



HAL
open science

Extrusion orthodontique et rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale

Louis Pierre Baptiste André

► **To cite this version:**

Louis Pierre Baptiste André. Extrusion orthodontique et rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. hal-03297996

HAL Id: hal-03297996

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03297996>

Submitted on 23 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

**ACADÉMIE DE NANCY-METZ
UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ D'ODONTOLOGIE**

ANNÉE 2019

N°10603

THÈSE
pour le
DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE
par
Louis Pierre Baptiste ANDRÉ

Né le 23/09/1993 à Laxou (Meurthe-et-Moselle)

<p>Extrusion orthodontique et rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale</p>

Présentée et soutenue publiquement le 26 février 2019

Examineurs de la thèse :

Pr. AMBROSINI Pascal	Professeur des Universités	Président
Dr. JOSEPH David	Maître de Conférences des Universités	Directeur et Juge
Dr. GRÉGOIRE Johanne	Docteur en Chirurgie Dentaire Spécialiste qualifiée en Orthopédie Dento-Faciale	Codirectrice et Juge
Dr. YASUKAWA Kazutoyo	Maître de Conférences des Universités	Juge
Dr. SENG Marilynne	Assistante Hospitalo-Universitaire	Juge

« Par délibération en date du 11 décembre 1972, la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation »

Président : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen : Professeur Jean-Marc MARTRETTE

Vice-Doyens : Dr Céline CLEMENT – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Anne-Sophie VAILLANT

Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr. S. DURIVAUX – Pr A. FONTAINE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENCWEIG - Pr ARTIS - Pr M. VIVIER

Doyens Honoraires : Pr J. VADOT, Pr J.P. LOUIS

Professeur émérite : Pr M-P FILLEUL

Département Odontologie pédiatrique Sous-section 56-01	Mme	<u>DROZ Dominique</u>	Maître de Conférences *
	Mme	JAGER Stéphanie	Maître de Conférences *
	M.	PREVOST Jacques	Maître de Conférences
	Mme	HERNANDEZ Magali	Maître de Conférences *
	M.	LEFAURE Quentin	Assistant
Département Orthopédie dento-faciale Sous-section 56-01	Mme	DARSAT Claire	Assistante*
	M.	<u>EGLOFF Benoît</u>	Maître de Conférences *
	Mme	GREGOIRE Johanne	Assistante
Département Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale Sous-section 56-02	Mme	LAWTON Mathilde	Assistante
	Mme	<u>CLÉMENT Céline</u>	Maître de Conférences *
	M.	BAUDET Alexandre	Assistant *
Département Parodontologie Sous-section 57-01	Mme	NASREDDINE Greyce	Assistante
	M.	<u>AMBROSINI Pascal</u>	Professeur des Universités *
	Mme	BISSON Catherine	Maître de Conférences *
	M.	JOSEPH David	Maître de Conférences *
	M.	LACH Patrick	Assistant
	Mme	MAYER-COUPIN Florence	Assistante
Département Chirurgie orale Sous-section 57-01	Mme	PAOLI Nathalie	Enseignante univ. – Praticien attachée*
	Mme	<u>GUILLET-THIBAUT Julie</u>	Maître de Conférences *
	M.	BRAVETTI Pierre	Maître de Conférences
	Mme	PHULPIN Bérengère	Maître de Conférences *
	M.	CLERC Sébastien	Assistant*
	M.	HASNAOUI Nasr	Assistant
Département Biologie orale Sous-section 57-01	Mme	KICHENBRAND Charlene	Enseignante univ. – Praticien attachée*
	M.	<u>YASUKAWA Kazutoyo</u>	Maître de Conférences *
	M.	MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des Universités *
Département Dentisterie restauratrice, endodontie Sous-section 58-01	Mme	EGLOFF-JURAS Claire	Assistante*
	M.	<u>MORTIER Éric</u>	Professeur des Universités *
	M.	AMORY Christophe	Maître de Conférences
	M.	BALTHAZARD Rémy	Maître de Conférences *
	M.	ENGELS-DEUTSCH Marc	Maître de Conférences
	M.	VINCENT Marin	Maître de Conférences*
	Mme	GEBHARD Cécile	Assistante
	M.	GEVREY Alexis	Assistant
	M.	GIESS Renaud	Assistant *
Département Prothèses Sous-section 58-01	M.	<u>DE MARCH Pascal</u>	Maître de Conférences
	M.	SCHOUVER Jacques	Maître de Conférences
	Mme	VAILLANT Anne-Sophie	Maître de Conférences *
	Mme	CORNE Pascale	Maître de Conférences Associée *
	M.	CIESLAK Steve	Assistant
	M.	HIRTZ Pierre	Assistant *
	M.	MAILLET Maxime	Assistant
	Mme	MOEHREL Bethsabée	Assistante
	M.	VUILLAUME Florian	Assistant
Département Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux Sous-section 58-01	Mme	<u>STRAZIELLE Catherine</u>	Professeur des Universités *
	Mme	MOBY (STUTZMANN) Vanessa	Maître de Conférences *
	M.	SALOMON Jean-Pierre	Maître de Conférences

Souligné : responsable de département

* temps plein

Mis à jour le 01/09/2018

REMERCIEMENTS

À NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE,

Monsieur le Professeur Pascal AMBROSINI

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Henri Poincaré Nancy I

Habilité à Diriger des Recherches

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section : Chirurgie orale, Parodontologie et Biologie orale

Responsable du Département de Parodontologie

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Nous vous remercions pour la qualité de votre enseignement pendant ces années d'études et l'attrait que vous avez suscité chez nous pour votre discipline.

