux sites non opérés de la patiente **S.N** (Service d'ODF- CHU d'ORAN).

| La patiente S. N | | 15 | 16 | 25 | 26 | Σ Gain (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites témoins** | Mesures aux sites A (mm) | -0.13 | -0.34 | 0.24 | -0.45 | -0.68 |
| | Mesures aux sites B (mm) | 0.06 | 0.41 | -0.15 | -0.58 | - 0.26 |

**Interprétation** : D'après les coupes coronales obliques et les tableaux précédents, on note la différence qui existe entre les mesures pré et post thérapeutique entre les sites opérés (bloc antérieur à l'arcade supérieure) de **6.5 mm** au total aux sites expérimentaux, en revanche dans les sites non opéré (blocs postérieurs de la même arcade) dites sites témoins, la différence est en faveur d'une diminution du support osseux de **-0.94 au total**.

**Mise en place de fil de contention**

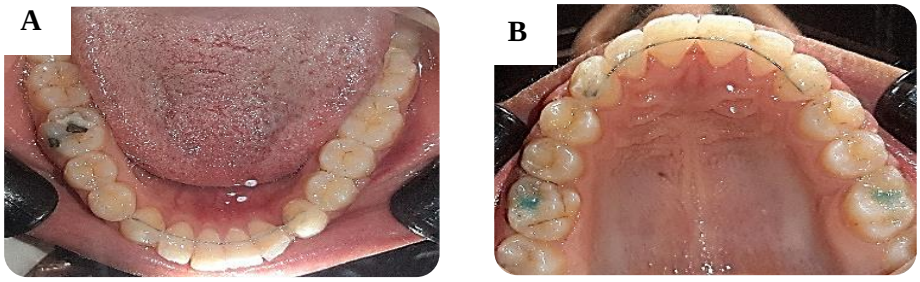



**Figure 176** : Alignement des deux arcades alvéolo-dentaires et mise en place d'un fil de contention collé 3-3 supérieure et inférieure pour la patiente **S.N** (Service d'ODF- CHU-ORAN).

**La comparaison des résultats du début et de fin de traitement**

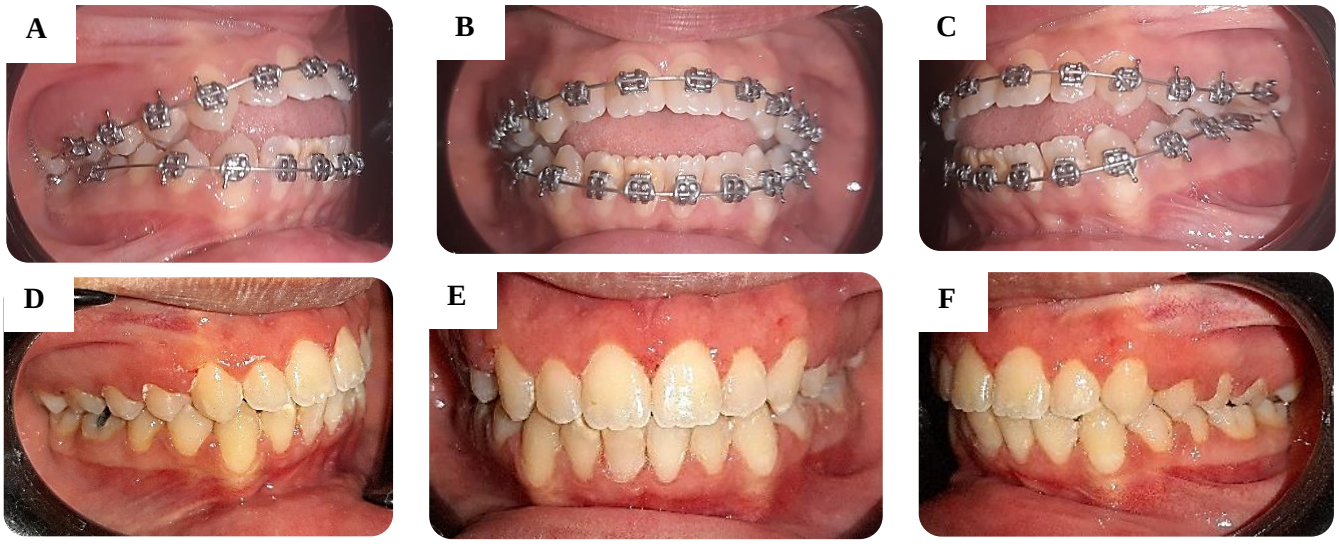



**Figure 177 :** La comparaison des photographies endobuccales de début et de fin de traitement de la patiente S.N (Service d'ODF- CHU-ORAN).

**Comparaison entre situation du début et de fin de traitement :**

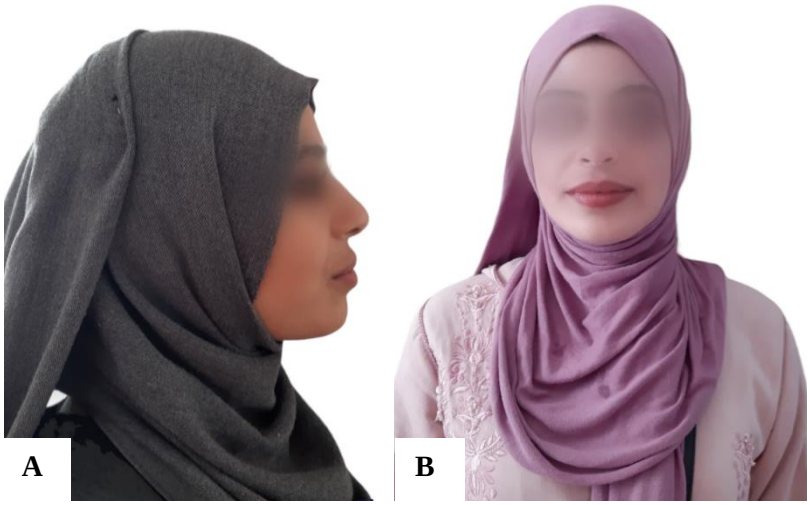



**Figure 178 :** Photographies de fin de traitement de la patiente **S.N** ; (Service d'ODF- CHU-ORAN).

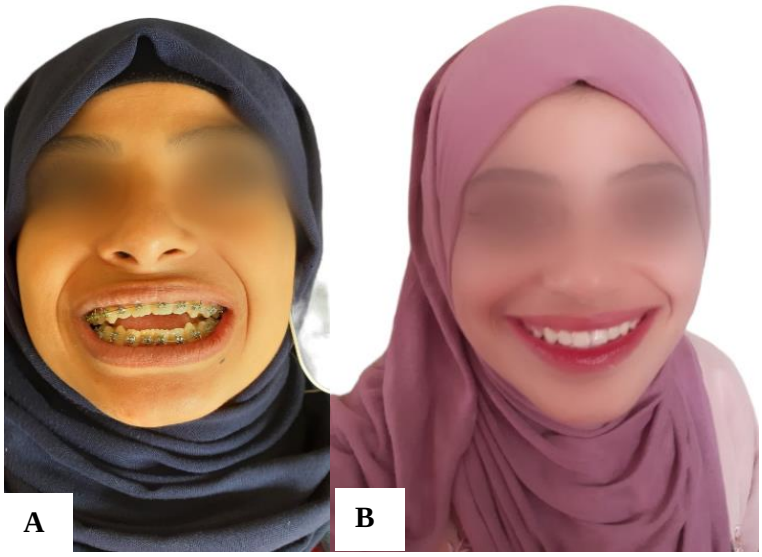



**Figure 179 :** La comparaison des photographies de face avant et après correction de la béance de la patiente **S.N** ; (Service d'ODF- CHU-ORAN).

1. Le temps de nivellement à l'arcade supérieure= 74 jours
2. Le temps de nivellement à l'arcade inférieure=126 jours
3. La durée globale de traitement =10 mois.

## 9.1.4. Cas clinique N°4

La patiente B. O. I âgée de 26 ans réside à Oran consulte pour un motif esthétique ; car elle trouve son sourire inesthétique laissant aparaite un bourelet gingical. La patiente a consulté durant la 2ème période de tri, ainsi, elle a été orienté vers le groupe de traitement accéléré. Et pour des raisons professionnelles, la patiente a elle accepté le protocole le traitement orthodontique accéléré. Lors du sourire, la patiente expose 4 à 5 mm de gencive (Fig.182-A), et lors de la fermeture buccale, le stomin est forcé avec contraction de la houppe du menton (Fig.180 ; Fig181-B)



**Figure 180 :** Photographie de face patiente **B.O.I** (Service d'ODF –CHU-ORAN).



**Figure 181 :** Photographie bouche ouverte de la patient **B.O.I (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

A l'étude des rapports occlusaux (Fig.181 ; Fig. 183), on note une hygiène bucco-dentaire satisfaisante, un encombrement antérieur et une coïncidence des point interincisif supérieur et inférieur et un recouvrement incisif de 3mm.

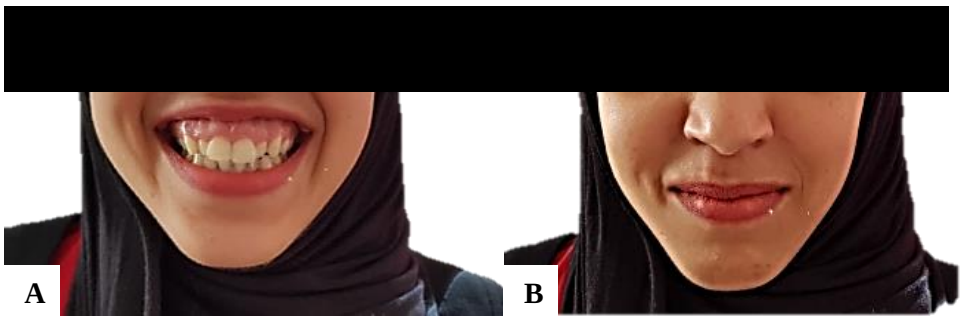



**Figure 182 :** Sourire de la patiente vue de face la patiente **B.O.I** (Service d'ODF –CHU-ORAN-).

A l'agencement intra-arcade, les arcades ont une forme en U, avec un encombrement de -7mm aux deux arcades alvéolo-dentaires entrainant des rotations marginales disto-vestibulaire de la 11-21. Du point de vue dentaire, la patiente présente des rapports de classe I canines droite et gauche d'Angle. Les molaires ont une relation de classe I d'Angle des deux côtés, L'over-jet est de 4 mm et l'over-bite de 4 mm.



**Figure 183 :** Photographies des rapports occlusaux du début de traitement de la patiente **B.O.I** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

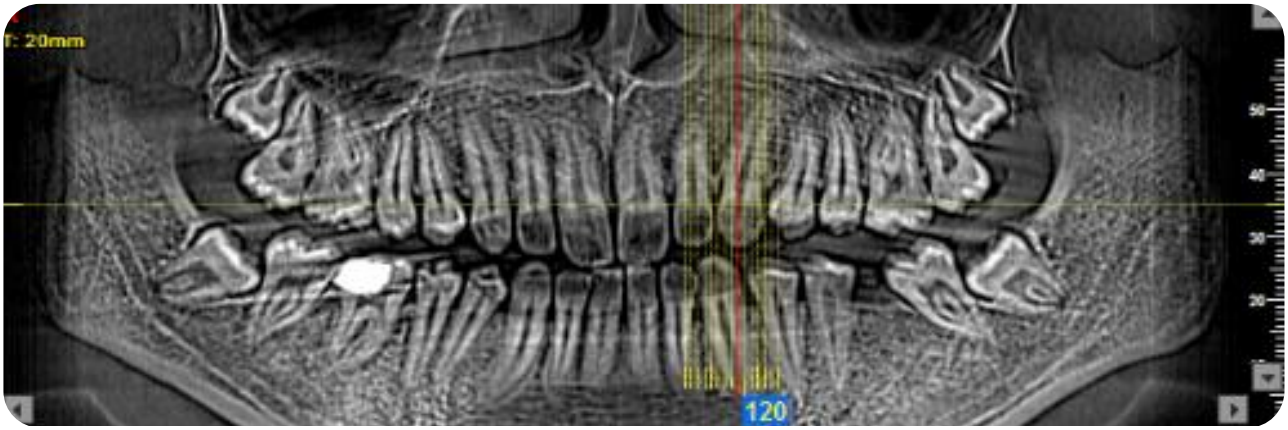



**Figure 184 :** Image CBCT : Vue panoramique des deux arcades alvéolo-dentaires de début de traitement de la patiente **B.O.I** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

L'étude de radiographie panoramique dentaire (Fig.184), objective l'absence de la 36 (extraite suite à un processus carieux), la restauration de la 46 ; et la présence des germes de dents de sagesses dont la 38, 48 présentent des axes défavorables à l'éruption.



**Figure 185 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion de la patiente **B.O.I (**Service d'ODF –CHU-ORAN-).

**Tableau LV :** Intreprétation de la charte céphalométrique du début de traitement de la patiente **B.O.I (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

| Analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| SNA | 82°± 2° | 80° | Position moyenne du maxillaire / base du crâne |
| SNB | 78°± 2° | 79° | Position moyenne de la mandibule / base du crâne |
| ANB | 2°±2° | 1° | Classe I squelettique de Ballard |
| A-T de Château | 46 mm | 47mm | Longueur moyenne du maxillaire |
| Xi-Pm | 61-67mm | 65mm | Longueur moyenne de la mandibule |
| Axe Y de Brodie | 59° | 58 ° | Direction de croissance faciale moyenne |
| Axe Facial de Ricketts | 90°±3° | 90° | Direction de croissance faciale moyenne |
| FMA | 25°±3° | 28° | Direction de croissance mandibulaire moyenne |
| I/F | 107°±2° | 112° | Vestibulo-version des incisives supérieures |
| i/m | 90°±2° | 95° | Vestibulo-version des incisives inférieures |

L'étude de la téléradiographie de crâne de profil (Fig.185) a permis de faire le tracé céphalométrique qui aboutit à la réalisation de la charte céphalométrique (Tableau LV).

**Images CBCT :**

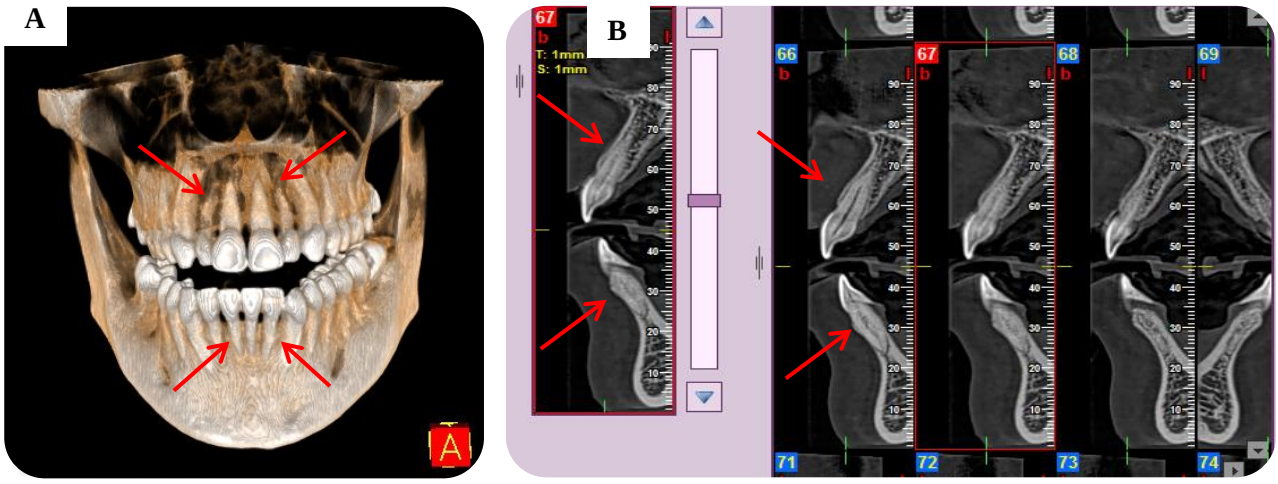



**Figure 186** : Photos initiales CBCT de la patiente **B.O.I**: **A** : Reconstitution 3D (vue frontale), **B** : Coupes coronales obliques (sagittales) objectivent une épaisseur osseuse fine aux niveaux des secteurs antérieurs supérieur et inférieur indiquées par les flèches rouges. la reconstitution pré-opératoire permettra de localiser les risques anatomiques et d'évaluer l'épaisseur de l'os cortical et les fenestrations où la greffe sera déposée (Service d'ODF CHU-ORAN).

A l'issu de l'examen clinique et des examens complémentaires,

**Le diagnostic positif**

Le diagnostic posé est synthétisé comme suit : Il s'agit d'une classe I squelettique selon Ballard avec une typologie faciale normo-bite, la direction de croissance mandibulaire et faciale est moyenne, pour les anomalies associées on note une biproalvéolie et une DDM bimaxillaire par macrodontie relative.

**Les objectifs de traitement**

- **Esthétique**
  - Corriger la biproalvéolie et obtenir une occlusion labiale harmonieuse (stomion non forcé).
  - Réduire la convexité du profil et corriger le sourire gingival
  - Corriger les rotations incisives
  - Corriger la DDM.
- **Occlusaux :**
  - Obtenir un over-jet et un over-bite corrects (de 2 à 3 mm)
  - Obtenir la coïncidence des points interincisifs
  - Maintenir les classe I canines et molaires.

**Le Principe thérapeutique :**

Pour aboutir à ces objectifs nous avons opté pour une thérapeutique fixe multiattache orthodontico-chirurgicale non extractionnelle accélérétrice assistée par piézo-corticision alvéolaire réalisée au siège de la DDM aux deux blocs antérieurs supérieurs et inférieurs . On procède à une RIP pour aménager l'espace, et on utilisera des arcs de nivellement à courbe de Spee inversée pour ingrésser les incisives supérieures suivi d'une freinéctomie à l'arcade supérieure et une plastie gingivale en fin de traitement multi-attache pour corriger le contour gingival.

**La phase orthodontique pré-chirurgicale** :



**Figure 187 :** La phase orthodontique pré-chirurgicale de la patiente **B.O.I.** : Collage des attaches au deux arcades alvéolo-dentaire (Service d'ODF- CHU-ORAN).

**La phase chirurgicale :**

**La préparation de la PRF :**

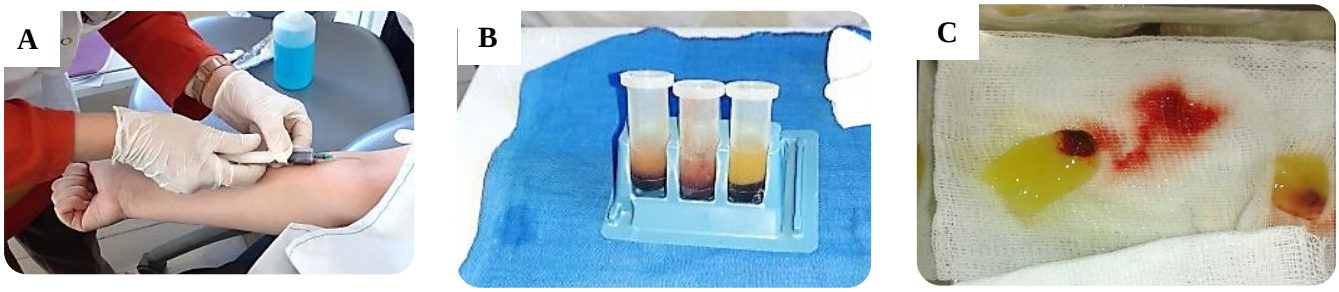



**Figure 188 :** La préparation de la PRF pour la patiente **B.O.I.** : **A)** Prélèvement du sang veineux pour la préparation de la PRF ; **B)** tubes après centrifugation du sang prélevé. **C)** : Le caillot de PRF compressé entre deux compresses donne une membrane de PRF (Service de Parodontologie CHU-ORAN).

**La chirurgicale piézo-corticision**

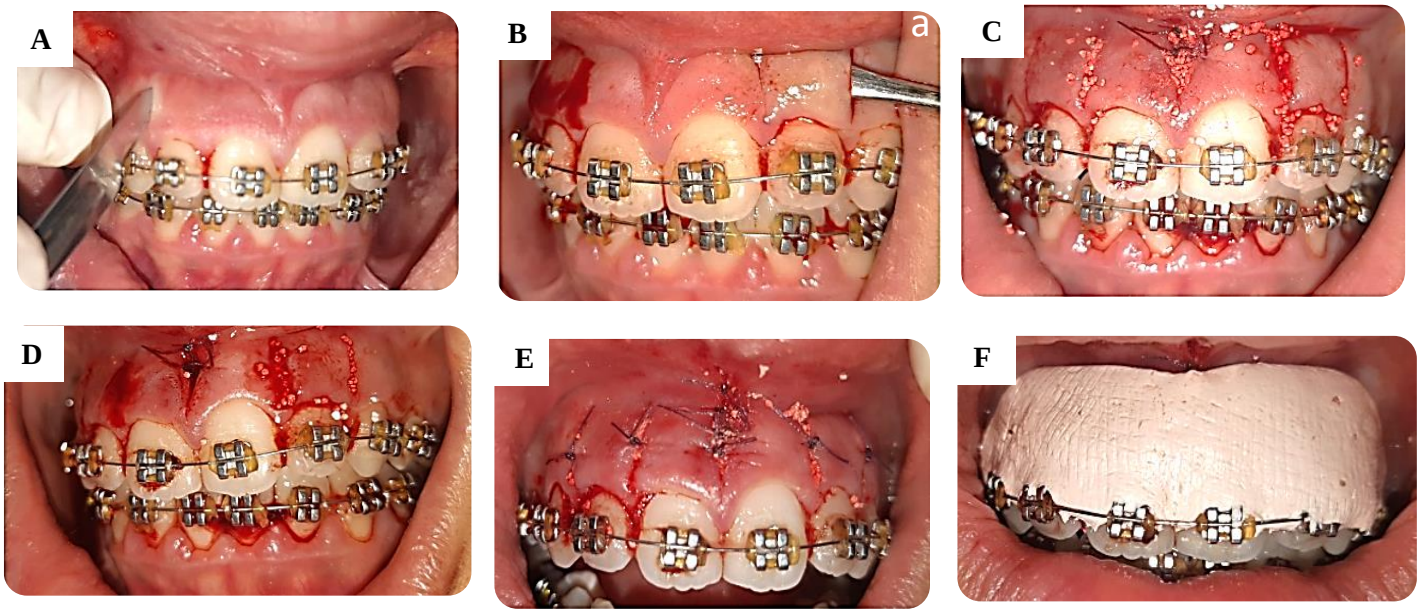



**Figure189 :** Les étapes de la chirurgie de piézotomie alvéolaire de la patiente **B.O.I** : (**A** : incisions verticales à 3 mm des papilles inter-dentaires ; **B :** décollement de la gencive **/ C** : tunnelisation et mise en place du matériau de comblement / **D- E** : fermeture hermétique des sites greffés avec des points de sutures : **F** : mise en place de pansement parodontal (Service de parodontologie CHU-ORAN).

### La chirurgie de Freinectomie :

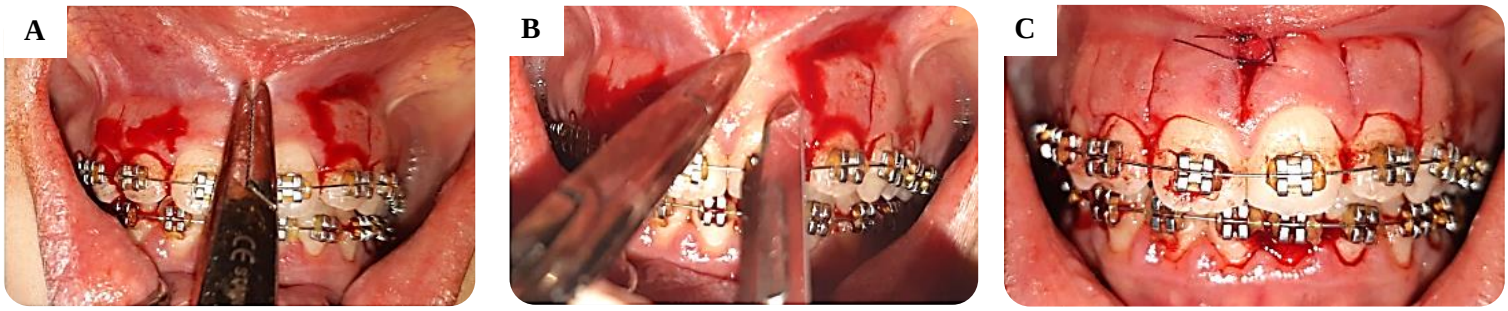



**Figure 190 :** Les étapes de la Freinectomie de la patiente **B.O.I**. (**A** : incisions verticales / **B** : tunnelisation / **C** : fermeture des sites greffés avec des points de sutures. (Chirurgie réalisée au service de Parodontologie, traitement orthodontique réalisé au Service d'ODF CHU-ORAN).

### Contrôle de cicatrisation après 10 jours

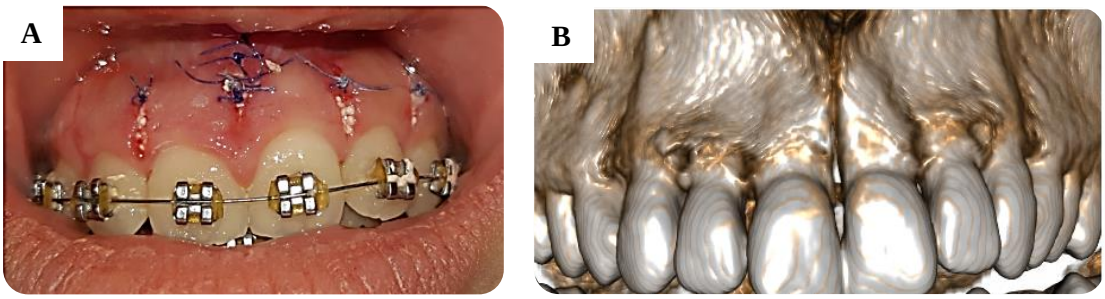



**Figure 191 :** Contrôle de cicatrisation après 10 jours post-chirurgical de la patiente B.O.I Utilisation d'un arc de nivellement à courbe de Spee inversée (Service d'ODF- CHU-ORAN)

### Contrôle radiographique post chirurgical

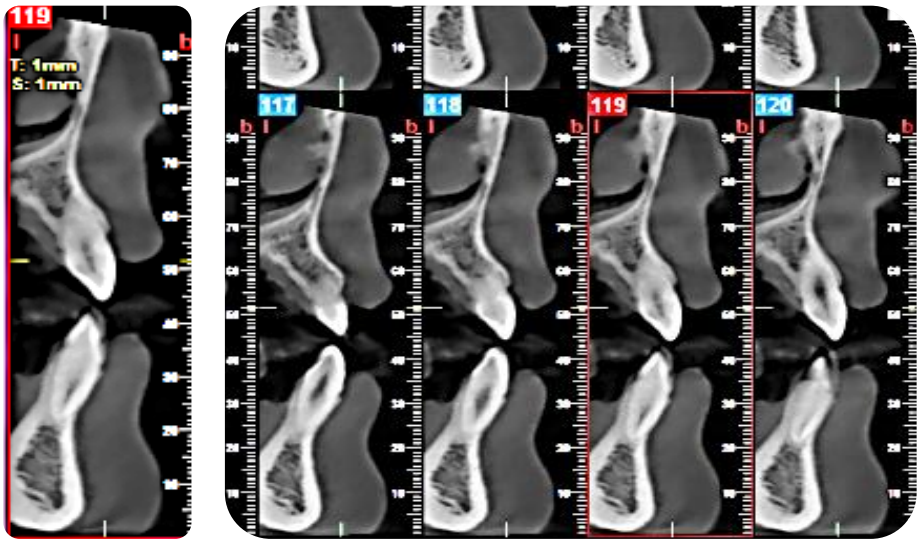



**Figure 192 :** Images CBCT du début de traitement (coupes sagittales) de la patiente **B.O.I.** objectivent l'épaisseur réduite de la corticale alvéolaire au niveau des incisives supérieures et inférieures (Service d'ODF CHU-ORAN).

**Contrôle après 15 jours de la chirurgie**



**Figure 193** : Contrôle à 15 jours post-chirurgical de l'arcade supérieure de la patiente **B.O.I**. : Mise en place d'un arc NiTi .016″ à courbe de Spee inversée aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure (Service d'ODF- CHU-ORAN).

**Résultat de traitement après 5 mois et une semaine.**




**Figure 194** : Contrôle d'activation de la patiente **B.O.I**. : Alignement des deux arcades alvéolo-dentaires et dépose des multi attaches (Service d'ODF- CHU-ORAN).

