

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2016

2016 TOU3 3050

THESE

**POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement par

Ulysse CALLEDE

le 15 septembre 2016

**La Prise en charge orthodontico-parodontale,
Protocoles en 2016 et présentations de Cas cliniques**

Directeurs de thèse : Dr Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Dr YAN-VERGNES Wei

JURY

Président :	Professeur VAYSSE Frédéric
1er assesseur :	Docteur BARTHET Pierre
2ème assesseur :	Docteur DALICIEUX-LAURENCIN Sara
3ème assesseur :	Docteur YAN-VERGNES Wei



➔ **DIRECTION**

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Anne-Marie GRIMAUD

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Marie-Christine MORICE

➔ **HONORARIAT**

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +

Mr Jean-Philippe LODTER

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

➔ **ÉMÉRITAT**

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

➔ **PERSONNEL ENSEIGNANT**

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Professeur d'Université :

Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr VAYSSE

Maîtres de Conférences :

Mme NOIRRIT-ESCLASSAN

Assistants :

Mme DARIES, Mr MARTY

Adjoints d'Enseignement :

Mr DOMINÉ

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Mr BARON

Maîtres de Conférences :

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Assistants :

Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES

Assistant Associé

Mr TOURÉ

Adjoints d'Enseignement :

Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section :

Mr HAMEL

Professeur d'Université :

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Maître de Conférences :

Mr HAMEL, Mr VERGNES

Assistant :

Mlle BARON

Adjoints d'Enseignement :

Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE***Chef de la sous-section :*** **Mr BARTHET**

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Assistants : Mr RIMBERT, Mme VINEL

Adjoints d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION***Chef de la sous-section :*** **Mr COURTOIS**

Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY

Assistants : Mme CROS, Mr EL KESRI, Mme GAROBY-SALOM

Adjoints d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)***Chef de la sous-section :*** **Mr POULET**

Professeur d'Université : Mr KEMOUN

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr POULET, Mr BLASCO-BAQUE

Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mr LEMAITRE,

Assistant Associé : Mme FURIGA-CHUSSEAU

Adjoints d'Enseignement : Mr SIGNAT, Mme VALERA, Mr BARRE

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE***Chef de la sous-section :*** **Mr DIEMER**

Professeur d'Université : Mr DIEMER

Maîtres de Conférences : Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE

Assistants : Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DUEYMES, Mme. RAPP, Mr. MOURLAN

Assistant Associé : Mr HAMDAN

Adjoints d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)***Chef de la sous-section :*** **Mr CHAMPION**

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR

Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr.DESTRUHAUT

Assistants : Mr. CHABRERON, Mr. GALIBOURG, Mr. KNAFO, Mme. SELVA, Mme. ROSCA

Adjoints d'Enseignement : Mr. BOGHANIM, Mr. FLORENTIN, Mr. FOLCH, Mr. GHRENASSIA,

Mme. LACOSTE-FERRE, Mr. POGEANT, Mr. RAYNALDY, Mr. GINESTE

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE***Chef de la sous-section :*** **Mme JONJOT**

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr NASR

Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT

Adjoints d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mr ETIENNE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

*L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.
(Délibération en date du 12 Mai 1891).*

Mise à jour au 01 septembre 2016

REMERCIEMENTS

Avant de débiter, je souhaiterais remercier toutes les personnes que j'oublierai de citer, et elles sont nombreuses ; pour les moments partagés, les joies, les peines, et qui ont fait que je suis la personne qui écrit ces lignes ce soir.

A **ma mère**, merci pour ton amour. Je te remercie d'avoir fait ce que je suis maintenant, et ce grâce à l'éducation et aux belles valeurs que tu as su me transmettre.

A **mon père**, merci d'être toujours là pour moi. Je te remercie pour ta joie de vivre, ta générosité, ton optimisme et ton soutien sans faille durant mon cursus d'étudiant.

A **ma belle mère**, merci pour ton amour et ton soutien durant toutes ces années. Merci de m'avoir fait découvrir ce métier passionnant que j'exerce depuis peu.

A **mon beau père**, merci de m'avoir inculqué certaines valeurs de la vie et de m'avoir initié à la pratique du surf, je t'en suis éternellement reconnaissant.

A **mes frères et sœur** :

A **Nicolas**, mon grand frère. Ta rigueur et ton sérieux m'ont inspiré et m'ont permis de gravir les échelons, je t'en remercie. Heureusement, tu sais déconner de temps en temps et je te souhaite tout le bonheur du monde avec Emilie ta meuf !

A **Gaspard**, mon petit frère. Toujours présent dans tous les moments de bonheur et de joie. J'espère de nouveau partager plus de temps avec toi et que les années me permettront d'accomplir ce souhait.

A **Marilou**, ma petite sœur. Ton sourire et ta gentillesse n'ont d'égal que ta beauté. On croise les doigts pour cette année difficile, je suis de tout cœur avec toi.

A **Gauthier**, mon petit frère. Ton sens de l'humour et ta bonne humeur sont un plaisir au quotidien, ces trois années passées nous ont rapprochés à mon plus grand bonheur.

A **ma famille « adoptive »**, Isabelle et Alain. Votre joie de vivre et votre générosité ont participé à ce que je suis devenu maintenant, je vous en remercie.

A la **Team Cousin's** (Olivier, Arnaud, Nahel, Erwan, Boris, Juliette... et Laurent) que de bons souvenirs, et j'espère de nouvelles aventures en perspective... ONE LIFE !

Je dédie cette thèse à Thibaut... Tu resteras toujours dans nos cœurs .

A notre président de thèse,

Professeur VAYSSE Frédéric.

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- -Chef du Service d'Odontologie,
- Chef adjoint du pôle CVR
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,
- Diplôme d'Etudes Approfondies en Imagerie et Rayonnement en Médecine,
- Habilitation à Diriger les Recherches (HDR)

Nous sommes très honorés que vous ayez accepté de présider notre jury de thèse. Vos remarquables qualités humaines et professionnelles resteront toujours un modèle pour nous. Avec nos sincères remerciements, veuillez trouver ici l'expression de notre estime et notre profonde reconnaissance.

A notre jury de thèse,

Docteur BARTHET Pierre.

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Responsable de la sous-section : Parodontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier.

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter de siéger à ce jury. Nous vous sommes très reconnaissants de votre accueil, de votre disponibilité et de vos précieux conseils.
Veuillez trouver ici le témoignage de notre profond respect et de notre sincère reconnaissance.

A notre co-directeur de thèse,

Docteur LAURENCIN-DALICIEUX Sara.

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Diplôme Universitaire de Parodontologie

Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de co-diriger notre thèse. Nous avons pu profiter de votre savoir et nous vous remercions pour tout ce que vous nous avez apporté. Nous vous remercions très sincèrement pour votre accompagnement tout au long de ce travail, et pour votre grande disponibilité

Que ce travail soit l'occasion pour nous de vous témoigner notre sincère gratitude et notre profond respect.

A notre co-directeur de thèse,

Docteur YAN-VERGNES Wei.

- Assistante hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master Sciences de la Vie et de la Santé – Recherche, mention : Santé Publique, spécialité : Ethique,
- CES : mention : O.D.F.,
- Certificat d'Etudes Cliniques Spéciales Mention : Orthodontie (CESMO)

Nous vous remercions chaleureusement d'avoir accepté de co-diriger cette thèse, et de vous être montrée disponible et confiante. Nous avons pu apprécier tout au long de notre internat la richesse de votre enseignement et vos qualités humaines et professionnelles.

Puissiez –vous trouver, ici, l'expression de notre éternelle reconnaissance et de notre profond respect.

INTRODUCTION	14
1 LES PREREQUIS.....	15
1.1 Les prérequis Parodontaux	15
1.1.1 Bilan parodontal.....	15
1.1.2 Examen clinique et radiologique.....	18
1.1.3 Examens complémentaires	19
1.2 Les prérequis orthodontiques	20
1.2.1 Notion de l'ancrage	20
1.2.2 Spécificité de l'orthodontie sur le parodonte affaibli.....	23
1.2.2.1 Notion de Biomécanique // coupe histologique	23
1.2.2.2 Effets histologiques.....	25
2 ORTHODONTIE ET PARODONTOLOGIE	32
2.1 Les Conséquences Orthodontique sur le Parodonte	32
2.1.1 Selon la thérapeutique orthodontique choisie.....	32
2.1.1.1 Sans extractions.....	32
2.1.1.2 Avec extractions	34
2.1.1.3 Traitement chirurgical (Chirurgie Maxillo-faciale).....	41
2.1.1.4 Cas particulier de l'inclusion.....	43
2.1.1.5 Thérapeutique de la désinclusion.....	43
2.1.2 Selon la techniques orthodontique utilisée	50
2.1.2.1 Vestibulaire	51
2.1.2.2 Linguale.....	51
2.1.2.3 Nouveaux ancrages	52
2.1.2.4 Technique par gouttière thermoformée	54
2.2 Apport de la Parodontologie :	55
2.2.1 Apport sur les tissus mous.....	55
2.2.1.1 Récession gingivale :.....	55
2.2.1.2 Eruption passive incomplète :	57
2.2.1.3 Interférence du frein sur le contour gingival.....	57
2.2.1.4 Les papilles	58
2.2.2 Technique de la Corticotomie.....	60
2.3 La contention sur le parodonte affaibli	63
2.3.1 Contention non mécanique	65
2.3.1.1 Equilibration	65
2.3.1.2 Chirurgie.....	66
2.3.1.3 Hypercorrection	67
2.3.1.4 Finitions occlusales.....	68
2.3.1.5 Contention physiologique	68
2.3.2 Contention mécanique.....	68
2.3.2.1 Types de Contention.....	68
2.3.3 Comparaison et Influence du choix de la contention sur le parodonte.....	72
2.3.4 Choix de la contention selon le cas clinique.....	73
2.4 Les limites et Echecs / iatrogénie du traitement orthodontique	74
2.4.1 Gingivite, hyperplasie gingivale	74
2.4.2 Risque d'alvéolyse	75
2.4.3 Risque de récession parodontale.....	76
2.4.4 Risque de résorption radiculaire	78
2.4.5 Risque d'apparition de triangles noirs vu	82
2.4.6 Risque d'éruption passive incomplète	82

3 ILLUSTRATIONS PAR 7 cas cliniques traités à La faculté de Chirurgie Dentaire de TOULOUSE	84
3.1 CAS 1	84
3.1.1 Début de traitement (Documents initiaux)	84
3.1.1 fin de traitement (Documents finaux)	85
3.2 CAS 2	86
3.2.1 Début de traitement (Documents initiaux)	86
3.2.2 fin de traitement (Documents finaux)	87
3.3 CAS 3	88
3.3.1 Début de traitement (Documents initiaux)	88
3.3.2 fin de traitement (Documents finaux)	89
3.4 CAS 4	90
3.4.1 Début de traitement (Documents initiaux)	90
3.4.2 fin de traitement (Documents finaux)	91
3.4.3 Après réalisation des composites esthétiques.....	91
3.5 CAS 5	92
3.5.1 Début de traitement (Documents initiaux)	92
3.5.2 fin de traitement (Documents finaux)	93
3.6 CAS 6	94
3.6.1 Début de traitement (Documents initiaux)	94
3.6.2 fin de traitement (Documents finaux)	95
3.7 CAS 7	96
3.7.1 Début de traitement (Documents initiaux)	96
3.7.2 En cours de traitement.....	97
CONCLUSION	98
BIBLIOGRAPHIE.....	100
TABLES DES ILLUSTRATIONS.....	110

INTRODUCTION

Les maladies parodontales ou parodontopathies peuvent être définies comme des maladies immuno-infectieuses multifactorielles. Elles sont caractérisées par des symptômes et des signes cliniques qui peuvent inclure : une inflammation visible ou non, des saignements gingivaux spontanés ou provoqués d'importance variable, la formation de lésions sous gingivales (poches parodontales) en rapport avec des pertes d'attache et d'os alvéolaire, une mobilité dentaire et peuvent conduire à la perte de l'organe dentaire. Des indices cliniques et/ou épidémiologiques spécifiques ont été définis pour évaluer le degré d'inflammation, la présence de plaque, la présence de tartre, le niveau de l'attache clinique, les mesures de profondeur de poches.

Les parodontites vont avoir, pour les patients, des conséquences esthétiques, par la perte dentaire occasionnée, les migrations dentaires et les récessions gingivales, mais aussi des conséquences fonctionnelles, trouble de la phonation et de la mastication. Ces conséquences vont aussi impacter la qualité de vie des patients.

Une des options thérapeutiques qui peut être envisagée en fin de thérapeutique parodontale, lors de la thérapeutique parodontale de soutien est la thérapeutique orthodontique. Ces thérapeutiques orthodontiques font partie intégrante de la thérapeutique correctrice parodontale.

En effet, C'est grâce à la présence des tissus parodontaux, et particulièrement à celle du desmodonte, que l'orthodontiste peut réaliser un déplacement dentaire. Afin d'intégrer la notion de coût/bénéfice/sécurité, l'orthodontiste se doit de prévenir, de réduire et/ou d'éviter les effets délétères de ses traitements sur les tissus parodontaux.

Le challenge avant tout traitement orthodontique est de changer le comportement du patient face à sa cavité buccale et à la plaque bactérienne, et ce aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte.(1)

1 LES PREREQUIS

1.1 Les prérequis Parodontaux

1.1.1 Bilan parodontal

Elle est réalisée lors du premier rendez-vous avec le patient, et permet au praticien d'obtenir de nombreuses informations telles que le motif de consultation du patient, les antécédents médicaux et bucco-dentaires, les habitudes d'hygiène, les dysfonctions ou para-fonctions ...

- L'écoute : le praticien doit être alerte :
 - Au motif de consultation du patient qui doit être exprimé clairement et noté selon ses termes ;
 - Aux doléances et aux attentes du patient ;
 - Aux symptômes perçus par le patient (saignement/douleurs/sensibilité, abcès/suppuration, mobilités, migrations, halitose, tassements alimentaires, récessions gingivales)
 - A l'anamnèse locale : antécédents bucco-dentaires, antécédents de traitement parodontal, nombre de brossage et durée, type de brosse et technique appliquée, utilisation d'accessoires complémentaires,...

- Les Facteurs de risques : Le praticien doit détecter les facteurs de risques associés aux maladies parodontales. Les parodontites sont des maladies infectieuses multifactorielles dont l'étiologie principale est bactérienne. Le modèle infectieux proposé par Socransky (2) semble être le plus adapté.

Cependant la seule présence de bactéries pathogènes n'est pas suffisante au développement d'une phase d'activité de la maladie parodontale, et les facteurs liés à l'hôte et/ou à l'environnement jouent un rôle majeur. Ainsi, pour qu'une perte d'attache survienne, il faut que soient réunis, à un moment donné et en même temps :

- *des conditions bactériennes spécifiques* avec l'absence de bactéries bénéfiques et la présence de pathogènes virulents dépassant le seuil de tolérance de l'hôte ;
- *un environnement propice* avec des conditions locales particulières dans le sillon gingivo-dentaire ;
- *une susceptibilité de l'hôte* avec des conditions générales transitoires ou définitives se traduisant par une permissivité.

Plus récemment, Axelsson a précisé que la maladie parodontale est le résultat d'une interaction complexe entre la flore microbienne sous gingivale et des facteurs non bactériens dépendant plus particulièrement de l'hôte et de l'environnement. Il fait la distinction entre :

- *Les facteurs externes* modifiant la réponse de l'hôte qui peuvent être impliqués dans la création de cet environnement propice. Ces principaux facteurs sont le tabac, le niveau socio-économique, le mode de vie, la maintenance parodontale personnelle (l'« hygiène » orale), la maintenance dento-parodontale professionnelle (dentiste, hygiéniste) et les maladies infectieuses et systémiques acquises (stress, allergies, traitement chimique de l'épilepsie, HIV...);

- *Les facteurs internes* ou endogènes qui comprennent les facteurs héréditaires et génétiques, les maladies chroniques systémiques (diabète insulino-dépendant, syndrome de Down, défaut des polymorphonucléaires...), l'âge et les conditions locales dont la dentisterie et l'orthodontie qui créent de nombreux facteurs de rétention de plaque.

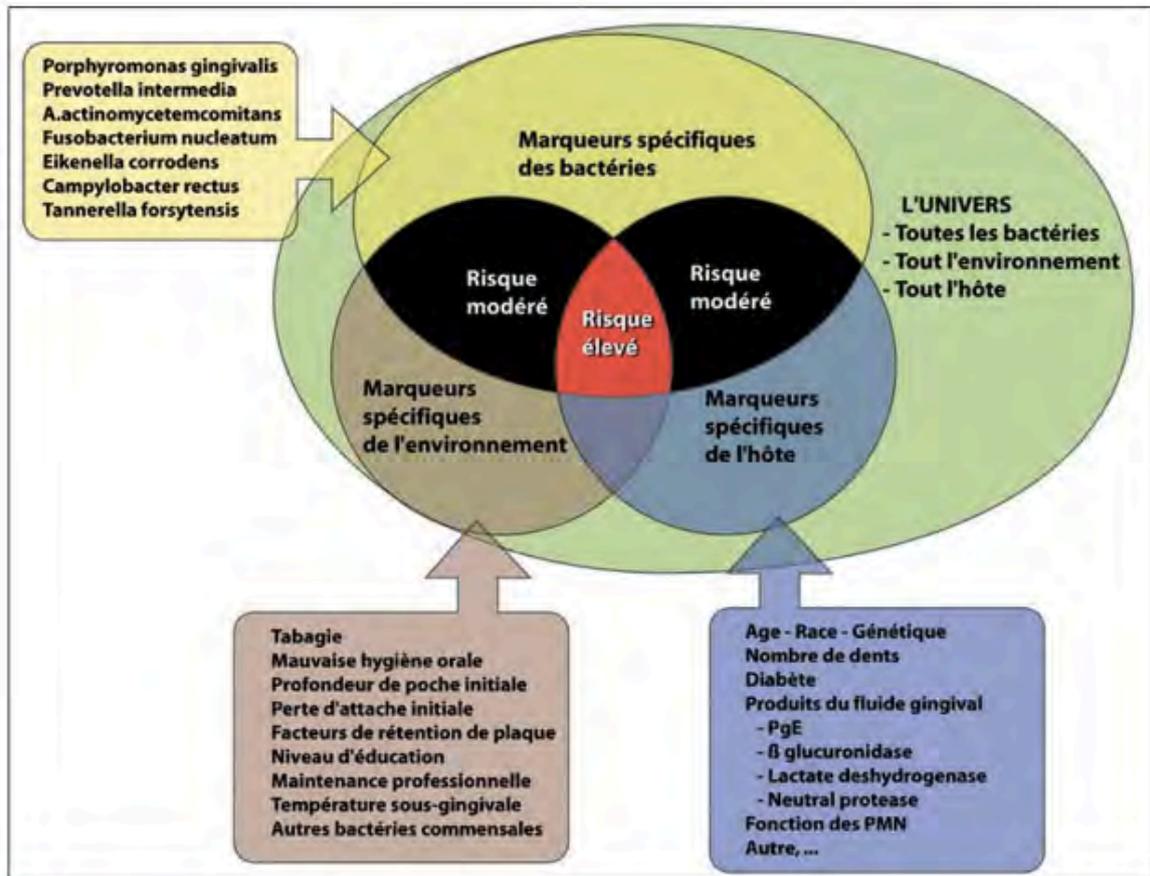


Figure 1 : Le modèle infectieux (3)

L'intégration de ce modèle infectieux et de l'utilisation des nouveaux moyens de diagnostic dans l'abord thérapeutique du patient vont ainsi aider le parodontiste dans ses choix thérapeutiques traditionnels : le contrôle de plaque, les moyens manuels et mécaniques, les antibiotiques, la thérapeutique chirurgicale et implantaire. Dans un futur proche, l'utilisation plus importante de marqueurs biologiques ou génétiques spécifiques aideront à leur tour les praticiens (4).

1.1.2 Examen clinique et radiologique

L'examen clinique comprend un examen de la face, un examen extra-oral et intra-oral des structures anatomiques de l'appareil masticateur, ainsi qu'un examen dentaire.

L'examen parodontal est réalisé entre autres avec une sonde parodontale graduée, et doit prendre en compte l'évaluation de plusieurs indices cliniques :

- la présence et la distribution de la plaque et du tartre ;
- l'évaluation de la condition gingivale ;
- la perte d'attache : profondeur de sondage, récessions (bilan de sondage)
- la mobilité dentaire ;
- les atteintes furcataires

Pour établir un bon diagnostic, il faut être en mesure d'évaluer l'absence ou la présence d'inflammation, la perte d'attache, l'âge du patient lors de l'apparition des premiers symptômes, la vitesse de la progression de la maladie parodontale et la présence ou l'absence de signes et symptômes (douleur, ulcération, plaque, tartre). (5)



Figure 2 : Sondage d'une poche parodontale de 7mm(6)

Les **radiographies** (panoramique dentaire, Status parodontal, CBCT) permettent d'évaluer la situation parodontale actuelle du patient et servent de référence pour le suivi (lyse osseuse, type de lésion parodontale).

1.1.3 Examens complémentaires

Dans certains cas, des tests cliniques supplémentaires peuvent s'avérer utiles. La **microscopie à contraste de phase** est parfois utilisée et permet d'identifier les bactéries selon leur morphotype (bâtonnets motiles, spirochètes, coques, filaments, etc.).

Bien que la maladie parodontale soit souvent associée à une augmentation du nombre de bâtonnets motiles et de spirochètes, plusieurs pathogènes fortement associés à la maladie comme *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Tannerella forsythia*, *Prevotella intermedia* et *Porphyromonas gingivalis* ne présentent pas ces caractéristiques.

La **microscopie à contraste de phase** peut être utile pour la motivation du patient, mais ne doit pas être utilisé comme un seul outil diagnostique (7).

La **culture de la flore bactérienne** peut être intéressante, mais elle nécessite de nombreuses précautions. Les échantillons recueillis doivent être immédiatement placés dans un milieu de transport exempt d'oxygène puisque la majorité des bactéries parodontopathogènes sont anaérobies strictes. Les échantillons doivent être analysés peu de temps après leur récolte pour éviter qu'il y ait une perte de viabilité. La culture peut être combinée à un **antibiogramme**. Cette technique d'analyse est longue, fastidieuse et coûteuse. Elle est plus appropriée en recherche que dans le but d'obtenir un diagnostic clinique (8).

Un certain nombre de **tests diagnostiques fondés sur l'utilisation d'anticorps ou de sondes ADN** hautement spécifiques à certaines espèces bactériennes parodontopathogènes ont récemment été développés (9,10). Même si ces tests démontrent une spécificité et une sensibilité élevées et peuvent être réalisés en cabinet dentaire, certaines compagnies privées offrent le service d'analyse aux cliniques dentaires. Il existe également un test génétique d'étude du polymorphisme de l'interleukine I et de son récepteur antagoniste. C'est un test de susceptibilité à la maladie parodontale en fonction de ces marqueurs de la réponse inflammatoire de l'individu.

Enfin, des **tests diagnostiques fondés sur une détection de produits bactériens** (activité pseudotrypsine, dérivés sulfurés) ou de l'hôte (aspartate aminotransférase,

collagénase, élastase) ont déjà été proposés mais des études additionnelles sont nécessaires pour démontrer leur sensibilité et leur spécificité (9–11).

1.2 Les prérequis orthodontiques

1.2.1 Notion de l'ancrage

Selon le troisième principe de Newton : « à toute action correspond une réaction d'intensité égale et de sens opposé » (Fig. 3).

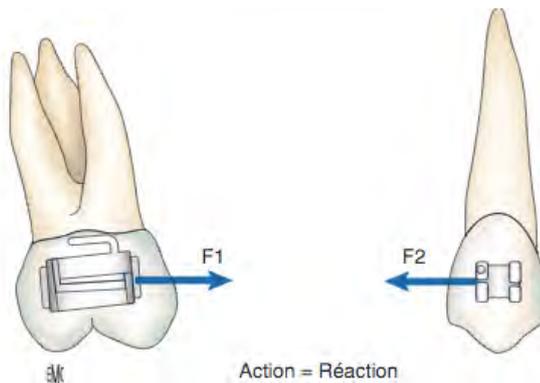


Figure 3 : Forces d'actions et réaction égales et de sens opposé ($F1 = F2$)(12)

Quelle que soit la thérapeutique mécanique orthodontique utilisée, appliquer une force sur une dent, un groupe de dents ou une arcade engendre une force de même intensité, de même ligne d'action, mais de sens opposé sur la structure d'appui. Cette réaction entraîne des effets rarement souhaités et l'on recherche le plus souvent la fixité des dents supports qui constituent l'ancrage. Lors du déplacement dentaire orthodontique :

- L'élément à déplacer possède une résistance appelée mobile (RM) ;
- L'élément d'ancrage possède une résistance appelée stable (RS) ;
- Le déplacement est activé par une force motrice (FM) appliquée entre les éléments « mobile » et « stable ».