**Contrôle radiographique :**
**Images CBCT de fin de traitement : Reconstitution 3D-coupes sagittales**

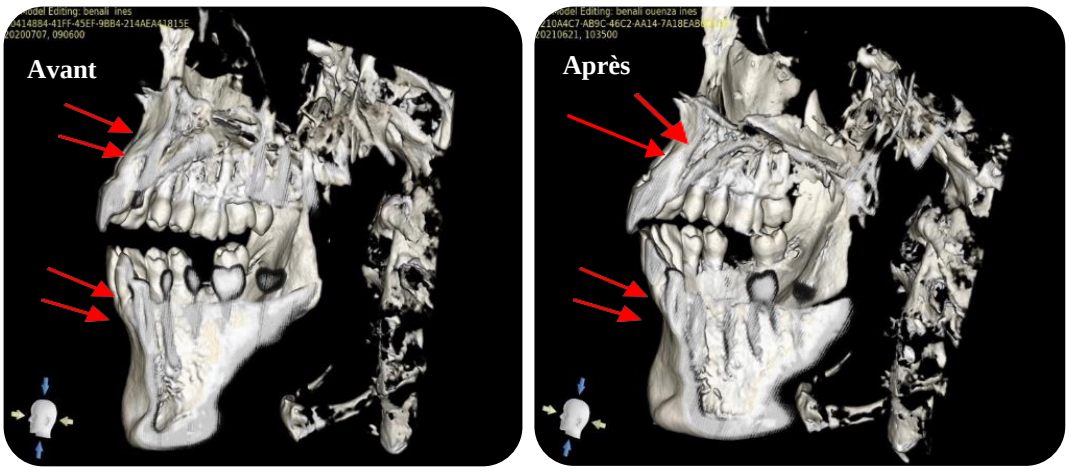



**Figure 195 :** Image CBCT de fin de traitement de la patiente B.O.I. : Reconstitution 3D **(**vue sagittale) (Service d'ODF – CHU- ORAN).

**Interprétation** : On peut noter d'âprés les reconstitutions 3D qu'il y a une modification architecturale de support parodontal, en faveur d'apport osseux, au niveau supérieur indiqué par les flèches rouges (Fig 195).

### .1.1.1. Mesures de la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre le début et à 5 mois post-chirurgical aux deux sites opérés et non opérés à l'aracde supérieure de la patiente B.O.I :

Nous avons tenter de mettre en évidence la possibilité de gain osseux suit aux chirurgies de piézotomies alvéolaires associées aux greffes osseuses adoptées lors de notre protocole de traitement accéléré. Pour faire, nous avons mesuré la différence d'épaisseur osseuse entre le début de traitemnt et à 5 mois post-chirurgical dans un premier temps aux deux sites opérés et non opérés de la même arcade.

Après, nous avons comparé cette différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et non opérés de la même arcade. Cette comparaison va mettre en évidence le gain osseux possible suite à la piézotomie alvéolaire. Ainsi nous pouvons confirmer la possibilité d'ostéogénèse induite suite à la chirurgie accélérétrice de piézo-corticision alvéolaire associées aux greffes osseuses.

Les résultas de mesures sont présentés dans les tableaux suivants : (TABLEAU LVI, TABLEAU LVII, TABLEAU LVIII, TABLEAU LIX ) :

- ✓ **Sites opérés au bloc antérieur** : Distal de la 13 ; Distal de la 12 ; Distal de la 11 ; Distal de la 21, Distal de la 22, Distal de la 23 (Fig.196).

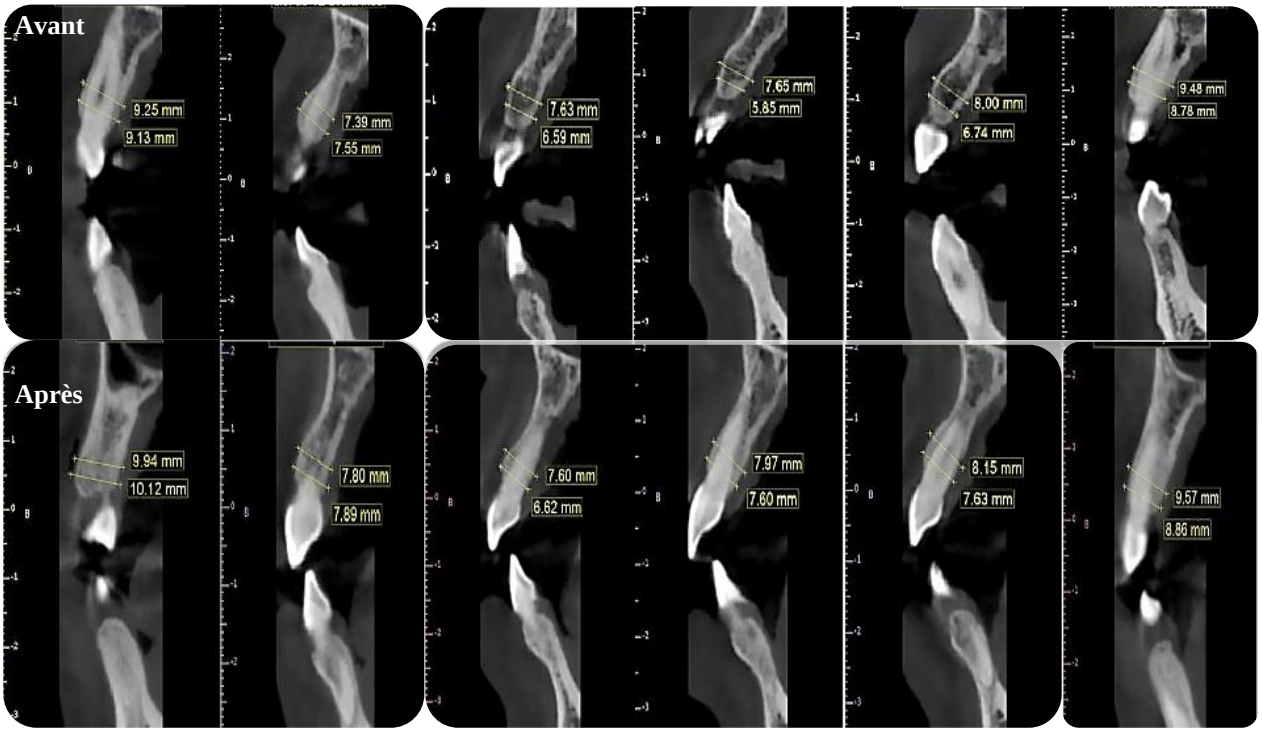



**Figure 196 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) réalisées aux sites opérés (expérimentaux) au niveau du bloc antérieur à l'arcade supérieure de la patiente **B.O.I.** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

**Tableau LVI :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure de la patiente **B.O.I** (Service d'ODF -CHU- ORAN).

| Mesure d'épaisseur osseuse (mm) | Distal 13 | | Distal 12 | | Distal 11 | | Distal 21 | | Distal 22 | | Distal 23 | | La Somme d'épaisseurs Osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 9,13 | 9,25 | 7,55 | 7,39 | 6,59 | 7,63 | 5,85 | 7,65 | 6,74 | 8 | 8,78 | 9,48 | 94,04 |
| **Après** | 10,12 | 9,94 | 7,89 | 7,8 | 6,62 | 7,60 | 7,60 | 7,97 | 7,63 | 8,15 | 8,66 | 9,57 | 99,55 |
| **La différence d'épaisseurs osseuse (mm)** | 0,99 | 0,69 | 0.34 | 0,41 | 0,03 | -0,03 | 1,75 | 0,32 | 0,89 | 0,15 | -0,12 | 0,09 | **+5,51** |

✓ **Sites non opérés aux blocs postérieurs** : Distal de la 15 Distal de la 14 Distal de la 24 Distal de la 25. (Fig.197).

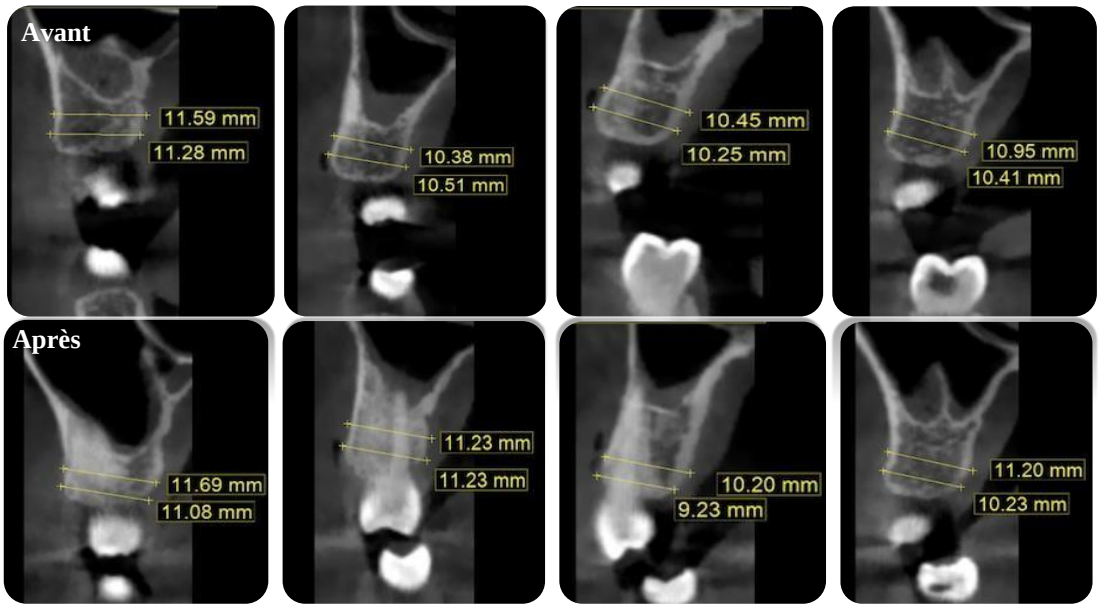



**Figure 197 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) réalisées aux sites non-opérés (témoins) aux blocs postérieurs de la patiente **B.O.I** (Service d'ODF -CHU -ORAN).

**Tableau LVII :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure de la patiente **B.O.I** (Service d'ODF -CHU- ORAN).

| Mesure d'épaisseur osseuse (mm) | Distal 15 | | Distal 14 | | Distal 24 | | Distal 25 | | Somme d'épaisseurs Osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 11,28 | 11,59 | 10,51 | 10,38 | 10,25 | 10,45 | 10,41 | 10,95 | 85,8 |
| **Après** | 11,08 | 11,69 | 11,23 | 11,23 | 9,23 | 10,20 | 10,23 | 11,20 | 86,09 |
| **La différence d'épaisseurs osseu** | -0,18 | 0,1 | 0,72 | 0,85 | -1,02 | -0,25 | -0,18 | 0,25 | **+0,29** |

**Comparer la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre les sites opérés et les sites non opérés sur la même arcade de la patiente B.O.I.**

**Tableau LVIII :** La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical aux sites opérés de la patiente **B.O.I** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| **La patiente B.O.I** | | **13** | **12** | **11** | **21** | **22** | **23** | **Σ Gain (mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sites expérimentaux** | Mesures aux sitex A (mm) | 0.99 | 0.34 | 0.03 | 1.75 | 0.89 | -0.12 | +3.88 |
| | Mesures aux sites B (mm) | 0.69 | 0.41 | -0.03 | 0.32 | 0.15 | 0.09 | +1.63 |

**Tableau LIX :** La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical aux sites non opérés de la patiente **B.O.I** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| **La patiente B.O.I** | | **15** | **14** | **24** | **25** | **Σ Gain (mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site témoin** | Mesurses aux sites A (mm) | -0.18 | 0.72 | -1.02 | -0.18 | -0.66 |
| | Mesures aux sites B (mm) | +0.1 | 0.85 | -0.25 | 0.25 | +0.95 |

**Interprétation** : D'après les coupes coronales obliques et les tableaux précédents (TABLEAU LVI, LVII, LVIII, LIX), on peut noter la différence qui existe entre les mesures pré et post thérapeutiques réalisées aux sites opérés (aux blocs antérieurs à l'arcade supérieure), alors que la différence n'est pas notable au niveau des les sites non opérés (aux blocs postérieurs à l'arcade supérieure).

**La mise en place d'un système de contention :**




**Figure 198** : Situation clinique en fin de traitement de la patiente **B.O.I**. : La mise en place d'une gouttière de contention transparente à l'arcade supérieure (**A-B)**, et un arc de contention collé de 3-3 au niveau de l'arcade inférieure (**C**), Traitement accompli en cinq mois et trois semaines avec expansion de l'arcade maxillaire dans le sens transversal et une augmentation de la largeur inter-canine grâce à la chirurgie de corticotomie alvéolaire. En fin de traitement la patiente a bénéficié d'une plastie gingivale pour parfaire le contour de la gencive au service de parodontologie. (Service d'ODF-CHU-ORAN).

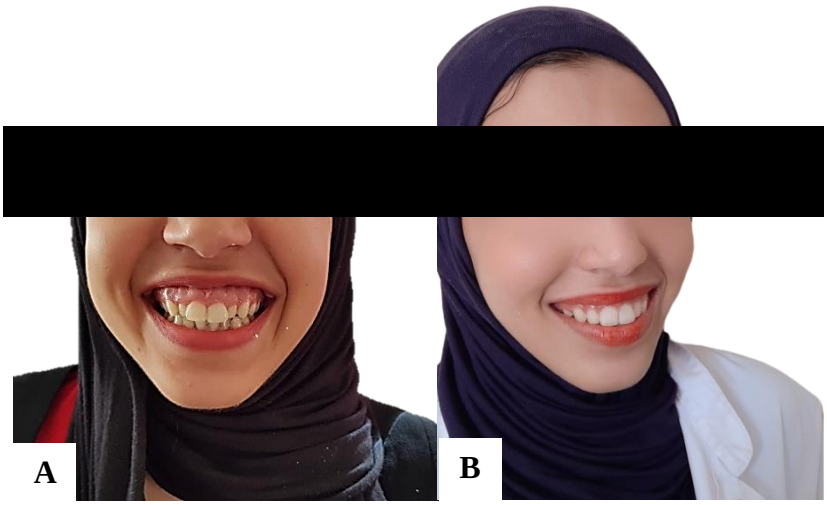



**Figure 199** : La comparaison du sourire de la patiente B.O.I entre la situation de début (A) et de fin de traitement (B) (Service d'ODF CHU-ORAN).

1. Le temps de nivellement à l'arcade supérieure= 74 jours
2. Le temps de nivellement à l'arcade inférieure=99 jours
3. La durée globale de traitement =8 mois.

## 9.1.5. Cas clinique N°5

Le patient **G. M,** âgé de 20 ans, habite à Oran, Le patient a consulté durant la 2ème période de tri, ainsi, il a été orienté vers le groupe de traitement accéléré. Il consulte pour un fort encombrement antérieur entrainant une ectopie de la 13.

L'examen extra-oral montre une légère asymétrie faciale et une bonne proportion des étages verticaux de la face. Au niveau des tissus mous, le patient présente une bonne harmonie faciale. (Fig.200).



**Figure 200 :** Photographie de face du patient **G.M** (Service d'ODF –CHU-ORAN).



**Figure 201 :** Photographie bouche ouverte du patient **G.M** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

**A l'examen intra-oral,** le patient ne présente ni caries, ni problèmes parodontaux. A l'examen endo-buccal, l'arcade supérieure présente une forme en V et l'arcade mandibulaire est en lyre, avec une DDM de -9 mm au maxillaire et de -6 mm à la mandibule (Fig.201).



**Figure 202 :** Photographie des arcades maxillaire et mandibulaire vue occlusale du patient **G.M** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

**A l'agencement intra-arcade** on note une arcade maxillaire en forme de V avec ectopie de la 13 et l'arcade mandibulaire en forme de lyre objectivent une DDM supérieure de -9mm, et inférieure de -6 mm. Les incisives latérales supérieures 12-22 sont en palato-position plus accentuée au niveau de la 12 que la 22, les canines supérieures 13 -33 sont ectopiques, L'over-jet est de 0 mm et l'over-bite de 0mm (Fig.202).

**Image CBCT : Vue Panoramique en 2D des deux arcades alvéolo-dentaires de début de traitement**

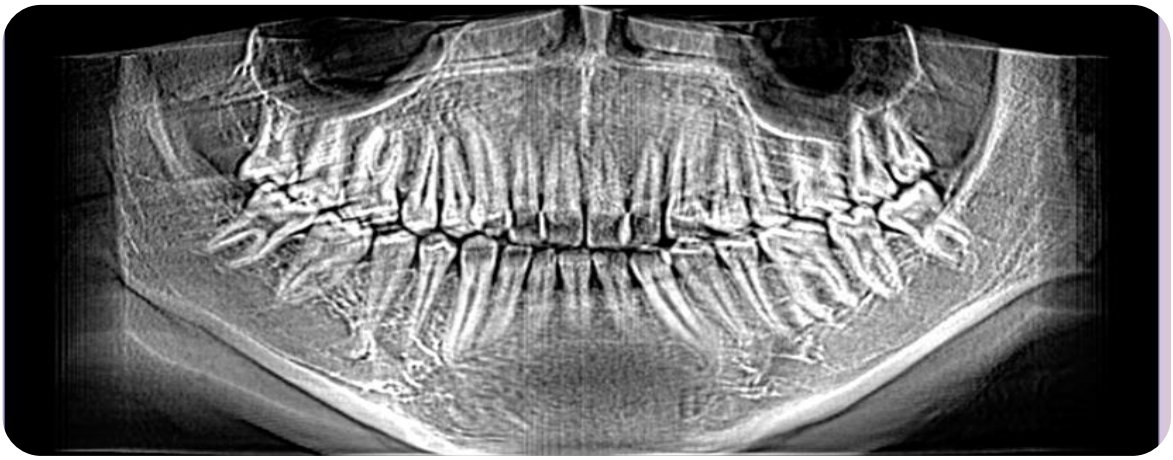


**Figure 203 :** Image CBCT : Vue panoramique des deux arcades alvéolo-dentaires de début de traitement du patient **G.M** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Image CBCT de début de traitement : Reconstitution 3D :**

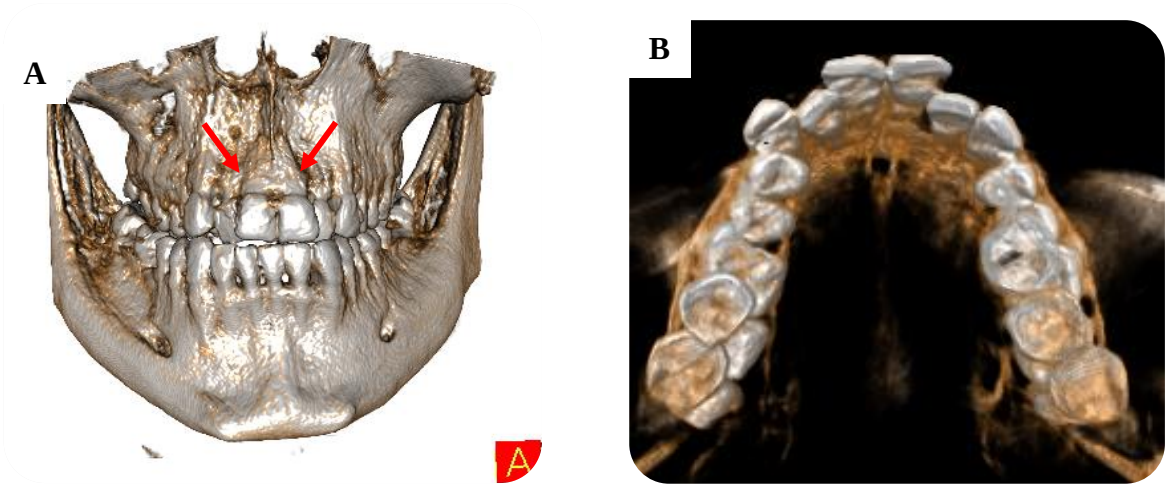



**Figure 204** : Images CBCT de début de traitement du patient **G.M**: **A** : Reconstitution 3D (vue de face) objective une fine epaisseur osseuse au niveau du bloc antérieur supérieur et inférieur indiquée par les flèches rouges, la reconstitution pré-opératoire permettra de localiser les risques anatomiques et d'évaluer l'épaisseur de l'os cortical et les fenestrations où la greffe sera déposée. **B** : Coupe transversale en une vue occlusale de l'arcade alvéolo-dentaire supérieure du patient **G.M** objective le déficit d'éspace au niveau du bloc antérieur. (Service d'ODF CHU-ORAN).

## Image CBCT de début de traitement : Coupes sagittales

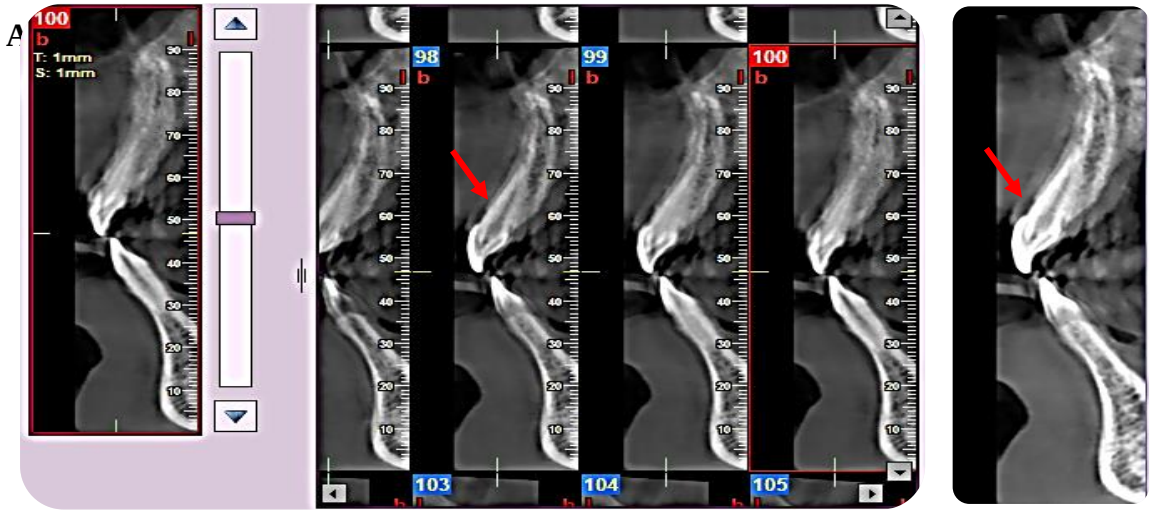



**Figure 205** : Images CBCT du patient **G.M** : Coupes coronales obliques (sagittales) objectivent une épaisseur osseuse fine aux niveau du secteur antérieur supérieur indiquée par les flèches rouges. patient **G.M** (Service d'ODF CHU-ORAN).

## La téléradiographie de crâne de profil et étude de la charte céphalométrique



**Figure 206 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion du patient **G.M (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Tableau LX :** Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement du patient **G.M (**Service d'ODF – CHU-ORAN).

| Analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| SNA | 82°± 2° | 80° | Position moyenne du maxillaire / base du crâne |
| SNB | 78°± 2° | 81° | Position moyenne de la mandibule / base du crâne |
| ANB | 2°±2° | 1° | Classe I squelettique de Ballard |
| A-T de Château | 46 mm | 46mm | Longueur moyenne du maxillaire |
| Xi-Pm | 61-67mm | 65mm | Longueur moyenne de la mandibule |
| Axe Y de Brodie | 59° | 59° | Direction de croissance faciale moyenne |
| Axe Facial de Ricketts | 90°±3° | 93° | Direction de croissance faciale moyenne |
| FMA | 25°±3° | 28° | Direction de croissance mandibulaire antérieure |
| I/F | 107°±2° | 110° | Vestibulo-version des incisives supérieures |
| i/m | 90°±2° | 90° | Normo-position des incisives inférieures |

A l'issu de l'examen clinique et des examens complémentaires,

### Le diagnostic positif

Le diagnostic posé est synthétisé comme suit : Il s'agit d'une classe I squelettique selon Ballard avec une typologie faciale normo-bite, la direction de croissance mandibulaire et faciale est moyenne, pour les anomalies associées on note une biproalvéolie et une DDM bimaxillaire par macrodontie relative de -9mm à l'arcade supérieure, et de -6 mm à l'arcade inférieure.

### Les objectifs de traitement

Le but du traitement envisagé est d'aligner les dents, sans avoir recours aux sacrifices dentaires et ceci grâce à l'expansion transversale facilitée par la chirurgie de piézotomie alvéolaire.

Rétablir dans un second temps les relations canines et molaires de classe I avec correction de la ligne inter-incisive et du plan sagittal médian. On prévoit une greffe osseuse associée au niveau des zones où l'expansion est nécessaire avec mise en place d'uen membrane de PRF pour favoriser la cicatrisation osseuse, cette chirurgie de piézotomie alvéoliare va renforcer le support osseux et accroître le soutien parodontal garantissant ainsi la stabilité à long terme.

- **Esthétique**
  - Obtenir un sourire harmonieux
  - Corriger l'ectopie de la 13 et la palato-version de la 12- 22
  - Corriger la DDM.
- **Occlusaux :**
  - Obtenir un over-jet et un over-bite corrects
  - Obtenir la coïncidence des points interincisifs
  - Obtenir de rapport de classes I canines et molaires.

**Principe thérapeutique**

Pour aboutir à ces objectifs nous avons opté pour une thérapeutique fixe multiattache orthodontico-chirurgicale non extractionnelle accélérétrice assistée par piézo-corticision alvéolaire au bloc antérieur supérieur. L'expansion de l'arcade supérieure dans le sens transversal est assurée par l'utilisation succesive des arcs de nivellement associé aux effets expansive de la chirurgie de piézotomie alvéolaire. De plus, une RIP (réduction amélaire inter-proximale) en inter-dentaire aux deux arcades alvéolo-dentaires va permettre de créé l'espace nécessaire au le nivellement.

A l'arcade inférieure, un traitement orthodontique classique sans chirurgie accélératrice suffit pour corriger la DDM inférieure et niveller l'arcade dentaire.

**Les étapes du traitement : La phase orthodontique préopératoire :**



**Figure 207 :** Photographie de début de traitement du patient **G.M**: collage des multi-attaches à l'arcade supérieure et mise en place d'un arc NiTi .012″de nivellement (Service d'ODF –CHU-ORAN).

## La phase chirurgicale : Préparation de la PRF :

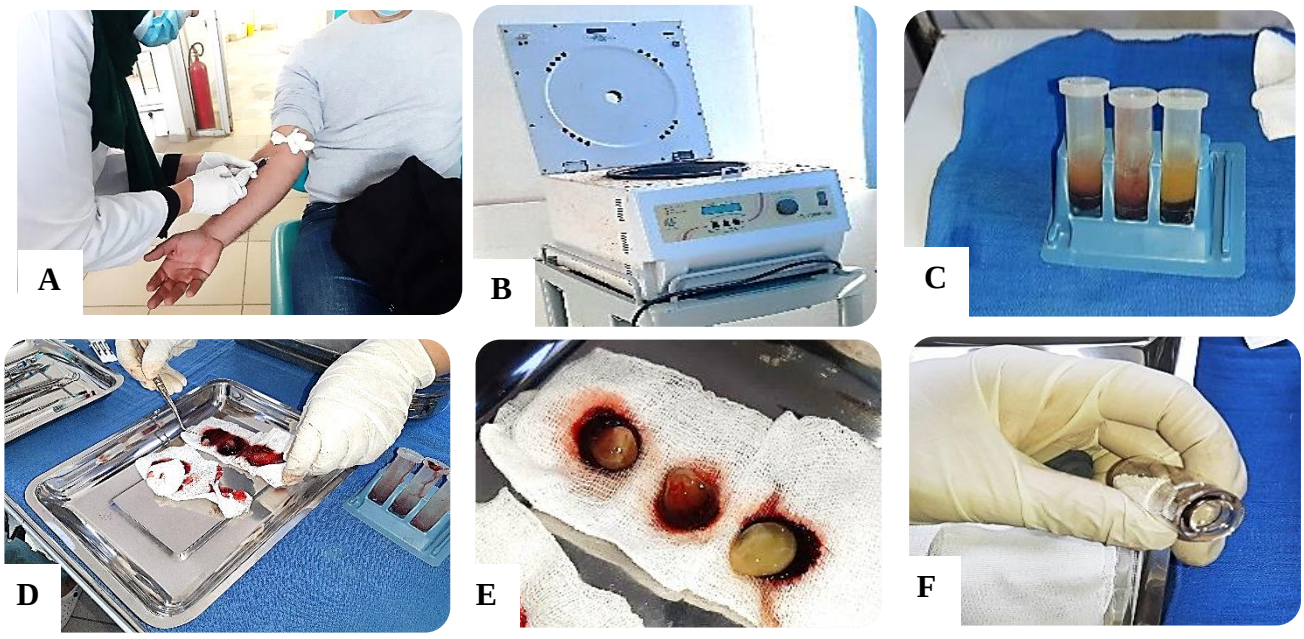



**Figure 208** : La préparation du PRF pour le patient **G.M**. ; **A** : Dans des tubes secs de 10 ml, on prélève du sang veineux sans anticoagulant ou gélifiant dans des conditions d'asepsies optimales, **B** : mise en place des tubes dans un appareil de centrifugation, **C** : photo de tube après centrifugation. **D** : Le caillot de PRF obtenu est extrait du tube à l'aide d'une précelle stérile et est séparé du culot d'hématies ; **E** : Le caillot de PRF compressé entre deux compresses donne une membrane de PRF, **F** : produit de comblement type bio-os du patient **G.M** (Service de Parodontologie CHU-ORAN).

## Les étapes de la Piézochirurgie




**Figure 209 :** Les étapes de la chirurgie de piézotomie alvéolaire du patient **G.M** : (**A** : des incisions verticales à 3 mm des papilles interdentaires à l'arcade supérieure. **B** : décollement + mise en place de produit de comblement par tunnelisation, **C** : suture et mise en place de pansement pour protéger les sites opératoires (Chirurgie réalisée au service de Parodontologie CHU-ORAN ; traitement orthodontique réalisé au Service d'ODF CHU-ORAN).

**Contrôle de cicatrisation après 15 jours :**



**Figure 210 :** Contrôle de la cicatrisation des sites opérés à l'arcade supérieure du patient **G.M** (Service d'ODF- CHU-ORAN).




**Figure 211** : Contrôle d'activation du patient **G.M** et mise place d'un arc rigid .016″×.022″ aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure après chirurgie de piézotomie alvéolaire (Service d'ODF- CHU-ORAN).

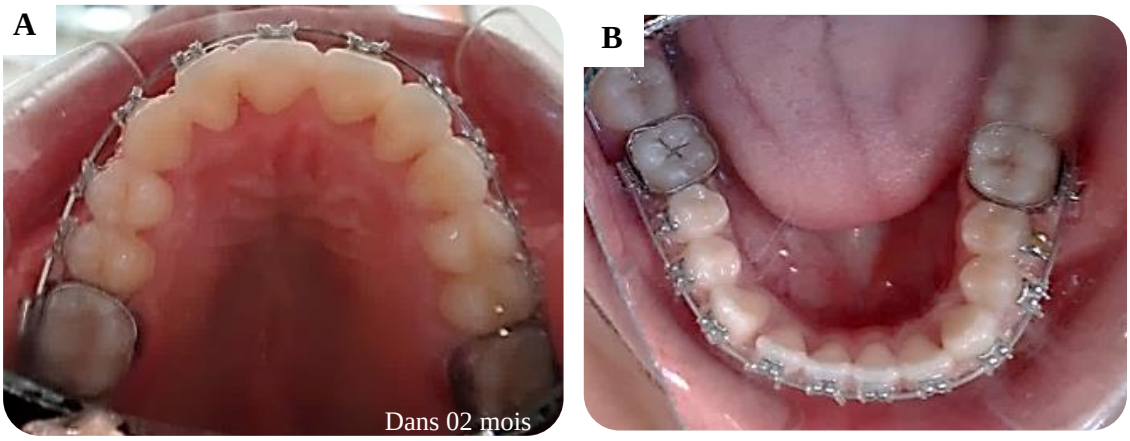



**Figure 212** : Contrôle d'allignement des deux arcades alvéolo-dentaires en vue occlusale objective le soulagement de la DDM suite à l'augmentation de la largeur inter-canine grâce à la chirurgie de décortication alvéolaire du patient **G.M** (Service d'ODF- CHU-ORAN).

### Contrôle 1 mois après

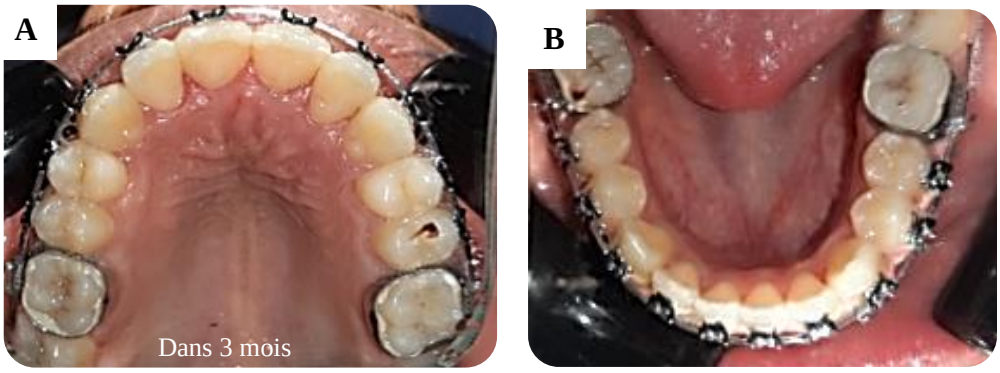



**Figure 213** : Activation de l'apareillage multi-ataches du patient **G.M**: mise en place d'un arc rigid Acier 0.017″×0.025″ aux deux arcades alvéolodentaires avec rétablissement des points de contacts suite à l'augmentation de la largeur inter-canine permettant ainsi le soulagement de l'encombrement dentair antérieur (Service d'ODF- CHU-ORAN).

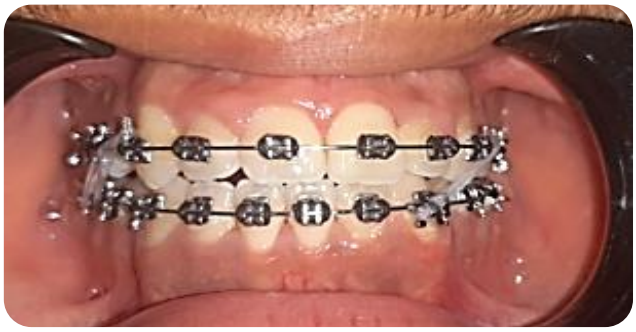


**Figure 214 :** Mise en place des tractions intermaxillaire pour le patient G.M. : Short de classe II côté droit, et de Classe III côté gauche de 3,5 OZ et de 3/16″ de diamètre pour corriger la déviation des PII sur arc rigide Acier 0,017″ ×0,025″ (Service d'ODF- CHU-ORAN).

### Evolution du traitement multiattache

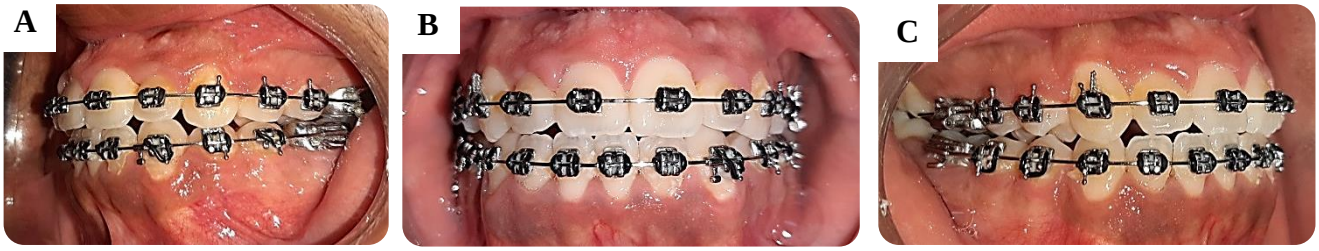



**Figure 215 :** Evolution du traitement orthodontique du patient **G.M** : Alignement des deux arcades alvéolo-dentaires. (Service d'ODF CHU-ORAN).

Durant les trois premiers mois du traitement orthodontique, les dents des deux arcades alvéolo-dentaires maxillaires et mandibulaires se sont toutes nivellées et allignées en utilisant des diamètres croissants de fil nickel-titane 0.012″, 0.014″, 0.016″, 0.018″ et ceci durant la phase initiale (phase d'alignement-nivellement), cet allignement était facilité par la chirurgie de piézotomie alvéolaire réalisées aux blocs antérieurs, supéreur et inférieur. Ainsi la lingo-version des incisives maxillaires était corrigée grâce à l'expansion obtenues par à la chirurgie. ce qui a créé un espace suffisant pour loger la canine 13. La classe II dentaire s'est corrigée grâce au

port des élastiques intermaxillaires de Classe II du coté droit et de Classe III du coté gauche. Le traitement est achevé au bout de huit mois.

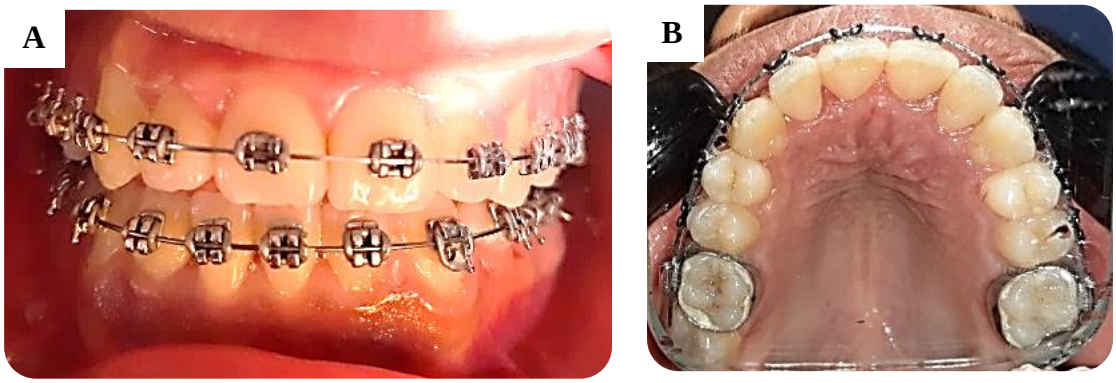



**Figure 216 :** La coordination des deux arcades alvéolo-dentaires du patient **G.M** (Service d'ODF CHU-ORAN).

**Images CBCT de fin de traitement :**

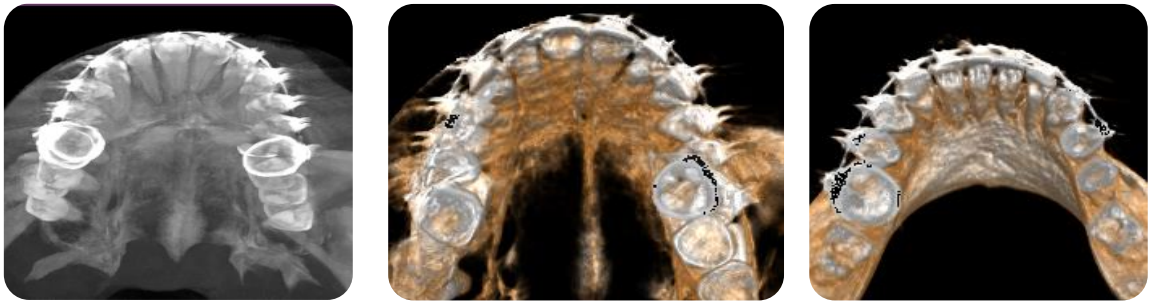


**Figure 217 :** Images CBCT ; Reconstitutions 3D des coupes transversales objective une vue occlusale des deux arcades alvéolo-dentaires de fin de traitement du patient **G.M** (Unité de Radiographie- Service d'ODF CHU-ORAN).

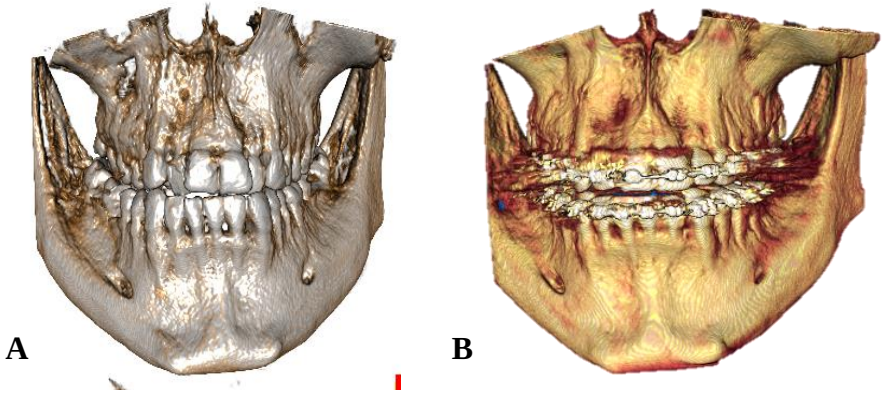



**Figure 218 :** La comparaison Image CBCT ; reconstitution 3D (vue de face) du début et de fin de traitement du patient G.M (Unité de Radiographie- Service d'ODF CHU-ORAN).

Le changement architectural au niveau du support osseux alvéolaire pour le patient **G.M** est indiqué dans les images CBCT coupes transversales en vue occlusale (Fig.217) dont le plan de coupe passe par le plan occlusal et sur les Images CBCT reconstitution 3D en vue frontale (Fig. 218) les flèches rouges indiquent le site de ces changements qui consiste en une augmentation de support osseux alvéolaire confirmé par les mesure suivanstes, d'autre part, plus, aucune complication n'a été signalée suite au traitement établi pour le patient **G.M**, confirmé lors des

controles clinique de fin de traitement et l'étude des cônes beam (TABLEAUX LXI,LXII,LXIII, LXIV).

### .1.1.1. Mesures de la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre le début et à 5 mois post-chirurgical aux deux sites opérés et non opérés à l'aracde supérieure du patient G.M :

Nous avons tenter de mettre en évidence la possibilité de gain osseux suit aux chirurgies de piézotomies alvéolaires associées aux greffes osseuses adoptées lors de notre protocole de traitement accéléré. Pour faire, nous avons mesuré la différence d'épaisseur osseuse entre le début de traitemnt et à 5 mois post-chirurgical dans un premier temps aux deux sites opérés et non opérés de la même arcade.

Après, nous avons comparé cette différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et non opérés de la même arcade. Cette comparaison va mettre en évidence le gain osseux possible suite à la piézotomie alvéolaire. Ainsi nous pouvons confirmer la possibilité d'ostéogénèse induite suite à la chirurgie accélérétrice de piézo-corticision alvéolaire associées aux greffes osseuses.

Les résultas de mesures sont présentés dans les tableaux suivants : (TABLEAU LXI, TABLEAU LXII, TABLEAU LXIII, TABLEAU LXIV ) :

✓ **Sites opérés au bloc antérieur** : Distal de la 12 ; Distal de la 11 ; Entre 11 et 21 ; Distal 21 Distal de la 22.

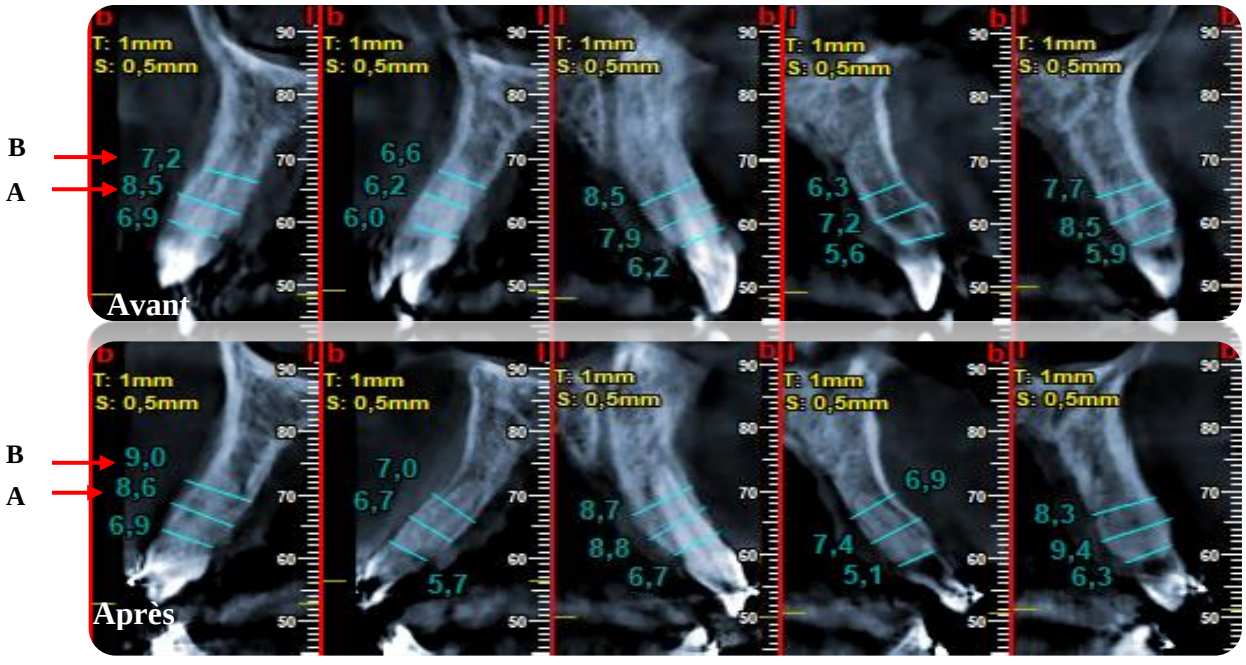



**Figure 219 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) réalisées aux sites opérés (expérimentaux) au niveau du bloc antérieur à l'arcade supérieure du patient **G.M** (Service d'ODF-CHU-ORAN)

**Tableau LXI :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade supérieure du patient **G.M** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| Mesure d'épaisseur osseuse (mm) | Distal 12 | | Distal 11 | | Entre 11-21 | | Distal 21 | | Distal 22 | | Somme d'épaisseurs osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 8.5 | 7.2 | 6.2 | 6.6 | 7.9 | 8.5 | 7.2 | 6.3 | 8.5 | 7.7 | 74.6 |
| **Après** | 8.6 | 9.0 | 6.7 | 7.0 | 8.8 | 8.7 | 7.4 | 6.9 | 9.4 | 8.3 | 80.8 |
| **La différence d'épaisseurs osseuse** | 0.1 | 1.8 | 0.5 | 0.4 | 0.9 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.9 | 0.6 | **+6.2** |

✓ **Sites non opérés aux blocs postérieurs** : Distal de la 15 ; Distal de la 14 ; Distal de la 24 ; Distal de la 25.

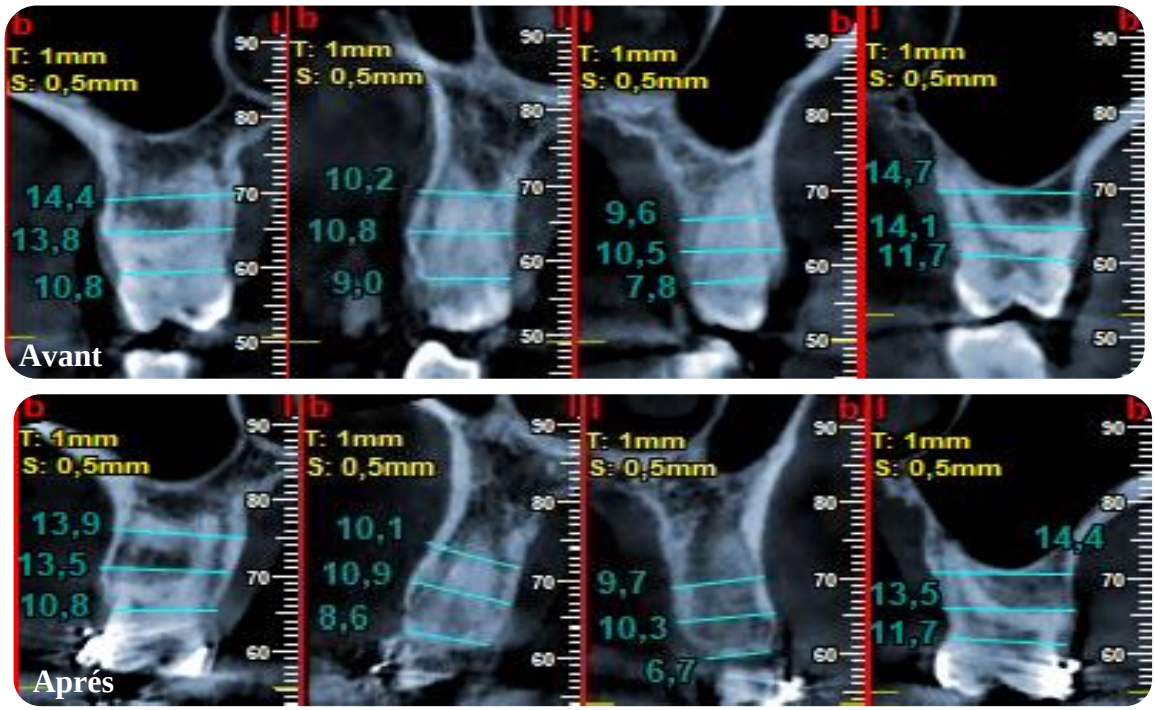



**Figure 220 :** Les mesures de l'épaisseur osseuse sur CBCT (Coupes coronales obliques) réalisées aux sites non-opérés (témoins) aux blocs postérieurs à l'arcade supérieure du patient **G.M** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Tableau LXII :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade supérieure du patient **G.M** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

| Mesure d'épaisseur osseuse (mm) | Distal 15 | | Distal 14 | | Distal 24 | | Distal 25 | | Somme d'épaisseurs osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 13.8 | 14.4 | 10.8 | 10.2 | 10.5 | 9.6 | 14.1 | 14.7 | **98.1** |
| **Après** | 13.5 | 13.9 | 10.9 | 10.1 | 10.3 | 9.7 | 13.5 | 14.4 | **96.3** |
| **La différence d'épaisseurs osseuse (mm)** | -0.3 | -0.5 | 0.1 | -0.1 | -0.2 | 0.1 | -0.6 | -0.3 | **-1.8** |

✓ **Comparaison de la différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et les sites non opérés à l'arcade supérieure du patient G.M :**

**Tableau LXIII** : La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical aux sites opérés du patient **G.M** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| Le Patient G.M | | 12 | 11 | 21 | 22 | 23 | Σ Gain (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sites expérimentaux | A | +0.1 | +0.5 | +0.9 | +0.2 | +0.9 | + 2.6 |
| | B | +1.8 | +0.4 | +0.2 | +0.6 | +0.6 | + 3.6 |

**Tableau LXIV** : La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical aux sites non opérés du patient **G.M** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| Le Patient G.M | | 15 | 14 | 24 | 25 | Σ Gain (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sites témoins | A | -0.3 | 0.1 | -0.2 | -0.6 | **-1** |
| | B | -0.5 | -0.1 | 0.1 | -0.3 | **-0.8** |

**Interprétation** : D'après les mesures effectuées dans les sites opératoirés avant et après la piézocision associée à une greffe osseuse, on peut conclure que le support osseux alvéolaire de ces sites s'est augmenté en épaisseur d'une moyenne aproximative de 1.24 mm après ce traitement, alors que les sites n'ayant pas bénéficier de piézocision ont diminué d'épaisseur allant de -0.mm jusqu'à -1mm au moyenne aproximative de 0.3 mm par dent, ce qui confirme la supériorité de la piézocision associée à une greffe osseuse pour l'accélération de traitement orthodontique réalisé chez ce patient (**G.M**) présentant un parodonte plus ou moins fin.

**Image CBCT : coupe sagittale en reconstitution 3D de la fin de traitement :**

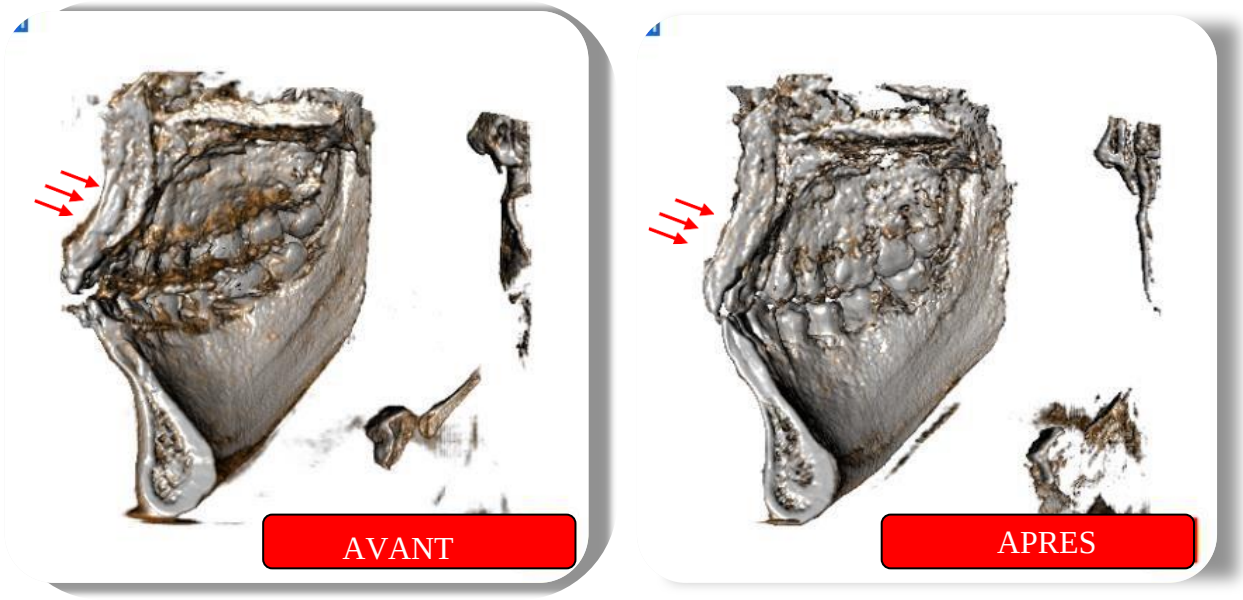



**Figure 221 :** La comparaison des Images CBCT du début et de fin de traitement du patient **G.M** : Coupes sagittales en reconstitution 3D (Service d'ODF-CHU-ORAN).

**Interprétation** : Le changement architectural au niveau du support osseux alvéolaire pour ce patient est indiqué par ces coupes sagittales enreconstitution 3D, dont le plan de coupe passe par le plan sagittal médian, les flèches rouges indiquent (Fig 219) le site de ce changement qui consiste en une augmentation de support osseux alvéolaire qui est confirmé par les

mesures suivantes, en plus de ça aucune complication n'est à signaler suite aux traitement établie pour ce patient, suite au contrôle de fin de traitement et l'étude des cônes beam.

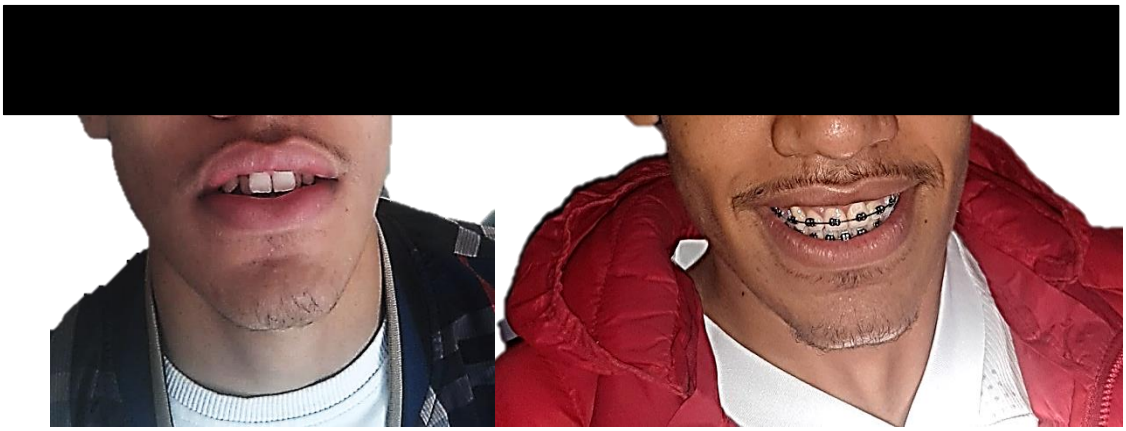


**Figure 222 :** Comparaison des photographies de face de début et de fin de traitement du patient **G.M** (Service ODF- CHU –ORAN).



**Figure 223 :** Photographies de fin de traitement du patient **G.M** (Service ODF- CHU –ORAN).

1. Le temps de nivellement à l'arcade supérieure= 157 jours
2. Le temps de nivellement à l'arcade inférieure=115 jours
3. La durée globale de traitement =12 mois.

## 9.1.6. Cas clinique N°6

La patiente **B.D** âgée de 21 ans réside à Oran. consulte pour un motif esthétique car elle et fonctionnel (douleurs articulaires) La patiente a consulté durant la 2ème période de tri, ainsi, elle a été orienté ers le groupe de traitement accéléré. souhaite corriger son sourire sans sacrifices dentaires. Ainsi elle accepte le protocole orthodontico-chirurgicale de traitement accéléré.




**Figure 224 :** Photographie de face et de profil de la patiente **B.D** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

A l'étude de la photo de face (Fig.224- A), on note un parallélisme des trois lignes ophriaque, bi pupillaire et bi-commissurale qui se trouvent perpendiculaire à la ligne sagittale médiane. Le profil cutanée est réctiligne selon Ricketts et Ortho-frontal selon Izard (Fig.224- B),.



**Figure 225 :** Photographie bouche ouverte de la patiente **B.D** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

A l'étude de la photo bouche ¾ ouverte (Fig.225) on note une hygiène bucco-dentaire satisfaisante, avec une légère déviation du PII supérieur du côté gauche, un encombrement dentaire antérieur bien marqué avec chevauchement des 11, 12, 21,22.




**Figure 226 :** Photographie des aracdes alvéolo-dentaires en vue occlusale de la patiente **B.D** (Service d'ODF - CHU-ORAN).

**Agencement intra et inter -arcade** :

L'arcade supérieure est en forme de U, avec une DDM de -7mm occasionnant des rotations marginales disto-vestibulaires de la 11-21 et une légère ectopie de la 13. Du point de vue occlusal les canines sont en classe II d'Angle droite et gauche ; ainsi que les molaires. L'over-jet est de 5 mm et l'over-bite de 4 mm. La DDM inf = - 6mm (Fig.226-227).