Dans le cas de l'utilisation des minivis, $RS > FM > RM$, l'ancrage est alors maximal et seul RM se déplace. Cette situation d'ancrage est souvent recherchée chez les adultes, pour lesquels le support osseux des dents d'appui ne constitue pas toujours une résistance RS suffisante avec les moyens d'ancrages conventionnels

Ancrage conventionnel :

L'ancrage biologique est constitué par la dent elle-même, celle-ci étant ancrée dans l'os alvéolaire par l'intermédiaire du ligament desmodontal. La résistance au déplacement des dents d'ancrage est définie par la longueur, le nombre ou le volume des racines.

Plus la surface radiculaire intra-osseuse est grande, plus la résistance offerte sera élevée. Les moyens d'ancrages intra-buccaux conventionnels consistent tous en la solidarisation de plusieurs dents s'opposant au déplacement d'une dent.

La surface radiculaire de l'unité d'ancrage doit être supérieure à celle de l'unité à déplacer. La force d'action est égale et de sens opposé à la force de réaction, mais la résistance de l'unité d'ancrage étant plus grande, l'unité « mobile » se déplace plus que l'unité « stable » (Fig. 4).

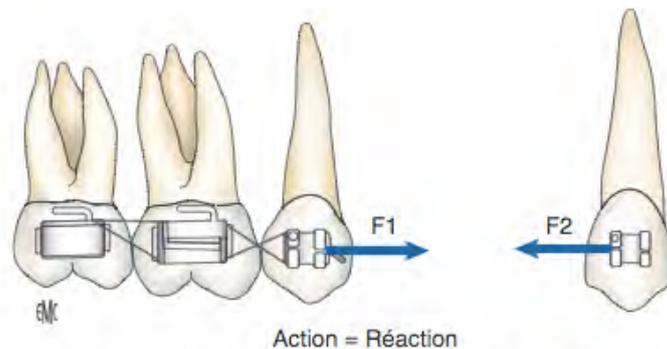


Figure 4 : Résistance au déplacement de l'unité d'ancrage ($F1 = F2$) (13)

Néanmoins, il existe un déplacement, aussi faible soit-il, de l'unité d'ancrage. Cet effet constitue la perte d'ancrage et peut être souhaité ou non. Lorsque l'ancrage est intra-osseux, il ne sollicite pas les dents ; en ce sens, les minivis sont un moyen d'ancrage (« absolu » pour certains auteurs). Elles apportent un moyen thérapeutique supplémentaire sans pour autant déclasser les systèmes conventionnels existants ; au contraire, elles autorisent des déplacements dentaires jusqu'alors difficiles.

Ancrage intra-osseux par minivis :

Les systèmes d'ancrages intra-buccaux et intra-osseux sont fixés dans l'os alvéolaire (minivis, miniplaques ou implants dentaires). Ces dispositifs peuvent servir soit d'ancrage direct (Fig.5)

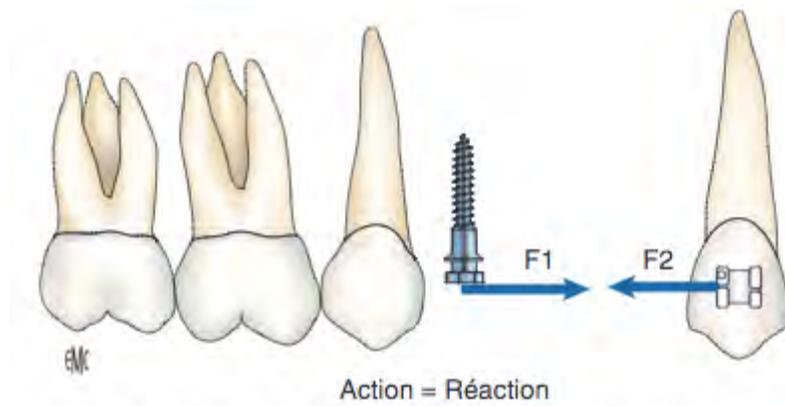


Figure 5 : Ancrage direct par minivis ($F1 = F2$) (13)

Lorsqu'ils constituent seuls le point d'ancrage, soit d'ancrage indirect lorsqu'ils sont reliés à une ou plusieurs dents pour consolider l'unité d'ancrage.

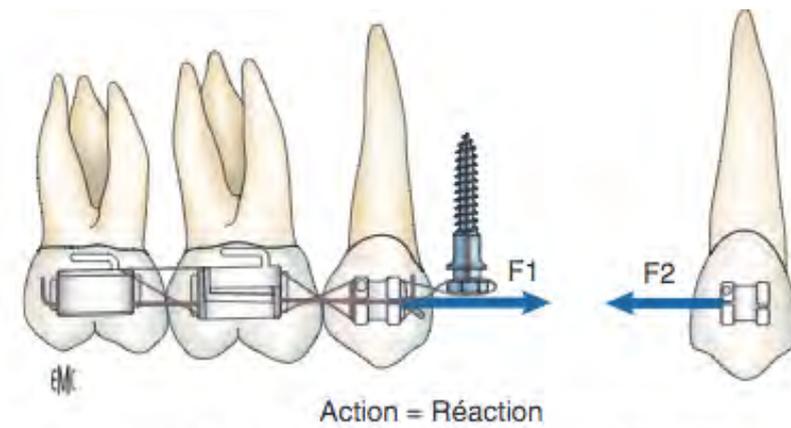


Figure 6 : Ancrage indirect par minivis ($F1 = F2$) (13)

1.2.2 Spécificité de l'orthodontie sur le parodonte affaibli

1.2.2.1 Notion de Biomécanique // coupe histologique

Le mouvement orthodontique de la dent résulte de l'application d'une force sur la dent. Les appareils orthodontiques qui sont sélectionnés, insérés et activés par le praticien produisent ces forces. Les dents et le parodonte répondent à ces forces par une réaction biologique complexe qui aboutit à un mouvement. Les cellules du parodonte qui répondent aux forces appliquées sont insensibles au type de matériel orthodontique, par contre elles sont sensibles à la tension produite dans leur environnement.

Pour réaliser une réponse biologique précise, des stimuli biomécaniquement réfléchis doivent être appliqués. La complexité et la variabilité associées aux systèmes biologiques encouragent la précision clinique dans l'application de n'importe quel stimulus. La connaissance de ces principes biomécaniques est indispensable pour contrôler sa thérapeutique.

Le premier élément à prendre en compte est **le centre de résistance**. Il est défini comme le point par lequel une force appliquée doit permettre à un corps (ici la dent) de se déplacer linéairement sans aucune rotation, ni version mais par un mouvement en translation. Une dent dans l'univers parodontal n'est pas un corps libre parce qu'il est restreint par celui-ci. Notez que le centre de résistance peut être modifié selon le contexte parodontal associé (niveau osseux).

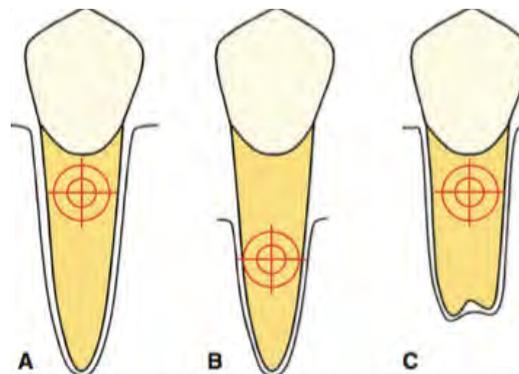


Figure 7 : (A) localisation du centre de résistance dépend de la hauteur d'os alvéolaire et de la longueur radiculaire. (B) localisation du centre de résistance avec une perte d'os alvéolaire. (C) avec une racine courte

L'emplacement exact du centre de résistance pour une dent n'est pas facilement identifiable. Cependant des études analytiques ont décidé que le centre de résistance pour des dents seules avec un niveau osseux alvéolaire normal est localisé de 24% à 52% de la distance allant de la crête alvéolaire à l'apex (15–17).

La relation du système de forces agissant sur la dent au centre de résistance détermine le type de mouvement de dent exprimé.

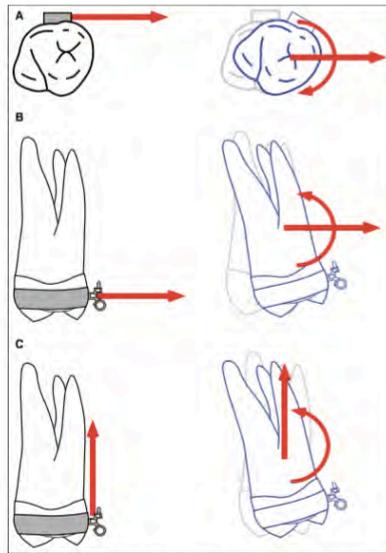


Figure 8 : explication clinique du "moment" d'une force, (A) la force mésiale sur le bracket de la molaire crée un mouvement de version mésiale. (B) Le force d'expansion sur la molaire crée un mouvement de tip de la couronne. (C) La force d'intrusion sur le bracket de la molaire crée un mouvement de version coronaire. (D) (14)

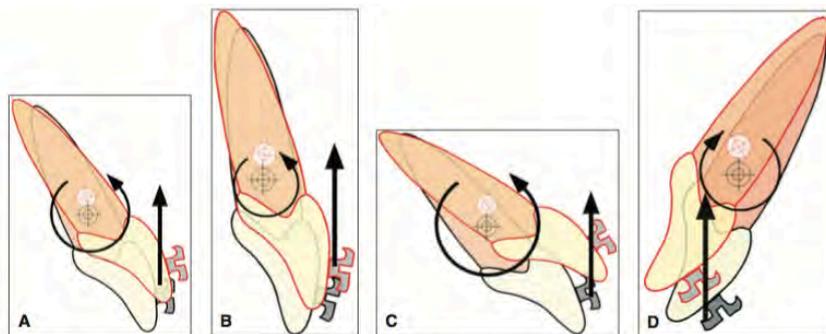


Figure 9 : Effet de l'inclinaison et de la localisation du point d'application de la force sur le mouvement dentaire. Une force intrusive sur l'incisive avec (A) un axe normal, (B) un axe droit, (C) un axe horizontal, (D) un axe lingualé

1.2.2.2 Effets histologiques

Le déplacement dentaire est la base de tout traitement orthodontique et les phénomènes physiologiques qu'il provoque sont complexes, associant un remodelage des tissus dentaires et périodontaires. Le déplacement orthodontique est le résultat d'une réponse biologique vis-à-vis d'une perturbation de l'équilibre physiologique du complexe dentofacial.

D'un point de vue biologique, la réponse tissulaire observée au cours du déplacement orthodontique dépend de nombreux facteurs thérapeutiques (type de mouvements, durée d'application des forces, type de traitement) ou constitutionnels (type d'os, forme des racines...)

Selon Baron(18), le déplacement dentaire se constitue de trois phases :

- 1) La « phase initiale » (24 h–2 j) correspond à un mouvement rapide, immédiat et de faible amplitude de la dent au sein de son alvéole ;
- 2) La « période de latence » (20–30 j) lui fait suite et 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'à la disparition complète du tissu nécrotique par résorption directe (latérale ou frontale) ou indirecte
- 3) La « période de post-latence » termine le déplacement jusqu'à l'activation suivante. Au cours de cette phase, le taux de déplacement augmente graduellement ou subitement.

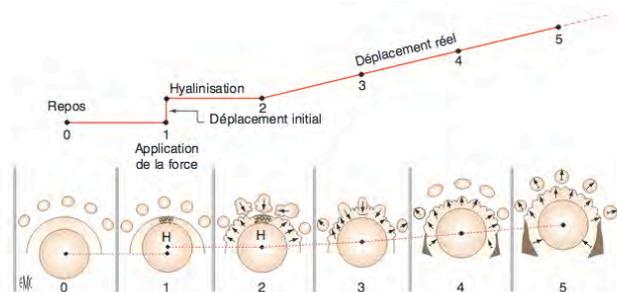


Figure 10 : Correspondance entre la courbe de déplacement et les différents stades morphologiques de la réaction osseuse. H : hyalinisation (12)

D'autres auteurs ont proposé un nouveau modèle (19,20) dans lequel ils scindent la période de post-latence en deux phases, décomposant le déplacement en quatre temps.

A la suite de la phase de latence succède une troisième période au cours de laquelle le tissu nécrotique est éliminé. Cette éviction se poursuit par la suite au cours d'une quatrième étape. Ces troisième et quatrième phases regroupent la majeure partie du déplacement dentaire au cours d'un traitement orthodontique.

1.2.2.2.1 Au niveau biologique :

2 théories pour l'initiation du déplacement dentaire : pression/tension, Courbure de l'os alvéolaire

- **Théorie de la pression/tension :**

L'application d'une force différence deux côtés au niveau parodontal

- *Le côté pression*, opposé à l'application de la force, se caractérise par une désorganisation du ligament alvéolo-dentaire avec une diminution de la production de fibres et de la répllication cellulaire due à la constriction vasculaire et une fuite de la substance fondamentale du côté tension
- *Le côté tension* ou le ligament s'élargit, mettant en tension les fibres desmodontales. Il se produit une stimulation de la répllication cellulaire, une augmentation de l'activité proliférative avec augmentation éventuelle de la production de fibres et dépôt de cristaux d'hydroxyapatite. Il apparaît également des zones d'ostéoclasie dans les espaces médullaires visant à maintenir constante l'épaisseur du ligament

La force appliquée ne doit pas dépasser la pression du lit vasculaire (20 à 25 g/cm²) [9] sous peine de provoquer un étranglement et une suffocation parodontale à l'origine d'une nécrose.

Si la force appliquée est trop importante, la dent entre en contact avec l'os, créant des zones de pression très intenses et l'apparition de zones hyalines qui seront par la suite résorbées de façon indirecte à partir des espaces médullaires adjacents.

- **Théorie de la Courbure de l'os alvéolaire**

La force appliquée courbe l'os, les structures solides du ligament alvéolodentaire et la dent (21). L'os est plus élastique que les structures précédemment citées et se courbe plus vite, créant un flux électrique ou les électrons sont déplacés d'une maille cristalline à l'autre : c'est le phénomène de piézoélectricité.

La flexion de l'os alvéolaire différencie deux faces :

- L'une concave, électronégative, qui stimule l'activité ostéoblastique ;
- L'autre convexe, électropositive, qui favorise l'activité ostéoclastique.

Ces courants électriques pourraient polariser les molécules qui interagiraient avec certains sites membranaires spécifiques.

Le processus bioactif qui se produit par la suite implique le turn-over et le renouvellement des cellules et des fractions inorganiques de l'os.

Ce phénomène est d'autant plus important que l'os est maintenu dans une position courbe. Les réponses bioélectriques (piézoélectricité et propagation des potentiels) propagées lors de la courbure de l'os peuvent jouer un rôle central en tant que premier messager cellulaire.(22)

1.2.2.2 Au niveau cellulaire

Le remodelage osseux se fait selon un cycle ARIF ou les différentes phases se succèdent toujours de la même manière au sein d'unités fonctionnelles :

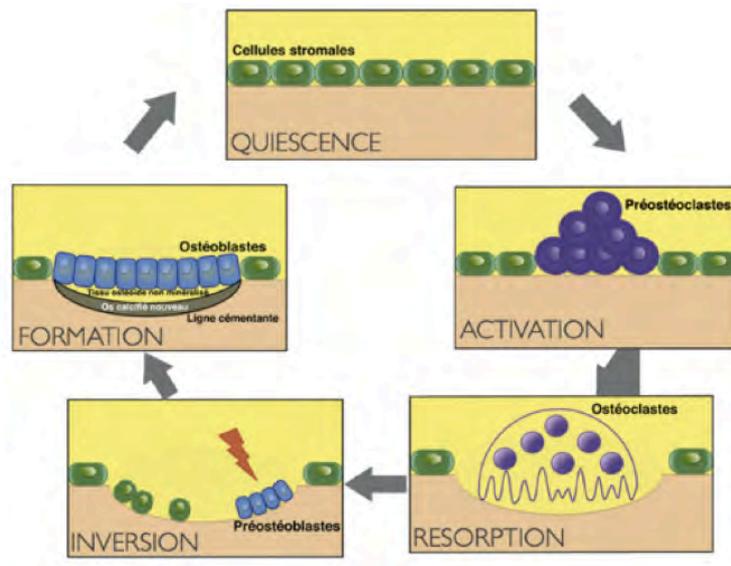


Figure 11 : Remodelage osseux, le cycle A.R.I.F. (12)

- *La phase d'activation (A)*, qui correspond à la libération de collagénases par les fibroblastes et au déplacement des ostéoblastes pour permettre l'accès des ostéoblastes à la surface osseuse.
- *La phase de résorption (R)*, qui se caractérise par la présence d'ostéoclastes fonctionnels qui se fixent sur la matrice osseuse à résorber en créant un compartiment acide étanche.
- *La phase d'inversion (I)*, ou les ostéoclastes quittent la lacune de résorption pour laisser place aux ostéoblastes
- *La phase de formation (F)*, qui correspond au comblement de la lacune par du tissu ostéoïde synthétisé par les ostéoblastes qui deviennent par la suite des ostéocytes, minéralisant ce tissu néoformé.

Lorsque l'équilibre tissulaire est retrouvé, les réactions s'arrêtent. L'état de repos s'installe.

Ce cycle est présent et se reproduit à l'identique de façon physiologique chez tous les individus, à chaque activation ou réactivation. La balance entre formation et résorption s'équilibre le plus souvent et le matériel dentaire résorbé au cours des premières phases est intégralement remplacé. Cependant, ce cycle peut subir des modifications :

- La phase d'inversion peut ne pas se produire, induisant une perte osseuse et une maladie parodontale et/ou un vieillissement ;
- Le déséquilibre peut être positif, correspondant à un phénomène de croissance.

La conversion d'un stress mécanique en réponse cellulaire va se faire par mécanotransduction ou par réaction inflammatoire.

Bien que décalés dans le temps, ces deux phénomènes apparaissent à chaque fois et à chaque activation

1.2.2.2.3 Mécanotransduction

Elle représente la réponse la plus physiologique pouvant survenir avec une croissance et un remodelage normal de l'os. Elle constitue la réponse primaire à l'application d'une force en induisant une polarisation des tissus à la suite de la courbure de l'os alvéolaire.

L'application d'une contrainte est responsable de variations structurelles et fonctionnelles des protéines de la matrice extracellulaire, du cytosquelette et des membranes cellulaires modifiant leur perméabilité à certains ions.

Les cellules qui remplissent cette fonction sont différentes selon la structure considérée. Ainsi, pour le ligament alvéolo-dentaire, cette fonction est dévolue aux fibroblastes. Pour l'os alvéolaire, les ostéocytes sont les cellules mécanosensibles.

1.2.2.2.4 Réaction inflammatoire

Elle constitue la voie de signalisation la plus fréquente résultant de l'altération des tissus par l'application de la force orthodontique et mettant en jeu de nombreuses molécules de signalisation. Le recrutement des ostéoblastes, des progéniteurs des ostéoclastes et les phénomènes d'extravasation et de chimiotactisme débutent dans les zones de tension et de pression du desmodonte à la suite de la compression et de l'étirement dans ces zones des fibres et des cellules.

La phase précoce du déplacement est une réaction inflammatoire aiguë au cours de laquelle apparaissent une gêne fonctionnelle et une sensation douloureuse.

1.2.2.2.5 Effet biologiques à court terme

Ils correspondent à une période d'inflammation chronique qui se caractérise par des phénomènes prolifératifs impliquant des fibroblastes, des cellules endothéliales, des ostéoblastes, des cellules médullaires et des leucocytes. Cette phase, longue, persiste durant six semaines. Selon le modèle proposé par Meikle (23), elle sera différente selon le côté considéré :

- le côté en tension : différenciation ostéoblastique
- le côté en pression : différenciation ostéoclastique

1.2.2.2.6 Effet biologique à long terme

Lorsque la contrainte cesse, il se produit alors une inversion dans le cycle cellulaire et les ostéoclastes disparaissent, laissant place aux ostéoblastes. Les ostéoblastes produisent la matrice ostéoïde, qui sera par la suite minéralisée par les ostéocytes. Lorsque l'équilibre tissulaire de départ est retrouvé, les réactions cellulaires s'arrêtent.

Les récentes avancées dans les différents domaines de la biologie ont permis une meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans les mouvements orthodontiques. Selon le stade du déplacement dentaire, il se produit différentes interactions cellules–cellules et cellules–matrice extracellulaire déterminant les modalités du remodelage osseux et ligamentaire. L'amélioration de nos connaissances sur les interactions cellulaires et les mécanismes de régulation de ces phénomènes pourraient permettre d'accroître l'efficacité des thérapeutiques orthodontiques et de prévenir la survenue d'effets délétères tels que l'ankylose ou les résorptions radiculaires.

2 ORTHODONTIE ET PARODONTOLOGIE

2.1 Les Conséquences Orthodontique sur le Parodonte

2.1.1 Selon la thérapeutique orthodontique choisie

2.1.1.1 Sans extractions

La position des incisives mandibulaires étant l'une des clés de la réussite des traitements en orthodontie. Une concertation réfléchie entre orthodontiste et parodontiste, et une planification rigoureuse de la position des incisives sont nécessaires à l'obtention d'un résultat thérapeutique stable (24), sinon on s'expose alors à des risques de perte d'attache et d'os alvéolaire allant de la simple récession à la perte de l'organe dentaire .

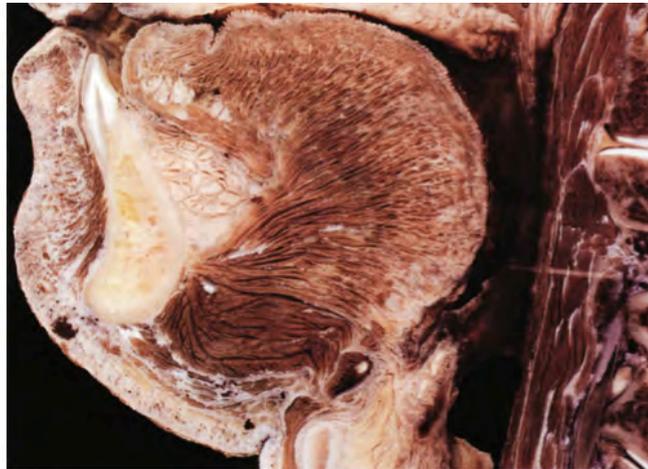


Figure 12 : Pièce anatomique montrant la fragilité osseuse au niveau de l'incisive mandibulaire (25)

Une étude prospective a été réalisée sur 50 patients par Castelli A., Le Gall M., Monnet-Corti V. (24) afin d'étudier le comportement du parodonte au cours du nivellement des incisives mandibulaires, en travaillant en attaches 0.022-0.028 inch avec une séquence d'arcs en 0.014 in NiTi/ 0.014×0.025 en NiTi / 0.019×0.025 en acier.

Au niveau clinique, les patients ont été classés en fonction de leur type de parodonte, selon la classification de Maynard et Wilson (I-II-III-IV) et de Seibert et Lindhe, simplifiée en biotype plat et épais et fin et festonné.

Un sondage parodontal a été réalisé et a révélé une augmentation de la profondeur du sulcus de 1,82 à 2,24 mm et une augmentation de la hauteur de tissu kératinisé de 3,68 à 4,27 mm en raison de la croissance de l'enfant.

Au niveau du parodonte profond, ils ont évalué les quantités d'os disponibles en regard des incisives mandibulaires et celles restantes après un nivellement en fil rond.

Grâce à la prise de deux clichés Cone-beam, et à la réalisation de sept mesures (figure ci-dessous), la comparaison de l'épaisseur de l'os alvéolaire a pu être réalisée, et une diminution globale de cette épaisseur de 2,02 à 1,84 mm a pu être établie.