**Figure 227 :** Photographie des arcades dentaires alvéolo-dentaires avant le début de traitement de la patiente **B.D** (Service d'ODF - CHU-ORAN).

**Image CBCT : Vue Panoramique en 2D des deux arcades alvéolo-dentaires de début de traitement :**

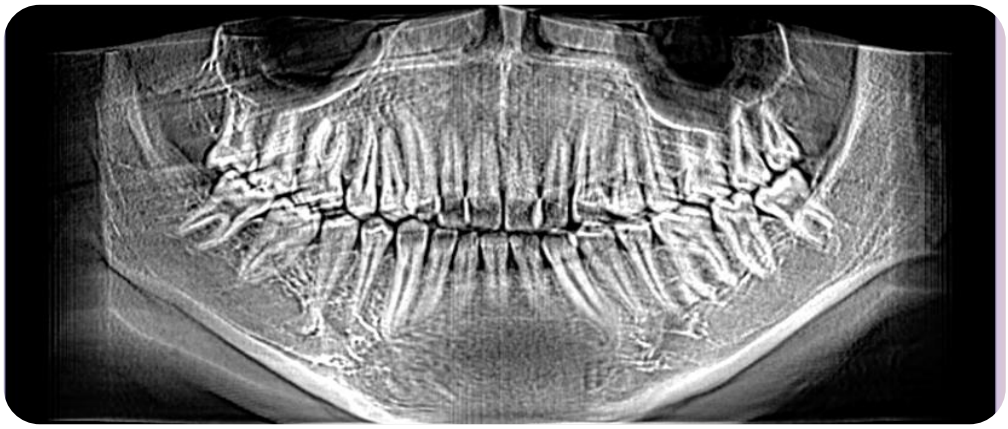


**Figure 228 :** Image CBCT / Vue panoramique des deux arcades alvéolo-dentairesde la patiente **B.D (**Unité de radiographie- Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Téléradiographie de crâne de profil :**

L'étude de la téléradiographie de profil (Fig.229) a permis d'aboutir à la charte céphalométrique suivante (Tableau LXV).



**Figure 229 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion de la patiente **B.D (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Tableau LXV :** Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement de la patiente **B.D (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

| Analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| SNA | 82°± 2° | 80° | Position moyenne du maxillaire / base du crâne |
| SNB | 78°± 2° | 79° | Position moyenne de la mandibule / base du crâne |
| ANB | 2°±2° | 1° | Classe I squelettique de Ballard |
| A-T de Château | 46 mm | 47mm | Longueur moyenne du maxillaire |
| Xi-Pm | 61-67mm | 65mm | Longueur moyenne de la mandibule |
| Axe Y de Brodie | 59° | 60° | Direction de croissance faciale moyenne |
| Axe Facial de Ricketts | 90°±3° | 93° | Direction de croissance faciale moyenne |
| FMA | 25°±3° | 28° | Direction de croissance mandibulaire moyenne |
| I/F | 107°±2° | 110° | Vestibulo-version des incisives supérieures |
| i/m | 90°±2° | 97° | Vestibulo-version des incisives inférieures |

A l'issu de l'examen clinique et des examens complémentaires,

**Le diagnostic positif**

Le diagnostic posé est synthétisé comme suit : Il s'agit d'une classe I squelettique selon Ballard avec une typologie faciale normo-bite, la direction de croissance mandibulaire et faciale est moyenne, pour les anomalies associées on note une biproalvéolie et une DDM bimaxillaire par macrodontie relative chifrée à -7 à l'arcade supérieure et de -6 mm à l'arcade inférieure.

**Les objectifs de traitement**

- **Esthétique**
  - Corriger la version vestibulaire des deux blocs incisifs maxillaire et mandibulaire
  - Corriger la DDM et Obtenir des points de contacts entre les dents aux deux arcades alvéolo-dentaires.
- **Occlusaux :**
  - Obtenir un surplomb et recouvrement satisfaisants
  - Obtenir la coïncidence des points interincisifs
  - Obtenir des classe I canines et molaires d'Angle.

**Principe thérapeutique**

Pour aboutir à ces objectifs nous avons opté pour une thérapeutique fixe multiattache orthodontico-chirurgicale non extractionnelle accélérétrice assistée par piézo-corticision alvéolaire au siège de la DDM aux deux blocs antérieurs supérieurs et inférieurs . L'espace de nivellement sera créé suit au RIP en inter-dentaire aux deux arcades alvéolo-dentaires associé à la piézotomie alvéolaire et la succession des arcs de nivellement.

### La phase chirurgicale : La préparation du PRF :

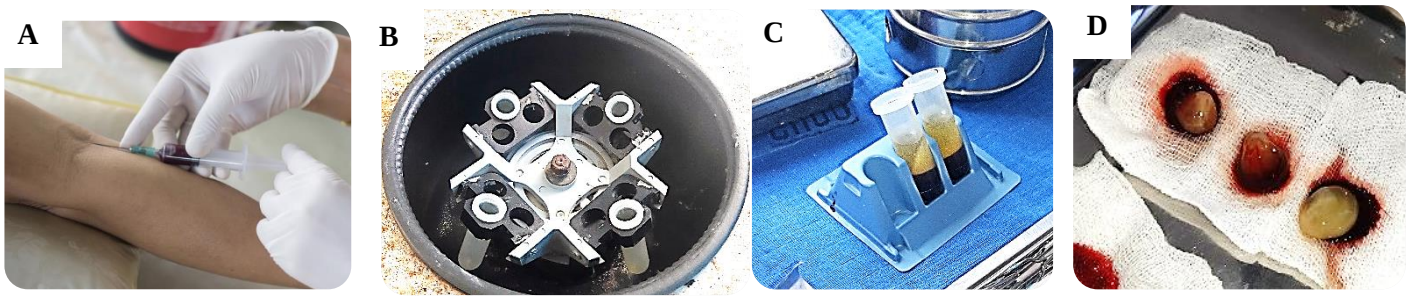



**Figure 230 :** Préparation à la chirurgie : la préparation du PRF de la patiente **B.D** : **A** : Prélèvement du sang veineux sans anticoagulant ou gélifiant dans des conditions d'asepsies optimales **B** : Centrifugation de 4 tubes de sang total à 2700 t/min pendant 12 min. **C** : voici 2 des tubes obtenus après centrifugation du sang prélevé. **D** : La membrane de PRF est obtenue par compression douce du caillot de PRF entre deux compresses stériles (membrane de PRF) **(**Service de Parodontologie CHU-ORAN).

### Les étapes de la chirurgie de décortication alvéolaire :

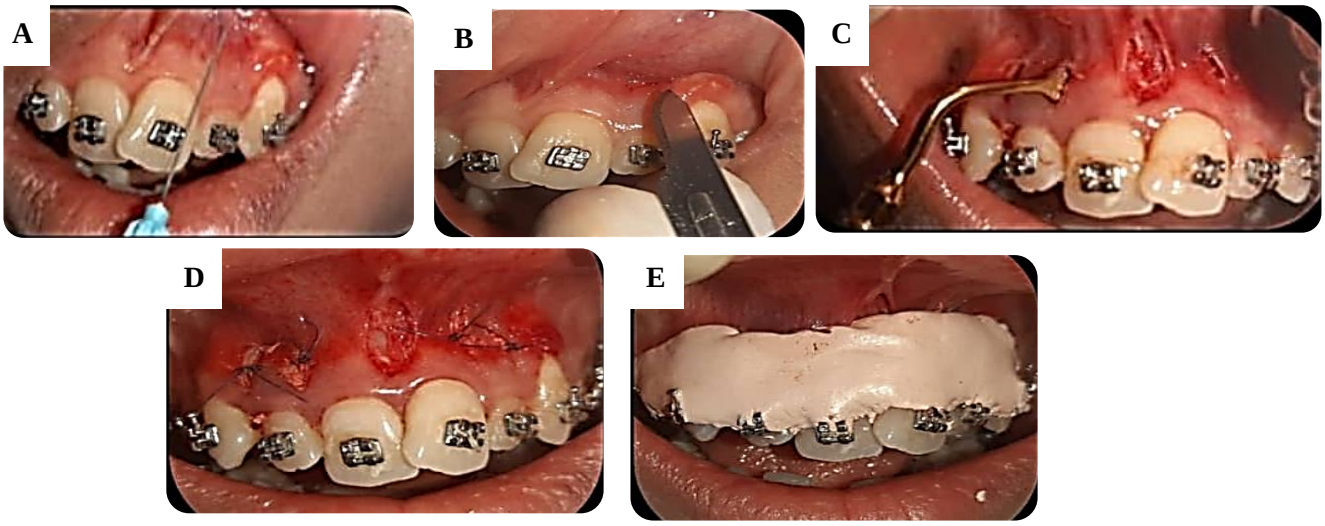



**Figure 231 :** Les étapes de la chirurgie de décortication alvéolaire de la patiente **B.D** à l'arcade supérieure : **A** : anesthésie au du fond de vestibule ; **B** : incisions verticales à 3 mm des papilles inter-dentaires ; **C** : chirurgie de décortication alvéolaire au piézotome ; **D** : comblement osseux **E** : sutures hermétiques et mise en place de pansement parodontal pour protéger les sites opérés à l'arcade supérieure. Chirurgie réalisée au service de Parodontologie ; traitement orthodontique réalisée au Service d'ODF-CHU-ORAN).

### Evolution du traitement orthodontique

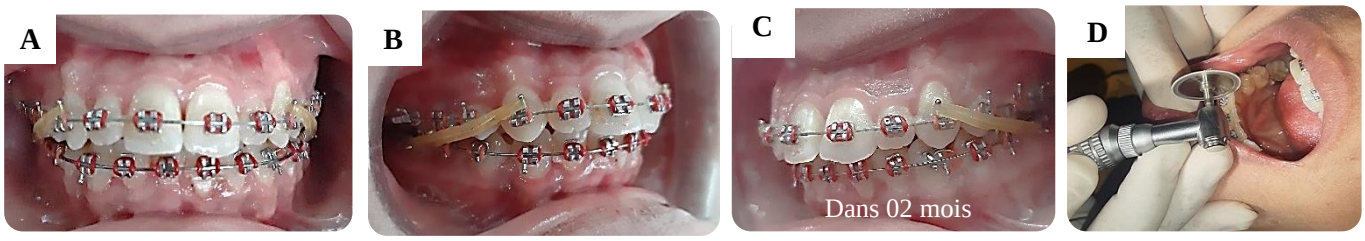



**Figure 232 :** Evolution de traitement de la patiente **B. D ; A-B-C :** Mise en place des élastiques intermaxillaires long de 6.5 OZ et de 5/16 ″ de diamètre pour corriger la classe canine et la déviation des points inter incisifs **D :** Réduction amélaire inter proximale (RIP) au siège de la DDM à l'arcade inférieure (Service d'ODF – CHU-ORAN).

**Evolution du traitement orthodontique :**




**Figure 233** : Evolution du traitement et contrôle d'activation après 3 mois et 2 semaines de traitement actif ; mise en place d'un arc rigide .016″×.022″ aux deux arcades alvéolo-dentaires, Les arcades dentaires sont entièrement alignées, grâce à l'expansion obtenue suite aux décorticationsalvéolo-dentaires. Des relations de classe I sont obtenues des deux côtés, l'over-jet est réduit à 1mm, et la coïncidence des points interincisifs est obtenue. (Service d'ODF CHU-ORAN).

**Image CBCT : Vue Panoramique en 2D des deux arcades alvéolo-dentaires de contrôle de la patiente B. D** : après nivellement des deux arcades alvéolo-dentaires.

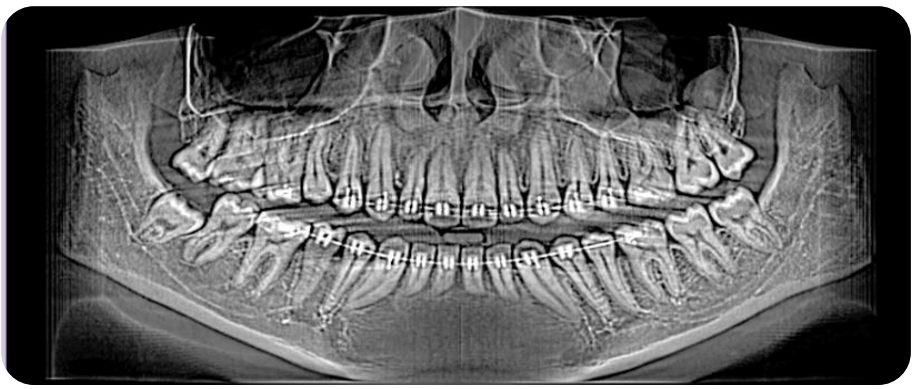


**Figure 234** : Images CBCT : Vue panoramique des deux arcades alvéolo-dentaires de fin de traitement de la patiente **B.D** (Unité de radiographie Service d'ODF -CHU- ORAN).

### .1.1.1. Mesures de la différence d'épaisseur osseuse (gain osseux) entre le début et à 5 mois post-chirurgical aux deux sites opérés et non opérés à l'aracde supérieure de la patiente B.D :

Nous avons tenter de mettre en évidence la possibilité de gain osseux suit aux chirurgies de piézotomies alvéolaires associées aux greffes osseuses adoptées lors de notre protocole de traitement accéléré. Pour faire, nous avons mesuré la différence d'épaisseur osseuse entre le début de traitemnt et à 5 mois post-chirurgical dans un premier temps aux deux sites opérés et non opérés de la même arcade.

Après, nous avons comparé cette différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et non opérés de la même arcade. Cette comparaison va mettre en évidence le gain osseux possible suite à la piézotomie alvéolaire. Ainsi nous pouvons confirmer la possibilité d'ostéogénèse induite suite à la chirurgie accélérétrice de piézo-corticision alvéolaire associées aux greffes osseuses.

Les résultas de mesures sont présentés dans les tableaux suivants : (TABLEAU LXVI, TABLEAU LXVII, TABLEAU III, TABLEAU LXIX ) :

- ✓ **Sites opérés au bloc antérieur** : Distal de la 43 ; Distal de la 42 ; Distal de la 41 ; Distal de la 31 ; Distal de la 32 ; Distal de la 33.

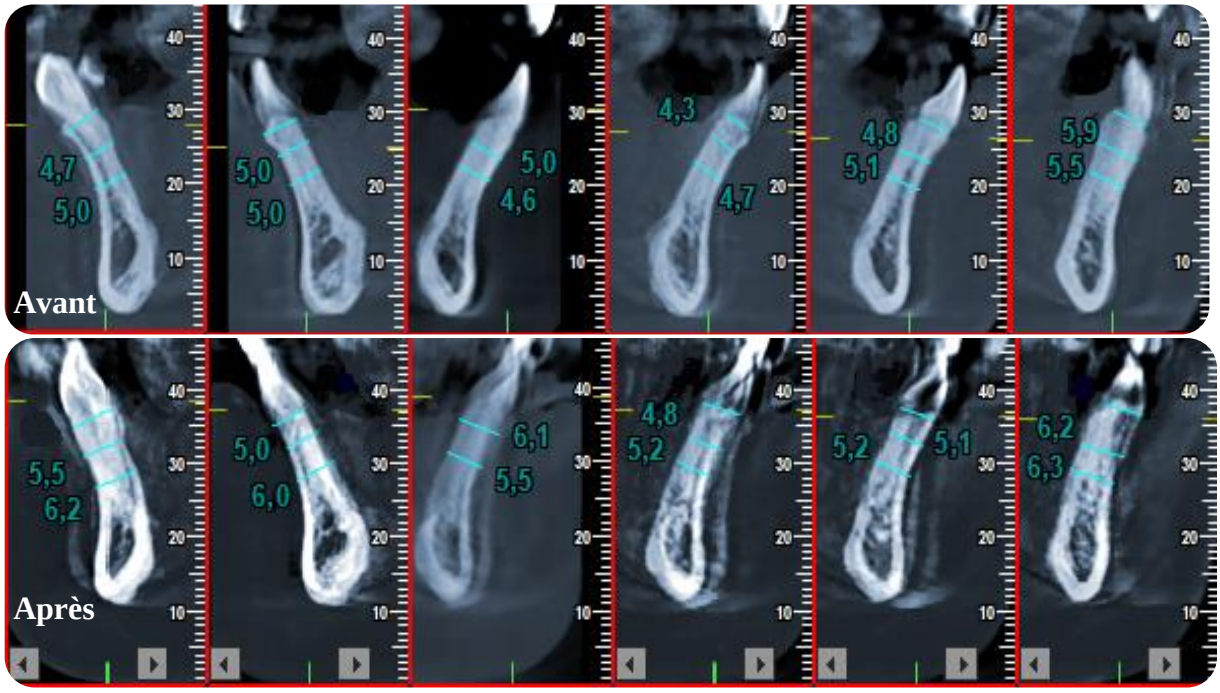



**Figure 235 :** Images CBCT de contrôle **;** Coupes coronales obliques des sites opérés (expérimentaux) réalisées au bloc antérieur à l'arcade inférieure pour la patiente **B.D** (Service d'ODF au CHU d'ORAN).

**Tableau LXVI :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites opérés au bloc antérieur (expérimentaux) à l'arcade inférieure de la patiente **B.D** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| **Mesure d'épaisseur osseuse (mm)** | **Distal 43** | | **Distal 42** | | **Distal 41** | | **Distal 31** | | **Distal 32** | | **Distal 33** | | **Somme d'épaisseur sosseuse (mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 4.7 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5,0 | 4.6 | 4.3 | 4.7 | 4.8 | 5.1 | 5.9 | 5.5 | **59.6** |
| **Après** | 5.5 | 6.2 | 5.0 | 6.0 | 6.1 | 5.5 | 4.8 | 5.2 | 5.1 | 5.2 | 6.2 | 6.3 | **67.1** |
| **La différence d'épaisseurs d'osseuse** | 0.8 | 1.2 | 0 | 1 | 1.1 | 0.9 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.8 | **+7.5** |

✓ **Sites non opérés aux blocs postérieurs** : Distal de la 37 ; Distal de la 36 ; Distal de la 46 ; Distal de la 47.

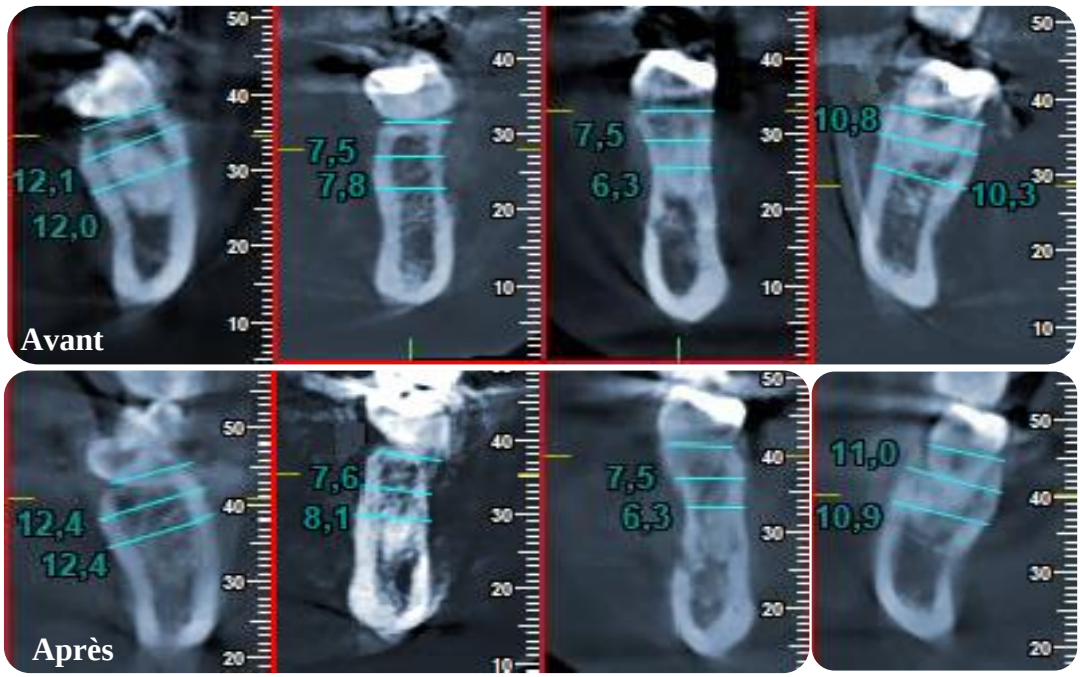



**Figure 236 :** Images CBCT de contrôle **:** Coupes coronales obliques des sites non opérés (témoins) de la patiente **B.D** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

**Tableau LXVII :** Mesures d'épaisseurs osseuses avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins) à l'arcade inférieure de la patiente **B.D** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| Mesure d'épaisseur osseuse (mm) | Distal de la 37 | | Distal de la 36 | | Distal de la 46 | | Distal de la 47 | | Somme d'épaisseurs osseuse (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Site** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | **A** | **B** | |
| **Avant** | 12.1 | 12.0 | 7.5 | 7.8 | 7.5 | 6.3 | 10.8 | 10.3 | **74.3** |
| **Après** | 12.4 | 12.4 | 7.6 | 8.1 | 7.5 | 6.3 | 11 | 10.9 | **76.2** |
| **La différence d'épaisseurs osseuse (mm)** | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0 | 0 | 0.2 | 0.6 | **+1.9** |

**Interprétation** : On peut conclure de ces résultats et d'après l'interprétation des mesures effectuées sur les coupes coronales obliques, que les sites expérimentaux où une greffe osseuse a été associée, ont été sujets à des gains osseux supplémentaires moyennement aproximatives de 1.25 mm par dent, cependant les sites non opératoirés n'ont pas exprimé de différence (0.4mm d'apport osseux par dent) signifiant un apport osseux alvéolaire négligeable à l'arcade inférieure.

✓ **Comparaison de la différence d'épaisseur osseuse entre les sites opérés et les sites non opérés à l'arcade supérieure de la patiente B.D:**

**Tableau LXVIII** : La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites opérés de la patiente **B.D** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| La patiente B.D | | 31 | 32 | 33 | 41 | 42 | 43 | Σ Gain (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sites expérimentaux à l'arcade inférieure | A | +0.5 | +0.3 | +0.3 | +1.1 | 0 | +0.8 | +3 |
| | B | +0.5 | +0.1 | +0.8 | +0.9 | +1 | +1.2 | +4.5 |

**Tableau LXIX** : La comparaison de la différence d'épaisseur osseuse (gain d'os alvéolaire) avant et à 5 mois post-chirurgical réalisées aux sites non opérés de la patiente **B.D** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

| La patiente B.D | | 37 | 36 | 46 | 47 | Σ Gain (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sites témoins à l'arcade inférieure | A | +0.3 | +0.1 | 0 | +0.2 | +0.6 |
| | B | +0.4 | +0.3 | 0 | +0.6 | +1.3 |

On peut conclure de ces résultats et d'après l'interprétation des mesures effectuées sur les coupes coronales obliques, que les sites expérimentaux où une greffe osseuse a été associée, ont été sujets à des gains osseux d'une moyenne aproximative de 1.25 mm par dent, cependant les sites non opérés n'ont pas exprimé de différence significative (0.4mm d'apport osseux aproximative par dent) signifiant un apport osseux négligeable.

**Comparaison des Images CBCT Reconstitution 3D (coupes sagittales):**

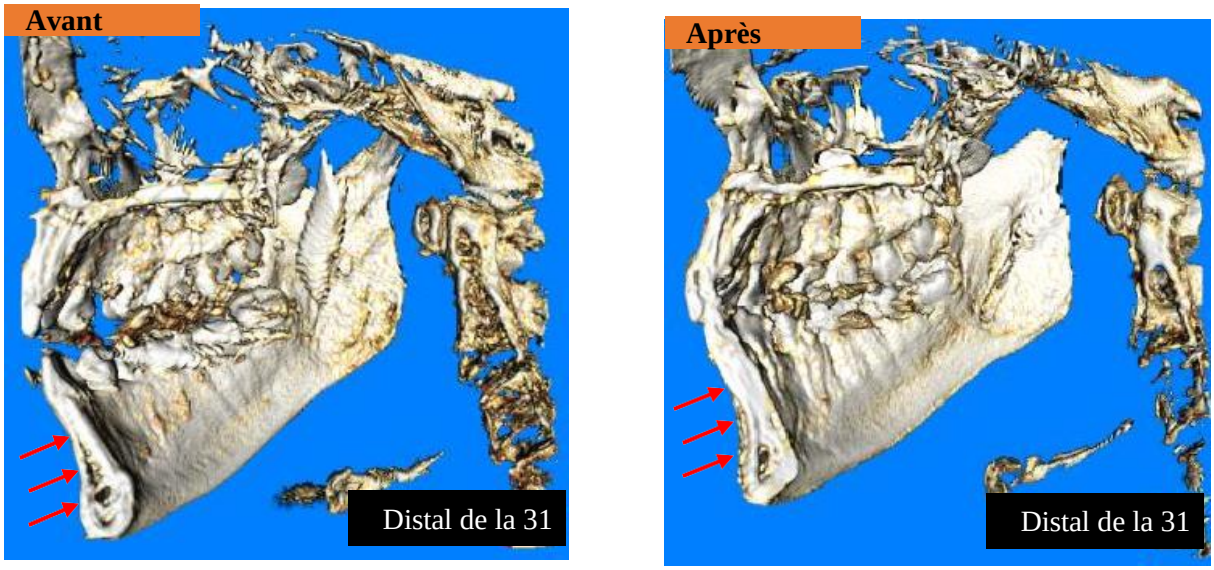



**Figure 237 :** Comparaison des Images CBCT (Reconstitution 3D des coupes sagittales) de début et de fin de traitement de la patiente **B.D** (Service d'ODF- CHU-'ORAN).

**Interprétation** : On peut noter d'âprés les reconstitutions 3D en coupe sagittale (Fig.237) faites au niveau de deux points aléatoires (point de coupe), qu'il y a une modification notable de l'épaisseur de support alvéolaire en fin de traitement en faveur d'une augmentation post-thérapeutique, au niveau de l'arcade inferieur indiquée par les flèches rouges.

**Image CBCT de fin de traitement de la patiente B.D reconstitution 3D en vue frontale :**




**Figure 238 :** Image CBCT (Reconstitution 3D en vue de face de fin de traitement de la patiente **B.D** (Service d'ODF- CHU-'ORAN).

**Résultats de fin de traitement**



**Figure 239** : Photos fin de traitement de la patiente **B.D** (**A** : photo de face / **B** : vue de profil / **C** : Téléradiographie de crâne de profil (Service d'ODF CHU-ORAN).

## Compraison entre le sourire du début et de fin de traitement

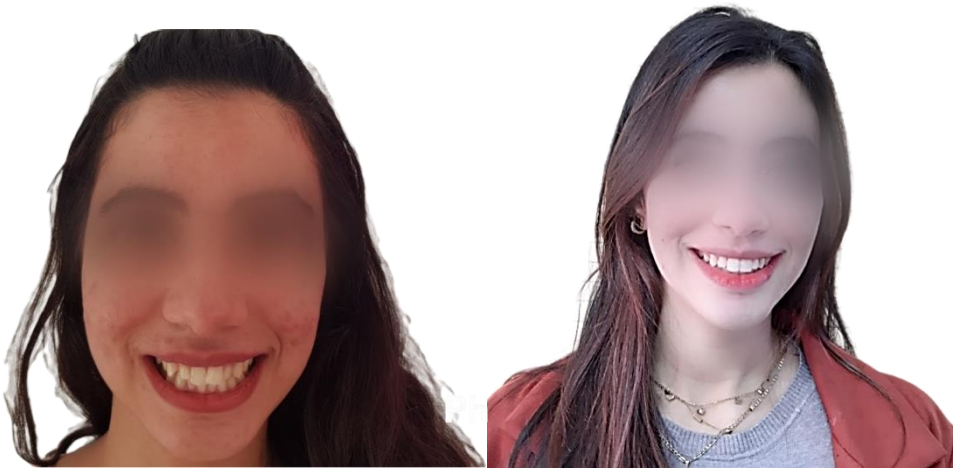


**Figure 240 :** La comparaison photos du sourire début et fin de traitement de la patiente B.D (Service d'ODF-CHU-ORAN).



**Figure 241 :** La mise en place d'une contention type fil collé 3-3 aux deux arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure de la patiente **B.D** (Service d'ODF-CHU-ORAN).

1. Le temps de nivellement à l'arcade supérieure= 120 jours
2. Le temps de nivellement à l'arcade inférieure=99 jours
3. La durée globale de traitement = 08 mois.

## 9.2. Présentation d'un Cas Clinique pris en charge dans le cadre du traitement orthodontique conventionnel

La troisième partie de notre travail consiste a illustré nos propos par des cas cliniques pris en charge dans le cadre de cette étude.

### 9.2.1. Cas clinique N° 7

Le patient **E.A** âge de 16 ans, consulte lors de la première phase de recrutement donc il a été orienté vers le groupe de traitement conventionnel ; il habite à Oran, Orienté du service de Pathologie et Chirurgies-Buccales pour la correction de la forte DDM antérieure. Le patient ne présente aucun antécédent médico-chirurgical ou de traitement orthodontique antérieur **L'examen extra-oral de face et de profil** (Fig. 242) montre une symétrie faciale ainsi qu'une bonne proportion des étages verticaux de la face. Au niveau des tissus mous, le patient présente une bonne harmonie faciale.

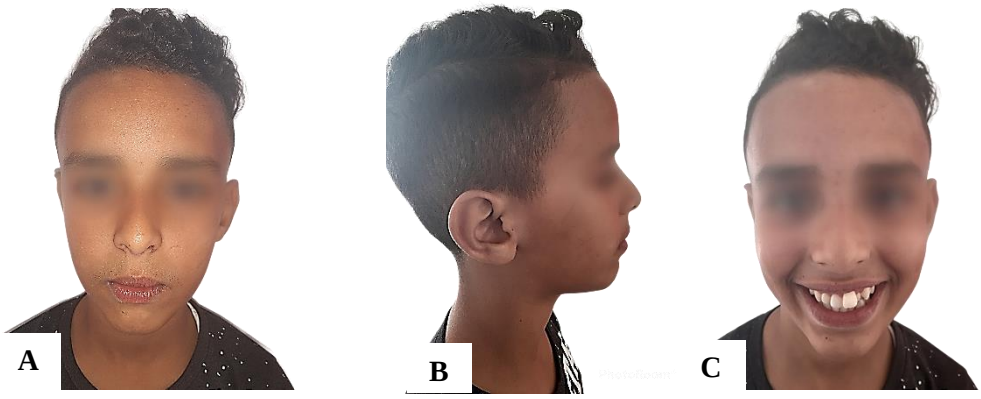



**Figure 242 :** Photographie du début de traitement patient **E.A**, **A** : photo de face/ **B** : photo de profil. **C** : photo sourire de face (Service d'ODF –CHU-ORAN).

A **l'examen intra-oral** (Fig.243), le patient ne présente ni caries, ni problèmes parodontaux, mais il présente des dépôts calciques au niveau du bloc incisif inférieure du côté buccal et des infiltrations des sillons molaires. Lors du sourire, le patient expose 90% des incisives. Les arcades ont une forme en U au maxillaire et en lyre à la mandibule (Fig. 243), avec un encombrement dentaire de -8 mm au maxillaire et de -7 à -8mm à la mandibule. Du point de vue dentaire (Fig. 243), il présente une classe II canine côté droit et classe I canine côté gauche avec déviation des PII supérieure et inférieure côté gauche. L'over-jet est de 3 mm et l'over-bite de 3mm de couverture des incisives inférieures, la 22 est en rotation axiale mésio-vestibulaire. Pour des raisons professionnelles, il souhaite opter pour un traitement orthodontique accéléré.




**Figure 243 :** Rapports occlusaux du patient **E.A** : Situation du début de traitement (**A** : occlusion secteurs latéraux côté gauche / **B** : occlusion vue de face / **C** : rapport d'occlusion secteurs latéraux côté droit (Service - ODF –CHU-ORAN).

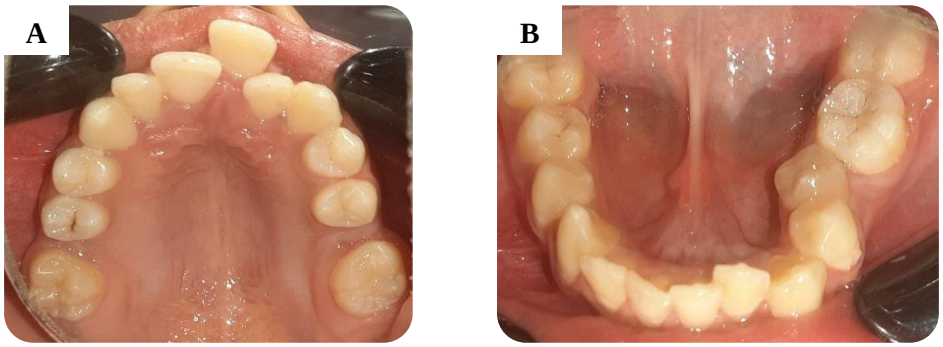



**Figure 244 :** Photographie de début de traitement des arcades maxillaire et mandibulaire en vue occlusale du patient **E.A** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

## Panoramique dentaire :



**Figure 245 :** Radiographie panoramique dentaire de début de traitement du patient **E.A** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

La radiographie panoramique dentaire objective l'absence de la 16, 26,47 extraitent suite à un processus carieux, on note la présence des germes des dents de sagesses 18, 28 , 38. Absence du germe de la 48. Des contactes sérés entre la :13-14-15 ; entre :21-22, 23-24-25, entre les couronnes de la : 34,35.

## La téléradiographie de profil du crâne



**Figure 246 :** Téléradiographie de profil du crâne en occlusion du patient **E.A (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Tableau LXX :** Interprétation de la charte céphalométrique du début de traitement du patient **E.A (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

| Analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| SNA | 82°± 2° | 85° | Position avancée du maxillaire / base du crâne |
| SNB | 78°± 2° | 81° | Position avancée de la mandibule / base du crâne |
| ANB | 2°±2° | 4° | Classe I squelettique de Ballard |
| A-T de Château | 46 mm | 45mm | Longueur moyenne du maxillaire |
| Xi-Pm | 61-67mm | 60.5mm | Longueur moyenne de la mandibule |
| Axe Y de Brodie | 59° | 59° | Direction de croissance faciale moyenne |
| Axe Facial de Ricketts | 90°±3° | 87° | Direction de croissance faciale moyenne |
| FMA | 25°±3° | 30° | Direction de croissance mandibulaire postérieure |
| I/F | 107°±2° | 112° | Vestibulo-version des incisives supérieures |
| i/m | 90°±2° | 92° | Normo-position des incisives inférieures |

A l'issu de l'examen clinique et des examens

### .1.1. Le diagnostic positif

Le diagnostic posé est synthétisé comme suit : Il s'agit d'une classe I squelettique selon Ballard avec une typologie faciale Open-bite, la direction de croissance mandibulaire est postérieure et faciale est moyenne, pour les anomalies associées on note une biproalvéolie et une DDM bimaxillaire par macrodontie relative.

### .1.2. Les objectifs de traitement

- **Esthétique**
  - Corriger la version vestibulaire exagérée des incisifs maxillaire et mandibulaire
  - Corriger la DDM et Obtenir un stomion non forcé.
- **Occlusaux :**
  - Obtenir un surplomb et recouvrement satisfaisant
  - Obtenir la coïncidence des points interincisifs supérieur et inférieur.
  - Obtenir des rapport classe I canines d'Angle.

### .1.3. Principe thérapeutique

Pour aboutir à ces objectifs nous avons opté pour une thérapeutique orthodontique fixe multiattache conventionnelle non extractionnelle.

L'espace de correction de la DDM sera aménagée suit à une réduction amélaire interproximle (RIP).

### .1.4. Les phases du traitement :

#### .1.4.1. La mise en place des multiattaches orthodontique




**Figure 247 :** Phase de nivellement; **A** : Le collage des multiattaches orthodobtiques aux deux arcades alvéolo-dentaires ; **B-C** : mise en place d'un arc NiTi 0.012″ et début de la première activation. patient **E.A** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

Le début de la phase orthodontique avec collage des brackets aux deux arcades alvéolo-dentaires et la mise en place du premier fil de nivellement 0.012″ (Fig.247).

**La réduction amélaire-interproximales (RIP) au moyen d'un disque abrasif à grains fins :**

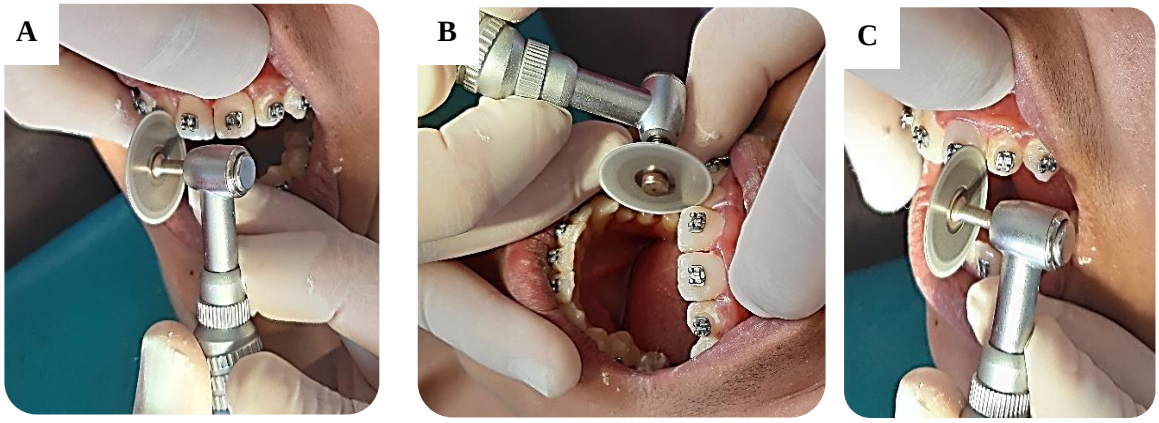



**Figure 248 :** Phase de réduction amélaire interproximale du patient **E.A** ; **A-B** : la reconstitution de la face proximale de la 11 qui présente une forme triangulaire. **C** : RIP au niveau de la 22. (Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Mise en place d'un ressort ouvert comprimé entre 34-37 pour créer de l'espace à la 35.**




**Figure 249 :** Aménagement de l'espace pour la mise en place de la 35 au moyen d'un ressort ouvert plavé en compression entre la 34 et la 37 patient **A.A** ; **A** : (Service d'ODF –CHU-ORAN).

### Contrôle de nivellement des deux arcades alvéolo-dentaires




**Figure 250 :** Le nivellemnt de l'arcade supérieure au moyen de la succession des arcs NiTi 0.012″ ; 0.014″ ; 0.016″ ; 0.018″ et 0.016″ × 0.022″ patient **E.A** . (Service d'ODF –CHU-ORAN).

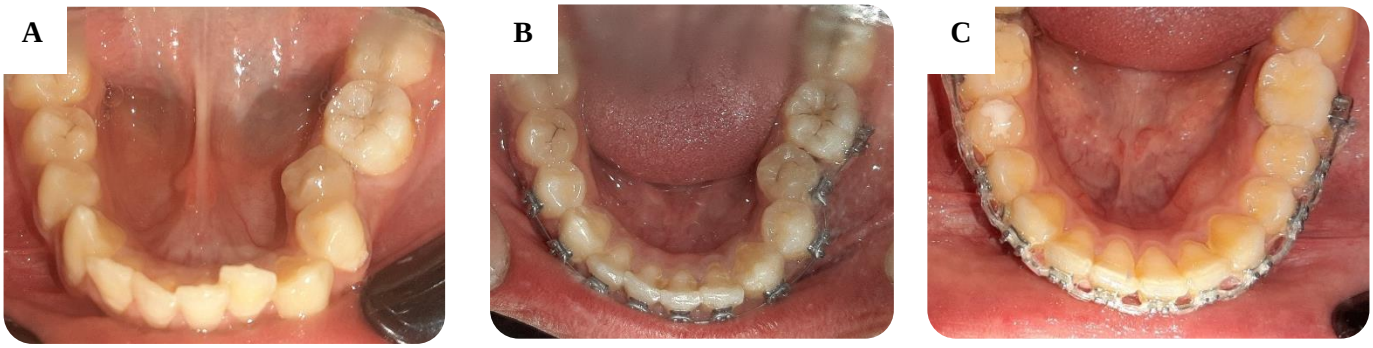



**Figure 251 :** Le nivellemnt de l'arcade inférieure au moyen de la succession des arcs NiTi 0.012″ ; 0.014″ ; 0.016″ ; 0.018″ et 0.016″ × 0.022″ patient **E.A** . (Service d'ODF –CHU-ORAN).

### La coordination des arcades et la correction de la déviation des points inter-incisifs




**Figure 252 :** La coordination des arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure et la correction de la déviation des PII au moyen des TIM de Classe II côté droit et classe III côte gauche patient **E.A** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

### Evolution du traitement orthodontique




**Figure 253 :** Contrôle de correction de la déviation des points inter-incisifs du patient **E.A** ; **A** : rapport de classe I canine côté droit. **B** : PII inférieure dévié côté droit. **C :** rapport de classe II canine côté gauche (Service d'ODF –CHU-ORAN).

### Situation clinique de fin de traitement



**Figure 254 :** Rapports occlusaux vue de de face : Situation clinique de fin de traitement du patient **E.A (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

### Evolution des arcades alvéolo-dentaires supérieure et inférieure vue occlusale :

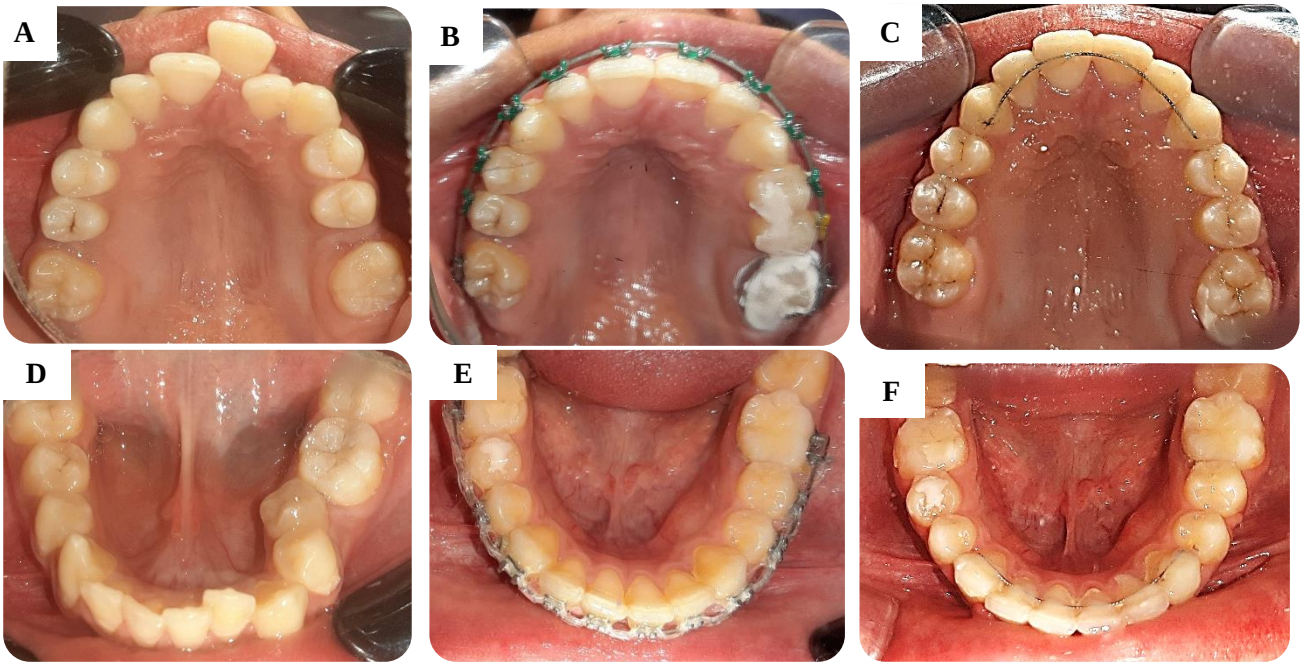



**Figure 255 :** Réévaluation des deux arcades alvéolo-dentaires en vue oclusale patient **E.A : A** : arcade supérieure début de traitement, **B** : arcade supérieure fin de traitement, **C** : mise en place d'une contention collée à l'arcade supérieure. **D** : arcade inférieure début de traitement , **E** : arcade inférieure fin de traitement. **F**: mise en place d'une contention collée à l'arcade inférieure patient **E.A (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

## Contrôle radiographique de fin de traitement :

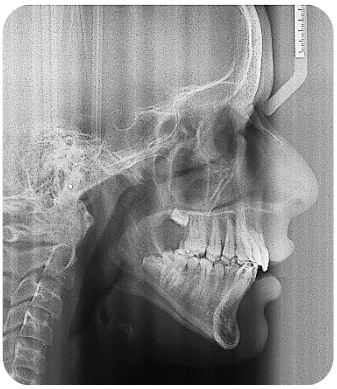


**Figure 256 :** Téléradiographie de profil du crâne de fin de traitement en occlusion du patient **E.A (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

**Tableau LXXI :** Interprétation de la charte céphalométrique de fin de traitement du patient **E.A (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

| Analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| SNA | 82± 2° | 84° | Position moyenne du maxillaire / base du crâne |
| SNB | 78°± 2° | 81° | Position avancée de la mandibule / base du crâne |
| ANB | 2°±2° | 3° | Classe I squelettique de Ballard |
| A-T de Château | 46 mm | 45mm | Longueur moyenne du maxillaire |
| Xi-Pm | 61-67mm | 60.5mm | Longueur moyenne de la mandibule |
| Axe Y de Brodie | 59° | 59° | Direction de croissance faciale moyenne |
| Axe Facial de Ricketts | 90°±3° | 87° | Direction de croissance faciale moyenne |
| FMA | 25°±3° | 30° | Direction de croissance mandibulaire postérieure |
| I/F | 107°±2° | 108° | Normo-position des incisives supérieures |
| i/m | 90°±2° | 91° | Normo-position des incisives inférieures |

## Panoramique dentaire de fin de traitement



**Figure 257 :** Radiographie panoramique dentaire de fin de traitement du patient **E.A** (Service d'ODF –CHU-ORAN).

A l'étude de la radiographie panoramique de fin de traitement , on note l'alignement des axes dentaires , les racines ne présentent pas de lyses radiculaires, la présence des germes des dents de sagesses 18, 28, 38. Absence du germe de la 48.

**La comparaison entre photographies de début et de fin de traitement**




**Figure 258** : Comparaison de sourire du patient **E.A** entre le début et la fin du traitement. **A** : photo de sourire du patent au début de traitement / **B** : photo de sourire de patient en fin de traitement. **(**Service d'ODF –CHU-ORAN).



**Figure 259** : Photographies de fin de traitement du patient **E.A (**Service d'ODF –CHU-ORAN).

1. Le temps de nivellement à l'arcade supérieure= 227 jours
2. Le temps de nivellement à l'arcade inférieure=106 jours
3. La durée globale de traitement =19 mois.

# CONCLUSION

# 10.CONCLUSION

De nos jours, la demande esthétique, notamment chez l'adulte, est toujours plus importante mais la durée des traitements reste un des principaux freins à l'acceptation des plans de traitements orthodontiques. Réduire la durée du traitement, est devenue une préocupation majeur de l'orthodontie contemporaine.

Dans cette optique, nous avons réalisé ce travail, qui s'inscrire dans le cadre d'un projet de thèse, visant à développer les possibilités de prise en charge orthodontique de l'adulte qui représente actuellement plus de 25% de la population orthodontique consultante Selon ***SEBAOUN*** [45].

Notre étude expérimentale était réalisée auprès d'une population de 71 patients adultes de 16 ans et plus, admis à la consultation du service d'ODF-CHU-ORAN pour une DDM en denture adulte ne dépassant pas 10 mm pour l'indice de Nance, durant une période de recrutement s'étalant sur une année répartie en deux semestres pour chaque groupe (groupe de traitement conventionnel et groupe de traitement accéléré). Dans le but de comparer le temps de correction de l'encombrement dentaire antérieur (DDM) entre un traitement conventionnel et un traitement accéléré, puis de comparer la durée globale de traitement entre les deux groupes.

La population globale de notre étude présente une nette prédominance féminine (70%) avec un âge moyen de 20,97 ± 5,86 ans, majoritairement des étudiants (40,8%) et des jeunes employés (26,8%). La moyenne de DDM prise en charge pour les deux groupes était de -6.44 ± -1.52 mm à l'arcade supérieure et de -5,87 ± -1.62 mm à l'arcade inférieure. Cette DDM était isolée dans 61,7% des cas et associée aux anomalies alvéolo-dentaires des trois sens dans 38,3% des cas.

Les résultats de notre étude confirme la réduction du temps globale de traitement à 32 % chez le groupe de traitement accéléré à comparer au groupe de traitement conventionnel. Cependant, l'efficacité du traitement accéléré éait nettement ressentie durant la période d'alignement- nivellement avec un taux de réduction de 50% à l'arcade supérieure et de 43% à l'arcade inférieure ; cela peut être expliqué par la fenêtre thérapeutique créée lors des premières phases de traitement multiattache suit au phénomène de RAP.

Au terme de notre étude sur l'apport de la corticotomie par piézocision aux traitements de l'adulte, nous pouvons constater au moins deux effets positifs ; en plus de l'accélération du déplacement dentaire. En effet, cette technique offre plus de possibilité lors de la gestion des situations critiques en aménageant plus d'espace pour accueillir les dents encombrées et permettre moins d'extractions de prémolaires saines ; avec une nette augmentation du volume osseux et un parodonte plus épais en fin de traitement, ce qui peut aider à prévenir le risque des récidives après traitement orthodontique.

Pour tester l'efficacité de la technique à renforcer le parodonte en fin de traitement, nous avons séléctionné un sous groupe de patients traités en orthodontie accéléré, et nous avons mesuré l'épaisseur osseuse au début de traitement et à 5 mois post-chirurgical, afin de comparer les modiffications produites entre les deux temps. Nous avons comparer dans un deuxième temps, la différence d'épaisseur osseuse entre deux sites différents de la même arcade du même patient : les sites opérés aux blocs antérieurs (expérimentaux) et les sites non opérés aux blocs postérieurs (témoins); ces mesures étaient éffectuées à trois niveaux différents pour plusieurs dents à chaque site (opérés et non opérés).

A travers nos résultats, nous avons pu mettre en évidence une lègére augmentation de l'épaisseur osseuse en faveurs des sites opérés aux blocs antérieurs d'une moyenne approximative de 1.25 mm par dent chez 21.2% des patients du sous-groupe choisi; alors qu'au niveau des sites non opérés aux blocs postérieurs , le gain osseux était très insignifiant de l'ordre de 0.3 mm en moyenne par dent chez uniquement 04 patients sur 06 ce qui représente 12.1%. Par contre, l'épaisseur osseuse s'est vue diminuée d'une moyenne approximative de 0.1 mm par dent chez deux patients sur 6 soit 6.1% des cas.

Le dernier objectif de notre étude étaient d'évaluer les facteurs de risques liés à la durée de traitement orthodontique. Ce qui aide à definir une formule prédictive de calcul facilitant la prédiction de temps de correction orthodontique pour une meilleur organisation pratique. Nous avons noter à travers notre étude que prédir la durée de traitement orthodontique, de façon précise est relativement difficile compte tenu des différentes variables impliquées dans les mouvements dentaires (Age , réponse parodontale et osseuse individuelles, le type de malocclusion, la séverité de la DDM prise en charge, le type protocole suivi ,la fréquence des RDV, coopération des patients, etc...).

Au final, nous avons développé et mis en exergue des formules prédictives de calcul de temps de nivellement aux deux arcades alvéolo-dentaires et de la durée globale de traitement que nous avons intitulé TTO, Elles se trouvent parmi celles visant à quantifier les variables affectant la durée du traitement orthodontique puisqu'elles réévaluent non seulement des variables déjà mises en avant, mais aussi apportent de nouvelles pistes de recherche telle que l'impact de la piézotomie alvéolaire sur l'accélération du déplacement dentaire.

Le TTO était développé, à partir d'un modèle prédictif mathématique obtenu par régression logistique linéaire dans la population d'étude, cette dernière était choisie de façon aléatoire, elle était composée de deux groupes de patients qui ont fini toutes les phases de leur traitement multiattache (60 patients) répartis en deux groupes chacun composé de 29 patients ou plus.

Ainsi, nous proposons aux praticiens un outil d'aide à la décision simple à calculer, reproductible, capable de prédire le temps nécessaire au nivellement des deux arcades alvéolo-dentaires et celui de la durée globale de traitement.

Nous avons montré à travers cette étude clinique que le traitement orthodontique accéléré par piézocision alvéolaire, permet la correction des malocclusions sévères en moins d'un

semestre sans présenter les inconvénients des approches chirurgicales extensives et traumatiques des corticotomies alvéolaires classiques. Il offre un temps chirurgical réduit, des suites post-opératoires minimales, une grande tolérance chez les patients ainsi qu'un parodonte amélioré en fin de traitement.

Elle se révèle comme un outil puissant dans l'arsenal de l'équipe dentaire pluri-disciplinaire de nos patients adultes, mais qu'il faudra néanmoins tempérer selon les motivations des patients.

Toutefois, cette technique n'est à l'heure actuelle que très peu proposée par les orthodontistes, soit par manque de connaissances de ces possibilités thérapeutiques, soit par manque de recul clinique. Pourtant, la corticotomie alvéolaire par piézocision devrait faire partie intégrante de l'arsenal thérapeutique pour accélérer les traitements de l'adulte de manière significative, et pour augmenter l'enveloppe des mouvements dentaires possibles et pousser les limites de l'orthodontie de l'adulte. Elle nécessite une acceptation parfois difficile du patient, souvent effrayé par la chirurgie et méconnaissant cet acte.

La maîtrise du traitement de l'adulte est devenue obligatoire pour l'orthodontiste depuis les deux dernières décennies. La demande des patients s'est faite exponentielle et leurs exigences d'esthétique et de confort ont évolué en parallèle.

# RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

# 11.RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Cette enquête a permis d'attirer notre attention sur l'importance de réduire la durée de traitement multiattache lors de la prise en charge des sujets adultes en justifiant les raisons et en identifiant les facteurs de risque responsables de l'allongement de la durée de traitement.

Elle nous a permis également de mieux cerner notre intervention thérapeutique en la rendant plus efficace et d'émettre les recommandations suivantes :

- Il est préférable d'orienter les traitements accélérés aux sujets adultes qui ont complété la plus grande partie de leur croissance.
- Il est préférable de réserver cette technique aux sujets adulte de 16 ans et plus vu que le déplacement commence à se ralentir à partir de cet âge selon Stutzmann et Petrovic, le déplacement est moins rapide après 16-17 ans, mais pas plus difficile à 50 qu'à 20-25 ans ;
- Il est préférable de bien définir les phases de traitement à accélérées au préalable vu que l'effet d'activation (la fenêtre thérapeutique) est limité dans le temps ;
- Bien définir aussi les effets attendus de la phase de décortication alvéolaire (piézotomie) pour orienter l'indication du procédé accélérateur et le type de protocole chirurgical à suivre ;
- Justifier l'indication de la technique chirurgicale du fait que le coût d'une telle intervention chirurgicale se surajoute à celui du traitement orthodontique ;
- La nécessité de la familiarité des cliniciens avec la technique et leurs indications et contre-indications ;
- L'obligation de respecter le protocôle opératoir qui exige des activations rapprochées tous les 15 à 21 jours lors des 02 premiers mois de décortication, afin de profiter au maximum de la fenêtre thérapeutique ainsi créée.
- Encourager le travail multidisciplinaire dans le souci d'une meilleure prise en charge des patients adultes.
- Proposer cette technique aux patients présentant un parodonte fin ou affaibli pour renforcer le parodonte et prévenir les éventuelles fenestrations et/ou déhiscences grâce à l'adjonction de greffes osseuses lors de l'acte chirurgical.
- Proposer cette technique à chaque fois où des mouvements orthodontiques de grandes amplitudes sont envisagés.
- Offrir une solution au situation complexe tel que les ankyloses dentaires grâce à la décortication alvéolaire.

Toutefois, malgré l'innocuité de la technique ; elle n'est que très peu proposée à l'heure actuelle, soit par manque de connaissances de ces possibilités thérapeutiques, soit par manque de recul clinique.

Nous avons tenté à travers ce travail, de projeter la lumière sur les bienfaits de la technique et sa sécurité, l'utilisation des ultrasons ; offre un avantage supplémentaire, en effet, absence du sang sur les sites opératoires, offre une meilleure visibilité et un confort opératoire certain pour le praticien et pour le patient ; diminuant ainsi le stress psychologique lors de l'acte chirurgical.

Pour l'orthodontiste les avantages d'un traitement accéléré sont assez similaires à ceux pour les patients en plus de la rentabilité de la technique, elle permet de traiter plus de patients en un temps réduit et de garantir une meilleure satisfaction, en plus de son impact financier positif si on compare uniquement le traitement orthodontique.

Cependant, lors de la réalisation de notre étude, nous avons remarqué que la majorité des patients n'acceptaient pas rapidement le traitement par corticotomie lorsqu'il était proposé pour la première fois, vu qu'ils n'en jamais entendu parler auparavant et surtout par peur de la chirurgie en général. Mais une fois le traitement entamé, les patients rapportent leur satisfaction des résultats obtenus et de pouvoir terminer leur traitement en si peu de temps.

A travers ce travail, nous avons apporter notre contribution à une connaissance plus approfondie et une évaluation plus précise des effets des corticotomies alvéolaires lors du traitement de l'encombrement antérieur chez l'adulte. Les résultats d'une telle étude permettraient à certains orthodontistes d'être éclairés quant aux choix liés aux traitements accélérés par piézotomies alvéoalires et de renforcer la collaboration entre disciplines.

- Afin de tester l'éfficacité de la technique de piézotomie alvéolaire, notamment sa possibilité ostéogénique, nous envisageons de suivre nos patients dans le temps et de réaliser de nouvelles mesures d'épaisseur osseuse à 1 an d'intervalle, afin de juger le gain osseux, mais surtout la stabilité de nos résultats dans le temps.