Figure 13 : cliché Cône-Beam avec les différentes analyses (24)

Il a été noté l'inexistence d'os à la JEC et une épaisseur plus importante en vestibulaire à l'apex, ainsi qu'une diminution plus importante du niveau osseux quand l'os est fin au départ et, dans certains cas, une légère augmentation quand l'os est épais, en effet la moyenne est passée de 5,78 à 6,21 mm sur les incisives latérales.

Il a également été démontré que les patients normo/hyperdivergents ont perdu plus d'os que les hypodivergents (0,12 et 0,07 mm contre 0,03 mm), que les patients au parodonte fin et festonné ont perdu plus d'os que ceux ayant un parodonte plat et épais (0,11 mm contre 0,07 mm) et que les patients ayant un encombrement incisif ont perdu plus d'os que ceux n'en ayant pas (0,20 mm contre 0,02 mm).

La moyenne de la perte osseuse en regard des incisives mandibulaires est de 0,18 mm. L'os alvéolaire étant déjà très fin au départ (2,02 mm), cette perte en devient non négligeable.

Face à cette réalité clinique, nous devons adapter notre thérapeutique sans extraction de manière à limiter la perte osseuse sur les incisives mandibulaires au risque de voir apparaître des dommages parodontaux allant de la récession gingivale à la perte de l'organe dentaire.

2.1.1.2 Avec extractions

On a parfois recours au traitement avec extractions. Il peut s'agir de prémolaires le plus souvent (1^{ère} ou 2^{nde}), mais aussi parfois d'une incisive mandibulaire, et plus rarement de 1^{ère} ou 2^{nde} molaire. A la fin du traitement orthodontique et parfois en préalable du traitement, les extractions des 3^{èmes} molaires sont indiquées.

Le mouvement souhaité sera alors majoritairement la translation, Ce mouvement est caractérisé par le déplacement de l'apex et de la couronne dans la même direction et de la même distance, soit un mouvement de la dent parallèle à son grand axe. Il se réalise en appliquant une force sur une dent, ou un groupe de dents, dont la ligne d'action passe par le centre de résistance de la dent, ou d'un groupe de dents. Il est très difficile de réaliser cliniquement des systèmes orthodontiques produisant de telles forces (26).

En pratique, ce mouvement est difficile à accomplir en une seule manœuvre, il est souvent exécuté à l'aide d'une série de rectifications de trajectoire. Ce mouvement est possible grâce à l'utilisation d'un système de forces associant forces simples et couples. Ces mouvements ne peuvent être réalisés de manière efficace que par des appareillages multibagues (27).

Le déplacement orthodontique mésiodistal va rétablir une continuité d'arcade et assurer le parallélisme des racines(28) .

Nous allons voir dans cette partie les conséquences parodontales de ces plans de traitement avec extractions

2.1.1.2.1 Prémolaires

Dans l'article de Telli AE, ils ont contrôlé l'état parodontal des 30 patients traités en Edgewise avec l'extraction de quatre premières prémolaires jusqu'à 5 ans post-traitement. La comparaison des profondeurs de poche entre les dents déplacées dans des zones d'extraction et les autres dents a été effectuée. La profondeur de poche des dents déplacées et non déplacées sur le site d'extraction sont comparées.

Il est trouvé que le traitement orthodontique n'avait aucun effet indésirable sur le statut parodontal dans le long terme.

Cependant des dents non-déplacées dans la zone d'extraction ont montré les valeurs beaucoup plus hautes de profondeur de poche comparées aux dents déplacées(29)

L'étude de Reed et celle de Artun (en technique straight Wire) viennent corroborer celle de Telli AE et conclue que le mouvement orthodontique de dents dans des sites d'extraction avait été sans effet nuisible sur l'état parodontal adjacent.(30,31)

On note cependant au niveau gingival que la fermeture d'espace trop rapide dans un site d'extraction peut provoquer la formation de pli ou bride gingivale .(28). La fibrotomie sera alors nécessaire (illustration ci-dessous)



Figure 14 : Fermeture d'espace associée à une fibrotomie secteur 3 (CHU Toulouse)

2.1.1.2.2 Incisive mandibulaire

L'extraction d'une incisive mandibulaire est considérée comme une procédure visant à régler un problème d'encombrement mandibulaire avec un recul minimal des lèvres dans l'étage inférieur du visage.

Toutefois, ces seuls paramètres se révèlent insuffisants pour établir une indication correcte. En fait, cette décision crée d'autres problèmes d'occlusion qui peuvent compromettre le résultat final.

On peut donc affirmer que l'extraction d'une incisive mandibulaire chez un patient qui ne présente pas de dysharmonie dento-dentaire au départ crée un déficit de matériau dentaire dans la partie antérieure de l'arcade mandibulaire. Ceci limite les chances d'aboutir à un résultat acceptable en termes **de guidage antérieur**, surtout si nous avons l'intention de terminer de traitement avec des canines dans des rapports de classe I.

Pour remédier à ces inconvénients, il est nécessaire de prévoir une réduction amélaire inter-proximale (stripping) de compensation au niveau des incisives maxillaires, avec une fermeture des espaces créés et un recul pour retrouver des contacts antérieurs et un guidage en propulsion.

Ce type de traitement reste exceptionnel.

Pour les patients présentant au départ une dysharmonie dento-dentaire (DDD) avec un excès mandibulaire, l'extraction d'une incisive permettra de corriger à la fois l'encombrement des incisives et en même temps la DDD. L'indice de Bolton antérieur se normalise par la réduction de l'excès de matériau dentaire à l'arcade mandibulaire. Ainsi, la présence ou l'absence de DDD nous renvoie à deux scénarios différents et conditionne l'indication d'extraction d'une incisive mandibulaire et les actes cliniques (stripping) qui en découlent (32).

L'état parodontal, radiculaire ou coronaire, d'une ou plusieurs incisives mandibulaires peut également amener l'orthodontiste dans une situation conditionnelle. Des facteurs déterminants comme le délabrement dû à la carie, la nécrose pulpaire, l'atteinte parodontale peuvent conduire au choix d'extraction d'une incisive, même si, sur le plan orthodontique, ce n'est pas la dent que l'on aurait choisi d'extraire.(33)

Le set-up semble indispensable à la réalisation et la validation de ce plan de traitement (34).

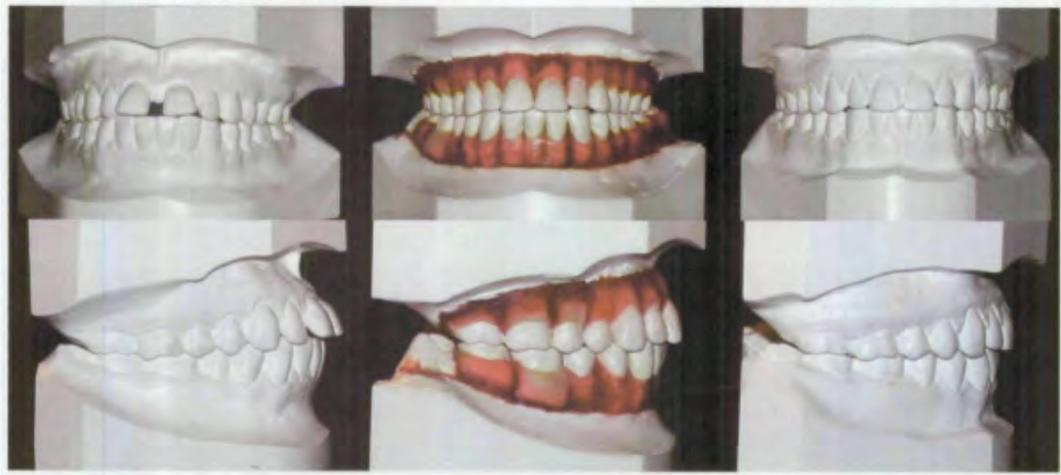


Figure 15 : Set-up avec extraction de l'incisive mandibulaire (34)

La correction de l'encombrement peut dans certains cas amener **l'apparitions de triangles noirs** entre les incisives mandibulaires. Ceci est illustré par un cas traité par B. Zacchrisson (ci-dessous) via la réduction inter-proximale au niveau du bloc incisif mandibulaire.

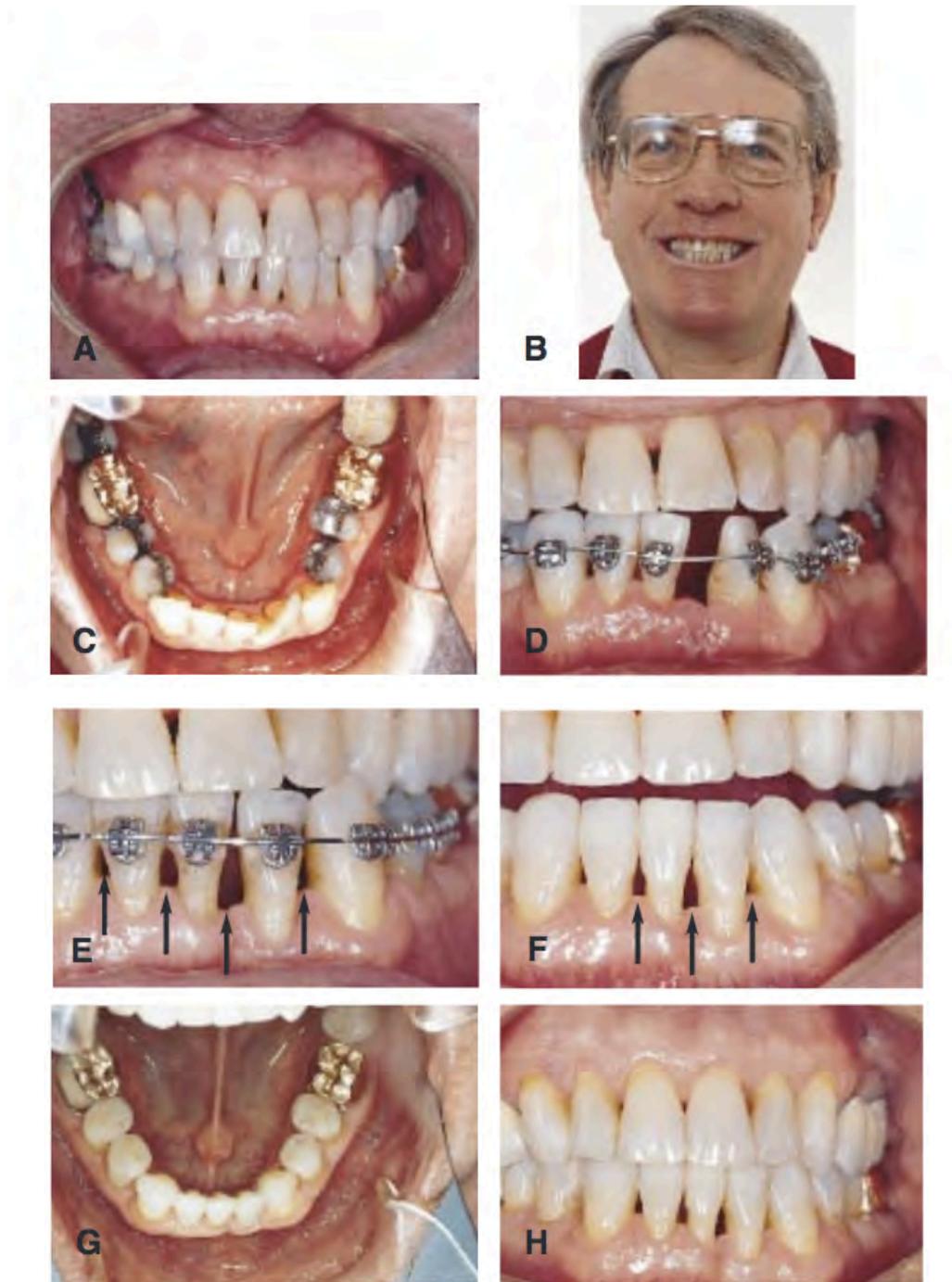


Figure 16 : cas extrait d'un article du Dr. Zacchrisson

- (A) photographie endo-buccale initiale (B) photographie exo-buccale de face
 (C) photographie endo-buccale mandibulaire initiale (D) photographie endo-buccale après extraction
 de la 31
 (E) photographie endo-buccale après alignement, nivellement et correction des rotations : apparitions
 des triangles noirs (F) photographie endo-buccale : diminution des triangles noirs après stripping
 (G) photographie endo-buccale mandibulaire de fin de traitement
 (H) photographie endo-buccale inter-arcade de fin de traitement

Une étude réalisée par Uribe sur 51 patients adultes traités par extraction d'une incisive mandibulaire a montré que 68 % des patients ont développé une embrasure gingivale ouverte (triangle noir) après l'extraction d'une incisive centrale ou latérale mandibulaire (35).

L'apparition de ces corridors ont été plus fréquemment trouvées chez les patients âgés de plus de 20 ans que chez de plus jeunes patients et ont été associées à la résorption de la crête alvéolaire.(36)

Pour résoudre le problème, l'orthodontiste peut réaliser au préalable un stripping réfléchi et mesuré selon les critères décrits précédemment. (37)

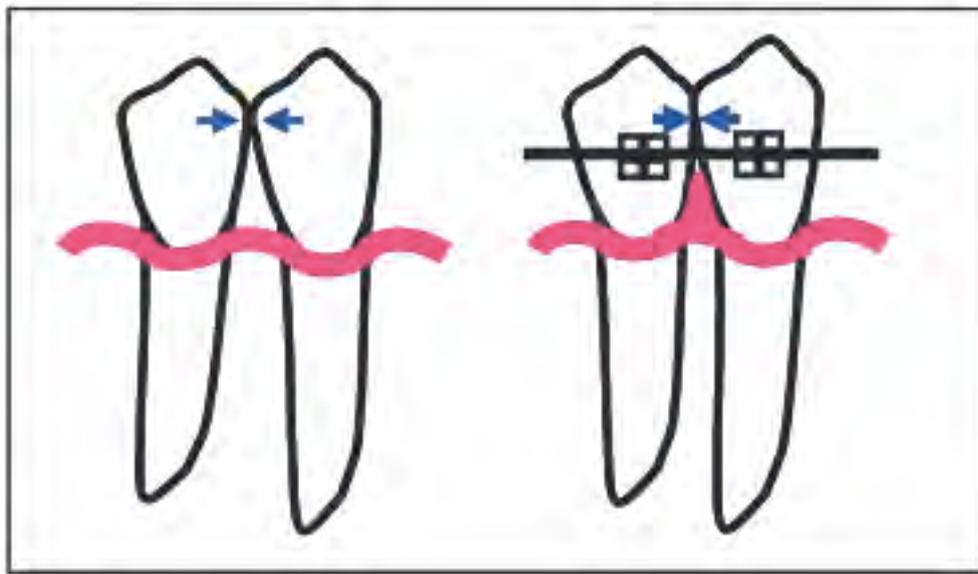


Figure 17 : Schéma expliquant la fermeture des triangles noirs par stripping (37)

2.1.1.2.3 Molaires (1^{ères}, 2^{ndes} et 3^{èmes})

○ 1eres molaires

La première molaire permanente, considérée comme la clé de l'occlusion par Edward H. Angle est la dent permanente la plus affectée par la maladie carieuse chez l'enfant et l'adolescent.

Par ailleurs, l'augmentation de la prévalence des hypo-minéralisations incisives-molaires (MIH), équivalentes à un défaut de structure de l'émail d'origine systémique, rend plus sensibles à la carie les dents affectées.

Ainsi leur extraction peut parfois être envisagée du fait des difficultés de restauration ou de complications parodontales, et ce d'autant plus qu'il existe une malocclusion (38)(39).

Les critères de choix sont : la présence de la 3^{ème} molaire, la motivation du patient, la relation inter-arcade et l'hygiène du patient, la typologie faciale, la DDM antérieure, le nombre de molaires à extraire.

- **2^{ndes} molaires**

Le traitement orthodontique impliquant l'extraction de la 2nde molaire permanente a été largement étudié. Bien qu'elles ne soient pas communes, les études ont montré des résultats satisfaisants avec des protocoles d'extraction de deuxièmes molaires.

Un rapport par Greatrex et col. (40) a montré des résultats favorables de cas traités avec extractions de 2nde molaires. De même une étude préliminaire sur l'extraction de la 2nde molaire inférieure pour la gestion d'une Classe III squelettique sévère a conclu à un résultat satisfaisant.

Un changement de tissus mous a été noté après le traitement et des profils faciaux concaves améliorés aux profils droits.(41)

Concernant l'aspect parodontal du traitement avec extractions de 2^{ndes} molaires, la littérature ne nous permet pas de donner de renseignements supplémentaires.

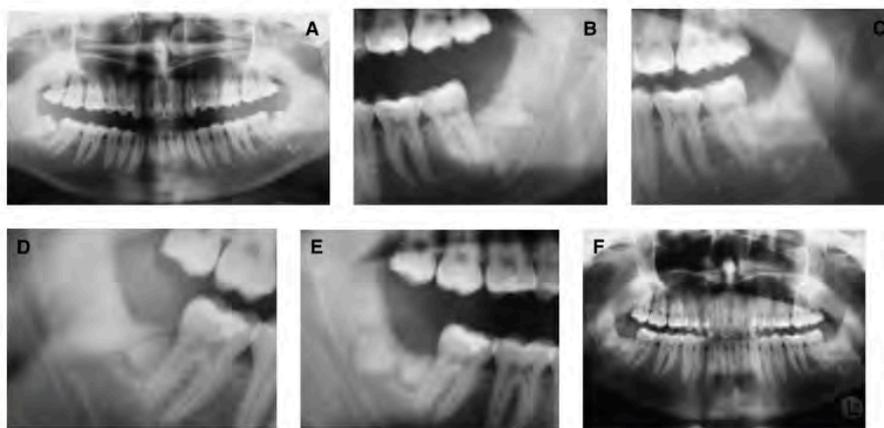
- **3^{èmes} molaires ou dent de sagesse**

Beaucoup de recherches ont été réalisées concernant le développement de la 3^{ème} molaire et de son effet sur l'arcade mandibulaire. L'extraction de la troisième molaire est souvent recommandée à la fin du traitement orthodontique pour des causes pathologiques. La récurrence d'encombrement antérieur à l'arcade supérieure et inférieure affecte des patients préalablement traités orthodontiquement. La troisième molaire, rapportée comme facteur de récurrence d'encombrement et le contraire à été décrit par plusieurs auteurs.

Le défaut parodontal en distal de deuxièmes molaires mandibulaires est une complication commune après l'extraction de la troisième molaire mandibulaire(42).

Les résultats de la revue systématique réalisée par Lee et col.(43) ont montré que la thérapie parodontale régénératrice empêche efficacement l'apparition du défaut parodontal associé à l'extraction de la troisième molaire mandibulaire impactée. Les cliniciens devraient envisager d'exécuter la régénération tissulaire guidée quand le défaut est prévisible.

Sammartino et Al. (44) lors de leur étude comparative ont montrés que l'application de Minéral osseux poreux bovin (BOBM), avec ou sans la membrane de collagène I, peut être un traitement viable et stable vis à vis des défauts parodontaux associés aux troisièmes extractions de molaire mandibulaires impactées.



**Figure 18 : (A) BOBM à été utilisé pour traiter le défaut parodontal post-extraction de la 3ème molaire
(B) 6 mois après le traitement
(C) 24 mois après le traitement
(D) Radiographie panoramique 24 mois après le traitement bilatéral (44)**

2.1.1.3 Traitement chirurgical (Chirurgie Maxillo-faciale)

La préparation orthodontique en vue d'une chirurgie orthognathique nécessite la correction des malpositions dentaires et la coordination des arcades. En plus de l'amélioration de l'esthétique, ces traitements permettent d'assurer la réalisation et la pérennité de travaux prothétiques et/ou implantaires.

Néanmoins, les structures du parodonte sont facilement dommageables. Les mouvements d'orthodontie qui le sollicitent doivent être appliqués en l'absence d'inflammation ou de faiblesse d'attache. Le dépistage précoce du risque parodontal doit être réalisable par tous les intervenants dans un traitement chirurgico-orthodontique.

Bien que les traitements parodontaux suivent la mouvance actuelle «non invasive»(6), certains gestes restent indispensables pour prévenir et/ou remédier aux pathologies parodontales.

Avant de débiter un traitement d'orthodontie associé à une chirurgie orthognathique, il est primordial que le patient rencontre tous les intervenants, afin de planifier et d'apprécier l'ampleur des contraintes nécessaires pour optimiser les résultats. Toute complication parodontale (même minime) sera vécue comme un échec, indépendamment d'une occlusion fonctionnelle et d'une harmonie faciale.

Le traitement parodontal est identique à celui réalisé avant n'importe quel traitement orthodontique sur parodonte affaibli, résumons :

- Inflammation à la première consultation : assainissement parodontal, désinfection globale, puis +/- chirurgie d'assainissement, thérapeutique parodontale de soutien.
- Pas d'inflammation, vérifier : 3mm de hauteur de gencive attachée nécessaire, absences de problèmes liés aux freins et brides cicatricielles, parodonte épais ou renforcé, suppression des facteurs de risques prédisposant ou aggravants.

Cependant on peut noter la possibilité de réaliser des corticotomies lors de l'acte chirurgical orthognathique afin de potentialiser la vitesse du traitement orthodontique.

2.1.1.4 Cas particulier de l'inclusion

Face à une inclusion, l'abstention thérapeutique peut être envisagée en l'absence de signes cliniques. L'avulsion est indiquée en cas d'ankylose, d'inclusion ectopique ou de complications. Mais le traitement de référence reste, dans la grande majorité des cas, la mise en place chirurgico-orthodontique de ou des dents intéressées.

La préparation orthodontique vise à aménager l'espace nécessaire et à stabiliser l'arcade maxillaire pour offrir un ancrage suffisant pour la traction et éviter les mouvements parasites associés. La phase chirurgicale permet l'abord de la dent incluse, le collage d'un dispositif de traction et, si nécessaire, l'aménagement parodontal vestibulaire. La traction orthodontique doit guider la dent sur l'arcade en évitant toute interférence avec les dents adjacentes.

La mise en place chirurgico-orthodontique, simplifiée aujourd'hui par les progrès techniques (imagerie, colles, ancrage, etc.), reste un traitement délicat nécessitant une approche pluridisciplinaire (45).

2.1.1.5 Thérapeutique de la désinclusion

Le protocole de désinclusion débute classiquement :

- Interrogatoire, anamnèse,
- Examen clinique (exo-buccal, endo-buccal)
- Examen radiologique (2D, +/- 3D),
- Décision thérapeutique : abstention, extraction, **désinclusion orthodontico-chirurgicale**, transposition

Dans la majorité des cas, il s'agira de la désinclusion orthodontico-chirurgicale :



Figure 19 : Cas de désinclusion de la 27 du Dr. Pujol P. (46)

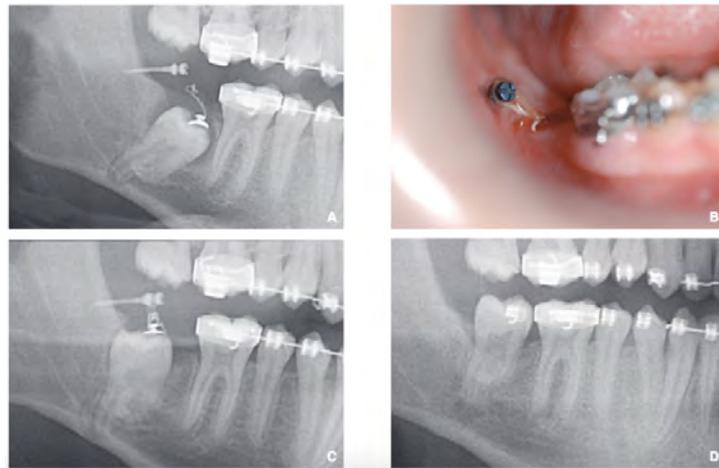


Figure 20 : Cas de désinclusion de la 47 du Dr. Baron (47)

- Préparation orthodontique : aménagement de l'espace nécessaire, évaluation de l'ancrage nécessaire (ajout d'auxiliaire possible, exemples ci-dessus d'un cas du Dr. Pujol, et d'un cas du Dr. Baron ci dessous)
- Phase chirurgicale de désinclusion
- Phase orthodontique de traction

2.1.1.5.1 Cas particulier de la canine incluse

Les deux techniques utilisées pour réaliser le collage et la traction de la canine impactée jusqu'à sa mise en occlusion sur l'arcade sont : l'approche « ouverte » et l'approche « fermée ».