- Nous proposons également d'inclure plus de patients qui présentent des clichés CBCT de début et de fin de traitement de bonne qualité afin d'élargir notre taille échantillon.

- D'autres d'études sont nécessaires dans le future, pour bien évaluer le gain osseux éventuel de ces techniques, dans l'optique d'en éllargir ses indications.

- Tester la fiabilité des formules prédictives, notamment leurs validitées pratiques, nous envisageons de réaliser une étude à plus grande échelle, sur une population nouvelle et dans des contextes différents.

On peut dire qu'une meilleure prédiction du temps de traitement, permet une meilleure estimation des coûts pour le patient et pour l'orthodontiste. Ceci a aussi l'avantage de permettre une meilleure communication avec le patient et ainsi, d'établir une bonne relation de confiance.

A l'heure actuelle, nous pouvons dire que cette conception (orthodontie accélérée) appartient aux prémices d'une nouvelle ère orthodontique dans laquelle de nouvelles mécaniques et procédures entreraient dans la pratique quotidienne, ce qui permettrait d'étendre les limites de l'orthodontie de l'adulte.

# LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


1. Houchmand-Cuny M, Chretien N, Le Guehennec L, Deniaud J, Renaudin S, Boutigny H, et al. [Orthodontic tooth displacement: histology, biology and iatrogenic effects]. L' Orthodontie francaise. Edp. sciences .Epub 2009/12/04. 2009;**80**(4): Pages 391-400.

2. Le Gall M, Sastre J. The fundamentals of tooth movement. International orthodontics.Edition: Published by Elsevier Masson SAS 2010; Epub 2010/03/31 Volume **8,** Issue 1, March 2010, Pages 1-13.

3. Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, Ferguson DJ. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2009;**67**(10): Pages 2160-6.

4. Jalladaud M, Lahmi M, Lallam C. How to analyze periodontal morphotypes in order to reduce the risk of periodontal recession]. L' Orthodontie francaise. Edition: Edp.sciences 2017;**88**(1): Pages 95-103. Epub 2017/02/24..

5. Koskievic J. Apport de la piézo-électricité en chirurgie implantaire. 2007 Edition: Elsevier Masson SAS. **277**(6): Pages.488-494. http:// www.abcdent.fr

6. Vendeville JIP. As medidas terapêuticas no doente com apneia do sono 2019. Mestrado Integrado em Medicina Dentária. Dissertação para obtenção do grau de Mestre no Instituto Universitário Egas Moniz.2019. **313** (13): Pages793-799.

7. Wilcko MT, Wilcko WM. Orthodontic method and device. United states patent and trademark office. Google Patents; 2000. **284** (1): Pages 79-84.

8. Bouchard P. BOUCHARD parodontologie dentisterie et implantaire. 2015;Volume 1 - Médecine parodontale. Book. (Lavoisier, Paris ISBN : **978**-2-257-20555-1).

9. Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. Contemporary orthodontics-e-book: Edition: Elsevier Health Sciences; 2018.**15** (4): Pages. 361-387.

10. Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. Journal: Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 1959;**12**(5): Pages 515-29.

11. Gauthier M, Liu JL, Nishio C. Interactions médicamenteuses et remodelage osseux en orthodontie. Journal de l'ordre des dentistes du québec. 2016.**64** (6): p.501-507.

12. Blackwell W. Orthodontically Driven Corticotomy - Tissue Engineering to Enhance Orthodontic and Multidisciplinary Treatment Book. 2015 (Federico Brugnami and Alfonso Caiazzo).**79** (3): Pages. 253-258.

13. AlGhamdi AST. Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique. The Saoudi dental journal. 2010;**22**(1): Pages 1-5.

14. Thierry M, Charrier J-B. Les corticotomies alvéolaires: principes et applications cliniques. International orthodontics journal . 2008;**6**(4): Pages 343-54.

15. Baron R. Histophysiologie des réactions tissulaires au cours du déplacement orthodontique. Orthopedie dento-faciale Bases fondamentales Book. Paris: Edition: Prelat. 1975: Pages 328-64.

16. Kisnisci RS, Iseri H. Dentoalveolar transport osteodistraction and canine distalization. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2011;**69**(3): Pages 763-70.

17. Salvadori PCA. Orthodontie de l'adulte Rôle de l'orthodontie dans la réhabilitation générale de l'adulte. Edition: Elsevier Masson SAS 2008(ISBN : **978**-2-294-70325-6).

18. Thomas T, Martin A, Lafage-Proust MH. Physiologie du tissu osseux. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-002-B-10, 2008**;3**(1): Pages.1-16.

19. Baron R. « I processi cambiali dell'osso alveolare durante gli spostamenti dentali spontanei e provocati ». Mondo ortodontico : 29-44.1977;**19**(1). Pages. 49-67.

20. Philippe J, Altounian G, Chabre C, editors. L'orthodontie de l'adulte. 1989: Book. Edition: SID. Vanves: SJ.D. Pages 1989.-198.

21. Auriol M, Charpentier YL, Naour GL. Histologie du parodonte. Scientifiques et Médicales. Académie De Nancy-Metz Université De Lorraine Faculté D'odontologie [Thèse Pour Le Diplôme d'état de Docteur En Chirurgie-Dentaire]. Juin 2015 .

22. Borghetti A, Monnet-Corti V, Attal J-P, Bouchard P, Degorce T. Chirurgie plastique parodontale et péri-implantaire 2017. Book. Editions Cdp.fr. 3ème édition

23. Korbendau JM, Guyomard F. Chirurgie muco-gingivale chez l'enfant et l'adolescent. Paris:EditionCdP;1992;Availablefrom:http://books.google.com/books?id=MUdqAAAAMAAJ.

24. Antonio Nanci. Ten cate's oral histology; development, structure, and function 8th edition Elsevier Mason 2008; Book. 8th edition.

25. Kumar N, Prashantha G, Raikar S, Ranganath K, Mathew S, Nambiar S. Dento-alveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. Journal of international oral health: JIOH. 2013;**5**(6): Page 31.

26. Wise G, King G. Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement. Journal of dental research. 2008;**87**(5): Pages 414-34.

27. D. Dorignac EB, C. Bazert, N. Devert, A. Diongue A, A.-M. Duhart. Biomécanique orthodontique et notion de force légère. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), 2008 (Odontologie/Orthopédie dentofaciale, 23-490-B-10, 2008, Médecine buccale):28-655-K-10.

28. Lacey D, Timms E, Tan H-L, Kelley M, Dunstan C, Burgess T, et al. Osteoprotegerin ligand is a cytokine that regulates osteoclast differentiation and activation. cell. 1998;**93**(2):Pages 165-76.

29. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry. 2007;**27**(4).

30. Baron R. Le remaniement de l'os alvéolaire au cours du déplacement spontané et provoqué des dents. Rev Orthop Dento Faciale Revue d'Orthopédie Dento-Faciale. 1975**;9**(3): Pages 309-25.

31. Dibart S, Yee C, Surmenian J, Sebaoun JD, Baloul S, Goguet-Surmenian E, et al. Tissue response during Piezocision-assisted tooth movement: a histological study in rats. European journal of orthodontics. 2014;**36**(4): Pages 457-64.

32. Khanna R, Tikku T, Sachan K, Maurya R, Verma G, Ojha V. Evaluation of canine retraction following periodontal distraction using NiTi coil spring and implants–A clinical study. journal of oral biology and craniofacial research. 2014;**4**(3): Pages 192-9.

33. Alazzawi MMJ, Husein A, Alam MK, Hassan R, Shaari R, Azlina A, et al. Effect of low level laser and low intensity pulsed ultrasound therapy on bone remodeling during orthodontic tooth movement in rats. Progress in Orthodontics. 2018;**19**(1): Pages 1-11.

34. Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT. Selective alveolar decortication for rapid surgical-orthodontic of skeletal malocclusion treatment. Bell WE, Guerrero C Distraction osteogenesis of the facial skeleton Hamilton, ON: BC Decker, Inc. 2007: Pages 199-203.

35. Mertens B, Angioni C, Orti V, Canal P. Collaboration parodontie et orthodontie: intérêts des corticotomies alvéolaires et de la piézocision. Revue de la littérature. L'Orthodontie Française. 2017;**88**(2): Pages 179-91.

36. Nancy A. Ten Cate's oral histology: development, structure, and function. elsevier; 2013. Book. First MEA Edition. Médicales Elsevier Inc. (2014).

37. Strippoli J, Aknin J-J. Accelerated tooth movement by alveolar corticotomy or piezocision. L'Orthodontie Française. Edition. Edp. science. 2012;**83**(2): Pages 155-64.

38. Strippoli J, Aknin J-J. Le concept du déplacement dentaire accéléré par corticotomie ou par piézocision. L'Orthodontie Française. Edp. science. 2012;**83**(2): Pages 155-64.

39. Dibart S. Practical Advanced Periodontal Surgery: Wiley Online Library; Volume 34, Issue 7, July 2007, Edited By: Peter Svensson, Impact factor:3.837;Journal, Citation Reports (Clarivate Analytics): 19/92 (Dentistry, Oral Surgery & Medicine) Online ISSN:1365-2842. Pages 508-516.

40. Sebaoun JD, Kantarci A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke TE, Ferguson DJ. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. Journal of periodontology. 2008;**79**(9): Pages 1679-88.

41. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot J, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry. 2001;**21**(1): Pages 9-20.

42. Fau V, Diep D, Bader G, Brézulier D, Sorel O. Efficacité des techniques de décortication alvéolaire sélective dans l'accélération du traitement orthodontique: une revue systématique de la littérature. L'Orthodontie Française. 2017;**88**(2): Pages 165-78.

43. Soltani L, Loomer PM, Chaar EE. A Novel Approach in Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics (PAOO): A Case Report Journal Article Clinical advances in periodontics Clinical advances in periodontics. Epub 2019;**9**(3): Pages 110-4.

44. Bouletreau P, Raberin M, Mayeux J-F. Dysmorphoses dento-squelettiques: peut-on éviter à tout prix la chirurgie? Orthodontie Française. 2014;**85**(4).

45. Sebaoun J, Surmenian J, Dibart S. Accelerated orthodontic treatment with piezocision: a mini-invasive alternative to conventional corticotomies. L'Orthodontie Française. 2011;**82**(4): Pages 311-9.

46. Buschang PH, Campbell PM, Ruso S, editors. Accelerating tooth movement with corticotomies: is it possible and desirable? Seminars in Orthodontics; 2012: Elsevier.Msson.

47. Kammer C. Accelerated orthodontics--adults demand it! International journal of orthodontics (Milwaukee, Wis). 2002;**13**(2): Pages 27-9.

48. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995). 2009;**30**(6): Pages 342.

49. Reitan K. Biomechanical principles and reactions. Graber TM, Swain BF, editors, Orthodontics: current principles and techniques. St Louis Mosby; 101-92. Ren Y, Maltha J, Kuijpers-Jagtman AM (2003) Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. Angle Orthod. 1985;**73**: Pages 86-92.

50. Khan N. Corticotomy-assisted orthodontics 2015.[ Thesis] (D.Clin.Dent.) (Research by Publication) -- University of Adelaide, School of Dentistry,

51. Cano J, Campo J, Bonilla E, Colmenero C. Corticotomy-assisted orthodontics. Journal of clinical and experimental dentistry. 2012;**4**(1):e54: Pages 172-180.

52. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2009;**67**(10): Pages 2149-59.

53. Sebaoun JD, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. [Alveolar osteotomy and rapid orthodontic treatments]. L' Orthodontie francaise. Edp. science. Epub 2007/09/20;**78**(3): Pages 217-25.

54. Clínicas PE. Rapid orthodontics with flapless piezoelectric corticotomies: First clinical experiences. International Journal. Odontostomat. 2013;**7**(1): Pages 79-85.

55. Kim Y-S, Kim S-J, Yoon H-J, Lee PJ, Moon W, Park Y-G. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2013;**144**(1): Pages 23-31.

56. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2013;**144**(5):Pages 639-48.

57. Mehr R. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-a randomized controlled clinical trial. 2013. [Masters Theses] can be accessed from the Library digital repository (CTDA).Edition: Dental Science (2013). https://opencommons.uconn.edu/gs_theses/506.

58. Strippoli J. Évaluation de la chirurgie parodontale piézoélectrique sur le traitement orthodontique: étude pilote prospective. 2018. [ Thèse présenté à la Faculté des études supérieures et post doctorales en vue de l'obtention du grade de Maîtrise ès Sciences] (M.Sc.) en médecine dentaire option orthodontie.Université de Montréal.2018.

59. Brugnami F, Caiazzo A, Dibart S. Lingual orthodontics: accelerated realignment of the" social six" with piezocision. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995). 2013;**34**(8): Pages 608-10.

60. Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, Rompen E, Maes N, Limme M, et al. Localized piezoelectric alveolar decortication for orthodontic treatment in adults: a randomized controlled trial. Journal of dental research. 2016;**95**(9): Pages 1003-9.

61. Hoffmann S, Papadopoulos N, Visel D, Visel T, Jost-Brinkmann P-G, Praeger TM. Influence of piezotomy and osteoperforation of the alveolar process on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic review. Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie. 2017;**78**(4): Pages 301-11.

62. Ileri Z, Akin M, Erdur EA, Dagi HT, Findik D. Bacteremia after piezocision. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2014;**146**(4): Pages 430-6.

63. Tunçer Nİ, Arman-Özçırpıcı A, Oduncuoğlu BF, Göçmen JS, Kantarcı A. Efficiency of piezosurgery technique in miniscrew supported en-masse retraction: a single-centre, randomized controlled trial. European journal of orthodontics. 2017;**39**(6): Pages 586-94.

64. Haliloglu-Ozkan T, Arici N, Arici S. In-vivo effects of flapless osteopuncture-facilitated tooth movement in the maxilla and the mandible. Journal of clinical and experimental dentistry. 2018;**10**(8): Pages e761.

65. Yavuz MC, Sunar O, Buyuk SK, Kantarcı A. Comparison of piezocision and discision methods in orthodontic treatment. Progress in Orthodontics Journal. 2018;**19**(1): Page 44.

66. Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. The Angle Orthodontist. 2016;**86**(1): Pages 59-65.

67. Attri S, Mittal R, Batra P, Sonar S, Sharma K, Raghavan S, et al. Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations–a randomised controlled trial. Journal of orthodontics. 2018;**45(**4): Pages 225-33.

68. Alfawal AM, Hajeer MY, Ajaj MA, Hamadah O, Brad B. Evaluation of piezocision and laser-assisted flapless corticotomy in the acceleration of canine retraction: a randomized controlled trial. Head & face medicine. 2018;**14**(1): Page 4.

69. Alkebsi A, Al-Maaitah E, Al-Shorman H, Alhaija EA. Three-dimensional assessment of the effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement during canine retraction in adults with Class II malocclusion: a randomized controlled clinical trial. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2018;**153(**6): P. 771-85.

70. Gibreal O, Hajeer MY, Brad B. Efficacy of piezocision-based flapless corticotomy in the orthodontic correction of severely crowded lower anterior teeth: a randomized controlled trial. European journal of orthodontics. 2019;**41**(2): Pages 188-95.

71. Chan E, Dalci O, Petocz P, Papadopoulou AK, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 26. Effects of micro-osteoperforations on orthodontic root resorption: a microcomputed tomography study. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2018;**153**(2): Pages 204-13.

72. Shoreibah EA, Ibrahim SA, Attia MS, Diab M. Clinical and radiographic evaluation of bone grafting in corticotomy-facilitated orthodontics in adults. Journal of the International Academy of Periodontology. 2012;**14**(4): Pages 105-13.

73. Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2016;**149**(4): Pages 473-80.

74. Mezari A - Si Ahmed F. Étude de la vitesse de recul de la canine supérieure après corticotomie alvéolaire. Revue d'orthopedie dento-faciale. 2018;**52**(4): Pages 385-391.

75. Mezari Amina - Si Ahmed F. Etude comparative de la vitesse de recule de la canine supérieure lors d'un traitement orthodontique assisté par corticotomie alvéolaire et un traitement orthodontique conventionnel chez le jeune adulte [Thèse de DESM] Faculté de medecine d'Alger 1; 21 Septembre 2016; .

76. Vigouroux F. Chapitre 1 - Notions de base de parodontologie. In: Vigouroux F, editor. Guide Pratique De Chirurgie Parodontale. Book. Paris: Elsevier Masson; 2011. Pages. 1-20.

77. Frapier ML. Orthodontie et parodontie. EMC - Appareil locomoteur. 2007;ODF. Edition :Elsevier Masson SAS, Paris:**23**-490-A-07.

78. Golberg M. Manuel d'histologie et de biologie buccale. La dent et ses tissus de soutien. Book. Edition: Paris: Masson; 1989. 140 pages (OCoLC)622672871.

79. Ludivine C. L'aménagement des défauts osseux des sites implantaires à l'aide de "Puros®" : Intérêts et indications 2011. [Thèse pour le diplôme d'etat de docteur en chirurgie dentaire academie de Nancy] – Metz universite Henri Poincare – Nancy 1 faculte. 2011.

80. Kamina P, Martinet C. Anatomie clinique Tête - Cou- Dos. Book: Tome 4, Edition: Paris: Maloine; 12 mars 2013. 407 pages.

81. Sueur S. Déplacer les dents: une grande aventure. Revue d'orthopedie dento-faciale. 1972**;6**(1): Pages 5-19.

82. Krishnan V, Davidovitch Ze. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2006;**129**(4): Pages 469. e1-. e32.

83. Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. The Angle Orthodontist. 1959;**29**(2):105-13.

84. Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt. The European Journal of Orthodontics. 2006;**28**(3): Pages 221-40.

85. Proffit WR, Phillips C, Douvartzidis N. A comparison of outcomes of orthodontic and surgical-orthodontic treatment of Class II malocclusion in adults. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 1992;**101**(6): Pages 556-65.

86. Ten Cate AR, Deporter DA, Freeman E. The role of fibroblasts in the remodeling of periodontal ligament during physiologic tooth movement. American journal of orthodontics. 1976;**69**(2): Pages 155-68.

87. Reitan K. The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement as related to the influence of function. Acta Odonto Scand. 1951;**6**:1-240.

88. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. American journal of orthodontics. 1967;**53**(10): Pages 721-45.

89. Fontenelle A. Une conception parodontale du mouvement dentaire provoqué: évidences cliniques. Revue d'orthopedie dento-faciale. 1982;**16(**1): Pages 37-53.

90. Moon C-H, Wee J-U, Lee H-S. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and orthodontic skeletal anchorage. The Angle Orthodontist. 2007;**77**(6): Pages 1119-25.

91. Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 1988;**94**(4): Pages 278-84.

92. Sastre J, Le Gall M. Tooth movement–clinical implications. International orthodontics. 2010**;8**(2): Pages 105-23.

93. Adachi H, Igarashi K, Mitani H, Shinoda H. Effects of topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on orthodontic tooth movements in rats. Journal of dental research. 1994;**73**(8): Pages 1478-86.

94. Sodagar A, Donyavi Z, Arab S, Kharrazifard MJ. Effect of nicotine on orthodontic tooth movement in rats. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2011;**139**(3): Pages e261-e5.

95. Markostamos K. Orthodontic movement through compact bone and spongious bone. The difference in tissue reaction with 2 different forces. L'Orthodontie Française. EDP. science. 1991;**62**: Pages 875-91.

96. Stutzmann J, Petrovic A. Rate of remodelling of adult alveolar bone before and during orthodontic treatment. Revue d'orthopedie dento-faciale. 1980;**14**(4): Page 437.

97. Bollen A-M, Cunha-Cruz J, Bakko DW, Huang GJ, Hujoel PP. The effects of orthodontic therapy on periodontal health: a systematic review of controlled evidence. The Journal of the American Dental Association. 2008;**139**(4): Pages 413-22.

98. Canal P, Scannagatti V. Les résorptions radiculaires d'origine orthodontique. Revue d'odonto-stomatologie (Paris). 1996**;25**(1): Pages 9-32.

99. L. Chiche-Uzan PC, M. Legall, A. Salvadori. Particularités de l'orthodontie de l'adulte. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Odontologie/Orthopédie dentofaciale, 23-498-A-20, 2007, Médecine buccale, 28-675-V-**10**, 2008.

100. Raberin M, Mauhourat S, Morgon L. Avant-propos–Introduction: « La jeunesse ressemble à tout ce qui s'accroît, la vieillesse à tout ce qui décroît ». Orthod Fr 2011;82:**1**–4 c EDP Sciences, SFODF, 2011. Pages 1-4.

101. Choukroun MG. Les risques psychologiques en ODF. Revue d'orthopedie dento-faciale. 2004;**38**(3): Pages 311-31.

102. Tomasik M, editor. Analysis of etiological factors involved in noncarious cervical lesions. Annales Academiae Medicae Stetinensis. Annales Academiae Medicae Stetinensis, 01 Jan 2006, **52**(3):125-136.

103. Stutzmann J, Petrovic A. La vitesse de renouvellement de l'os alvéolaire chez l'adulte avant et pendant le traitement orthodontique. Revue d'orthopedie dento-faciale. 1980;**14**(4): Pages 437-56.

104. Melsen B. Dr. Birte Melsen on adult orthodontic treatment. Interview by Vittorio Cacciafesta. Journal of clinical orthodontics: JCO. 2006;**40**(12):703.

105. Voydeville M. L'apport de l'orthopédie dento-faciale dans les réhabilitations implanto-portées: Academie De Nancy-Metz Universite De Lorraine Faculte D'odontologie De Nancy. [These Pour Le Diplôme D'état De Docteur En Chirurgie Dentaire]. 2015

106. Raberin M. L'orthodontie chirurgicale dans le traitement de la dysharmonie dento-maxillaire: le repositionnement incisif et son impact articulaire. L'Orthodontie Française. EDP. sciences .2016;**87**(4): Pages 411-25.

107. Moimaz SAS, Garbin AJÍ, Lima AMC, Lolli LF, Saliba O, Garbin CAAS. Longitudinal study of habits leading to malocclusion development in childhood. BMC oral health. 2014;**14**(1): Pages 1-6.

108. Paulus C. Possibilités et limites du traitement de la dysharmonie dents-arcades par chirurgie maxillo-faciale. L'Orthodontie Française. EDP. sciences .2017;**88**(1): Pages 15-23.

109. Delhaye S, Saba SB, Delatte M. Prévention et traitement de la dysharmonie dento-maxillaire. L'Orthodontie Française. EDP. sciences. 2006;**77**(2): Pages 267-281.

110. Brunelle J, Bhat M, Lipton J. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988–1991. Journal of dental research. 1996;**75**(2_suppl): Pages 706-13.

111. Rosilio C, Béry A, Moutel G, Hervé C. Le transfert des dossiers des patients entre orthodontistes: approche éthique déontologique et juridique. Revue d'orthopedie dento-faciale. 2005;**39**(3): Pages 339-63.

112. Mehamdi A. Prévalence des anomalies orthodontiques en milieu scolaire à Meknes (Maroc) [Thèse 2nd cycle Chir. dent]. 1998. Bibliothèque numérique de l'UCAD. 1998.

113. Ahmed F. N. Les anomalies alvéolaires et squelettiques dans le sens sagittal: étude des facteurs de risque et stratégie thérapeutique. [Thèse de D.E.S.M]: Oran 1 Ahmed ben bella; 2008.

114. Sangaré A, Samba M, MELESS D, Guinan J, Bakayoko-Ly R, Bourgeois D. REGARdS croises sur le recours aux soins bucco-dentaires modernes et traditionnels en côte d'ivoire. rev col odonto-stomatol afr chir maxillo-fac. 2013;**20**(3): Pages 5-11.

115. Cissé AA. Aspects épidémio-cliniques de la dysharmonie dento-maxillaire par excès dentaire au service d'orthopédie dento-faciale du CHU-CNOS de Bamako: [Thèse] Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako; 2020.

116. Amm E, Bou-Serhal J. La forme d'arcade selon la philosophie de Tweed-Merrifield: individualisation et essai de standardisation. L'Orthodontie Française. Edp.sciences 2003;**74**(4): Pages 481-98.

117. Si Ahmed F. Mézari, A. Analyse de STEINER. 3.02.6041, Book. editor. Office des publications universitaires: I.S.B.N: 978.9961.0.2301.3; 2020.

118. Boileau M-J. Orthodontie de lenfant et du jeune adulte traitement des dysmorphies et malocclusions Book.Tome 2 la bibliothèque du Dentiste.pdf. Edition: Elsevier Masson SAS. 2013.

119. Attia Y, Ortial J. Orthodontics in adults. L'Orthodontie Française. Edition Edp. science. 1974;**45**(1): Pages 613-23.

120. O. Tecles-Frossard AS, P. Canal. Indications et traitements de l'orthodontie de l'adulte. Book . Edition: Elsevier Masson SAS Tous droits réservés. 2007;EMC **23**-498-A-21.

121. Philippe J. Maintenir les effets du traitement orthodontique. Revue d'orthopedie dento-faciale. 2015;**49**(4): Pages 313-23.

122. Boileau M-J. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte Principes et moyens thérapeutiques. Book. Edition: Elsevier Masson SAS. 2011;Tome 1(novembre 2011).

123. Lesne B, Bettega G, Morgon L, Aknin J-J. Distraction symphysaire et orthodontie. L'Orthodontie Française.Edition EDP. sciences. 2008;**79**(3): Pages 197-207.

124. Fillion D. Apport de la sculpture amélaire interproximale à l'orthodontie de l'adulte (troisième partie*). Revue d'orthopedie dento-faciale. 1993;**27**(3): Pages 353-67.

125. Zachrisson BU, Amat P. La recherche de l'excellence en orthodontie de l'adulte: entretien avec Bjørn U. Zachrisson. L'Orthodontie Française. Edition: Edp.sciences 2014;**85**(4): Pages 301-26.

126. Pernier C, Bridel N, Diemunsch C. Orthodontie conventionnelle. L'Orthodontie Française. Edition: Edp.sciences 2011**;82**(1): Pages 107-20.

127. Hixon E, Atikian H, Callow G, McDonald H, Tacy R. Optimal force, differential force, and anchorage. American journal of orthodontics. 1969;**55**(5): Pages 437-57.

128. Wagner D. quantification et modélisation des forces et des moments appliqués à l'intérieur des attaches orthodontiques placées sur une arcade dentaire dans les trois dimensions de l'espace: Ecole Doctorale Mathematiques Sciences De L'information Et De L'ingenieur Laboratoire Icube – Umr Cnrs 7357 [Thèse pour l'obtention du grade de : Docteur de l'université de Strasbourg Spécialité : Biomécanique ]. Strasbourg; 2018.

129. Friedrich D, Rosarius N, Rau G, Diedrich P. Measuring system for in vivo recording of force systems in orthodontic treatment–concept and analysis of accuracy. Journal of biomechanics. 1999;**32**(1): Pages 81-5.

130. Badawi HM, Toogood RW, Carey JP, Heo G, Major PW. Three-dimensional orthodontic force measurements. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2009;**136**(4): Pages 518-28.

131. Proffit W, Fields H, Sarver D. Contemporary Orthodontics 5th edition, St. Louis, MO: Elsevier, Mosby. 2013.ISBN: 978-0-323-547-3. Book: Preceded by: William R. Proffit [and others]. 5th ed. c 2013. 729 pages.

132. Liu Y-F, Zhang P-Y, Zhang Q-F, Zhang J-X, Chen J. Digital design and fabrication of simulation model for measuring orthodontic force. Bio-medical materials and engineering. 2014;**24**(6): Pages 2265-71.

133. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography. 1932;**18(**4): Pages 331-52.

134. Storey E. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. Australian Journal of Dent. 1952;**56**: Pages 11-8.

135. Kusy RP, Whitley JQ, editors. Friction between different wire-bracketconfigurations and materials. Seminars in orthodontics; 1997: Published by Elsevier Inc .Vomule **3**. Issue 3 . September 1997, Pages 166-177.

136. Rossouw PE, editor. Friction: an overview. Seminars in Orthodontics; 2003: From the Department of Orthodontics, Baylor College of Dentistry, Dallas, TX . Edition : Elsevier Inc.2003. Seminars in Orthodontics, Vol **9**, No 4 (December 2003): Pages 218-222.

137. Veerasamy K, Lawniczak H. Les fils et les arcs: volume 80 L'Orthodontie Française Journal Article L'Orthodontie Française. Edition: Edp.sciences. 2009**;80(**1): Pages 11-22.

138. Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2007;**131**(2): Pages Pages 160. e1-. e10.

139. Viennot S, Pernier C. La contention chez l'adulte. L'Orthodontie Française. Edition: Edp.sciences .2011**;82**(1): Pages 145-54.

140. Philippe J. La récidive et la contention post-orthodontiques:Book: Editions SID; Avril 2000. ISBN: 2-905302-26-7

141. Moreau N, Charrier J-B. Formation osseuse et corticotomies à visée de facilitation métabolique: existe-t-il une ostéogénèse induite par les corticotomies alvéolaires? L'Orthodontie Française. EDP Sciences. 2015;**86**(1): Pages 113-20.

142. Alikhani M. Clinical Guide to Accelerated Orthodontics: With a Focus on Micro-Osteoperforations: Book: Edition: Springer; 2017. ISBN: 978-3-319-43401-8.

143. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. American journal of orthodontics. 1982;**81**(2): Pages 93-8.

144. Benkaddour A, Bahije L, Bahoum A, Zaoui F. L'orthodontie et les déminéralisations amélaires: étude clinique des facteurs de risque. International orthodontics. 2014;**12**(4): Pages 458-66.

145. Yi J, Xiao J, Li H, Li Y, Li X, Zhao Z. Effectiveness of adjunctive interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review of systematic reviews. Journal of oral rehabilitation. 2017;**44(**8): Pages 636-54.

146. Mavreas D, Athanasiou AE. Factors affecting the duration of orthodontic treatment: a systematic review. European journal of orthodontics. 2008;**30**(4): Pages 386-95.

147. Yoshida T, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Kato M, Arai Y, Kaneda T, et al. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. Orthodontics & craniofacial research. 2009;**12**(4): Pages 289-98.

148. Uribe F, Davoody L, Mehr R, Jayaratne YS, Almas K, Sobue T, et al. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding—a randomized clinical trial. European journal of orthodontics. 2017;**39**(6): Pages 595-600.

149. Kurt G, İşeri H, Kişnişçi R, Özkaynak Ö: Rate of tooth movement and dentoskeletal effects of rapid canine retraction by dentoalveolar distraction osteogenesis: a prospective study.American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics.2017;**152**(2): Pages 204-13.

150. Kim S-J, Park Y-G, Kang S-G. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. The Angle Orthodontist. 2009;**79**(2): Pages 284-91.

151. Bell WH, WH B, BM L. Revascularization and bone healing after maxillary corticotomies.Journal of Oral Surgery :313-20.PMID: 4995705 Septembre 1972 ;**30(**9): Pages 640-8.

152. Suya H. Corticotomy in orthodontics. Mechanical and biological basics in orthodontic therapy. 1991: The journal of Gifu Dental Society **28**(1), Pages 52-67.

153. Charrier J-B, Bryon FB, Racy E, Steve M, Monteil J-P, Bobin S. Traitement orthodontique accéléré par corticotomies alvéolaires chirurgicales chez l'adulte. International orthodontics. 2008;**6(**4):Pages 355-73.

154. Verna C, Dalstra M, Melsen B. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. The European Journal of Orthodontics. 2000;**22**(4): Pages 343-52.

155. Rana MW-u-Z, Pothisiri V, Killiany DM, Xu XM. Detection of apoptosis during orthodontic tooth movement in rats. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2001**;119**(5): Pages 516-21.

156. Wang L, Lee W, Lei D-l, Liu Y-p, Yamashita D-D, Yen SL-K. Tisssue responses in corticotomy-and osteotomy-assisted tooth movements in rats: histology and immunostaining. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2009;**136**(6): Pages 770. e1-. e11.

157. Midgett RJ, Shaye R, Fruge Jr JF. The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement. American journal of orthodontics. 1981;**80**(3): Pages 256-62.

158. Wilcko WM, Ferguson DJ, Bouquot J, Wilcko MT. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. World Journal of Orthodontics. 2003**;4**(3): P.29-50

159. Lee J-K, Chung K-R, Baek S-H. Treatment outcomes of orthodontic treatment, corticotomy-assisted orthodontic treatment, and anterior segmental osteotomy for bimaxillary dentoalveolar protrusion. Plastic and reconstructive surgery. 2007;**120**(4): Pages 102-36.

160. Uzuner FD, Darendeliler N. Dentoalveolar surgery techniques combined with orthodontic treatment: A literature review. European journal of dentistry. 2013;**7**(2): Pages 257.

161. Ackerman JL, Proffit WR. Soft tissue limitations in orthodontics: treatment planning guidelines. The Angle Orthodontist. 1997;**67**(5): Pages 327-36.

162. Iino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, Miyawaki S. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2007;**131(**4): Pages 448. e1-. e8.

163. Sebaoun J-D, Surmenian J, Ferguson DJ, Dibart S. Accélération du mouvement dentaire orthodontique suite à une décortication alvéolaire sélective: justification biologique et résultat d'une technique novatrice d'ingénierie tissulaire Journal Article. International orthodontics. 2008;**6**(3): Pages 235-49.

164. Sebaoun J. Catabolic modeling of trabecular bone following selective alveolar decortication. Dent. 2001;**21**: Pages 9-19.

165. Sebaoun J, Ferguson D, Kantarci A, Carvalho R, Van Dyke T. Trabecular bone modeling and RAP following selective alveolar decortication. [Master's degree Thesis in orthodontics] Boston University. 2005.

166. Sitbon M-C, Charrier J-B. Orthodontie accélérée par corticotomies alvéolaires: approche clinique et expérimentale. Revue d'orthopedie dento-faciale. 2009;**43**(2): Pages 189-98.

167. Hajji SS. The influence of accelerated osteogenic response on mandibular de-crowding: Saint Louis University;Madrid Espagne. [Thèse] 2000.

168. Fischer T. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines: a preliminary study. The Angle Orthodontist. 2007;**77**(3): Pages 417-20.

169. Cassetta M, Altieri F, Pandolfi S, Giansanti M. The combined use of computer-guided, minimally invasive, flapless corticotomy and clear aligners as a novel approach to moderate crowding: a case report. The Korean Journal of Orthodontics. 2017;**47**(2): Pages 130-41.

170. Rothe LE, Bollen A-M, Little RM, Herring SW, Chaison JB, Chen CS-K, et al. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2006;**130**(4): Pages 476-84.

171. Sebaoun J-DM, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. Corticotomie alvéolaire et traitements orthodontiques rapides. L'Orthodontie Française. Edition: Edp.sciences 2007;**78**(3): Pages 217-25.

172. Machado I, Ferguson D, Wilcko M, Wilcko W, AlKahadra T, editors. Root resorption following orthodontics with and without alveolar corticotomy. Journal of dental research; 2002: Int Amer Assoc Dental Researchi Adr/Aadr 1619 Duke St, Alexandria, Va 223.

173. Kanno T, Mitsugi M, Furuki Y, Kozato S, Ayasaka N, Mori H. Corticotomy and compression osteogenesis in the posterior maxilla for treating severe anterior open bite. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2007;**36**(4): Pages 354-7.

174. Chung K-R, Kim S-H, Lee B-S. Speedy surgical-orthodontic treatment with temporary anchorage devices as an alternative to orthognathic surgery. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2009;**135**(6): Pages 787-98.

175. Oliveira DD, de Oliveira BF, de Araújo Brito HH, de Souza MMG, Medeiros PJ. Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2008;**133**(6): Pages 902-8.

176. Pelo S, Boniello R, Gasparini G, Longobardi G. Maxillary corticotomy and extraoral orthopedic traction in mature teenage patients: a case report. The journal of contemporary dental practice. 2007;**8**(5): Pages 76-84.

177. Germeç D, Giray B, Kocadereli I, Enacar A. Lower incisor retraction with a modified corticotomy. The Angle Orthodontist. 2006;**76**(5): Pages 882-90.

178. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 1999;**116**(1): Pages 46-59.

179. İşeri H, Kişnişci R, Bzizi N, Tüz H. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2005;**127**(5): Pages 533-41.

180. Lambrecht J. Intraoral piezo-surgery. Schweizer Monatsschrift fur Zahnmedizin= Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie= Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia. 2004;**114**(1): Page 28.

181. Lefebvre J-P, Lasaygue P, Potel C, de Belleval J-F, Gatignol P. L'acoustique ultrasonore et ses applications 2ème partie. Acoustique et techniques. 2004;**36**: Pages Pages 12-9.

182. Garcia S, Kunitz E, Sampson K. Piezoelectric effect and its applications. Historical review ; 1998. http://ice.chem.wisc.edu/~ice/materials/piezo.html.

183. Stübinger S, Kuttenberger J, Filippi A, Sader R, Zeilhofer H-F. Intraoral piezosurgery: preliminary results of a new technique. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2005;**63**(9):Pages1283-7.

184. Leclercq P, Dohan D. De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie: technologies, applications cliniques: 1re partie: technologies. Implantodontie.2004;**13**(3): Pages 151-7.

185. Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2004;**62**(6): Pages 759-61.

186. Roblee RD, Bolding SL, Landers JM. Surgically facilitated orthodontic therapy: a new tool for optimal interdisciplinary results. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995). 2009;**30** (5): Pages 264.

187. Dibart S, Keser E, Nelson D, editors. Piezocision™-assisted orthodontics: Past, present, and future. Seminars in Orthodontics; Volum**e 21**, Issue 3, Edition: 2015 Elsevier Inc. September 2015, Pages 170-175.

188. Nelson D, Dibart S. Sequential piezocision in a challenging adult case. Journal of clinical orthodontics: JCO. 2014;**48**(9): Page 555.

189. Cassetta M, Giansanti M. Accelerating orthodontic tooth movement: a new, minimally-invasive corticotomy technique using a 3D-printed surgical template. Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal. 2016;**21**(4): Page 483.

190. Sherwood KH, Burch JG, Thompson WJ. Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2002;**122**(6): Pages 593-600.

191. Charavet C, Lambert F, Lecloux G, Le Gall M. Traitement orthodontique accéléré par corticotomies: quelles sont les alternatives minimalement invasives? L'Orthodontie Française. 2019; **90** (1): Pages 5-12.

192. Charavet C, Lecloux G, Jackers N, Albert A, Lambert F. Piezocision-assisted orthodontic treatment using CAD/CAM customized orthodontic appliances: a randomized controlled trial in adults. European journal of orthodontics. 2019;**41**(5): Pages 495-501.

193. Vargas PO, Ocampo BRY. Corticotomy: historical perspective. Revista Odontológica Mexicana. 2016;**20**(2): Pages 82-92.

194. Vercellotti T, Crovace A, Palermo A, Molfetta A. The piezoelectric osteotomy in orthopedics: clinical and histological evaluations (pilot study in animals). Mediterr J Surg Med. 2001**;9**: Pages 89-96.

195. Thierry B. Applications chirurgicales de la piézochirurgie en implantologie. 2016. Memoire du certificat d'etude et de Recherche Approfondies en Implantologie Orale Université de Paris. Année 2016.

196. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. Minerva stomatologica. 2004;**53**(5): Page.207.

197. Kotrikova B, Wirtz R, Krempien R, Blank J, Eggers G, Samiotis A, et al. Piezosurgery—a new safe technique in cranial osteoplasty? International journal of oral and maxillofacial surgery. 2006;**35**(5): Pages 461-5.

198. Robiony M, Polini F, Costa F, Zerman N, Politi M. Ultrasonic bone cutting for surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) under local anaesthesia. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2007;**36**(3): Pages 267-9.

199. Cassetta M, Giansanti M, Di Mambro A, Calasso S, Barbato E. Minimally invasive corticotomy in orthodontics using a three-dimensional printed CAD/CAM surgical guide. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2016;**45**(9): Pages 1059-64.

200. Frost H. The biology of fracture healing: an overview for clinicians. Part II. Clinical Orthopaedics and Related Research®. 1989;**248**: Pages 294-309.

201. Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication–facilitated tooth movement. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2011;**139**(4): Pages S83-S101.

202. Keser EI, Dibart S. Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2013;**144**(6): Pages 879-89.

203. Gun I, Cakirer B. Canine distalization with Piezocision. Pilot study Part of Ph D [Thesis], Marmara University, Istanbul. 2013.

204. McComb JL. Orthodontic treatment and isolated gingival recession: a review. British journal of orthodontics. 1994;**21**(2): Pages151-9.

205. Wennström JL, editor. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. Seminars in Orthodontics; Department of Periodontology, Faculty of Odontology, Göteborg University, Göteborg, Sweden 1996: Published by Elsevier Inc. Volume **2**, Issue 1, March 1996, Pages 46-54.

206. Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. Orthodontics & craniofacial research. 2010;**13**(3):Pages127-41.

207. Zachrisson YØ, Zachrisson BU, Büyükyilmaz T. Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 1996;**109**(4): Pages 420-30.

208. Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2005;**127**(5): Pages 552-61.

209. Shah A. Surgical Approaches to Accelerate Orthodontic Tooth Movement-A Review. International Journal for Advance Research and Development. 2017;**2**(1). Pages 122-130

210. Rosvall MD, Fields HW, Ziuchkovski J, Rosenstiel SF, Johnston WM. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2009;**135**(3): Pages 276. e1-. e12.

211. Kalra A, Singh K, Bolya P, Yadav A, Rajput BS, Goswami RP. Various biological approaches to accelerate tooth movement during orthodontic treatment: a review. Department of Orthodontics and Dentofacila Orthopaedics, Maharana Pratap College of Dentistry, Gwalior, India. IJOCR Apr - Jun 2015; Volu**me 3** Issue 2

212. Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment-a frontier in orthodontics. Progress in Orthodontics. 2013;**14**(1): Pages 42.

213. Leethanakul C, Kanokkulchai S, Pongpanich S, Leepong N, Charoemratrote C. Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction. The Angle Orthodontist. 2014**;84**(5): Pages 839-45.

214. Teng GY, Liou EJ. Interdental osteotomies induce regional acceleratory phenomenon and accelerate orthodontic tooth movement. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2014;**72**(1): Pages 19-29.

215. Al-Naoum F, Hajeer MY, Al-Jundi A. Does alveolar corticotomy accelerate orthodontic tooth movement when retracting upper canines? A split-mouth design randomized controlled trial. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2014;**72**(10): Pages 1880-9.

216. Al-Ainawi K, Al-Mdalal Y, Hajeer M. The Effect of Using a Modified Dentoalveolar Distractor on Canine Angulation following Rapid Canine Retraction: A Split-mouth Design Randomized Controlled Trial. The journal of contemporary dental practice. 2016;**17**(1):49-57.

217. Sayın S, Bengi AO, Gürton AU, Ortakoğlu K. Rapid canine distalization using distraction of the periodontal ligament: a preliminary clinical validation of the original technique. The Angle Orthodontist. 2004;**74**(3):304-15.

218. Murphy CA, Chandhoke T, Kalajzic Z, Flynn R, Utreja A, Wadhwa S, et al. Effect of corticision and different force magnitudes on orthodontic tooth movement in a rat model. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2014;**146**(1):55-66.

219. Düker J. Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. Journal of maxillofacial surgery. 1975**;3**: Pages 81-4.

220. Anholm JM. Corticotomy facilitated ortho-dontics. Journal of the California dental asociation. 1986. Pages 256-265.

221. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. Journal of periodontology. 1990;**61**(4):234-8.

222. Nathan M. L'orthodontie rapide: une révolution dans le traitement orthodontique de l'adulte. Journal; le fildentaire. Paris Descartes, Montrouge . Avril 2017.

223. Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T. Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2007;**132**(2): Pages 208-15.

224. Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. Henry Ford Hospital Medical Journal. 1983;**31**(1): Pages 3-9.

225. Hajji S. The influence of accelerated osteogenic response on mandibular decrowding [Thesis]. St Louis University.Madrid Espagne 2000.

226. Shoreibah E, Salama A, Attia M, Abu-Seida S. Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique. Journal of the International Academy of Periodontology. 2012;**14**(4): Page 97.

227. Keser EI, Dibart S. Piezocision-assisted Invisalign treatment. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995). 2011;**32**(2): Pages 46-8, 50.

228. Davoody LR. Efficiency of Piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-a randomized controlled clinical trial. [Master's Theses] University Of Connecticut School Of Medicine And Dentistry 14 Juillet 2015.

229. Azeem M, Afzal A, Jawa SA, Haq AU, Khan M, Akram H. Effectiveness of electric toothbrush as vibration method on orthodontic tooth movement: a split-mouth study. Dental press journal of orthodontics. 2019**;24**(2): Pages 49-55.

230. Strippoli J, Durand R, Schmittbuhl M, Rompré P, Voyer R, Chandad F, et al. Piezocorticision-assisted orthodontics: Efficiency, safety, and long-term evaluation of the inflammatory process. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2019;**155**(5): Pages 662-9.

231. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R, Peiró-Guijarro MA. Surgery first in orthognathic surgery: what have we learned? A comprehensive workflow based on 45 consecutive cases. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2014**;72**(2): Pages 376-90.

232. Azeem M, Haq AU, Ilyas M, Hamid WU, Hayat MB, Jamal F, et al. Bactériémie après micro-ostéoperforation. International orthodontics. 2018;**16**(3): Pages 463-9.

233. Dibart S, Surmenian J, David Sebaoun J, Montesani L. Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. The International journal of periodontics & restorative dentistry. 2010;**30**(5): Page 487.

234. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R. Endoscopically assisted tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report. Journal of periodontology. 2012;**83**(5): Pages 574-80.

235. Jofre J, Montenegro J, Arroyo R. Ortodoncia Rápida con Corticotomías Piezoeléctricas sin Colgajo: Primeras Experiencias Clínicas. International journal of odontostomatology. 2013**;7**(1): Pages 79-85.

236. Laraba. S. Etude clinique de la malocclusion de classe II chez l'enfant Algérien: [Thèse de DESM]. Faculté de médecine. Alger. 1982.

237. Si Ahmed F. Etude des angles de la base du câne et étude des corrélations crânio-faciales de la population Algérienne. [Thèse de DESM]. Faculté de médecine. Alger-centre. 1986.

238. Yi J, Xiao J, Li Y, Li X, Zhao Z. Efficacy of piezocision on accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. The Angle Orthodontist. 2017;**87**(4): Pages 491-8.

239. Krishnan P, Shetty S, Husain A. An adjunctive minor surgical procedure for increased rate of retraction. Journal of pharmacy & bioallied sciences. 2013;**5**(Suppl 1): Pages S39.

240. Aboul SMBE-D, El-Beialy AR, El-Sayed KMF, Selim EMN, EL-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2011;**139**(2): Pages 252-9.

241. Mezari A- Si Ahmed F. Etude comparative de la vitesse de recule de la canine supériuere lors d'un traitement orthodontique assisté par corticotomie alvéolaire et un traitement orthodontique conventionnel chez le jeune adulte. [Thèse de DESM]. Faculté de médecine Alger 1; 21 Septembre 2016.

242. Patterson BM, Dalci O, Papadopoulou AK, Madukuri S, Mahon J, Petocz P, et al. Effect of piezocision on root resorption associated with orthodontic force: A microcomputed tomography study. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2017;**151**(1): Pages 53-62.

243. Sivarajan S, Doss JG, Papageorgiou SN, Cobourne MT, Wey MC. Mini-implant supported canine retraction with micro-osteoperforation: a split-mouth randomized clinical trial. The Angle Orthodontist. 2019**;89**(2): Pages 183-9.

244. Terbeche. S. Apport du dentascan dans l'évaluation radiologique de l'inclusion canine maxillaire et la décision thérapeutique: [Thèse de DESM]. Faculté de médecine Oran 1 Ahmed ben bella; 2019.

245. Charavet C, Lecloux G, Jackers N, Maes N, Lambert F. Patient-reported outcomes measures (PROMs) following a piezocision-assisted versus conventional orthodontic treatments: a randomized controlled trial in adults. Clinical oral investigations. 2019;**23**(12): Pages 435-63.

246. Yamaguchi M, Hayashi M, Fujita S, Yoshida T, Utsunomiya T, Yamamoto H, et al. Low-energy laser irradiation facilitates the velocity of tooth movement and the expressions of matrix metalloproteinase-9, cathepsin K, and alpha (v) beta (3) integrin in rats. The European Journal of Orthodontics. 2010;**32**(2): Pages 131-9.

247. Afzal E, Fida M, Malik DS, Irfan S, Gul M. Comparison between conventional and piezocision-assisted orthodontics in relieving anterior crowding: a systematic review and meta-analysis. European journal of orthodontics. Volume 43, Issue 3, June 2021, Pages 360–366, Published by Oxford University Press on behalf of the European Orthodontic Society. Published: 19 August 2020.

248. Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: a systematic review. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2014;**145**(4): Pages S51-S64.

249. Fernandez-Ferrer L, Montiel-Company J-M, Candel-Marti E, Almerich-Silla J-M, Penarrocha-Diago M, Bellot-Arcis C. Corticotomies as a surgical procedure to accelerate tooth movement during orthodontic treatment: A systematic review. Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal. 2016;**21**(6): Pages e703.

250. Zeitounlouian TS, Zeno KG, Brad BA, Haddad RA. Effect of injectable platelet-rich fibrin (i-PRF) in accelerating orthodontic tooth movement. Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie. 2021: Pages 1-9.

251. Verna C, Spena R, Dalstra M, Cattaneo PM, Ball JV. Surgically Assisted Tooth Movement: Biological Application. Biological Mechanisms of Tooth Movement.Book. Third Edition. 2021: Chapter 16. Pages 238-64.

252. Mostafa YA, Fayed MMS, Mehanni S, ElBokle NN, Heider AM. Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2009;**136**(4): Pages 570-7.

253. Medeiros RB, Pires FR, Kantarci A, Capelli Jr J. Tissue repair after selective alveolar corticotomy in orthodontic patients: a preliminary study. The Angle Orthodontist. 2018;**88**(2): Pages 179-86.

254. Ahn H-W, Lee D-Y, Park Y-G, Kim S-H, Chung K-R, Nelson G. Accelerated decompensation of mandibular incisors in surgical skeletal class III patients by using augmented corticotomy: a preliminary study. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2012;**142**(2): Pages 199-206.

255. Coscia G, Coscia V, Peluso V, Addabbo F. Augmented corticotomy combined with accelerated orthodontic forces in class III orthognathic patients: morphologic aspects of the mandibular anterior ridge with cone-beam computed tomography. Journal of oral and maxillofacial surgery. 2013;**71(**10):Pages 1760. e1-. e9.

256. Ma Z, Zheng J, Yang C, Xie Q, Liu X, Abdelrehem A. A new modified bone grafting technique for periodontally accelerated osteogenic orthodontics. Journal Medicine (Baltimore).2018 Sep; **97**(37): Pages e12047.

257. Camacho AD, Cujar SAV. Dental movement acceleration: Literature review by an alternative scientific evidence method. Article. World journal of methodology. 2014;**4**(3): Page 151.

258. Makki L, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM, Bjerklin K, Stapelberg R, et al. Mandibular irregularity index stability following alveolar corticotomy and grafting: A 10-year preliminary study. The Angle Orthodontist. 2015**;85**(5): Pages 743-9.

259. Sebaoun J-D, Surmenian J, Ferguson DJ, Dibart S. Accélération du mouvement dentaire orthodontique suite à une décortication alvéolaire sélective: justification biologique et résultat d'une technique novatrice d'ingénierie tissulaire. International orthodontics. 2008**;6**(3): Pages 235-49.

260. Proffit W, Fields H, Sarver D, Ackerman J. Contemporary Orthodontics, Mosby, St. Louis, Mo, USA. Livre 6 ème. Edition: Elsevier Inc. 2000.729 pages.

261. Wilcko MT, Ferguson DJ, Makki L, Wilcko WM. Keratinized gingiva height increases after alveolar corticotomy and augmentation bone grafting. Journal of periodontology. 2015;**86**(10): Pages 1107-15.

262. Moreau N, Charrier J-B. Bone formation and corticotomy-induced accelerated bone remodeling: can alveolar corticotomy induce bone formation? L'Orthodontie Française. 2015**;86(**1): EDP Sciences. Pages 113-120.

# ANNEXES

**Annexe N° 1** : Autorisation du comité de l'éthique du CHU-ORAN.

Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière
Centre Hospitalo-universitaire d'Oran

CHU ORAN

**Comite d'Ethique**

N° 86 /2021/DAMP/ Oran, le 16 Mars 2021

**ATTESTATION**

Avis pour sujet de thèse D.E.S.M.

Suite à la réunion du Comité d'Ethique du CHU Oran en date du 16/03/2021, au niveau du Conseil Scientifiques, concernant la demande du Docteur NABI Fatima Maître Assistante en Orthopédie Dento Faciale pour avis de réalisation d'une thèse portant « **Effet de la corticotomie par piézocision lors des déplacements orthodontiques accélérés** » encadrée par le Professeur AHMED FOUATIH.N. après les compléments d'informations apportées aux suggestions évoquées par le Comité, l'Avis Favorable a été accordée pour sa réalisation au niveau du service.

P/Le Directeur
Le Directeur des Activités
Médicales et Paramédicales

P/Le Comité
Le Coordinateur
Pr. BERRABAH

**Annexe N° 2** : Consentement libre et éclairé en français

**Ministère de la Santé, de la population et de la Réforme Hospitalière**
**CENTRE HOSPITALO-UNIVERSITAIRE D'ORAN**
**Service d'Orthopédie Dento-Faciale**

## CONSENTEMENT LIBRE ET ECLAIRE

**NOM** …… **PRENOM**……
**Date de naissance** ……..……**Profession** ……..……
**Adresse** …… **N° de téléphone**……..

## DEROULEMENT DE L'ACTE CHIRURGICAL

Les corticotomies alvéolaires par piézocision sont classiquement réalisées sous anesthésie local (péri-apical et intra-papillaire), les principaux temps opératoires sont les suivants :

- Incision inter- dentaire à 3mm de la papille au moyen d'une lame de bistouri (de part et d'autre de chaque dent du site de corticision).
- Décollement de la gencive attachée
- Les traits de corticision sont réalisés avec un piézotome sous irrigation abondante à une profondeur de 1 à 2 mm au siège de l'encombrement dentaire.
- Une PRF sera mise en place par tunnelisation, la PRP sera préparée à partir du sang prélevé au début de l'acte opératoire
- Un produit de comblement type « bio-os » sera mis en place au niveau de chaque site de corticision.
- Une fermeture du site opératoire est réalisée par points séparés en O ou matelassier vertical avec du fil 5-0 résorbable ou non résorbable.
- Un pansement chirurgical sera mis en place pour protéger les sites opératoires.
- Ablation des points de suture 10jours après l'acte.
- Contrôles cliniques (après piézotomie) et activations de l'appareillage orthodontique toutes les deux semaines (15 jours) pendant 4 à 5 mois puis tous les mois jusqu'à la fin du traitement
- Examen radiographique 3D (CBCT) avant/après corti-piézocision.
- De la nécessité d'une hygiène bucco-dentaire rigoureuse en pré- et post-opératoire

## DECLARATION SUR L'HONNEUR

Je soussigné(e) ; Mr, Mme, Melle……..….Certifie avoir été informé(e) par le Docteur……..……...

- Des objectifs du traitement orthodontique assisté par piézo-corticision alvéolaire localisée au siège de l'encombrement le Docteur ..... M'a exposé tout le détail de ce traitement les bénéfices et les risques inhérents à l'intervention chirurgicale envisagée. Une fiche d'information médicale m'a été remise détaillant le protocole. (Ci-dessus).
- Je confirme avoir été informé qu'une thérapeutique initiale (détartrage, polissage) est obligatoire avant le traitement réalisé au service de parodontologie
- Je confirme avoir été informé que le praticien peut être amené à modifier son geste chirurgical en fonction de la survenue d'évènements durant l'intervention.
- Je reconnais avoir eu la liberté de poser toutes les questions relatives à cette technique.
- J'ai été informé des bénéfices attendus de cette technique, de son pronostic et des alternatives thérapeutiques possibles.
- J'ai pris note des risques possibles liés à cette technique, en sachant qu'il existe des complications exceptionnelles, voire imprévues (mortification pulpaire, lésions radiculaires, cicatrices gingivales...).
- J'ai reçu des explications claires me permettant de guider mon choix.
- Je reconnais qu'un délai de réflexion suffisant m'a été accordé entre la consultation et le début de traitement.
- Je m'engage à respecter toutes les consignes pré et post-opératoires ainsi que les rendez-vous d'activation qui m'ont été préconisés.
- Par ma signature ci-dessous, je consens à ce traitement,
- Je consens également à l'utilisation des études radiographiques et photographiques ou modèles d'étude dans le but de consultation spécialisée pour la recherche et l'enseignement ainsi que leurs publications dans des revues professionnelle et cède à titre exclusif au docteur…….…….. L'ensemble des droits de reproduction et de représentation ; qui pourront être exploitées par le docteur……en toutes langues et tous pays et par tous les procédés actuels ou futurs, isolément ou dans un ouvrage réunissant d'autre œuvre.
- Je garantis au docteur……la jouissance des droits cédés contre tout trouble, revendication et éviction quelconque

Lieu…….
Date……
Signature du praticien……

Signature du patient :
(Ou représentant légal)
« Lu et approuvé, bon pour accord ».

**Annexe N° 3** : Consentement libre et éclairé en arabe

CHU ORAN
المركز الإستشفائي الجامعي لوهران
CENTRE HOSPITALO-UNIVERSITAIRE ORAN

## وزارة الصحة والسكان وإصلاح المستشفيات

المركز الاستشفائي الجامعي بوهران
قسم تقويم الاسنان والوجه والفكين

**تصريح الموافقة المستنيرة**

الاسم ..... اللقب .....
تاريخ الميلاد ..... المهنة .....
العنوان ..... رقم الهاتف .....