L'approche ouverte permet au praticien de facilement suivre l'évolution et l'orientation de la dent et de la traction. Cependant cette méthode est à l'origine de multiples problèmes parodontaux, tels que : la récession gingivale, la perte osseuse, la diminution de la hauteur de gencive kératinisée, la détérioration de la santé parodontale et l'inflammation gingivale (48).

L'impaction vestibulaire de la canine maxillaire est moins fréquente que l'impaction palatine, elle est souvent associée à un manque de place. La canine est souvent positionnée haute par rapport à l'os alvéolaire et son éruption se fait alors dans la muqueuse alvéolaire.



Figure 21 : Evolution spontanée de 13 et 23 en position haute dans la muqueuse alvéolaire (64)

Quand elle est détectée précocement, l'extraction de la canine temporaire permet à la canine définitive de retrouver son chemin d'éruption (49).

Des méthodes anciennes préconisaient de bien découvrir la canine incluse en réalisant un aménagement osseux conséquent afin de permettre un mouvement plus facile de la dent.

McDonald et Yap (50) ont évalué la relation entre la quantité d'os éliminé pour exposer la canine et la perte osseuse à la fin du traitement. Ils ont constaté que là plus la quantité d'os éliminé lors de l'intervention chirurgicale est importante, plus grande est la perte osseuse à la fin du traitement.

Et Kohavi et col. ont conclu également à une perte de la jonction amélo-cémentaire en relation avec la quantité d'os éliminé (51).

L'étude de Evren et col.(52) a démontré que les canines incluses à la fin du traitement orthodontique ont :

- L'indice de plaque augmenté
- L'indice de saignement gingival augmenté
- La profondeur de poche augmentée
- L'attache épithélio-conjonctive diminuée
- La hauteur coronaire augmentée
- Une sensibilité pulpaire augmentée
- Un niveau osseux diminué par rapport à la controlatérale

Le traitement chirurgico-orthodontique des inclusions dentaires peut se compliquer de récessions parodontales si les facteurs muco-gingivaux ne sont pas intégrés à l'approche thérapeutique. Les dents le plus fréquemment concernées sont les canines en inclusion vestibulaire au maxillaire, vestibulaire ou linguale à la mandibule.

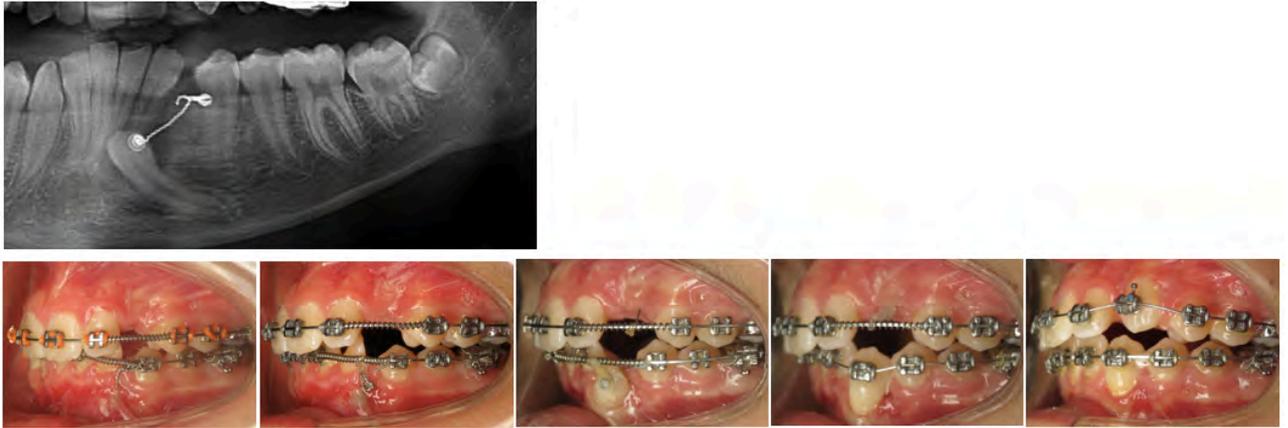


Figure 22 : Cas de désinclusion de la 33 et de la 23 (CHU Toulouse)

Pour prévenir ces complications, la technique chirurgicale doit intégrer l'approche muco-gingivale.

Deux situations cliniques sont à envisager :

- *La dent incluse est à distance de la ligne muco-gingivale (inclusion médiane, inclusion haute au maxillaire, basse à la mandibule) :*

Dans ce cas, une première étape chirurgicale n'implique que la fixation de l'ancrage et du fil de traction par le biais d'un lambeau d'accès. Ensuite, la dent est tractée jusqu'à se retrouver dans la seconde situation correspondant à une position de la pointe cuspidienne ou du bord libre incisif à proximité de la ligne muco-gingivale ;



Figure 23 : Canine mandibulaire en inclusion médiane, à distance de la ligne muco-gingivale d'éruption normale.

La chirurgie de fixation de l'ancrage a été réalisée sans tenir compte des structures muco-gingivales (53)

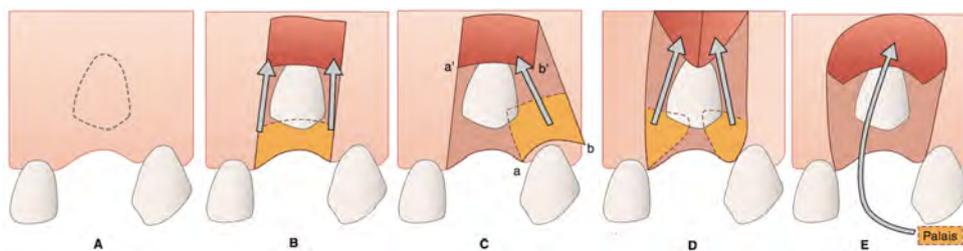
- *La dent incluse est (ou a été tractée) à proximité de la ligne muco-gingivale :*

Dans ce cas, le dégagement coronaire peut être assuré de façon permanente par l'aménagement chirurgical des tissus. Ceci a l'avantage d'assurer une visibilité pour le praticien (contrôle du mouvement) et de permettre son recollement en cas de nécessité.

Surtout, cette approche intègre les techniques de chirurgie muco-gingivale en apportant de la gencive au collet de la dent traitée. Cet apport gingival est assuré, en fonction du site donneur disponible, selon plusieurs techniques :

- Présence de tissu kératinisé coronairement à la dent incluse : lambeau apicalisé simple ou avec translation latérale
- Tissu gingival peu abondant mais papilles inter-dentaires proximales larges et épaisses : lambeau bipapillaire (double papille) positionné apicalement ;
- Inexistence d'un site donneur à proximité de la dent incluse : apport d'une greffe épithélio-conjonctive d'origine palatine

Voici les schémas ci-dessous :



**Figure 24 : Dégagement d'une dent incluse à proximité de la ligne muco-gingivale . Choix du protocole muco-gingivale. en orange : site de prélèvement (53)A : situation préopératoire
 B : lambeau positionné apicalement C : lambeau péri-apical
 D : lambeau bi-papillaire apicalisé
 E : greffe gingivale (absence de site donneur proximal ou coronaire)**

Après la chirurgie d'apport, la traction orthodontique peut être activée. Le tissu déplacé migre avec la dent tractée qui est ainsi protégée contre une récession parodontale éventuelle (cas clinique ci-dessous) (53)

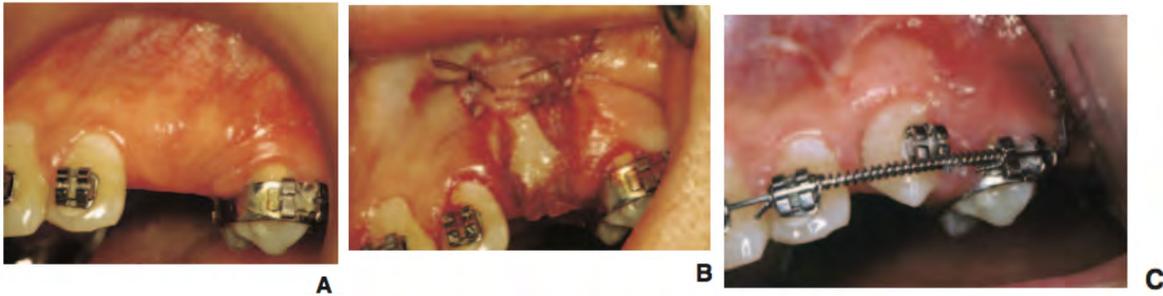


Figure 25 :
(A) Préopératoire (B) Lambeau apicalisé suturé
(C) Situation postopératoire à 4 mois : la dent évolue avec son parodonte vestibulaire (53)

Pour certains auteurs, l'apport au collet de tissu kératinisé faciliterait la croissance du procès alvéolaire au cours de la traction orthodontique.

La technique de tunnellation a la préférence de certains cliniciens (54). Elle consiste à tracter la dent incluse vers le sommet de la crête gingivale en laissant la dent sous-muqueuse. Ceci a l'avantage, dans les cas de parodonte suffisamment épais, d'éviter une chirurgie muco-gingivale d'apport tissulaire. En revanche, le contrôle de l'ancrage et de la partie sous-muqueuse du fil de traction ne peut être assuré (53)

2.1.1.5.2 Echecs de traitements

Malgré les progrès de l'imagerie, des techniques chirurgicales et des matériaux de collage, la mise en place des dents incluses est parfois soumise à des complications ou des échecs. Les plus fréquents sont :

- le décollement du système d'attache sur la canine pouvant nécessiter une ré-intervention si la canine est encore enfouie ;

- un environnement parodontal non satisfaisant (Figure ci-dessous) nécessitant ultérieurement une chirurgie d'aménagement ;



Figure 26 : Absence de gencive attachée sur la canine après traction chirurgico-orthodontique (53)

- la résorption de l'incisive latérale par la canine incluse (document ci-dessous), pouvant conduire à sa perte à court, moyen ou long terme.



Figure 27 : Résorption quasi complétée de la racine de l'incisive latérale par la canine incluse

(A) Examen tomodensitométrie

(B) Vue endobuccale(45)

- L'impossibilité de la mise en place de la dent plus ou moins ankylosée. Dans ces deux derniers cas, si l'incisive n'est pas conservable, le remplacement de la dent absente peut être envisagé soit par fermeture orthodontique, soit par prothèse comme dans les cas d'agénésie.

2.1.2

Selon la techniques orthodontique utilisée

Nous savons que le traitement orthodontique influence le parodonte en modifiant transitoirement la flore microbienne, les index cliniques du parodonte tels que la perte d'attache et l'indice de saignement (55). Cependant, il y a peu de conséquences à long terme, excepté sur un petit groupe de patients qualifiés à « haut risque ». La durée du traitement orthodontique peut significativement augmenter le risque de perte d'attache.

Toutefois dès lors que leur parodonte est assaini et stabilisé en début de traitement orthodontique, les adultes subissent les mêmes effets parodontaux que les enfants et les adolescents (56).

La détermination du type d'appareil à mettre en place n'est pas aléatoire : elle doit être conforme à certains critères. Pour un même résultat ou un même mouvement, plusieurs appareils peuvent cependant être choisis.

2.1.2.1 Vestibulaire

La composition du bracket a son importance, en effet les streptocoques cariogènes adhèrent plus facilement aux structures plastiques qu'aux structures monocristalline et métalliques (57).

Les molaires associées aux bagues ainsi que les brackets auto-ligaturant ont une flore bactérienne parodontale beaucoup plus riche en pathogènes parodontaux que respectivement les molaires associées à des tubes et les brackets associés aux ligatures élastomériques (58)

Une étude réalisée par Kaygizik a montré une absence de différence sur la santé parodontale entre les brackets conventionnels (ligaturés métalliques) et les brackets auto-ligaturant (59).

2.1.2.2 Linguale

Aujourd'hui la majorité des appareillages en lingual ont une conception assistée par ordinateur (CAD-CAM), ce qui permet aux brackets individualisés d'épouser parfaitement les surfaces des dents incluses dans l'appareillage.

Une étude réalisée par Demling A. (60) a démontré que l'insertion d'appareils linguaux sans prophylaxie dentaire de soutien entraîne une dégradation de paramètres cliniques limités aux sites linguaux, tandis que la fréquence relative d'Aa augmente et que Pg est restée inchangée.

La surface linguale de la dent peut être très difficile à nettoyer surtout avec l'appareillage (61). Cependant, les études précédentes n'ont montré aucune différence significative dans la réalisation des protocoles l'hygiène bucco-dentaire entre des patients avec des appareils linguaux et labiaux (62,63).

Par ailleurs, le traitement lingual diminuerait l'apparition des « *white-spots* » (leucomes pré-carieux) par rapport à son homologue vestibulaire(64).

La recherche sur ce sujet reste assez limitée, et il est clair que certaines études sont nécessaires pour étudier les effets des appareillages linguaux sur la flore microbienne et sur les paramètres cliniques parodontaux à grande échelle.

L'efficacité des stratégies de prévention des maladies parodontales, tels que les dentifrices antimicrobiens, le brossage mécanique durant la thérapie ont besoin d'être étudié. Cela permettrait au clinicien d'aider et de recommander le patient sur la technique et réaliser des « visites d'hygiène » (65).

2.1.2.3 Nouveaux ancrages

Il est difficile de d'avoir un ancrage suffisant chez les patients atteints de parodontites pour atteindre les objectifs orthodontiques à cause du faible support parodontal.

Pour obtenir un ancrage fixe, les implants dentaires, les minivis et les miniplaques sont de nouvelles alternatives à notre disposition. Ce matériel permet un ancrage dit « absolu » pour réaliser le déplacement dentaire et il réduit la durée du traitement sans avoir besoin de la coopération du patient. On peut ainsi utiliser ces ancrages pour traiter les patients atteints de parodontite sévère (66).

Les voici ci-dessous :



Figure 28 : Minivis, filetage autoforant. Têtes spécifiques selon indications, disponibles en plusieurs tailles



Figure 29 : Plaques d'ancrage TEB en I et en T . Les têtes comportant des crochets pour élastiques et des perforations en 0.022 x 0.028 (47)



Figure 30 : Ancrage de Bollard . Modèle pédiatrique à deux trous, modèle standard à trois trous(47)

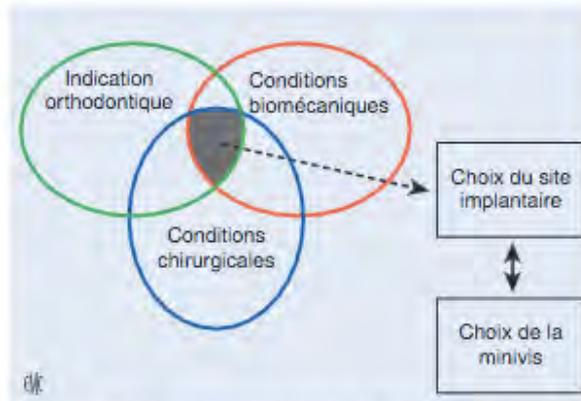


Figure 31 : Facteurs de choix du site et de la minivis (47)

Des effets potentiels sur les tissus mous peuvent survenir. Les péri-implantites ou l'inflammation de la gencive périphérique peuvent menacer la santé parodontale du patient (67). Une méthode d'hygiène spécifique devra être mise en place pour prévenir ces problèmes.

La fracture de la minivis par exemple peut survenir lors de la pose et de la dépose. Lors de la dépose cela peut être due à l'ostéo-intégration (non-souhaitée) partielle ou complète de la minivis. Il est préférable pour minimiser les risques de fracture de déposer la minivis lors de la dépose de l'appareil orthodontique (68).

2.1.2.4 Technique par gouttière thermoformée

Le système de traitement orthodontique par gouttière est une méthode relativement nouvelle. Seul un nombre limité d'études est disponible. Plusieurs systèmes existent actuellement, le plus utilisé étant Invisalign®. Avec un traitement par gouttières :

- les patients traités par Invisalign® ne subissaient pas une augmentation du risque parodontal bien que les dents et la gencive soient recouvert 22h/24h par les gouttières.(61,69)

- Les patients traités par Invisalign® ont une meilleure santé parodontale (indice de plaque et indice gingival diminués) comparé aux patients traités par attaches conventionnelles en vestibulaire. Miethke et col. (61,69).
- Pour une hygiène bucco-dentaire satisfaisante, les patients traités par Invisalign® avaient besoin d'un temps de nettoyage plus court que les patients traités par appareillage vestibulaire classique. La différence serait due au fait que les gouttières soient amovible, permettant un brossage rapide et facilité des dents (70) (71).

Une méta-analyse a été réalisé par une équipe italienne en 2014(72) , en sélectionnant 5 articles pertinent sur 1247 en est venue aux mêmes conclusions. Elles sont tout de même un niveau de preuve moyen, car malgré la sélection des articles, certains présentent des problèmes méthodologiques (biais de confusion, absence de méthode de randomisation).

2.2 Apport de la Parodontologie :

2.2.1 Apport sur les tissus mous

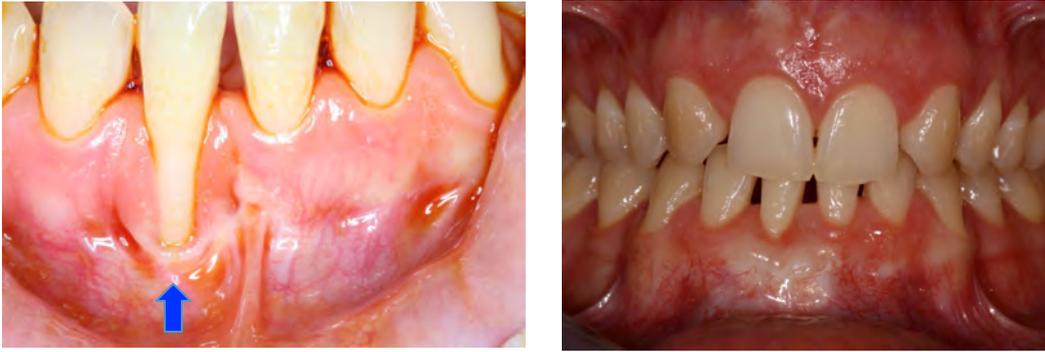
2.2.1.1 Récession gingivale :

Le recouvrement d'une récession gingivale est toujours entrepris avant le traitement orthodontique, quel que soit le mouvement envisagé.

On sait que le repositionnement de la dent au sein de son parodonte ne permettra pas le recouvrement radiculaire spontané, car la racine dentaire dénudée n'a plus les capacités biologiques de faire le lit d'une nouvelle attache.

Récession en cours de traitement orthodontique (rupture du système d'attache vestibulaire par déplacement de la dent dans une zone où le volume des tissus parodontaux n'est pas en adéquation avec le volume de la racine dentaire)

- Arrêter les mouvements
- Mettre en place un arc passif
- Traiter la récession
- Attendre trois mois de cicatrisation post-opératoire



- Reprendre le déplacement dentaire.

Récession apparaît après le traitement orthodontique (parodonte fin et fragile qui subit les affres d'un brossage traumatogène)

- Rééducation du brossage
- Le recouvrement est réalisé au plus tôt
- Il peut être proposé aussi au patient de renforcer son parodonte de manière préventive dans les secteurs où le parodonte marginal présente une extrême finesse.

.

Figure 32 : Patiente âgé 30ans.

(gauche) Le parodonte est fin, le brossage est traumatique, horizontal, vigoureux et très fréquent (plus de trois fois par jour).

(droite) Six mois après la greffe épithélio-conjonctive

Il n'y a pas de limite d'âge pour réaliser une chirurgie plastique de recouvrement radiculaire sur des dents permanentes. Les seules contre-indications sont liées à la qualité/disponibilité des tissus transplantés, au comportement du patient (consommation tabagique, présence d'autres facteurs internes ou externes décrits précédemment).

2.2.1.2 Eruption passive incomplète :

Le traitement parodontal est indiqué à la fin du traitement orthodontique si les mouvements envisagés se font dans le sens vertical (ingression ou égression) et si le recouvrement par la gencive des couronnes dentaires n'est pas incompatible avec le bon positionnement des verrous et des arcs, et le maintien à long terme de la bonne santé parodontale liée à une bonne hygiène bucco-dentaire.

2.2.1.3 Interférence du frein sur le contour gingival

Au niveau chronologique, dans le plan de traitement orthodontique, certains auteurs préconisent la frénectomie avant le traitement orthodontique et la fermeture du diastème(73). Pour d'autres, le diastème doit être fermé et la frénectomie réalisée lors de la contention orthodontique.

Dans tous les cas, en présence d'un diastème chez l'enfant, la frénectomie peut être indiquée dans trois situations :

- Après l'éruption des six dents antérieures maxillaires
- Après l'âge de huit ans
- Si le développement osseux alvéolaire vertical est normal.

Le frein médian maxillaire peut nécessiter sa suppression **via une frénectomie** au cours de l'intervention chirurgicale dans le secteur antérieur. Ces interventions sont indiquées lorsque :

- Le frein tire soit sur la gencive marginale
- Quand le patient se blesse fréquemment lors du brossage empêchant l'hygiène bucco-dentaire
- Si le frein médian est trop visible en présence d'une ligne du sourire trop haute.

Les signes cliniques associés permettant d'indiquer les frénectomies sont :

- Blanchiment de la papille inter-dentaire et/ou de la gencive libre lors de la traction (insertion dans la gencive marginale libre)

- La largeur du frein au niveau de son insertion
- L'ouverture du sillon gingivo-dentaire lors de la traction.
- L'indication biomécanique est un frein médian hypertrophique associé à un diastème antéro-supérieur.

Même si l'indication de la frénectomie associée à la fermeture d'un diastème (Fig.a, b) est limitée, elle reste consensuelle.

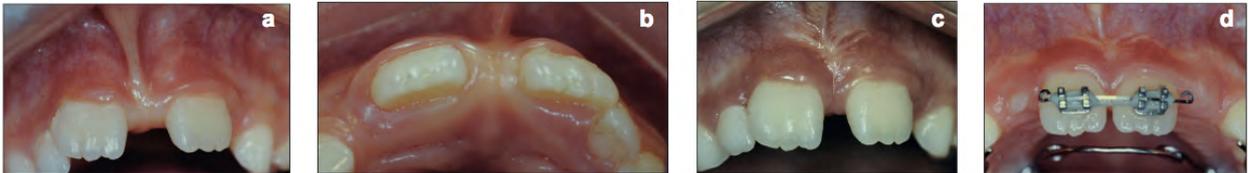


Figure 32 : (a) Interférences du frein sur l'esthétique et l'hygiène bucco-dentaire et sur la fermeture du diastème, (b) Blanchiment de la papille palatine gingivale rétro-incisive. (c) Après la frénectomie, le diastème s'est spontanément réduit, (d) La fermeture orthodontique du diastème permet de rétablir le couloir d'éruption de la 12 et de la 22, et leur éruption spontanée (74)

Ces techniques de chirurgie plastique parodontale se pratiquent à la lame froide (lame de bistouri N°15C ou MJK 1 et 2, lame d'ophtalmologie type « Beaver »). En ce qui nous concerne, l'utilisation du laser ne présente pas l'intérêt d'améliorer la technique ni la cicatrisation, encore moins la qualité des tissus post-opératoires.

Elle peut être associée ou non à un lambeau positionné latéralement ou à une greffe gingivale [6] pour recouvrir la zone d'excision du frein.

2.2.1.4 Les papilles

Il est très important de bien planifier le traitement orthodontique pour améliorer l'esthétique des espaces inter-proximaux qui doivent toujours être « remplis » de gencive et non de trous noirs.

En effet, les papilles fines et festonnées ou larges et plates dépendent non seulement de la forme des dents, mais surtout de la position du point de contact et de l'alignement dentaire dans les trois sens de l'espace.

Le stripping pré-orthodontique peut améliorer l'effet visuel des espaces interproximaux en transformant les points de contact en surface de contact, réduisant ainsi la taille des embrasures et l'espace disponible à « remplir » de rose. C'est un compromis esthétique et fonctionnel.

L'égression orthodontique est une thérapeutique qui peut provoquer une augmentation des trous noirs lorsque les dents ont une forme très triangulaire. Dans ces cas, il est possible d'y associer un stripping pré-orthodontique pour limiter cet effet.

L'ingression orthodontique déplace apicalement les points de contact. Il faut alors demander au patient de prêter une attention particulière au niveau des embrasures en passant dans les zones inter-proximales le superfloss® ou un fil dentaire très fin.

Si les trous noirs entre les dents sont dus à des séquelles d'une parodontite traitée, le traitement parodontal de soutien doit accompagner toute la période du traitement orthodontique à raison d'une visite toutes les 6 à 8 semaines chez « l'hygiéniste », le parodontiste.

Actuellement, les traitements parodontaux de parodontite dans les secteurs impliqués dans l'esthétique associent des techniques de préservation papillaire et de régénération tissulaire qui minimisent l'effondrement des tissus parodontaux inter-dentaires. Ainsi, l'orthodontiste pourra déplacer les dents et leur parodonte assaini pour finaliser l'alignement des collets et des festons gingivaux dans les meilleures conditions.

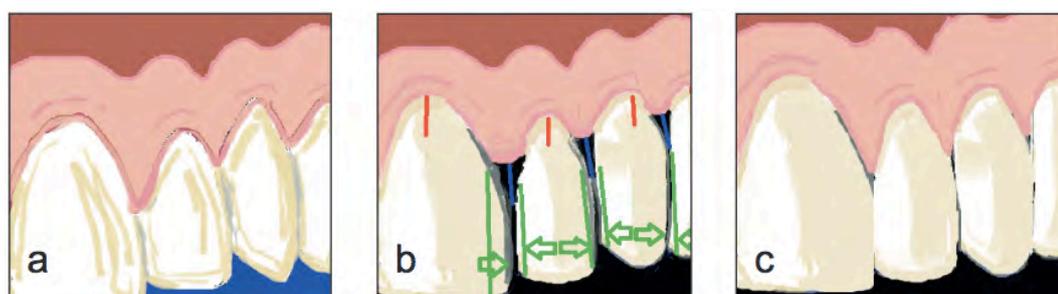


Figure 33: (a) Schéma d'un parodonte de biotype fin et festonné avec dents triangulaires avant égression orthodontique. (b) Après égression de la hauteur des traits rouges, apparaissent des « trous noirs » dans les espaces inter-radiculaires. En vert, le stripping à réaliser pour fermer les espaces. (c) résultats (74)

Parfois, en fin de traitement orthodontique, il peut être proposé la mise en place de composites ou de facettes pour masquer certains défauts résiduels. Il est très important de discuter et de planifier avec le patient toutes ces étapes thérapeutiques et d'évoquer les limites biologiques et esthétiques de chacune de ces étapes.

2.2.2 Technique de la Corticotomie

Les orthodontistes en collaboration avec des chirurgiens ont cherché à diminuer la durée de la thérapeutique orthodontique en réalisant des « chirurgies de scarification de la corticale alvéolaire » ou « corticotomies » (75). L'idée n'est pas nouvelle et résulte d'observations cliniques post-chirurgicales ou post-médicamenteuses.

Lourd à ses débuts, le protocole chirurgical tend à devenir moins invasif avec la piézocision. Les mécanismes biologiques sous-jacents à cette thérapeutique font l'objet de débats entre les auteurs défendant un concept « mécanistique » et ceux défendant un concept « biologique ».(76)

Dibart, Sebaoun et Surmenian (75) intègrent la piézochirurgie et la possibilité de réaliser des greffes après tunnélisation.

- Les auteurs réalisent des micro incisions inter-proximales de la gencive jusqu'au contact osseux.
- Puis un insert piézo-électrique est utilisé pour les corticotomies à travers les fentes préalablement réalisées.
- Un petit décolleur est utilisé aux niveaux des sites chirurgicaux qui nécessiteraient une greffe osseuse et/ou de tissus mous.

L'acte chirurgical est donc très peu invasif et les suites postopératoires minimales.



Figure 34 : Cas de Corticotomie du Dr. Dibart (75)

Les corticotomies alvéolaires sont des interventions chirurgicales limitées à la portion corticale de l'os alvéolaire ; l'os médullaire est donc respecté. La lésion chirurgicale induite permettrait une augmentation du métabolisme osseux responsable d'une ostéopénie transitoire facilitant ainsi le mouvement dentaire. On parle de phénomène d'accélération régionale (PAR).

Cependant, il existe des contre-indications d'ordre général ou local. De plus, certaines malocclusions ne peuvent être corrigées par cette technique. Des méthodes moins invasives peuvent être employées comme la corticocision ou la piézocision. Enfin, des variantes à ces techniques ont également été décrites, faisant intervenir des comblements osseux ou bien utilisant des forces orthopédiques autour d'un bloc.

Les avantages :

- Les corticotomies alvéolaires diminueraient le risque de résorption radiculaire en diminuant le temps de traitement (77) et en limitant au maximum la phase de hyalinisation (78).
- La plupart des études s'accordent sur l'absence d'atteinte pulpaire ou parodontale après corticotomies conventionnelles ou avec comblement alvéolaire (79)

Les indications (80) :

- Traitement de la D.D.M. et diminution du temps de traitement
- Accélération du recul canin après extraction de prémolaires et traitement de la bi-proalvéolie
- Amélioration de la stabilité post-traitement orthodontique
- Facilitation de l'éruption des dents incluses
- Ingression des molaires et correction de la béance
- Facilitation de l'éruption des dents incluses
- Facilitation de l'expansion palatine
- Modulation de l'ancrage orthodontique
- Augmentation de l'enveloppe des mouvements dentaires possibles
- Décompensation pré-chirurgicale des classes III squelettiques
- Fermeture d'espaces
- Limitation du recours à la chirurgie orthognathique dans le traitement des dysmorphoses modérées à sévères

Les contre-indications Parodontales :

Les contre-indications sont globalement superposables aux contre-indications de la chirurgie parodontale.

Les contre-indications Orthodontiques :

- L'endognathie sévère nécessitant une expansion maxillaire importante
- La bi-proalvéolie associée à un sourire gingivale (ostéotomie segmentaire à préférer dans ce cas-là), les patients non coopérant (les rdv doivent être resserrer pour potentialiser l'acte chirurgical

Un intérêt majeur a été porté ces dernières années pour les corticotomies alvéolaires, néanmoins, le niveau de preuve des différentes études, relatives au bénéfice de cette technique chirurgicale, reste faible. Voici un cas clinique illustrant notre propos :



Figure 35 :Exemple : traitement en 9mois

**Au-dessus : photographies initiales Au milieu : photographies de la Corticotomie maxillaire puis mandibulaire
Au-dessous : photographies de fin de traitement (81)**

2.3 La contention sur le parodonte affaibli

Les protocoles de contention sont considérés comme nécessaire pour maintenir une position correcte des dents après le traitement orthodontique et pour lutter contre l'évolution incontrôlée des dents notamment au niveau du bloc incisif mandibulaire (82).

Le maintien des résultats, étape décisive dans la prise en charge ortho parodontale des patients adultes, est assuré au cours de deux phases que sont la réalisation d'une contention ortho parodontale et la maintenance parodontale (83). Si la première peut être considérée comme étant une étape dont la réalisation est ponctuelle, la seconde verra la succession, à des

intervalles réguliers, d'étapes assurant le maintien d'une flore compatible avec la santé parodontale. (28)

Quand ? :

Communément la contention doit être installée le jour de la dépose de l'appareil actif. Pour Reitan(84), deux heures après la dépose de l'arc actif, il y a déjà un tiers des mouvements de récurrences, notamment pour les rotations. À l'opposé, certains auteurs préconisent d'attendre une semaine que l'occlusion s'installe avant de figer la situation(83).

Combien de temps ?

Il n'y a pas de durée déterminée et bien définie pour la contention. Cela va de l'absence de contention pour le cas de correction d'un inversé incisif, jusqu'à la contention permanente pour les cas d'adulte au parodonte réduit. Elle peut être temporaire, semi-permanente ou permanente. Elle est le plus souvent d'un à deux ans. Une étude a montré qu'une contention d'un an, sans être encore complète, était nettement plus efficace qu'une contention de six mois (85)

Chez les adultes, la contention doit être maintenue à vie du fait de la diminution du remaniement tissulaire et de la perte fréquente de tissu osseux de soutien, ce qui rend le besoin de stabilisation plus important. La contention peut s'avérer un des paramètres déterminants dans le succès ou l'échec du traitement orthodontique. Seule la contention permanente peut assurer la stabilité du traitement quelles que soient les causes de récurrence.(83)

2.3.1 Contention non mécanique

2.3.1.1 Equilibration

Ces procédés contribuent à la stabilisation des résultats en modifiant soit les conditions de l'équilibre dentaire et occlusal, soit les fibres desmodontales. Ils ont l'avantage de ne pas être soumis à la coopération du patient.

- Inter-arcade : les mouvements de latéralité et de propulsion ne doivent pas être gênés par une interférence, le praticien peut être amené à réaliser un léger meulage sélectif afin de favoriser les mouvements mandibulaires.

- Intra-arcade : la morphologie des dents joue un rôle important dans la stabilité de l'occlusion. Il peut être indiqué de modifier cette forme pour améliorer l'équilibre dento-dentaire par des coronoplasties. Elles peuvent être par addition ou par réduction. Pour améliorer la stabilité des incisives mandibulaires, Peck et Peck (86) préconisent une réduction par meulage de leur diamètre mésiodistal (stripping).



Figure 36 : Cas du Dr. Zachrisson(87)

Les surfaces « planes » ainsi obtenues et la réduction du rapport épaisseur/largeur des incisives mandibulaires seraient gage d'une meilleure stabilité.

2.3.1.2 Chirurgie

Différents types d'interventions existent :

- *Fibrotomie.*

Cette intervention préconisée par Edwards (88) a pour but de réduire la tendance à la récurrence des corrections de rotations dentaires. Elle consiste à sectionner les fibres supra-crestales dans le sillon gingivo-dentaire jusqu'à la crête de l'os alvéolaire à l'aide d'un bistouri ou d'un laser.

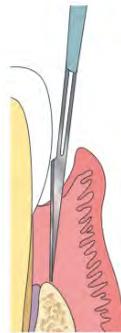


Figure 37 : Fibrotomie supra-crestale selon Edwards(83)

Selon Littlewood (89), la fibrotomie supra-crestale circonférentielle augmente la stabilité de façon significative au niveau des dents antérieures maxillaires et mandibulaires quand elle est associée à une plaque de Hawley si l'on compare le résultat à l'utilisation d'une plaque de Hawley seule.

- *Gingivectomie.*

Pour réduire les risques de réouverture d'espace au niveau des sites d'extraction, une gingivectomie en V peut être indiquée. Elle permet d'éliminer les bourrelets épithéliaux résultant de la compression des tissus parodontaux, ainsi que d'éventuelles invaginations ou « fissures » sources des forces de tension responsables de la réouverture d'espace. Ce procédé assure ainsi la continuité de l'arcade.(83)

- *Frénectomie.*

Elle permet, par le repositionnement apical du frein et la destruction des fibres d'insertion, d'assurer une plus grande stabilité dans les cas de fermeture de diastèmes, notamment pour le frein médian maxillaire.

- *L'avulsion des troisièmes molaires.*

Elle n'est justifiée qu'en cas de manque de place manifeste, son évolution sur l'arcade étant impossible. Le plus souvent, un fil de contention collé associé à une surveillance attentive de l'évolution des troisièmes molaires jusqu'à leur éruption, et l'attente de la fin de croissance sera une attitude plus adaptée.

La Haute Autorité de santé dans ses recommandations concernant les indications et contre-indications d'extraction des dents de sagesse (90), déclare: «Aucune certitude n'existe entre l'évolution d'une troisième molaire mandibulaire et l'apparition d'un encombrement dentaire[...] il n'existe pas de données scientifiquement établies pour recommander ou contre-indiquer leur avulsion pour raisons orthodontiques[...] ces avulsions font l'objet de controverses, mais semblent admises dans la pratique clinique». Pour Zawawi (91), aucune relation de cause à effet ne justifie l'avulsion des dents de sagesse pour éviter la récurrence de l'encombrement antérieur.

2.3.1.3 *Hypercorrection*

La notion d'hypercorrection reste très controversée, cependant dans certains cas elle peut être envisagée :

- En technique de Tweed, il est recommandé de terminer le traitement pratiquement en bout à bout incisif afin d'éviter la récurrence de la supraclusion. Avec l'établissement de l'occlusion (recovery), le recouvrement incisif deviendra fonctionnel ;

- pour Zachrisson (92), dans les cas de correction de rotations à la mandibule où la récurrence apparaît souvent entre l'incisive latérale et la canine, il préconise de réaliser une

légère sur-correction de l'angle distal de l'incisive latérale légèrement en vestibulaire par rapport au bord mésial de la canine mandibulaire[

2.3.1.4 *Finitions occlusales*

Il faut rechercher une occlusion parfaite tant au niveau statique que dynamique. Cette occlusion doit satisfaire à la fois les critères esthétiques et les critères fonctionnels. Selon Zachrisson(92), la récurrence est souvent due à une correction incomplète des rotations, il recommande de comparer le résultat en phase de finition avec les moulages de début de traitement pour analyser les points de contact entre les dents. La qualité de la finition occlusale est un facteur majeur de la stabilité.

2.3.1.5 *Contention physiologique*

On entend par contention physiologique, la contention assurée naturellement par l'environnement musculaire. Ainsi pour certains auteurs, la contention n'est pas toujours utile, surtout si les rotations sont corrigées en début de traitement (93).

2.3.2 **Contention mécanique**

2.3.2.1 *Types de Contention*

- **Fixe**
 - **Fil collé entre 3 et 3**

Il est collé sur les deux canines de manière direct ou indirect

Il est généralement en acier, titane ou niquel-titane(83)



Figure 38 : fil collé sur 33 et 43 (94)

○ **Fil collé de 3 à 3**

Il est collé sur tout le bloc incisif mandibulaire de manière directe ou indirect :
exemple du collage indirect.

Ci-dessous :

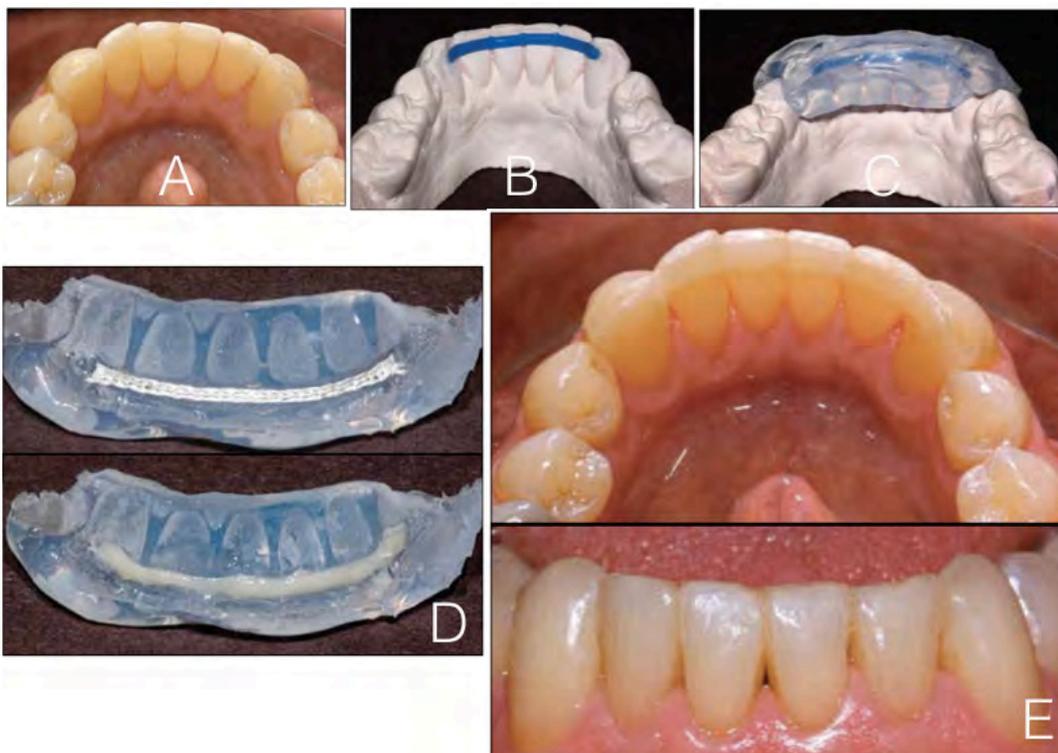


Figure 39 : Collage indirect d'un fil type bande fibrée de 3 à 3 (95)

(A) Photographie fin de traitement

(B) Positionnement de la contention sur modèle en plâtre

(C) Mise en place de la gouttière en silicone

(D) Intrados du fil enduit de composite

(E) Photographies endobuccales de fin de traitement

Selon les étude de Bovali et col. (96), le collage indirect permet un gain de temps au fauteuil. Cependant il n'y a pas de différences concernant le risque de fracture de la contention entre collage direct et indirect.

Voici un tableau récapitulatif des contentions collée sur chacune des dents :

Fil d'acier collé (rond/rectangulaire, section variable)	
Fil tressé (à base de ligatures métalliques)	
Contention fibrée collée	
Fil multibrin (3 ou 5 brins)	
Contention coulée collée	
Attelles en U	
Prothèse fixée (type Bridge ou couronnes liées)	

Figure 40 : Différents type de contention fixées (CHU Toulouse)

À la mandibule, le fil est situé à mi-hauteur de la face linguale, le plus souvent de 33 à 43, sauf dans les cas d'extractions des premières prémolaires où il peut aller jusqu'aux 35 et 45 afin de s'opposer à la réouverture du site d'extraction



Figure 41 : Contention maxillaire associant une butée cingulaire (83)

Au maxillaire, le fil s'étend le plus souvent de 12 à 22, mais parfois si l'occlusion le permet de 13 à 23. Il est situé sur la face palatine suffisamment proche de la gencive pour ne pas créer d'interférence occlusale.

Dans les cas de risque important de récurrence de supraclusion incisive (classe II.2), Philippe utilise le composite servant au collage du fil comme butées cingulaires (93) sur laquelle viendra s'appuyer les bords libres des incisives mandibulaires, s'opposant ainsi à l'égression des incisives maxillaires et mandibulaires.

- **Amovible**

Voici un tableau récapitulatif des contentions amovibles

Gouttière thermoformée (rond/rectangulaire, section variable)	
Plaque de Hawley	
Tooth positionneur préfabriqué	
Tooth positionneur Individualisé	
Appareil de Imman	
Autres dispositifs amovibles	

Figure 42 : Différents types de contentions amovibles (CHU Toulouse)

Pour conclure, les appareillages les plus communément utilisés sont à la mandibule : le fil collé (monobrin, multibrins, fibré ou tressé et les attelles en U dans le cas des patients atteints de maladies parodontales) et au maxillaire : la gouttière thermoformée suivie par la plaque de Hawley (97).

2.3.3 Comparaison et Influence du choix de la contention sur le parodonte

La dépose des appareillages orthodontiques et la mise en place de systèmes de contention créent une nouvelle situation pour le patient dans son hygiène buccodentaire quotidienne. Une modification des techniques de brossage associée le plus souvent à une modification du matériel s'avère alors nécessaire.

La dépose des appareillages signifie fréquemment pour le patient la fin de son traitement, entraînant un certain relâchement dans la motivation et donc dans le contrôle de plaque.

Le rôle du praticien devient alors primordial puisqu'il va consister à renforcer cette motivation sans laquelle la pérennité des résultats, tant parodontaux qu'orthodontiques, serait compromise.(28)

Plusieurs comparaisons ont été réalisées dans la littérature en se focalisant sur la santé parodontale selon la contention choisie :

- *Amovible (gouttière thermoformée) ou fixe (fil collé de 3 à 3)* : dans les 2 cas on a une diminution de l'inflammation gingivale à partir de la dépose. Cependant, la contention fixe présente un indice de plaque plus élevé (98).
- *plaque de Hawley mandibulaire et le 3/3 collé mandibulaire* : aucune différence significative à 3ans (99).
- *contention collée fibrée de 3 à 3 et fil collé acier de 3 à 3* : indice de plaque plus élevé à 6mois cliniquement mais statistiquement non significatif (100).
- *Contention 3 à 3 au maxillaire* : risque parodontal accrue par interférence occlusal démenti par Diedrich et col. (101).
- *contention sur 3 et 3 à la mandibule* : n'affecte pas la santé parodontale (94).

Toutes ces études concluent que les conséquences parodontales des dispositifs de contention décrits sont très rares

2.3.4 Choix de la contention selon le cas clinique

Le choix du dispositif de contention à mettre en œuvre et sa durée d'utilisation doivent être déterminés individuellement en fonction des caractéristiques initiales de chaque patient, de son traitement et de la situation de relative stabilité de fin de traitement.

Enfin, peut-être faut-il se poser la question de savoir si un certain degré d'instabilité ne doit pas être accepté car inévitable, sauf à admettre une contention à vie ?

Une récente méta-analyse réalisée par la Cochrane donne raison à aucune contention plutôt qu'une autre en terme de stabilité (102). En absence d'EBM, la sélection de la contention se fait selon la préférence du praticien. On note une variation géographique en liaison avec les contentions réalisées :

- Plaque de Hawley/ gouttière thermoformée et contention collée à la mandibule associée à une gouttière thermoformée par-dessus aux Etats-Unis
- Contention collée mandibulaire et gouttière thermoformée maxillaire en Australie et Nouvelle-Zélande
- Contentions collées maxillaire et mandibulaire aux Pays-Bas

La Cochrane conclut : « Les données de recherche actuelles sur les moyens de contention sont insuffisantes pour fonder notre pratique clinique sur ce sujet. Il y a un besoin urgent d'essais contrôlés randomisés de qualité dans ce domaine crucial de la pratique orthodontique. » (103)(102,103)

2.4 Les limites et Echecs / iatrogénie du traitement orthodontique

2.4.1 Gingivite, hyperplasie gingivale

La présence de la plaque microbienne est reporté comme le facteur le plus important dans l'initiation, la progression et la récurrence de la maladie parodontal sur le parodonte réduit (104).

Les causes cachées derrière ces complications parodontales incluent le facteur patient et la technique orthodontique (105) :

- Facteur patient : passé parodontal, hygiène bucco-dentaire défailante, tabac
- Facteur orthodontique : réaction gingivale



Figure 43 : Hypertrophie gingivale lors de la dépose de l'appareil orthodontique (CHU Toulouse)

Chez la majorité des patients, on observe une inflammation gingivale associée à la pose de l'appareil sans alvéolyse. Il s'agit d'une gingivite localisée qui ne progresse pas en parodontite.

Les conclusions contradictoires des études sur l'impact de malocclusion et des appareils orthodontiques sur la santé parodontale peuvent être en partie dues à la sélection de matériels et de différences des méthodes de recherche employées(106).

Pour conclure, selon Alexander et col.(107) le port de l'appareil orthodontique associé à une super hygiène et une maintenance efficace préviennent la destruction du parodonte.

2.4.2 Risque d'alvéolyse

De nombreuses études comme celles de Melsen et col. (108) , Ré et col. (109), Corrente et col. (110), montrent que l'association de traitements parodontaux et orthodontiques peuvent favoriser gain d'attache et réparation osseuse.

Certains auteurs, tels Bollen et col. (111), considèrent, au contraire, après analyse approfondie de la littérature, qu'il n'y a pas de preuves formelles de l'efficacité des traitements combinés. Cependant, Ils n'évaluent ni la santé parodontale avant traitement, ni l'hygiène orale, ce qui explique probablement les différences observées.

Dans le futur, l'emploi de radiographies tridimensionnelles donnera des informations complémentaires en particulier au niveau des lésions intra-osseuses. Pour l'instant selon les travaux de Anter et col., l'examen 3D n'apporte pas d'informations supplémentaires sur l'alvéolyse que les technique radiologique conventionnelles en 2D. Il serait nécessaire de réaliser des études à haut niveau de preuve (112).

Par ailleurs la majorité des études réalisées se basent sur le sondage, or il ne donne pas d'informations sur la nature de la réparation voire de la régénération parodontale(113) .

Seule l'histologie réalisée au cours d'expérimentations animales, nous renseigne à ce sujet, telles celles de da Silva et col.(114), Nemcovsky et col. (115), Garat et col.(116). Ces derniers confirment, s'il en est besoin, que l'application de forces orthodontiques n'est pas préjudiciable à la santé parodontale. Au contraire, elle favorise la régénération des tissus parodontaux au cours de la cicatrisation.