يتم اجراء العملية على النحو التالي:

القطع القشري اللاشريحي بالبيزو، يتم تحت تخدير موضعي، حيث تتمثل أهم مراحل العملية في:

- شق ضمن الميزاب حول السني مع التفريغ عن بعد (على الأقل بعد سن واحد من موضع الشق القشري ).
- تجرى خطوط القطع اللاشريحي عن طريق جهاز البيزو تحت تروية كافية على عمق 1مم إلى 2 مم من الناب إلى الناب المقابل .
- تغطية كل المناطق التي أجري التقشير فيها باستخدام مواد التطعيم العظمي الحيوي.
- تتم خياطة القطوع في المناطق التي أجري التقشير فيها بنقط متباعدة أو شاقولية باستخدام خيوط ذات سمك 0-5 القابلة أو الغير القابلة للتحلل الذاتي.
- تتم حماية مناطق الجراحة بواسطة ضماد جراحي.
- يتم وصف أدوية بعد جراحية عند الانتهاء من الجراحة .
- تتم المعاينة البعد جراحية حوالي 10 أيام بعد الاجراء وذلك لنزع الخيوط الجراحية .
- يتم تطبيق التقويم مباشرة بعد المعاينة البعد جراحية الاولى وذلك للاستفادة من ظاهرة التسريع المنطقي الناحي (PAR).
- يتم تفعيل التقويم بعد ذلك كل 15 يوم.

أنا الممضي أسفله : أصرح بأن الدكتور ..... عرض علي كل التفاصيل المتعلقة بهذا العلاج فيما يتعلق بالفوائد والمخاطر المترتبة عن هذا الإجراء وأنه تم اعطائي ورقة معلومات تحتوي على كل التفاصيل المتعلقة بالإجراء.

أصرح كذلك بانه تم اعلامي بإمكانية تغيير الخطة العلاجية في حال حدوث أمر غير متوقع خلال العملية.

أصرح بانه تم منحي الحرية التامة في طرح كل الأسئلة المتعلقة بالإجراء.

لقد تم اعلامي بكل الفوائد المترتبة عن هذا الاجراء والخطط العلاجية الاخرى الممكنة.

أصرح بأنني اخذت بعين الاعتبار كل المخاطر الممكنة المتعلقة بهذا الاجراء مع العلم بإمكانية حدوث مضاعفات غير متوقعة.

تلقيت شروحات واضحة تمكنني من اتخاذ قراري بخصوص العلاج.

أصرح بانه تم منحي المهلة الكافية ما بين التشخيص الاولي وبداية العلاج.

أتعهد باحترام كل التعليمات قبل وبعد العملية وبالالتزام بجميع المواعيد المبرمجة مسبقا.

تصريح شرفي

أنا الموقع أدناه) ؛ سيد سيدة آنسة ..... شهادة بعد أن أبلغها الطبيب.....
.أهداف علاج تقويم الأسنان بمساعدة قشرة بيزو سنخية تقع في موقع ازدحام الأسنان والعديد من الاحتمالات الأخرى ، وهي العلاج التقليدي دون جراحة متسارعة مسبقة
أؤكد أن الطبيب..... ... شرح لي كل تفاصيل هذا العلاج والفوائد والمخاطر الكامنة في الجراحة المخطط لها. أعطيت ورقة معلومات طبية ·
.(توضح بالتفصيل البروتوكول. (في الاعلى
أؤكد أنه تم إبلاغي بأن العلاج الأولي (التحجيم والتلميع) إلزامي قبل العلاج الذي يتم إجراؤه في قسم أمراض اللثة ·
.أؤكد أنه قد تم إبلاغي بأنه قد يتعين على الممارس تعديل الإجراء الجراحي اعتمادًا على حدوث الأحداث أثناء العملية ·
.أقر بأن لدي الحرية في طرح جميع الأسئلة المتعلقة بهذه التقنية ·
.لقد تم إعلامي بالفوائد المتوقعة من هذه التقنية ، والتشخيص لها وبدائل العلاج الممكنة ·
لقد لاحظت المخاطر المحتملة المرتبطة بهذه التقنية ، مع العلم أن هناك مضاعفات استثنائية أو حتى غير متوقعة (تقشر اللب ، آفات الجذور ، ندبات اللثة ·
.تلقيت تفسيرات واضحة تسمح لي بتوجيه خياري ·
.أقر بأنني أعطيت وقتًا كافيًا للتفكير بين الاستشارة وبدء العلاج ·
.أوافق على احترام جميع تعليمات ما قبل الجراحة وبعدها بالإضافة إلى مواعيد التنشيط التي أوصيت بها ·
بتوقيعي أدناه ، أوافق على هذا العلاج ، ·
أوافق أيضًا على استخدام الدراسات الشعاعية والتصويرية أو نماذج الدراسة لغرض الاستشارات المتخصصة للبحث والتدريس بالإضافة إلى منشوراتها في المجلات المهنية ·
وأخصص حصريًا للطبيب ..... ..... ..... .. جميع حقوق النسخ والتمثيل ؛ والتي يمكن أن يستخدمها الطبيب
..... .. بجميع اللغات وجميع البلدان وبجميع العمليات الحالية أو المستقبلية ، بشكل فردي أو في عمل يجمع بين أعمال أخرى
أضمن للطبيب ..... إلى التمتع بالحقوق المنصوص عليها ضد أي إزعاج أو مطالبة أو إخلاء على الإطلاق ·

المكان:.....
التاريخ:.....
إمضاء المريض أو ولي الأمر:.....
إمضاء الطبيب:.....

**Annexe N°4** : Fiche clinique pour le traitement orthodontique accéléré (service d'ODF-CHU).

Ministère de la santé, de la population et de la Réforme Hospitalière
Centre Hospitalo-Universitaire D'Oran
Service D'orthopédie Dento-Faciale

CHU ORAN
المركز الإستشفائي الجامعي لوهران
CENTRE HOSPITALO-UNIVERSITAIRE ORAN

# Fiche clinique

Etude des effets de la corticotomie par piézocision sur le traitement orthodontique accéléré d'une DDM chez l'adulte

N° FICHE:

## Identification du patient :

1. Nom et prénom :……..
2. Sexes : /_ / 1- Féminin 2- Masculin
3. Date de naissance : /_ / _ / _ / _ / _ / _ /_ / _ / _ / _ /
4. Niveau d'instruction : Analphabète / _ / Primaire / _ / Moyen / _ / Secondaire / _ / Universitaire / _ /
5. Profession :…….
6. Date de la première consultation : /_ / _ / _ / _ / _ / _ /_ / _ /

Age au début de traitement…….....

## Information sur le patient :

1. Antécédents généraux : ……..……..
2. Traitement médical en cours……..…….
3. Antécédents de traitement orthodontique : Oui / _ / Non / _/
4. Motif de la consultation : Esthétique / _ / Fonctionnel / _ / Orientation / _ /
   Récidive après traitement antérieur / _ / éviter les extractions / _ /
   Traitement rapide / _ / Problèmes parodontaux / _ / Contraintes du Travail / _ / Autres / _ /

## Etat de la denture

1. **La formule dentaire :**

**C** : dent cariée
**X** : dent extraite
**M** : anomalie de structure
**A** : dent dévitalisée
**F** : obturation

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

Remarques : ……

1. Stade de dentition : Adulte jeune / _ / Adulte complète / _ /
2. Indice de Nance : (ED-EN) Supérieure …… mm. /Inférieure :…… ……mm
3. L'encombrement dentaire : *Supérieur : Faible / _ / Modéré / _ / Sévère / _ /
   *Inférieur : Faible / _ / Modéré/ _ / Sévère / _ /

2. **Agencement inter- arcades** :

| | Incisives | Canines | Molaires |
|---|---|---|---|
| **Sagittal** | Over-Jet : ……mm | Classe : I II III | Classe: I II III |
| **Vertical** | Over-Bite :……mm | Recouvrement : Absent/ Présent | Recouvrement : Absent/ Présent |
| **Transversal** | PII : Coïncide Dévié | Surplomb : Absent/ Présent | Engrainement : Absent/ Présent |

1. La flèche d'arcade (mm) : 16 /____ / 26 / ____ / 36 /____ / 46 /____ /
2. La largeur d'arcade (mm) : Au maxillaire: 13-23 /_____ / 14-24 /_____ / 16-26 /_____ /
   A la mandibule: 33-43 /_____ / 34-44 /_____ / 36-46 /_____ /

**3. Analyses céphalométriques :**

| L'analyse | Valeurs Moyennes | Valeurs Trouvées | Interprétations |
|---|---|---|---|
| **SNA** | 82± 2° | | |
| **SNB** | 78± 2° | | |
| **ANB** | 2°±2° | | |
| **A-T de Château** | 46 mm | | |
| **FMA** | 25±3° | | |
| **I/F** | 107° | | |
| **i/m** | 90° | | |
| **I/i** | 135°±5° | | |
| **Angle Z** | 78° | | |
| **Ligne E** | LS/E : -1mm<br>LI/E : 0mm | | |

**1. Diagnostic orthodontique :**

| **Diagnostic positif** | | |
|---|---|---|
| **Classe squelettique (Selon Ballard)**<br>☐ **Classe I**<br>☐ **Classe II**<br>☐ **Classe III** | Sens vertical | Sens transversal |
| **Diagnostic alvéolaire** | | |
| **Antéro-postérieure** | Sens vertical | Sens transversal |
| **Diagnostic dentaire** | | |
| **Antéro-postérieur (Selon Angle)**<br>☐ **Classe I**<br>☐ **Classe II div 1**<br>☐ **Classe II div 2**<br>☐ **Classe III** | **Problèmes associés**<br>☐ DDM<br>☐ Dystopies<br>☐ Inclusion<br>☐ Autres | |

**Etat du parodonte du patient**

1. Hygiène bucco-dentaire : Excellente / _ /Bonne / _ / Moyenne / _ / Faible / _ /
2. Au Maxillaire :
   a. Le parodonte superficiel : Epais / _ / Fin / _ / Hypertrophique / _ / Normal / _ /
   b. Le parodonte profond : Biotype 1 / _ / Biotype 2 / _ / Biotype 3 / _ / Biotype 4 / _ / (selon Maynard et Wilson).
3. A la Mandibule :
   a. Le parodonte superficiel : Epais / _ / Fin / _ / Hypertrophique / _ / Normal / _ /
   b. Le parodonte profond : Biotype 1 / _ / Biotype 2 / _ / Biotype 4 / _ / (selon Maynard et Wilson).

**Fiche validée**

**Annexe N°5** : Fiche de contrôle pour le traitement orthodontique accéléré (service d'ODF).

CHU ORAN
لمركز الإستشفائي الجامعي لوهران
CENTRE HOSPITALO-UNIVERSITAIRE ORAN

Ministère de Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière
Centre Hospitalo-Universitaire D'Oran
Service D'orthopédie Dento-Faciale

# Fiche de contrôle

Etude des effets de la corticotomie par piézocision sur le traitement orthodontique accélérée d'une DDM chez l'adulte

N° FICHE:

***Type de protocole choisi :***

- **Protocole 1 :** traitement orthodontique assisté par piézocision ☐
- **Protocole 2** : traitement orthodontique conventionnel sans piézocision. ☐

***Suivi du patient :***

- Date de mise en place de l'appareil ODF : Supérieur: /_ / _ / _ / _ / _ / _ /_ / _ / _ / _/
  Inférieur : /_ / _ / _ / _ / _ / _ /_ / _ / _ / _/
- Date ……..d (6-FPM) =……
- Date ……*Largeur inter canine Supérieure =……
  *Largeur inter canine Inférieure =……

***Etape chirurgicale :***

1. Date de piézotomie/_ / _ / _ / _ / _ / _ /_ / _ / _ / _/
2. Type d'anesthésie :…….
3. Nombre d'incision : 1 / _ / 2/ _ / 3/ _ / 4/ _ / 5/ _ / 6/ _ /
4. Siège des incisions : Inter Incisifs/ _ / Inter Can / _ / inter PM / _ /
5. La profondeur de la piézocision : 1mm / _ / 2mm / _ / 3mm / _ / 4mm / _ / 5mm / _ /
6. La profondeur de la corticotomie : 1mm / _ / 2mm / _ / 3mm / _ / 4mm / _ / 5mm / _ /
7. Nombre de points de sutures : 1 / _ / 2/ _ / 3/ _ / 4/ _ / 5/ _ / 6/ _ /
8. Mise en place de produit de comblement : Oui / _ / Non / _/
9. Durée de l'acte chirurgical:
   a. Au maxillaire : 20mn / _ / 30mn / _ / 45mn / _ / 60mn / _ /
   b. A la mandibule : 20mn / _ / 30mn / _ / 45mn / _ / 60mn / _ /
10. Complications : Douleurs / _ / Hémorragie / _ /
11. Le retour à l'activité : immédiatement / _ / Dans 1J/ _ / Dans 2J/ _ / Dans 3J/ _ / plus/ _ /

***Contrôle post-opératoire N°1 :***

1. Date de contrôle /_ / _ / _ / _ / _ / _ /_ / _ / _ / _/
2. Prise de médicament : ATB / _ / AIS / _ / AINS / _ / Bain de bouche / _ / Brossage / _ /
3. Présence de chéloïde cicatricielle : Oui / _ / Non / _/
4. Douleur : Absente / _ / Modérée / _ / localisée / _ / généralisée / _ /
5. Hémorragie : Oui / _ / Non/ _ /
6. Œdème post-op : Absent / _ / Modéré / _ / localisé / _ / généralisé / _ /
7. La mastication : Possible / _ / Difficile / _ / Impossible/ _ / avec gène / _ /
8. Hématome de la face : Absent / _ / Modéré / _ / localisé / _ / généralisé / _ /
9. Fusion de produit de comblement : Oui / _ / Non / _/
10. Mobilité dentaire : Absente / _ / Modérée / _ / Sévère / _ /
11. Sensibilité dentaire : Absente / _ / Modérée / _ / Sévère / _ /

Infection du site opératoire : Oui / _ / Non /

***Contrôle post-opératoire N°2:***

1. Date de contrôle /_ / _ / _ / _ / _ / _ /_ / _ / _ / _/
2. Douleur : Absente / _ / Modérée / _ / localisée / _ / généralisée / _ /
3. Hémorragie : Oui / _ / Non / _ /
4. Œdème post-op : Absent / _ / Modéré / _ / localisé / _ / généralisé / _ /
5. La mastication : Possible / _ / Difficile / _ / Impossible/ _ / avec gène / _ /
6. Hématome de la face : Absent / _ / Modéré / _ / localisé / _ / généralisé / _ /
7. Mobilité dentaire : Absente / _ / Modérée / _ / Sévère / _ /
8. Sensibilité dentaire : Absente / _ / Modérée / _ / Sévère / _ /
9. Infection du site opératoire : Oui / _ / Non / _/

***Contrôle post-opératoire N°3: 1ère activation :***

1. Date de contrôle /_ / _ / _ / _ / _ / _ /_ / _ / _ / _/
2. 6- FPM= ……. …mm

***Contrôle post-opératoire N°4: Dépose des multiattaches :***

1. Date : / _ / / _ / / _ / / _ / / _ / / _ / / _ /
2. Mesure 6- FPM= ……. …mm
3. Largeur inter canine Supérieure =……mm / Inférieure =……mm
4. Largeur inter prémolaire Supérieure =……mm / Inférieure=……mm
5. La flèche d'arcade : 16 / ___ / 26 / ___ / 36 / ___ / 46 / ___ /
6. Agencement inter- arcades :
7. Date : / _ / / _ / / _ / / _ / / _ / / _ / / _ /
8. Mesure 6- FPM= ……. …mm
9. Largeur inter canine Supérieure =…… …mm / Inférieure =……mm
10. Largeur inter prémoliare Supérieure =……mm / Inférieure =……mm
11. La flèche d'arcade : 16 / ___ / 26 / ___ / 36 / ___ / 46 / ___ /
12. Agencement inter- arcades :

| | Incisives | Canines | Molaires |
|---|---|---|---|
| **Sagittal** | Over-Jet : ……mm | Classe : I II III | Classe: I II III |
| **Vertical** | Over-Bite :……mm | Recouvrement : Absent/ Présent | Recouvrement : Absent/ Présent |
| **Transversal** | PII : Coïncide Dévié | Surplomb : Absent/ Présent | Engrainement : Absent/ Présent |

***Etat du parodonte en fin de traitement orthodontique :***

1. Récession gingivale/ Absente / _ / Modérée / _ / localisée / _ / généralisée / _ /
2. Lésions radiculaires : Oui / _ / Non / _/
3. Résorption radiculaire : Oui / _ / Non / _/
4. La perte osseuse : Absente / _ / Modérée / _ / Sévère / _ /
5. Fenestration : Absente / _ / Modérée / _ / Sévère / _ /
6. Déhiscence : Absente / _ / Modérée / _ / Sévère / _ /
7. Réduction de la papille : Absente / _ / Modérée / _ / Sévère / _ /

***Etat dentair en fin de traitement orthodontique :***

1. Sensibilité pulpaire : Oui / _ / Non / _/
2. La réduction de la chambre pulpaire : Oui / _ / Non / _/

***Réévaluation de traitement :***

1. Date de dépose de l'appareillage actif / _ / / _ / / _ / / _ / / _ / / _ / / _ /
2. Evaluation de la réduction de la DDM : Oui / __ / Non /_ _/
3. Duré globale du traitement :…….(mois)
4. Mise en place contention : Oui / _ / Non / _/
5. Type de contention : fixe / _ / amovible / _ /

***Niveau de satisfaction des patients :***

1. Le niveau de satisfaction des résultats de trt : Très bon / _ / Bon / _ / Moyen / _ / A améliorer / _ /
2. Recommanderiez--vous ce traitement à vos amis, collègues ou connaissances :
   Oui / _ / Non / _ /
3. Quel est votre niveau de satisfaction concernant la fréquence des rendez--vous :
   Excellent / _ / Bon / _ / Moyen / _ / Autre / _ /
4. La visibilité de l'appareillage vous dérange-t-elle : Oui / __ / Non / __ / pas vraiment / ___ /
5. Ce traitement, présente-t-il une gêne particulière : Oui / __ / Non / __ / pas vraiment /___ /
6. Ce traitement, est-il une gêne douloureuse : Oui /__ / Non / __ / pas vraiment / ___ /

***Fiche validée***

**Annexe N° 6** : Lettre d'orientation au service de parodontologie.

**CENTRE HOSPITALO-UNIVERSITAIRE D'ORAN**
**Service d'Orthopédie Dento-Faciale**

## LETTRE D'ORIENTATION AU SERVICE DE PARODONTOLOGIE

### Identification du patient

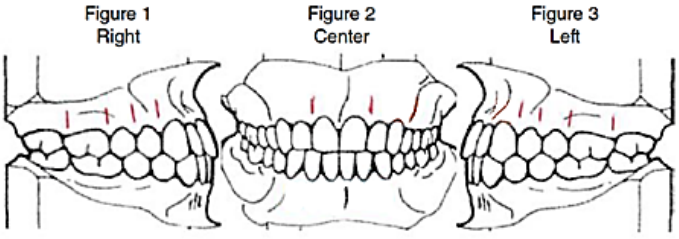
**NOM** ……
**PRENOM**……
**AGE** ……..

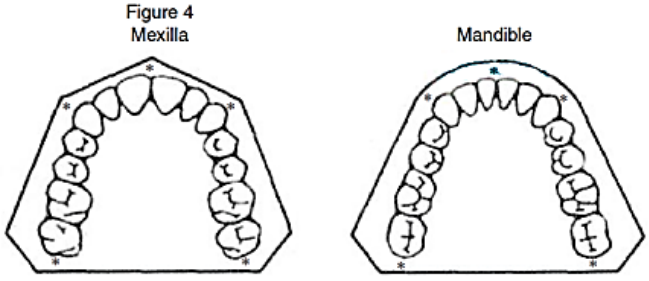
### Cher confrère (Chère consœur)

Permettez-moi de vous adresser le (la) patient(e) susnommé(e), âgé(e) de ……..., qui va bénéficier d'un traitement orthodontique accéléré ; et qui nécessite un examen parodontal minutieux de votre part pour juger la possibilité des corticotomies alvéolaires au siège de la DDM indiquée sur le schéma ci-dessous.

Je vous signale par ailleurs que le (la) patient (e) ne présente aucun antécédent médical pouvant contre –indiqué l'acte opératoire.

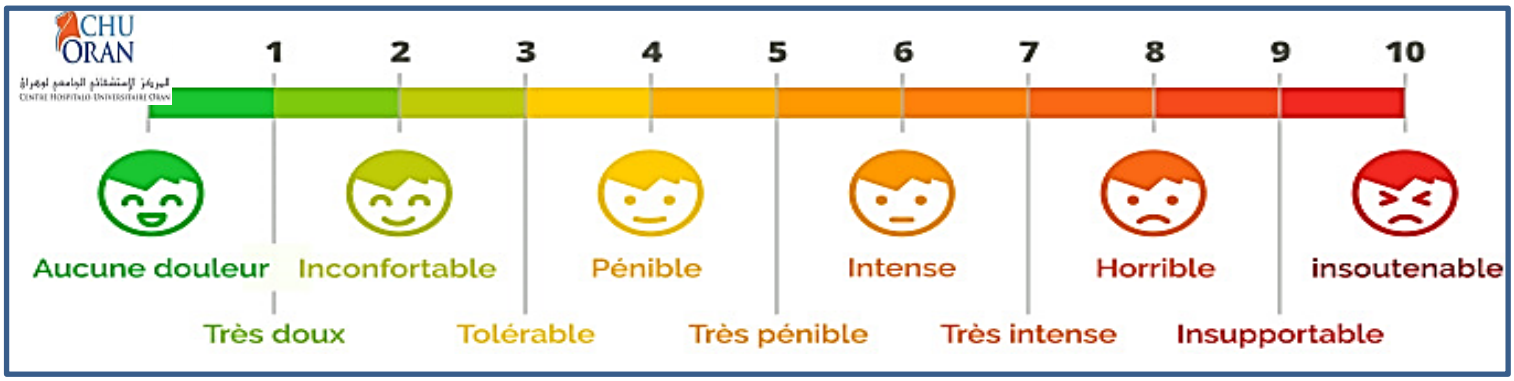
Je vous le (la) confie pour une meilleure prise en charge spécialisée au sein de votre service




Confraternellement.

**Annexe N°7** : EVA : Echelle Visuelle Analogique de la douleur de l'adulte:




**Échelle Visuelle Analogique de la douleur (EVA) pour l'adulte :**

C'est une echelle d'auto-évaluation de la douleur, elle mesure l'intensité de la douleur sur une échelle allant de 0 à 10 (ou parfois de 0 à 100).

La correspondance entre niveau d'EVA et intensité de douleur est la suivante :

- EVA entre 1 et 3 : douleur d'intensité légère (très douce à inconfortable)
- EVA entre 3 et 5 : douleur d'intensité modérée (tolérable à pénible)
- EVA entre 5 et 7 : douleur sévère (très pénible à intense)
- EVA supérieure à 7 : douleur trop sévère (très intense à horrible).
- EVA supérieure à 9 : douleur insuportable (insupportable à insoutenable).

# RESUME

# ملخص

# ABSTRACT

## Résumé

**Introduction** : L'un des principaux enjeux actuels de l'orthodontie contemporaine est de réduire la durée du traitement sans compromettre aux objectifs de celui-ci.

**Objectif principal** de noter étude est de comparer la durée de la correction de l'encombrement dentaire antérieur entre un traitement orthodontique conventionnel et un traitement accéléré assisté par piézotomies alvéolaires.

**Méthodologie :** Une étude clinique comparative type (essai contrôlé randomisé ouvert) était menée au sein du service d'ODF du CHU-ORAN, sur un échantillon de 71 jeunes patients d'âge moyen de 20.97 ± 5.86 ans consultant volontairement pour une DDM modérée à sévère ne dépassant pas 10 mm; Ces patients étaient répartis en deux groupes homogènes.

**Résultats :** La confrontation des résultats des deux groupes d'étude, nous a affirmé la nette réduction du temps de traitement à 32% entre les deux groupes avec une réduction significative lors des premières phases de traitement de 50% à l'arcade supérieure et de 43% à l'arcade inférieure.

D'autre part, l'étude a mis en évidence les principaux facteurs liés à la durée de traitement ce qui nous a permis d'établir des formules de calcul prédictives du temps de nivellement mais aussi de la durée globale de traitement.

**Discussion :** les corticotomies alvéolaires réalisées au piézotome accélèrent les mouvements dentaires et réduisent la durée de traitement en agissant sur une phase bien définie du schéma thérapeutique, elles assurent aussi la gestion des situations complexes et réduisent le recours aux extractions dentaires. C'est un procédé moins invasif, sans complications sur le parodonte. Elles se révèlent comme un outil puissant dans l'arsenal thérapeutique de l'adulte, garantissant un gain osseux grâce à l'adjonction de greffes de tissus durs et/ou mous lors de la chirurgie accélératrice renforçant ainsi un parodonte fin ou affaiblie suite à une ostégenèse induite.


**Mots clés :** Corticotomie ; Piézotomie, Durée de traitement, Orthodontie de l'adulte ; Orthodontie accélérée ; DDM, Temps de nivellement.

## Abstract

**Introduction:** One of the main current issues in contemporary orthodontics is to reduce the duration of treatment without compromising its objectives.

**Main:** this study is to compare the duration of the correction of anterior dental crowding between conventional orthodontic treatment and accelerated treatment assisted by alveolar piezotomy.

**Methodology:** A standard comparative clinical study (open randomized controlled trial) was conducted within the ODF department of the CHU-ORAN, on a sample of 71 young patients whose average age is 20.97 ± 5.86 years consulting for a moderate DDM to severe not exceeding 10mm in class I; The latter were divided into two homogeneous groups.

**Results**: The confrontation of the results of the two study groups, affirmed to us the clear reduction of treatment time to 32% between the two groups with a significant reduction of the first phases of treatment of 50% in the upper arch and 43 % at the lower arch. On the other hand, the study revealed the main factors related to the duration of treatment which allowed us to establish predictive formulas of the leveling time but also of the overall duration of treatment.

**Discussion:** Alveolar corticotomies by piezotomy accelerate dental movement and reduce treatment time by acting on a defined phase of the therapeutic regimen, it also ensures the management of complex situations and reduces the need for dental extractions. It is a less invasive procedure, without complications on the periodontium. It is proving to be a powerful tool in the therapeutic arsenal of adults, guaranteeing induced ostegenesis thanks to the addition of hard or soft tissue grafts during alveolar piezotomy surgery.


**Keywords**: Corticotomy; Piezotomy, Duration of treatment, Adult orthodontics; Accelerated orthodontics; DDM, Leveling Time.

## ملخص

**مقدم مقدمة:** أحد التحديات الرئيسية الحالية في تقويم الأسنان المعاصر هو تقليل مدة العلاج دون المساس بأهدافه.

**الهدف الرئيسي:** الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو مقارنة مدة تصحيح الازدحام السني الأمامي بين علاج تقويم الأسنان التقليدي والعلاج المعجل بمساعدة قطع بيزوتومي.

**المنهجية:** تم إجراء دراسة سريرية مقارنة قياسية (تجربة معشاة ذات شواهد) داخل مصلحة تقويم الوجه والأسنان في المركز الجامعي الاستشفائي لوهران، بهدف مقارنة المدة الإجمالية لتصحيح الازدحام السابق للأسنان بين العلاج التقويمي التقليدي والعلاج المعجل على عينة من 71 مريضًا صغيرًا بمتوسط عمر 20.97 ± 5.86 سنة استشارة من أجل **DDM** متوسط إلى شديد لا يتجاوز 10 ملم في الفئة الأولى ؛ تم تقسيم الأخيرة إلى مجموعتين متجانسة

**النتائج:** أكدت لنا مقارنة نتائج المجموعتين الانخفاض الواضح في وقت العلاج إلى 32٪ بين المجموعتين مع انخفاض كبير في المراحل الأولى من العلاج بنسبة 50٪ في القوس العلوي و 43٪ في القوس العلوي. القوس السفلي. من ناحية أخرى ، كشف الدراسة عن العوامل الرئيسية المرتبطة بمدة العلاج هذه ، والتي سمحت لنا بإنشاء صيغة تنبؤية لوقت التسوية ولكن أيضًا للمدة الإجمالية للعلاج.

**المناقشة:** القشرة السنخية مع البيزوتومي تسرع حركة الأسنان وتقلل من مدة العلاج من خلال العمل على مرحلة محددة جيدًا من النظام العلاجي، كما أنها تضمن إدارة المواقف المعقدة وتقليل الحاجة إلى قلع الأسنان. إنه إجراء أقل توغلاً ، بدون مضاعفات على اللثة. لقد أثبتوا أنهم أداة قوية في الترسانة العلاجية للبالغين ، مما يضمن اكتساب العظام بعد إضافة ترقيع الأنسجة الصلبة و / أو الرخوة أثناء الجراحة المتسارعة، وبالتالي تقوية اللثة الرقيقة أو الضعيفة بفضل تكوّن العظم المستحث.


**الكلمات المفتاحية: بضع القشرة. بضع بيزوتومي ، مدة العلاج ، تقويم الأسنان للبالغين. تقويم الأسنان المعجل.** DDM **، وقت التسوية .**

Author: Dr NABI Fatima
Email: fatima.nabi31@gmail.com / nabi.fatima@univ-oran1.dz
Adresse: Service d'ODF, Clinique dentaire. N° 30 Place de Dr. Roux- CHU-ORAN.
Thesis Director: Pr AHMED FOUATIH Noureddine
Email : fouatih. @univ-oran.dz
Thesis Co-Director : Pr KHASSANI Djamila
Email : Khassani. @univ-oran.dz