2.4.3 Risque de récession parodontale

La caractéristique principale de la récession gingivale est la migration apicale de la gencive marginale, celle-ci se retrouve alors à distance de la jonction amélo-cémentaire. Ainsi la surface radiculaire se retrouve alors dénudée.



Figure 44 : Récession gingivale en U associée à une réduction de l'os alvéolaire en vestibulaire (25)

L'orthodontie peut-elle être à l'origine de récessions parodontales ?

Induire des mouvements dentaires ne doit pas causer de dommages sur la santé parodontale. Cependant durant le traitement orthodontique, quelques problèmes peuvent apparaître sur les incisives et les canines, même dans les secteurs postérieurs lors des mouvements transversaux.

Le déplacement dentaire doit se faire seulement dans l'os alvéolaire trabéculaire. Cependant dans certains mouvements, la dent est déplacée à la limite de la corticale osseuse : la déhiscence et la fenestration apparaissent. Les défauts de la corticale externe peuvent prédisposer à la récession gingivale(117), tout comme les problèmes muco-gingivaux préexistants qui peuvent s'exacerber avec le traitement orthodontique (118)

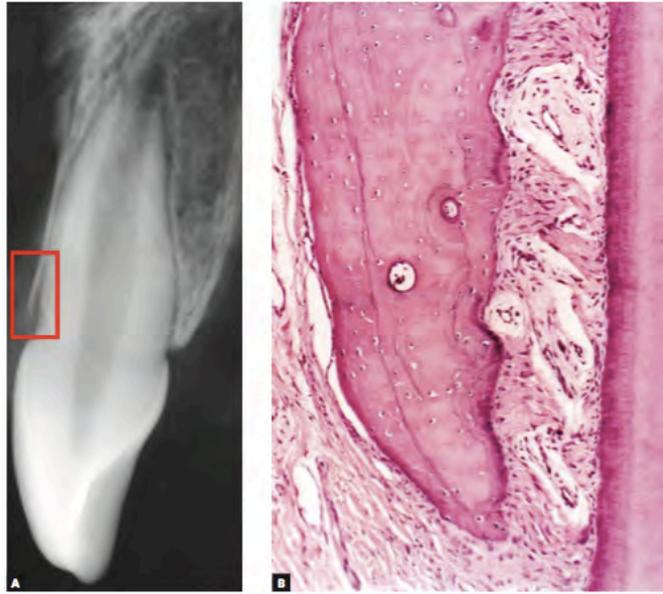


Figure 45 : (A) Le cliché radiographique révèle la fragilité osseuse au niveaux des incisives maxillaires avec le parodonte et les tissus dentaires minéralisé (B) Idem au Microscope (x20) (25)

Le mouvement doit être planifié et considérer plusieurs dents pour réaliser un mouvement homogène favorisant le mécanisme de néoformation osseuse. Il peut être suivi d'une chirurgie parodontale.



Figure 46 : Exemple de fermeture de diastème de manière orthodontique associée à un geste chirurgical parodontal et suivi d'une contention (110)

2.4.4 Risque de résorption radiculaire

Il est généralement admis que l'un des risques associés au traitement orthodontique est la résorption radiculaire apicale provoquant le raccourcissement de la racine. Elle peut cependant se produire en dehors de tout traitement orthodontique.

Il n'y a pas de consensus sur les facteurs associés à l'apparition, la gravité et la gestion de la résorption radiculaire.

Elle peut affecter le pronostic à long terme et la stabilité du système dentaire. Pour cette raison, il est important d'identifier les facteurs de risques de résorption pour en tenir compte au cours du traitement. Cette précaution pourrait permettre de minimiser cet acte iatrogène. (119)



Figure 47 : Exemple radiologique de résorptions radiculaires multiples(119)

La résorption commence approximativement au bout de deux à cinq semaines mais n'est décelable radiologiquement qu'au bout de trois à quatre mois. C'est un processus biologique complexe dont plusieurs aspects demeurent obscurs mais qui apparaît quand les forces appliquées au niveau de l'apex dépassent la résistance et la capacité de réparation des tissus péri apicaux (120).

La résorption radiculaire se définit comme une aire microscopique de résorption lacunaire qui peut être visualisée grâce à des techniques histologiques. Elle serait due à l'utilisation de forces lourdes au cours du traitement orthodontique, à la hyalinisation du ligament parodontal et à l'augmentation de l'activité des ostéoclastes et des cémentoclastes.

Le mécanisme de la résorption s'échelonne comme suit :

- Lésion des surfaces externes entraînant l'exposition des tissus minéralisés
- Stimulation prolongée des cellules multi-nucléées

Les tissus minéralisés exposés sont envahis par des cellules multi-nucléées, ce qui initie le processus de résorption.

Quelques chiffres :

- 90% des dents déplacées orthodontiquement sont atteintes de résorption mais la perte de la structure est minime et cliniquement insignifiante (121)
- la résorption radiculaire est de 15 % avant traitement et de 73 % après traitement (122)
- la moyenne des résorptions radiculaires inflammatoires est généralement inférieure à 2,5 mm (avant traitement et après traitement), varie de 6 à 13 % selon les dents (123)
- 1 à 5 % de résorptions sévères (dépassant 4 mm ou 1/3 de la longueur originale de la racine)

Le 1/3 apical de la racine est plus affecté que le 1/3 médian et le 1/3 cervical pour plusieurs raisons (124) :

- les forces sont concentrées sur l'apex, particulièrement pendant l'intrusion.
- s'il y a apposition de ciment, la résorption sera facilitée
- Cela dépend de la vascularisation à l'apex qui peut aisément être abîmée à cause de traumatisme et de forces subies par compression.

Les facteurs de risque associés sont :

- L'anatomie pré-traitement de la racine
- Les antécédents de traumatisme
- le type de mécanique orthodontique réalisé : ingression et torque corono-lingual sont les mouvements les plus iatrogènes (125)
- Une prédisposition génétique diagnostiquée

La prévention de l'apparition des résorptions par examen radiologiques réguliers semble indispensable tous les 6 à 9 mois (119).

Dans le cas où une résorption est décelée, une phase inactive de 4 à 6 mois est préconisée (126). Et l'appareil sera déposé dans les cas extrêmes. Si malgré la résorption progresse, une thérapie canalaire à l'hydroxyde de calcium est indiquée suivie de l'obturation à la gutta percha une fois la résorption stoppée. Un suivi clinique et radiologique sera entrepris.

Dans la majorité des cas l'arrêt des forces orthodontiques suffit à arrêter le processus de résorption (127).

CAS clinique d'un patient présentant initialement des résorptions :



Figure 48 : (128)

- (A) Photographies initiales intra-orales
- (B) Bilan TIB initial
- (C) Photographies finales intra-orales
- (D) Bilan TIB de fin de traitement

2.4.5 Risque d'apparition de triangles noirs vu

Ce phénomène décrit à plusieurs reprises précédemment, apparaît le plus souvent lors de la correction de l'encombrement maxillaire et/ou mandibulaire.

2.4.6 Risque d'éruption passive incomplète

C'est une anomalie du développement de l'éruption dentaire naturelle : tout se passe comme si ce processus était arrêté ou retardé. Elle se manifeste cliniquement par le recouvrement d'une partie des couronnes dentaires par de la gencive. Cela modifie l'harmonie dento-faciale pour deux raisons :

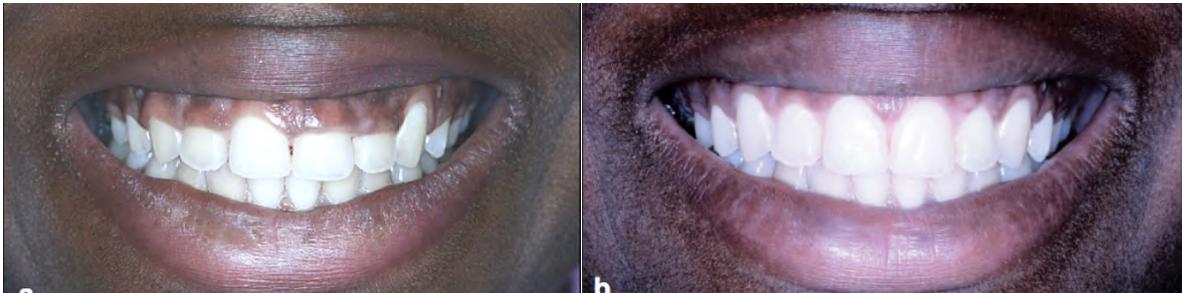


Figure 49 : Patient traité par gingivectomie et ostéoplastie associée (74)

- La partie de la dent visible présente une forme inesthétique, la rendant carrée
- L'excès de tissus mous tend à dépasser le bord inférieur de la lèvre supérieure, donnant un sourire gingival prononcé.

L'éruption passive altérée a été classée en deux types distincts :

- Le type I est caractérisé par un excès de gencive lorsqu'on la mesure à partir de la gencive marginale libre jusqu'à la ligne muco-gingivale ;
- Le type II n'a pas d'excès de gencive kératinisée :
 - Subdivision A : distance JEC-os inférieure à 1 mm (espace biologique qui non compatibles avec la santé parodontale à long terme)

- Une élongation coronaire par gingivectomie et ostéoplastie associée à une ostéotomie pour rétablir l'espace biologique fonctionnel OU
 - Une égression orthodontique avec fibrotomie supra-crestale sera le traitement de choix.
- Dans la subdivision B (distance JEC-os supérieure à 1 mm), l'espace biologique est « normal », ainsi on ne touchera pas à l'os alvéolaire et seulement à la gencive.

Le traitement parodontal est indiqué à la fin du traitement orthodontique si les mouvements envisagés se font dans le sens vertical (ingression ou égression) et si le recouvrement par la gencive des couronnes dentaires n'est pas incompatible avec le bon positionnement des verrous et des arcs, et le maintien à long terme de la bonne santé parodontale liée à une bonne hygiène bucco-dentaire.

C'est pour cette raison que la chirurgie plastique parodontale d'élongation coronaire associant gingivectomie et ostéoplastie peut être entreprise en denture permanente dès l'âge de 14 ou 15 ans, même si l'on sait que l'espace biologique n'est acquis et stabilisé qu'à partir de 21 ans(74)

3 ILLUSTRATIONS PAR 7 cas cliniques traités à La faculté de Chirurgie Dentaire de TOULOUSE

3.1 CAS 1

3.1.1 Début de traitement (Documents initiaux)

Diagnostic : Cl.II dentaire subdivision gauche, Supraclusion (terrain : parodontite agressive localisée)



FMA	75°3
FMA	21°9
IMPA	82°8
SNA	85°2
SNB	80°9
ANB	4°4
AO-BO	1.2 mm
VI	146°7
Oocl./S.Na	13°4
Total chin	19.7 mm
Upper lip	17.2 mm
Angle Z	83°8



3.1.1 fin de traitement (Documents finaux)



3.2 CAS 2

3.2.1 Début de traitement (Documents initiaux)

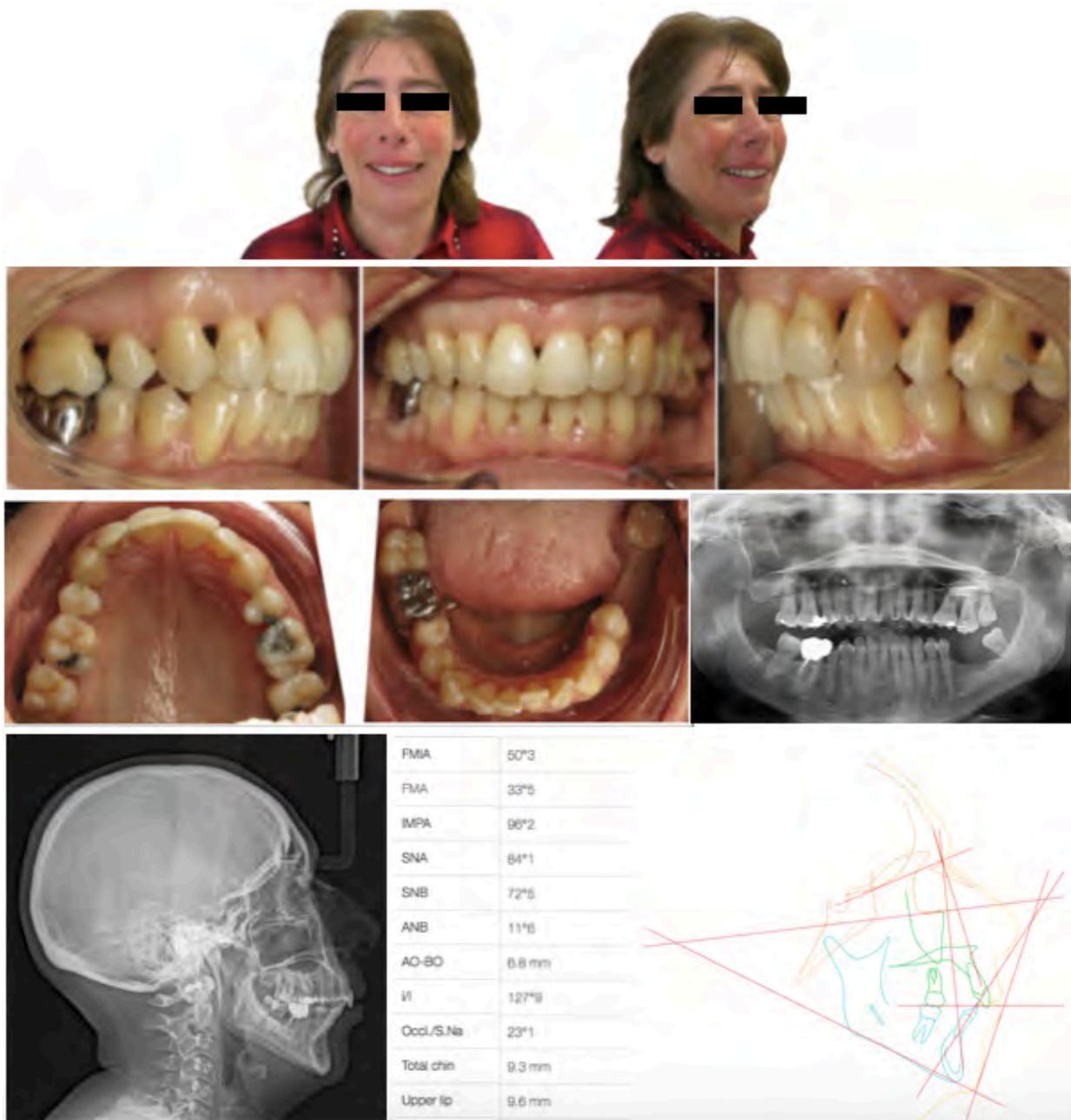
Diagnostic : Classe II, égression incisive (terrain : parodontite chronique de l'adulte)



STEINER		TWEED	
SNA	85	FMA	37°
SNB	75	FMIA	40°
ANB	10	IMPA	103°
SND	71	AcBo	5 mm
I/NA mm	2mm	SNA	85°
I/NA °	-9°	SNB	75°
I/NB mm	10mm	ANB	10°
I/NB °	45°	Occ/F	12°
Pog/NB	-2mm	angle Z	54°
I to I	134°	UL	10mm
Occ/SN	23°	TC	14mm
GoGr/SN	47°	HFP	40mm
SE	20mm	HFA	71mm
SL	32mm	index P/A	0,56



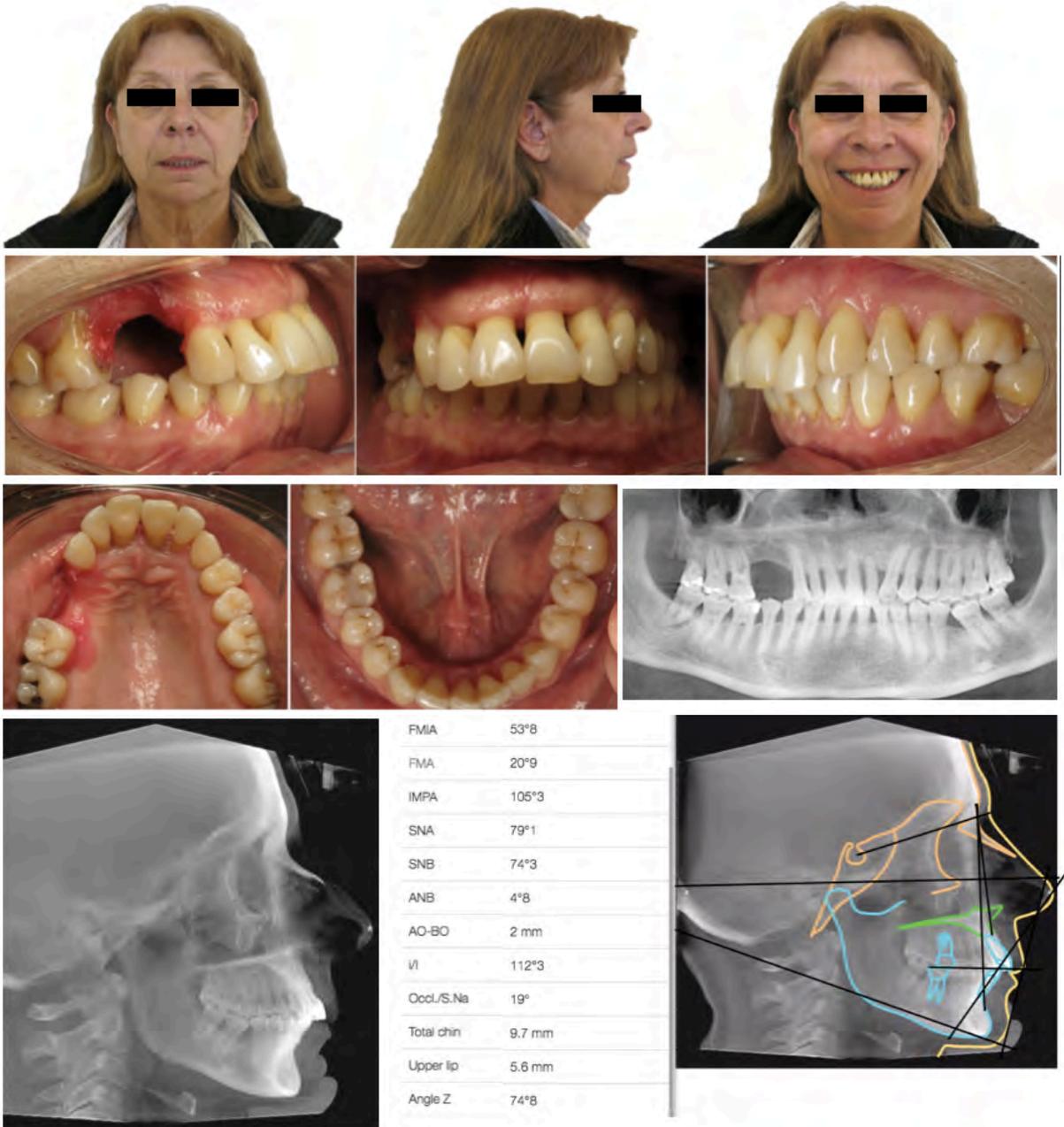
3.2.2 fin de traitement (Documents finaux)



3.3 CAS 3

3.3.1 Début de traitement (Documents initiaux)

Diagnostic : Classe II, égression incisive (terrain : parodontite chronique de l'adulte)



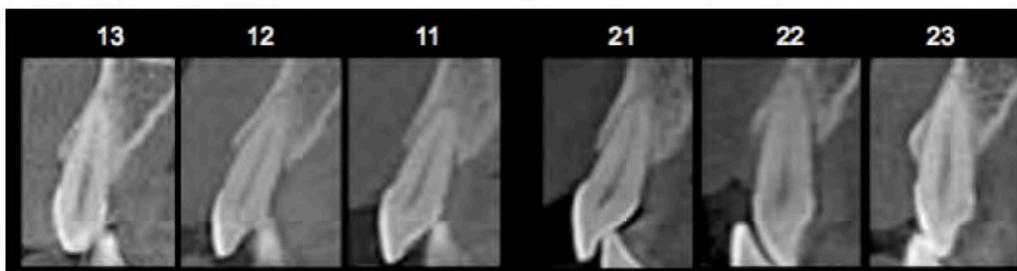
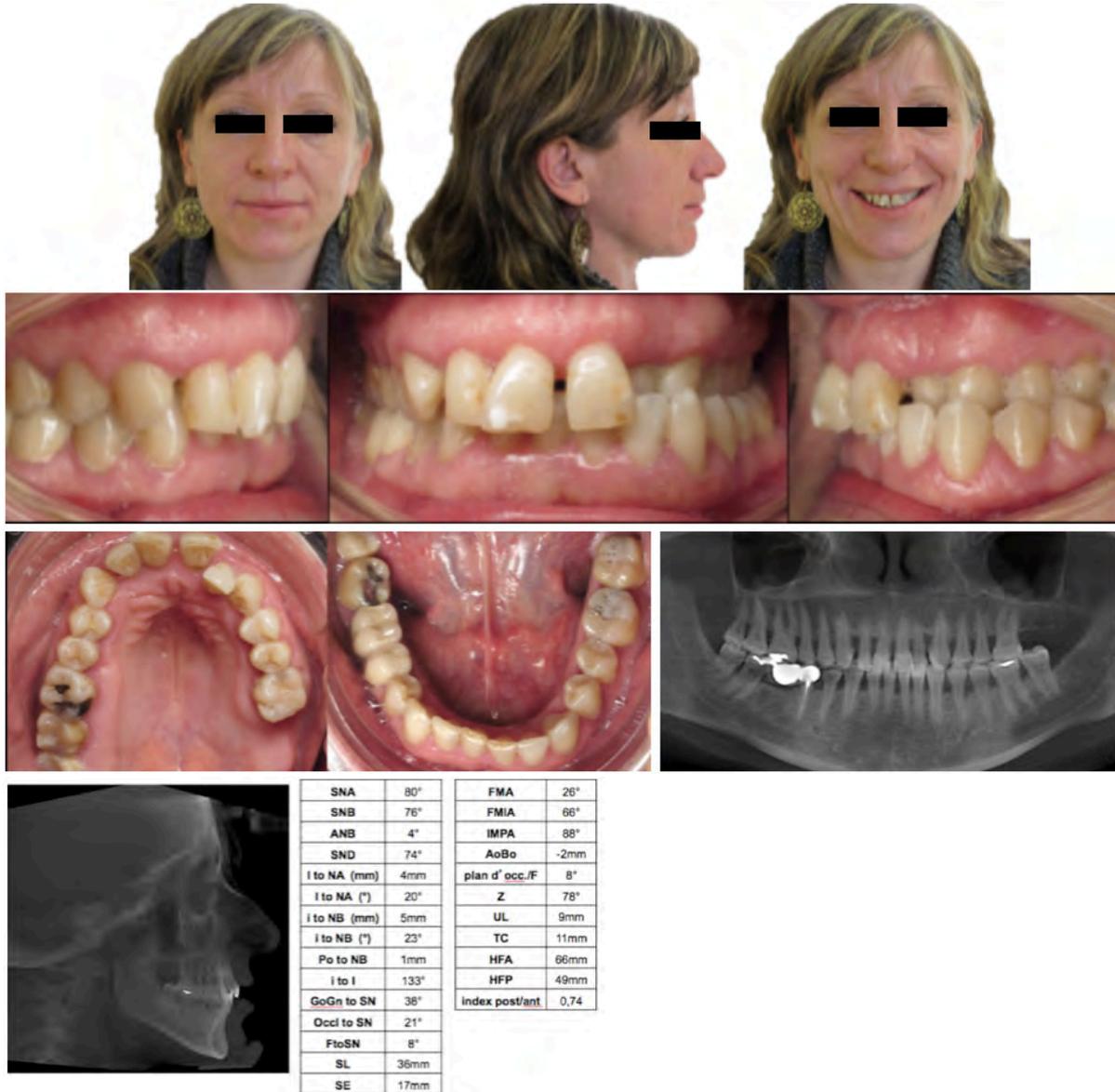
3.3.2 fin de traitement (Documents finaux)



3.4 CAS 4

3.4.1 Début de traitement (Documents initiaux)

Diagnostic : Classe I, Inversés d'articulé, Supraclusion (terrain : parodontite chronique de l'adulte)



3.4.2 fin de traitement (Documents finaux)



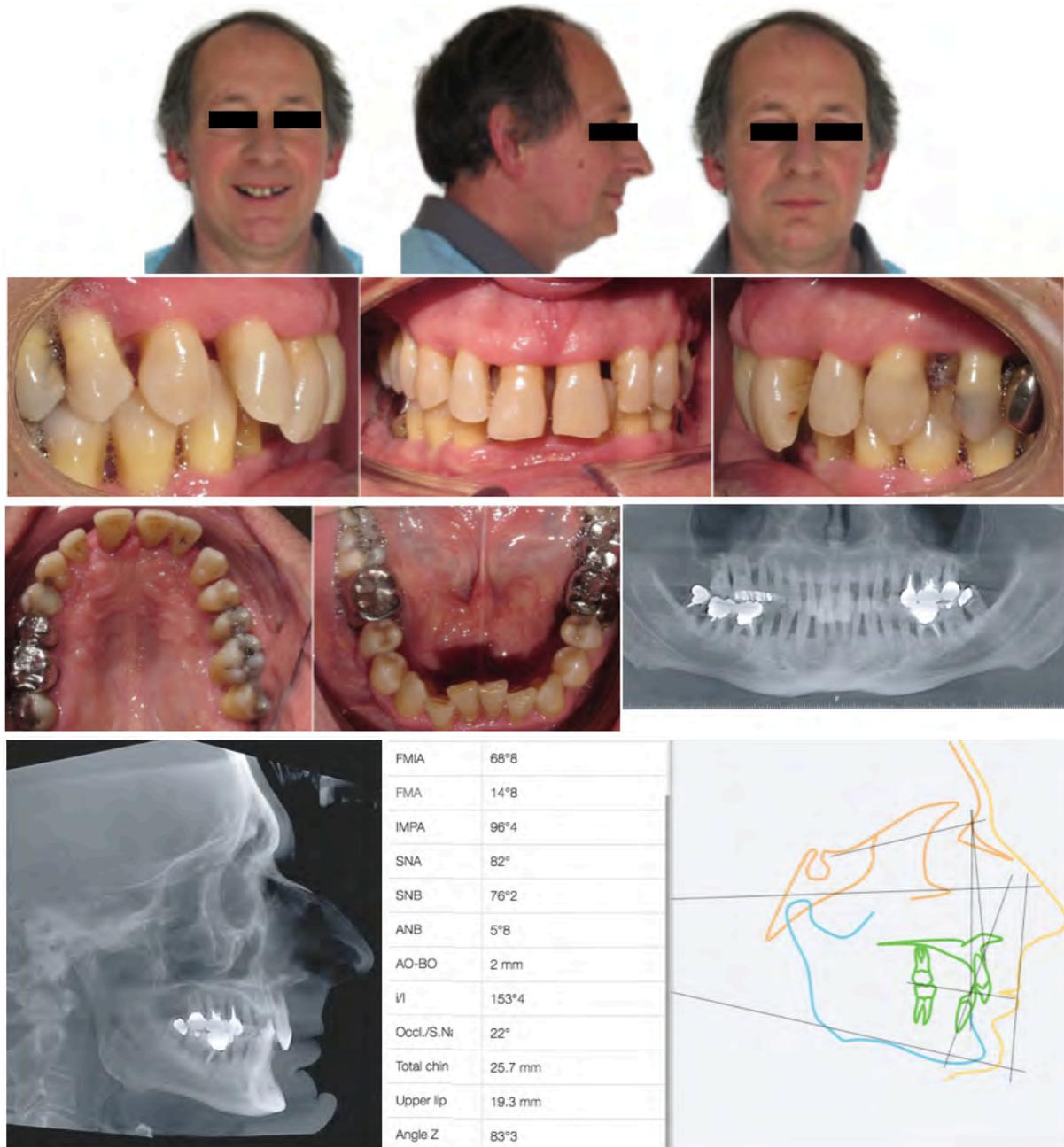
3.4.3 Après réalisation des composites esthétiques



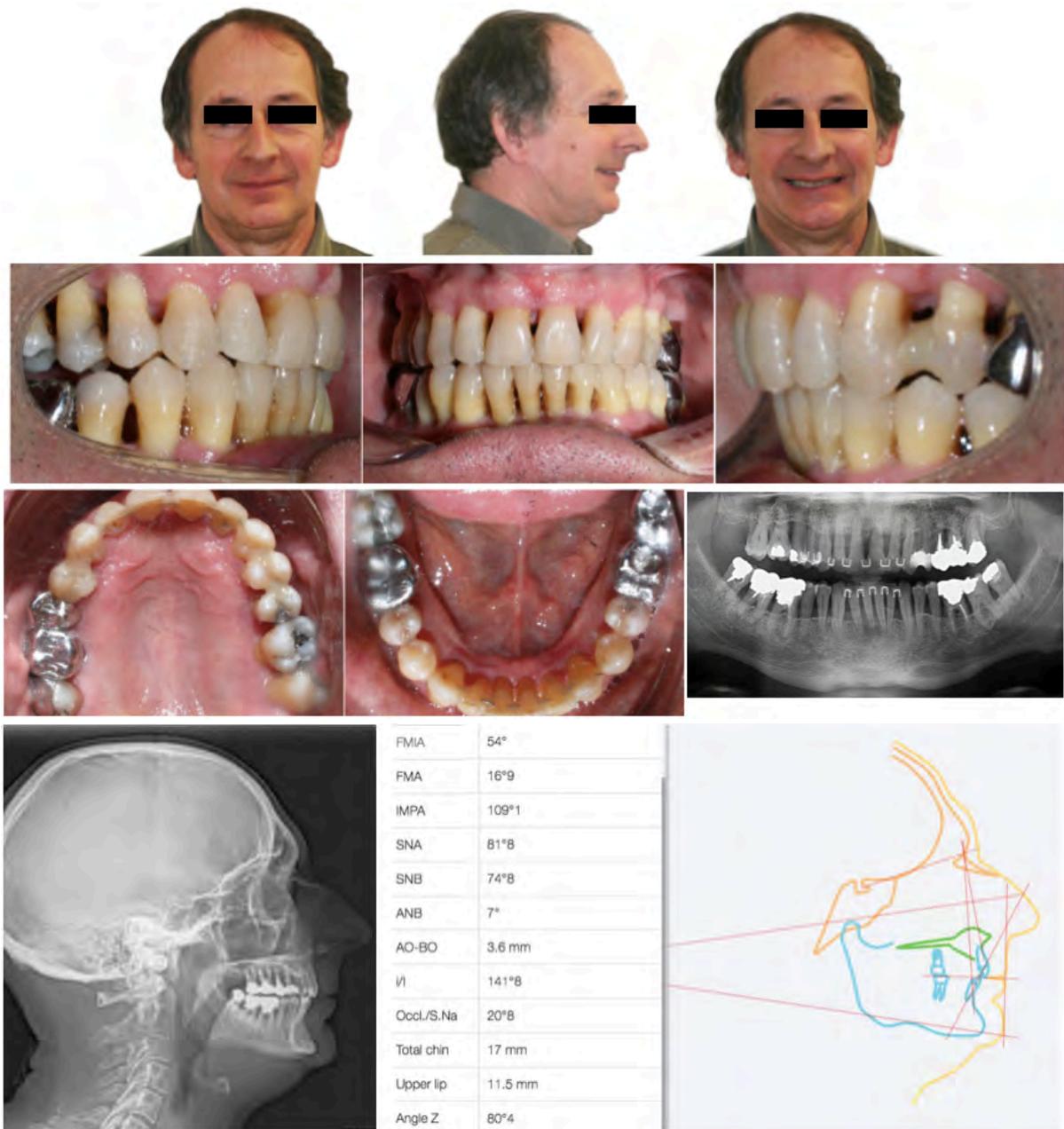
3.5 CAS 5

3.5.1 Début de traitement (Documents initiaux)

Diagnostic : Classe II, Egression incisives (terrain : parodontite chronique de l'adulte)



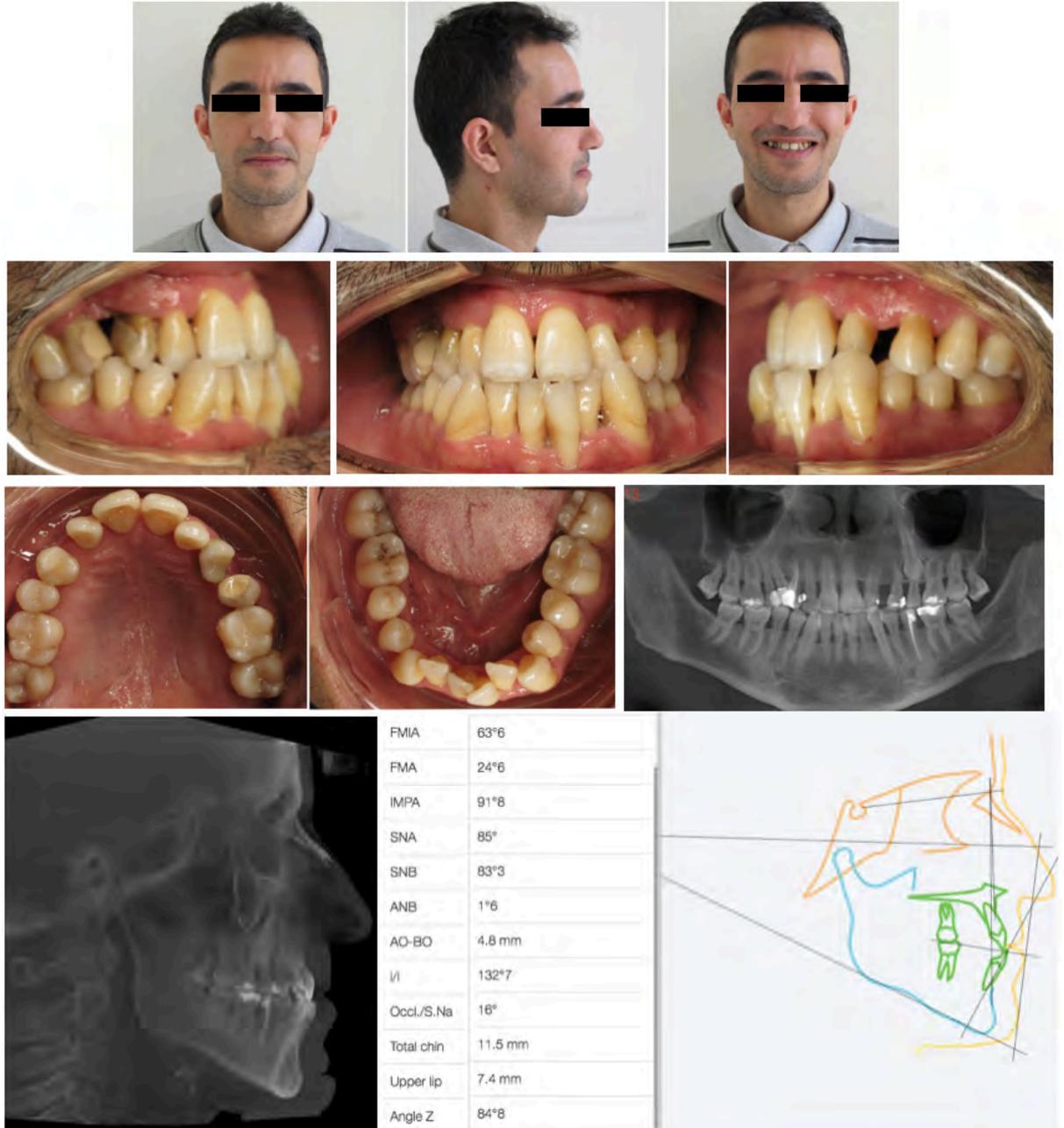
3.5.2 fin de traitement (Documents finaux)



3.6 CAS 6

3.6.1 Début de traitement (Documents initiaux)

Diagnostic : Classe III squelettique, Endoalvéolie maxillaire, DDM, (terrain : parodontite agressive de l'adulte)



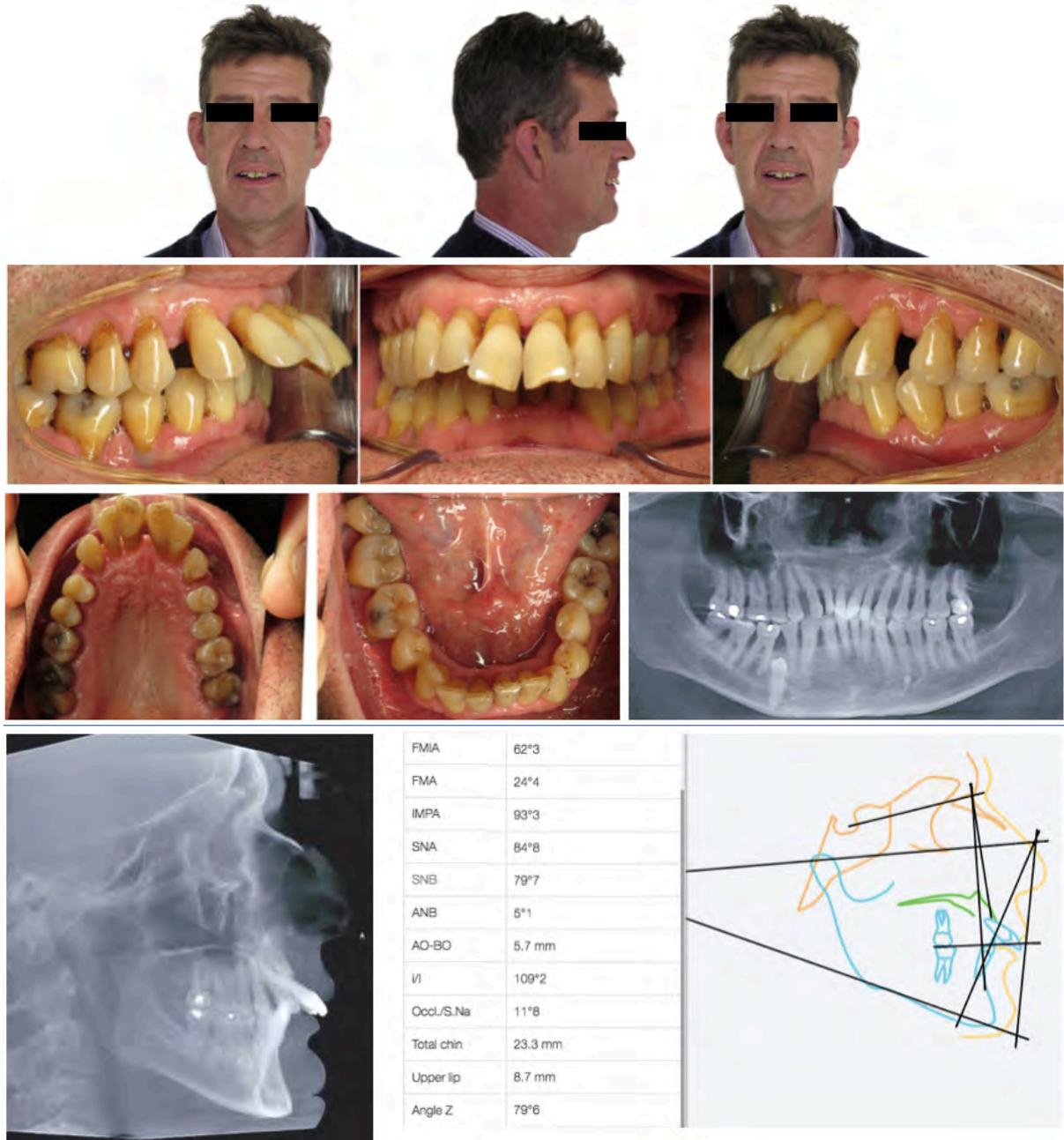
3.6.2 fin de traitement (Documents finaux)



3.7 CAS 7

3.7.1 Début de traitement (Documents initiaux)

Diagnostic : Classe II, Egression incisives (terrain : parodontite chronique de l'adulte)



3.7.2 En cours de traitement



CONCLUSION

Avant tout traitement orthodontique (surtout si visée esthétique) il est indiqué de réaliser :

- Des photographies du sourire naturel et forcé, de la ligne des collets et de la ligne esthétique gingivale.
- Des moulages d'études (avec impressions gingivales visibles).
- Un bilan clinique parodontal complet : indice de plaque, indice de saignement, valeurs de sondage, mesures de la hauteur de tissu kératinisé, position de la ligne muco-gingivale.
- Des radiographies intra-buccales avec angulateurs ne seront indiquées qu'en présence de profondeur de poche parodontale supérieure ou égale à 3 mm.

Toutes ces données serviront à :

- Établir un diagnostic parodontal esthétique ;
- Expliquer au patient la présence de certains défauts et la possibilité de les traiter (notion d'information et de consentement éclairé) ;
- Élaborer le plan de traitement parodontal ;
- Proposer et coordonner ce plan de traitement avec celui de l'orthodontiste.

L'orthodontiste avisé prendra en compte les considérations parodontales lorsqu'il planifie son traitement que ce soit chez l'enfant, l'adolescent ou l'adulte.

Pour le parodontologiste, il sera important de connaître les grandes lignes du diagnostic et du plan de traitement, la direction des mouvements envisagés, leur amplitude. Ce dernier pourra ainsi informer l'orthodontiste du bénéfice ou du risque en fonction des biotypes parodontaux, des précautions particulières à prendre.

Le parodontiste proposera éventuellement un calendrier de visites de contrôle, de suivi, et évoquera la possibilité d'intervenir en cours de traitement orthodontique si certains paramètres parodontaux venaient à se détériorer, car on sait combien l'architecture

BIBLIOGRAPHIE

1. Dersot J-M. Le contrôle de plaque, un élément essentiel du succès du traitement orthodontique. *Orthod Fr.* mars 2010;81(1):33-9.
2. Socransky SS, Haffajee AD, Goodson JM, Lindhe J. New concepts of destructive periodontal disease. *J Clin Periodontol.* 1 janv 1984;11(1):21-32.
3. Svoboda J-M, Dufour T. Prophylaxie des parodontopathies et hygiène buccodentaire. *EMC - Dent.* nov 2004;1(4):349-60.
4. Dersot J-M, Hagege FJ. Les facteurs de risque en parodontie : conséquences orthodontiques. *Int Orthod.* déc 2007;5(4):393-404.
5. Houle M., Grenier D. Maladies parodontales : connaissances actuelles. *Médecine Mal Infect.* juill 2003;33(7):331-40.
6. Straub B, Bouletreau P, Breton P. Periodontal management in orthognathic surgery: Early screening of periodontal risk and its current management for the optimization of orthodontic and surgical treatments. *Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale.* sept 2014;115(4):208-18.
7. Lemaitre P, Bassede C. [The role of direct microscopy study of periodontal microflora. 10 years after Listgarten and Hellden]. *J Parodontol.* nov 1988;7(4):397-407.
8. Loesche WJ, Lopatin DE, Stoll J, Van Poperin N, Hujoel PP. Comparison of various detection methods for periodontopathic bacteria: can culture be considered the primary reference standard? *J Clin Microbiol.* 1992;30(2):418-426.
9. Eley BM, Cox SW. Advances in periodontal diagnosis. 7. Proteolytic and hydrolytic enzymes link with periodontitis. *Br Dent J.* 11 avr 1998;184(7):323-8.
10. Loesche WJ, Bretz WA, Kerschensteiner D, Stoll J, Socransky SS, Hujoel P, et al. Development of a diagnostic test for anaerobic periodontal infections based on plaque hydrolysis of benzoyl-DL-arginine-naphthylamide. *J Clin Microbiol.* 1990;28(7):1551-1559.
11. Persson GR, Page RC. Diagnostic characteristics of crevicular fluid aspartate aminotransferase (AST) levels associated with periodontal disease activity. *J Clin Periodontol.* 1992;19(1):43-48.
12. Massif L, Frapier L. Utilisation clinique des minivis en orthodontie. *EM-Consulte.* 2008;
13. Liao Z, Chen J, Li W, Darendeliler MA, Swain M, Li Q. Biomechanical Investigation into the Role of the Periodontal Ligament in Optimising Orthodontic Force: A Finite Element Case Study. *Arch Oral Biol* [Internet]. févr 2016 [cité 29 févr 2016];

14. Burstone CJ, Pryputniewicz RJ. Holographic determination of centers of rotation produced by orthodontic forces. *Am J Orthod.* avr 1980;77(4):396-409.
15. Nägerl H, Burstone CJ, Becker B, Kubein-Messenburg D. Centers of rotation with transverse forces: an experimental study. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* avr 1991;99(4):337-45.
16. Pedersen E, Isidor F, Gjessing P, Andersen K. Location of centres of resistance for maxillary anterior teeth measured on human autopsy material. *Eur J Orthod.* déc 1991;13(6):452-8.
17. Baron R. [Remodeling of alveolar bone in spontaneous and induced tooth displacement]. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* juill 1975;9(3):309-25.
18. D.Dorignac, E.Bardinet, C.Bazert, N.Devert. Biomécanique orthodontique et notion de force légère - EM Premium.
19. van Leeuwen EJ, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Tooth movement with light continuous and discontinuous forces in beagle dogs. *Eur J Oral Sci.* déc 1999;107(6):468-74.
20. Pilon JJ, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* juill 1996;110(1):16-23.
21. Bassett CA, Becker RO. Generation of electric potentials by bone in response to mechanical stress. *Science.* 28 sept 1962;137(3535):1063-4.
22. Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery PC, Korostoff E. Electric currents, bone remodeling, and orthodontic tooth movement. II. Increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide levels by combined force and electric current. *Am J Orthod.* janv 1980;77(1):33-47.
23. Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt. *Eur J Orthod.* juin 2006;28(3):221-40.
24. Castelli A, Le Gall M, Monnet-Corti V. Comportement du parodonte au cours du nivellement des incisives mandibulaires : précautions à prendre. *Behav Periodontium Leveling Mandibular Incisors What Precaut Are Needed.* mars 2016;87(1):99-102.
25. Jati AS, Furquim LZ, Consolaro A. Gingival recession: its causes and types, and the importance of orthodontic treatment. *Dent Press J Orthod.* juin 2016;21(3):18-29.
26. Canal P, Salvadori A. *Orthodontie de l'adulte.* 2007;
27. Bonnefont R, Guyomard F. [Review of the mechanical ideas utilized in orthodontics]. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* janv 1979;13(1):5-25.
28. Massif L, Frapier L. *Orthodontie et parodontie.* 2007;

29. Telli AE, Celik HM, Alpar R, Demirhanoglu M. [Long-term evaluation of the periodontal status in extraction treatment]. *Türk Ortod Derg Ortod Derneğnin Resmi Yayin Organidir Turk J Orthod.* avr 1990;3(1):19-23.
30. Reed BE, Polson AM, Subtelny JD. Long-term periodontal status of teeth moved into extraction sites. *Am J Orthod.* sept 1985;88(3):203-8.
31. Artun J, Osterberg SK. Periodontal status of teeth facing extraction sites long-term after orthodontic treatment. *J Periodontol.* janv 1987;58(1):24-9.
32. Chaqués Asensi J. Extraction d'une incisive mandibulaire en orthodontie : indication, plan de traitement et gestion clinique pour différentes malocclusions. *Orthod Fr.* sept 2012;83(3):183-200.
33. Kokich VG, Shapiro PA. Lower incisor extraction in orthodontic treatment. Four clinical reports. *Angle Orthod.* avr 1984;54(2):139-53.
34. Zhylich D, Suri S. Mandibular incisor extraction: a systematic review of an uncommon extraction choice in orthodontic treatment. *J Orthod.* sept 2011;38(3):185-95.
35. Uribe F, Holliday B, Nanda R. Incidence of open gingival embrasures after mandibular incisor extractions: A clinical photographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* janv 2011;139(1):49-54.
36. Ko-Kimura N, Kimura-Hayashi M, Yamaguchi M, Ikeda T, Meguro D, Kanekawa M, et al. Some factors associated with open gingival embrasures following orthodontic treatment. *Aust Orthod J.* avr 2003;19(1):19-24.
37. Sharma AA, Park JH. Esthetic Considerations in Interdental Papilla: Remediation and Regeneration. *J Esthet Restor Dent.* févr 2010;22(1):18-28.
38. Sayagh M, Maniere-Ezvan A, Vernet C, Muller-Bolla M. Therapeutic decisions in the presence of decayed permanent first molars in young subjects: A descriptive inquiry. *Int Orthod.* sept 2012;10(3):318-36.
39. Livas C, Pandis N, Booij JW, Katsaros C, Ren Y. Long-term evaluation of Class II subdivision treatment with unilateral maxillary first molar extraction. *Angle Orthod.* sept 2015;85(5):757-63.
40. Greatrex PAF, Sampson WJ, Richards LC, Twelftree CC. The extraction of permanent second molars and its effect on the dentofacial complex of patients treated with the Tip-Edge appliance. *Eur J Orthod.* oct 2002;24(5):501-18.
41. Lin J, Gu Y. [Preliminary investigation of lower second molar extraction in correction of severe skeletal class III malocclusion]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi Chin J Stomatol.* sept 2006;41(9):537-41.
42. Schroeder MA, Schroeder DK, Santos DJS, Leser MM. Molar extractions in orthodontics. *Dent Press J Orthod.* 11 déc 2011;16(6):130-57.

43. Lee C-T, Hum L, Chen Y-W. The effect of regenerative periodontal therapy in preventing periodontal defects after the extraction of third molars: A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 1939. 14 avr 2016;
44. Sammartino G, Tia M, Bucci T, Wang H-L. Prevention of Mandibular Third Molar Extraction-Associated Periodontal Defects: A Comparative Study. *J Periodontol.* mars 2009;80(3):389-96.
45. Marteau J-M, Boileau M-J. Dents incluses, sémiologie et principes thérapeutiques. EM-Consulte. 2014;
46. Pujol P. Miniscrews: A simple alternative for complex treatments. *Int Orthod.* déc 2014;12(4):413-30.
47. Baron P. Ancrages vissés en orthodontie. EM-Consulte. 2015;
48. Vanarsdall RL, Corn H. Soft-tissue management of labially positioned unerupted teeth. July 1977. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* mars 2004;125(3):284-93.
49. Power SM, Short MB. An investigation into the response of palatally displaced canines to the removal of deciduous canines and an assessment of factors contributing to favourable eruption. *Br J Orthod.* août 1993;20(3):215-23.
50. McDonald F, Yap WL. The surgical exposure and application of direct traction of unerupted teeth. *Am J Orthod.* avr 1986;89(4):331-40.
51. Kohavi D, Becker A, Zilberman Y. Surgical exposure, orthodontic movement, and final tooth position as factors in periodontal breakdown of treated palatally impacted canines. *Am J Orthod.* janv 1984;85(1):72-7.
52. Evren AD, Nevzatoğlu Ş, Arun T, Acar A. Periodontal status of ectopic canines after orthodontic treatment. *Angle Orthod.* janv 2014;84(1):18-23.
53. Poutgatch P, Boes D. Interrelations orthodontie-parodontologie. EM-Consulte.
54. Crescini A, Clauser C, Giorgetti R, Cortellini P, Pini Prato GP. Tunnel traction of infraosseous impacted maxillary canines. A three-year periodontal follow-up. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* janv 1994;105(1):61-72.
55. Ghijssels E, Coucke W, Verdonck A, Teughels W, Quirynen M, Pauwels M, et al. Long-term changes in microbiology and clinical periodontal variables after completion of fixed orthodontic appliances. *Orthod Craniofac Res.* févr 2014;17(1):49-59.
56. Davis SM, Plonka AB, Fulks BA, Taylor KL, Bashutski J. Consequences of orthodontic treatment on periodontal health: Clinical and microbial effects. *Semin Orthod.* sept 2014;20(3):139-49.
57. Pithon MM. orthodontics highlights. *Dent Press J Orthod.* 9 oct 2015;20(5):15-7.

58. Ireland AJ, Soro V, Sprague SV, Harradine NWT, Day C, Al-Anezi S, et al. The effects of different orthodontic appliances upon microbial communities. *Orthod Craniofac Res.* mai 2014;17(2):115-23.
59. Kaygisiz E, Uzuner FD, Yuksel S, Taner L, Çulhaoğlu R, Sezgin Y, et al. Effects of self-ligating and conventional brackets on halitosis and periodontal conditions. *Angle Orthod.* mai 2015;85(3):468-73.
60. Demling A, Demling C, Schwestka-Polly R, Stiesch M, Heuer W. Influence of lingual orthodontic therapy on microbial parameters and periodontal status in adults. *Eur J Orthod.* 1 déc 2009;31(6):638-42.
61. Miethke R-R, Brauner K. A Comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign system and with fixed lingual appliances. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie OrganOfficial J Dtsch Ges Für Kieferorthopädie.* mai 2007;68(3):223-31.
62. Sinclair PM, Cannito MF, Goates LJ, Solomos LF, Alexander CM. Patient responses to lingual appliances. *J Clin Orthod JCO.* juin 1986;20(6):396-404.
63. Caniklioglu C, Oztürk Y. Patient discomfort: a comparison between lingual and labial fixed appliances. *Angle Orthod.* janv 2005;75(1):86-91.
64. Wiechmann D, Klang E, Helms H-J, Knösel M. Lingual appliances reduce the incidence of white spot lesions during orthodontic multibracket treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* sept 2015;148(3):414-22.
65. Auluck A. Lingual orthodontic treatment: what is the current evidence base? *J Orthod.* sept 2013;40(sup1):s27-33.
66. Fukunaga T, Kuroda S, Kurosaka H, Takano-Yamamoto T. Skeletal anchorage for orthodontic correction of maxillary protrusion with adult periodontitis. *Angle Orthod.* 2006;76(1):148-155.
67. Ellis PE, Benson PE. Potential hazards of orthodontic treatment--what your patient should know. *Dent Update.* déc 2002;29(10):492-6.
68. Nienkemper M, Wilmes B, Renger S, Mazaud-Schmelter M, Drescher D. [Improvement of mini-implant stability in orthodontics]. *Orthod Fr.* sept 2012;83(3):201-7.
69. Miethke R-R, Vogt S. A Comparison of the Periodontal Health of Patients during Treatment with the Invisalign® System and with Fixed Orthodontic Appliances. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie.* mai 2005;66(3):219-29.
70. Azaripour A, Weusmann J, Mahmoodi B, Peppas D, Gerhold-Ay A, Van Noorden CJF, et al. Braces versus Invisalign®: gingival parameters and patients' satisfaction during treatment: a cross-sectional study. *BMC Oral Health.* déc 2015;15(1).

71. Karkhanechi M, Chow D, Sipkin J, Sherman D, Boylan RJ, Norman RG, et al. Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy. *Angle Orthod.* janv 2013;83(1):146-51.
72. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Periodontal health during clear aligners treatment: a systematic review. *Eur J Orthod.* oct 2015;37(5):539-43.
73. Edwards J. The diastema, the frenum, the frenectomy: A clinical study. *Am J Orthod.* 71:489-508.
74. Monnet-Corti V, Barrin A, Goubron C. Apport de la parodontologie dans l'esthétique du sourire. *Reciprocal Relatsh Orthod Periodontics Esthet Treat.* juin 2012;83(2):131-42.
75. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: A Minimally Invasive, Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure. *Compend Contin Educ Dent* 15488578. 7 août 2009;30(6):342-50.
76. Strippoli J, Aknin J-J. Le concept du déplacement dentaire accéléré par corticotomie ou par piézocision. *Orthod Fr.* juin 2012;83(2):155-64.
77. Hassan AH, Al-Fraidi AA, Al-Saeed SH. Corticotomy-assisted orthodontic treatment: review. *Open Dent J.* 2010;4(1).
78. Moreau N, Charrier J-B. [Bone formation and corticotomy-induced accelerated bone remodeling: can alveolar corticotomy induce bone formation?]. *Orthod Fr.* mars 2015;86(1):113-20.
79. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the Periodontium Following Corticotomy-Facilitated Orthodontics. *Case Reports**. *J Periodontol.* 1990;61(4):234-238.
80. Blanchet F, Tavernier B. *Corticotomies Alvéolaires.* 2016;
81. Keser EI, Dibart S. Sequential piezocision: A novel approach to accelerated orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* déc 2013;144(6):879-89.
82. Horowitz SL, Hixon EH. Physiologic recovery following orthodontic treatment. *Am J Orthod.* janv 1969;55(1):1-4.
83. Chabre C, Medio M. *Récidive et Contention.* 2016;
84. Reitan K. Tissue Rearrangement During Retention Of Orthodontically Rotated Teeth*. *Angle Orthod.* 1 avr 1959;29(2):105-13.
85. Destang DL, Kerr WJS. Maxillary retention: is longer better? *Eur J Orthod.* févr 2003;25(1):65-9.

86. Peck S, Peck H. Crown Dimensions and Mandibular Incisor Alignment. *Angle Orthod.* 1 avr 1972;42(2):148-53.
87. Zachrisson BU, Nyøygaard L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* févr 2007;131(2):162-9.
88. Edwards JG. A long-term prospective evaluation of the circumferential supracrestal fiberotomy in alleviating orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* mai 1988;93(5):380-7.
89. Johnston CD, Littlewood SJ. Retention in orthodontics. *BDJ.* 16 févr 2015;218(3):119-22.
90. Haroun A. Recommandations de l'HAS sur l'avulsion des troisièmes molaires. *Bull L'Union Natl Pour L'Intérêt L'Orthopédie Dento-Faciale.* 2008;(37):22-37.
91. Zawawi KH, Melis M. The Role of Mandibular Third Molars on Lower Anterior Teeth Crowding and Relapse after Orthodontic Treatment: A Systematic Review. *Sci World J.* 2014;2014:1-6.
92. Zachrisson BJ. Third-generation mandibular bonded lingual 3-3 retainer. *J Clin Orthod JCO.* janv 1995;29(1):39-48.
93. Philippe J. Maintenir les effets du traitement orthodontique. Siebert T, Kalifa F, éditeurs. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* oct 2015;49(4):313-23.
94. Booth FA, Edelman JM, Proffit WR. Twenty-year follow-up of patients with permanently bonded mandibular canine-to-canine retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* janv 2008;133(1):70-6.
95. Solow RA. Bonded anterior orthodontic retainers. *Gen Dent.* 2013;62(3):21-24.
96. Bovali E, Kiliaridis S, Cornelis MA. Indirect vs direct bonding of mandibular fixed retainers in orthodontic patients: A single-center randomized controlled trial comparing placement time and failure over a 6-month period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* déc 2014;146(6):701-8.
97. Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS. 2008 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. *J Clin Orthod JCO.* nov 2008;42(11):625-40.
98. Heier EE, De Smit A, Wijgaerts IA, Adriaens PA. Periodontal implications of bonded versus removable retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(6):607-616.
99. \AArtun J, Spadafora AT, Shapiro PA. A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. *Eur J Orthod.* 1997;19(5):501-509.

100. Torkan S, Oshagh M, Khojastepour L, Shahidi S, Heidari S. Clinical and radiographic comparison of the effects of two types of fixed retainers on periodontium-A randomized clinical trial. *Prog Orthod.* 2014;15(1):1.
101. Dietrich P, Patcas R, Pandis N, Eliades T. Long-term follow-up of maxillary fixed retention: survival rate and periodontal health. *Eur J Orthod.* févr 2015;37(1):37-42.
102. Littlewood SJ, Millett DT, Doubleday B, Bearn DR, Worthington HV. Retention procedures for stabilising tooth position after treatment with orthodontic braces. In: *The Cochrane Collaboration, éditeur. Cochrane Database of Systematic Reviews.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2016.
103. Yu Y, Sun J, Lai W, Wu T, Koshy S, Shi Z. Interventions for managing relapse of the lower front teeth after orthodontic treatment. In: *The Cochrane Collaboration, éditeur. Cochrane Database of Systematic Reviews.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2013.
104. Genco RJ, Borgnakke WS. Risk factors for periodontal disease. *Periodontol 2000.* 2013;62(1):59-94.
105. Meeran NA. Iatrogenic possibilities of orthodontic treatment and modalities of prevention. *J Orthod Sci.* 2013;2(3):73-86.
106. van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Carels C. The relationships between malocclusion, fixed orthodontic appliances and periodontal disease. A review of the literature. *Aust Orthod J.* nov 2007;23(2):121-9.
107. Alexander SA. Effects of orthodontic attachments on the gingival health of permanent second molars. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* oct 1991;100(4):337-40.
108. Melsen B, Agerbaek N, Markenstam G. Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* sept 1989;96(3):232-41.
109. Re S, Corrente G, Abundo R, Cardaropoli D. Orthodontic treatment in periodontally compromised patients: 12-year report. *Int J Periodontics Restorative Dent.* févr 2000;20(1):31-9.
110. Corrente G, Abundo R, Re S, Cardaropoli D, Cardaropoli G. Orthodontic movement into infrabony defects in patients with advanced periodontal disease: a clinical and radiological study. *J Periodontol.* août 2003;74(8):1104-9.
111. 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. *J Am Dent Assoc 1939.* avr 2008;139(4):413-22.

112. Anter E, Khalifa Zayet M, El-Dessouky SH. Accuracy and precision of cone beam computed tomography in periodontal defects measurement (systematic review). *J Indian Soc Periodontol.* 5 juin 2016;20(3):235-43.
113. Boyer S, Fontanel F, Danan M, Olivier M, Bouter D, Brion M. Severe periodontitis and orthodontics: evaluation of long-term results. *Int Orthod Collège Eur Orthod.* sept 2011;9(3):259-73.
114. da Silva VC, Cirelli CC, Ribeiro FS, Leite FRM, Benatti Neto C, Marcantonio RAC, et al. Intrusion of teeth with class III furcation: a clinical, histologic and histometric study in dogs. *J Clin Periodontol.* sept 2008;35(9):807-16.
115. Nemcovsky CE, Sasson M, Beny L, Weinreb M, Vardimon AD. Periodontal healing following orthodontic movement of rat molars with intact versus damaged periodontia towards a bony defect. *Eur J Orthod.* août 2007;29(4):338-44.
116. Garat JA, Gordillo ME, Ubios AM. Bone response to different strength orthodontic forces in animals with periodontitis. *J Periodontal Res.* déc 2005;40(6):441-5.
117. Handelman CS. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthod.* 1996;66(2):95-109-110.
118. Djeu G, Hayes C, Zawaideh S. Correlation between mandibular central incisor proclination and gingival recession during fixed appliance therapy. *Angle Orthod.* juin 2002;72(3):238-45.
119. Diop Ba K, Samadet V, Delsol L, Canal P. Résorption en orthodontie. *EM-Consulte.* 2013;
120. Parker RJ, Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* déc 1998;114(6):677-83.
121. Harry MR, Sims MR. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *Angle Orthod.* juill 1982;52(3):235-58.
122. Lupi JE, Handelman CS, Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* janv 1996;109(1):28-37.
123. Mavragani M, Bøe OE, Wisth PJ, Selvig KA. Changes in root length during orthodontic treatment: advantages for immature teeth. *Eur J Orthod.* févr 2002;24(1):91-7.
124. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* janv 1993;103(1):62-6.

125. Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* juill 1995;108(1):48-55.
126. Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod.* août 1983;5(3):173-83.
127. Remington DN, Joondeph DR, Artun J, Riedel RA, Chapko MK. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* juill 1989;96(1):43-6.
128. Valladares Neto J, Rino Neto J, Paiva JB de. Orthodontic movement of teeth with short root anomaly: should it be avoided, faced or ignored? *Dent Press J Orthod.* 2013;18(6):72-85.

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Le modèle infectieux (3).....	17
Figure 2 : Sondage d'une poche parodontale de 7mm(6).....	18
Figure 3 : Forces d'actions et réaction égales et de sens opposé ($F_1 = F_2$)(12).....	20
Figure 4 : Résistance au déplacement de l'unité d'ancrage ($F_1 = F_2$) (13).....	21
Figure 5 : Ancrage direct par minivis ($F_1 = F_2$) (13).....	22
Figure 6 : Ancrage indirect par minivis ($F_1 = F_2$) (13).....	22
Figure 7 : (A) localisation du centre de résistance dépend de la hauteur d'os alvéolaire et de la longueur radiculaire. (B) localisation du centre de résistance avec une perte d'os alvéolaire. (C) avec une racine courte (14)	23
Figure 8 : explication clinique du "moment" d'une force, (A) la force mésiale sur le bracket de la molaire crée un mouvement de version mésiale. (B) Le force d'expansion sur la molaire crée un mouvement de tip de la couronne. (C) La force d'intrusion sur le bracket de la molaire crée un mouvement de version coronaire. (D) (14)	24
Figure 9 : Effet de l'inclinaison et de la localisation du point d'application de la force sur le mouvement dentaire. Une force intrusive sur l'incisive avec (A) un axe normal, (B) un axe droit, (C) un axe horizontal, (D) un axe lingualé	24
Figure 10 : Correspondance entre la courbe de déplacement et les différents stades morphologiques de la réaction osseuse. H : hyalinisation (12)	25
Figure 11 : Remodelage osseux, le cycle A.R.I.F. (12).....	28
Figure 12 : Pièce anatomique montrant la fragilité osseuse au niveau de l'incisive mandibulaire (25).....	32
Figure 13 : cliché Cône-Beam avec les différentes analyses (24)	33
Figure 14 : Fermeture d'espace associée à une fibrotomie secteur 3 (CHU Toulouse)....	35
Figure 15 : Set-up avec extraction de l'incisive mandibulaire (34)	37
Figure 16 : cas extrait d'un article du Dr. Zacchrisson (A) photographie endo-buccale initiale (B) photographie exo-buccale de face (C) photographie endo-buccale mandibulaire initiale (D) photographie endo-buccale après extraction de la 31 (E) photographie endo-buccale après alignement, nivellement et correction des rotations : apparitions des triangles noirs (F) photographie endo-buccale : diminution des triangles noirs après stripping (G) photographie endo-buccale mandibulaire de fin de traitement (H) photographie endo-buccale inter-arcade de fin de traitement.....	38
Figure 17 : Schéma expliquant la fermeture des triangles noirs par stripping (37)	39
Figure 18 : (A) BOBM à été utilisé pour traiter le défaut parodontal post-extraction de la 3ème molaire (B) 6 mois après le traitement (C) 24 mois après le traitement (D) Radiographie panoramique 24 mois après le traitement bilatéral (44).....	41
Figure 19 : Cas de désinclusion de la 27 du Dr. Pujol P. (46).....	44
Figure 20 : Cas de désinclusion de la 47 du Dr. Baron (47).....	44
Figure 21 : Evolution spontanée de 13 et 23 en position haute dans la muqueuse alvéolaire (64).....	45
Figure 22 : Cas de désinclusion de la 33 et de la 23 (CHU Toulouse).....	47

Figure 23 : Canine mandibulaire en inclusion médiane, à distance de la ligne mucogingivale d'éruption normale. La chirurgie de fixation de l'ancrage a été réalisée sans tenir compte des structures mucogingivales (53).....	47
Figure 24 : Dégagement d'une dent incluse à proximité de la ligne mucogingivale . Choix du protocole mucogingivale. en orange : site de prélèvement (53)A : situation préopératoire B : lambeau positionné apicalement C : lambeau periapical D : lambeau bipapillaire apicalisé E : greffe gingivale (absence de site donneur proximal ou coronaire).....	48
Figure 25 : (A) Préopératoire (B) Lambeau apicalisé suturé (C) Situation postopératoire à 4 mois : la dent évolue avec son parodonte vestibulaire (53)	49
Figure 26 : Absence de gencive attachée sur la canine après traction chirurgico-orthodontique (53)	50
Figure 27 : Résorption quasi complétée de la racine de l'incisive latérale par la canine incluse (A) Examen tomodontométrique (B) Vue endobuccale(45).....	50
Figure 28 : Minivis, filetage autoforant. Têtes spécifiques selon indications, disponibles en plusieurs tailles.....	53
Figure 29 : Plaques d'ancrage TEB en I et en T . Les têtes comportant des crochets pour élastiques et des perforations en 0.022 x 0.028 (47).....	53
Figure 30 : Ancrage de Bollard . Modèle pédiatrique à deux trous, modèle standard à trois trous(47)	53
Figure 31 : Facteurs de choix du site et de la minivis (47).....	54
Figure 32 : (a) Interférences du frein sur l'esthétique et l'hygiène bucco-dentaire et sur la fermeture du diastème, (b) Blanchiment de la papille palatine gingivale rétro-incisive. (c) Après la frénectomie, le diastème s'est spontanément réduit, (d) La fermeture orthodontique du diastème permet de rétablir le couloir d'éruption de la 12 et de la 22, et leur éruption spontanée (74).....	58
Figure 33: (a) Schéma d'un parodonte de biotype fin et festonné avec dents triangulaires avant égression orthodontique. (b) Après égression de la hauteur des traits rouges, apparaissent des « trous noirs » dans les espaces interradiculaires. En vert, le stripping à réaliser pour fermer les espaces. (c) résultats (74).....	59
Figure 34 : Cas de Corticotomie du Dr. Dibart (75).....	61
Figure 35 :Exemple : traitement en 9mois Au-dessus : photographies initiales Au milieu : photographies de la Corticotomie maxillaire puis mandibulaire Au-dessous : photographies de fin de traitement (81).....	63
Figure 36 : Cas du Dr. Zachrisson(87).....	65
Figure 37 : Fibrotomie supracrestale selon Edwards(83)	66
Figure 38 : fil collé sur 33 et 43 (94)	69
Figure 39 : Collage indirect d'un fil type bande fibrée de 3 à 3 (95) (A) Photographie fin de traitement (B) Positionnement de la contention sur modèle en plâtre (C) Mise en place de la gouttière en silicone (D) Intrados du fil enduit de composite (E) Photographies endobuccales de fin de traitement.....	69
Figure 40 : Différents type de contention fixées (CHU Toulouse)	70
Figure 41 : Contention maxillaire associant une butée cingulaire (83) Erreur ! Signet non défini.	
Figure 42 : Différents types de contentions amovibles (CHU Toulouse).....	71

Figure 43 : Hypertrophie gingivale lors de la dépose de l'appareil orthodontique (CHU Toulouse)	74
Figure 44 : Récession gingivale en U associée à un réduction de l'os alvéolaire en vestibulaire (25)	76
Figure 45 :(A) Le cliché radiographique révèle la fragilité osseuse au niveaux des incisives maxillaires avec le parodonte et les tissus dentaires minéralisé (B) Idem au Microscope (x20) (25).....	77
Figure 46 : Exemple de fermeture de diastème de manière orthodontique associée à un geste chirurgical parodontal et suivi d'une contention (110).....	77
Figure 47 : Exemple radiologique de résorptions radiculaires multiples(119).....	78
Figure 48 : (128) (A) Photographies initiales intra-orales (B) Bilan TIB initial (C) Photographies finales intra-orales (D) Bilan TIB de fin de traitement.....	81
Figure 49 : Patient traité par gingivectomie et ostéoplastie associée (74)	82

La Prise en charge orthodontico-parodontale, Protocoles en 2016 et présentations de Cas cliniques

RESUME EN FRANÇAIS :

La thérapeutique orthodontique sur des dents présentant un support parodontal réduit reste délicate à cause du risque lié au déplacement dentaire dans son environnement parodontal aminci, affaibli ou présent en faible quantité. Toutefois les migrations dentaires secondaires aux maladies parodontales nécessitent bien souvent une prise en charge orthodontique pour des raisons fonctionnelles et esthétiques. La mise en place de ce type de traitement s'envisage aux moyens de forces adaptées, appliquées à des dents dont le support parodontal est assaini. Chez l'adulte, un bilan parodontal préventif ainsi qu'un suivi durant le traitement orthodontique sont indispensables à la réussite du traitement. Certaines techniques de chirurgie plastique parodontale pourront être envisagées avant, pendant ou après la thérapeutique orthodontique afin de maintenir un environnement parodontal favorable. Avec l'avènement des nouvelles techniques orthodontiques (ancrages vissés, thérapeutiques par gouttières...) et parodontales (corticotomies), une prise en charge multidisciplinaire de ces patients « à risque » permet d'obtenir des résultats satisfaisants.

TITRE EN ANGLAIS : The orthodontico-periodontal Care Protocols in 2016 and case reports

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : parodonte réduit, orthodontie, prise en charge multi-disciplinaire

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

Directeurs de thèse : Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Wei YAN-VERGNES