Veillez trouver l'expression de notre profonde gratitude.

À NOTRE DIRECTEUR DE THÈSE ET JUGE,

Monsieur le Docteur David JOSEPH

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section : Chirurgie orale, Parodontologie et Biologie orale

Nous vous remercions d'avoir accepté de prendre la direction de cette thèse.

Veillez trouver ici l'expression de notre profond respect pour vos qualités d'attention, de pédagogie et de patience pendant toute la durée de ces études et pendant la réalisation de ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

À NOTRE DIRECTRICE ADJOINTE DE THÈSE ET JUGE,

Madame le Docteur Johanne GRÉGOIRE

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialisée en Orthopédie Dento-Faciale

Ancienne Assistance Hospitalo-Universitaire

Sous-section : Odontologie Pédiatrique et Orthopédie Dento-faciale

Nous vous remercions d'avoir accepté de prendre la codirection de cette thèse et de nous avoir apporté votre expertise en matière d'Orthopédie Dento-Faciale.

Puissiez trouver dans ce travail la reconnaissance que je vous dois, pour l'attention que vous nous avez portée et les précieux conseils que vous nous avez donnés lors de la rédaction de cette thèse.

Veillez trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance

À NOTRE JUGE,

Monsieur le Docteur YASUKAWA Kazutoyo,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialisé en Médecine Bucco-Dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes mention Sciences de la Vie et de la Santé

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section : Chirurgie orale, Parodontologie et Biologie orale

Responsable du département de Biologie orale

Vous nous avez fait l'honneur de siéger au sein de ce jury.

*Nous vous remercions pour votre sympathie et l'ensemble des connaissances que
vous nous avez enseignées ces dernières années.*

Veillez trouver ici l'expression de nos sincères remerciements

À NOTRE JUGE,

Madame le Dr SENG Marilyne,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialisée en Orthopédie Dento-Faciale

Assistance Hospitalo-Universitaire

Sous-section : Odontologie Pédiatrique et Orthopédie Dento-Faciale

Vous nous avez fait l'honneur de siéger au sein de ce jury.

*Nous sommes sensibles à l'intérêt que vous avez montré pour ce travail et la
disponibilité que vous nous avez accordée.*

Veillez trouver ici l'expression de nos sincères remerciements.

À mes parents, Corinne et Marc. Je vous remercie pour les valeurs que vous m'avez inculquées, vos conseils avisés, votre soutien et votre patience dans toutes mes épreuves personnelles ces vingt-cinq dernières années.

À mes frères, Antoine, Samuel et Gaétan, je vous fais un bisou à chacun, ce qui veut dire beaucoup.

À Helen. Que ces dernières années ne soient que le début d'une longue aventure à tes côtés !

À Papi et Mamie de Brémoucourt et Mamie de Bayon. Je vous remercie pour ce que vous m'apportez tous les jours, la quiétude de votre maison pendant mes «vacances révisions» et votre pleine attention de grands-parents.

À toute la grande famille ANDRÉ/LATANSKA, aux nombreux cousins et aux MAC. Je ne vous citerai pas individuellement dans cette thèse, au risque de rajouter quelques pages. Merci pour cet esprit de famille qui perdure et nous rassemble toujours.

Aux amis de longue date :

Claire et Lucie, #adoration, que nous la tenions encore allumée un bon bout de temps cette lampe, ça serait pas mal !

Thibault, que le destin a remis sur mon chemin il y a 7 ans. On aura toujours quelque chose à partager, une idée, un avis, des projets j'en suis sûr !

À Léa, jamais très loin de son frère, et Mélanie A qui ont bien su me distraire pendant ces longues heures sur les bancs de l'amphi en P1.

À Aude D, Mathilde G, Charline et Élise. Se revoir n'est jamais une mince affaire, mais on y arrive toujours !

Aux dentistes :

Zineb, quel heureux hasard de t'avoir eue pour voisine dès la P2 ! Merci pour ces rires que tu procures et ces souvenirs mémorables que je garde soigneusement (et rien que pour moi) dans mon téléphone.

Agathe, merci pour ta motivation sensiblement similaire à la mienne lorsqu'il fallait se secouer pour aller travailler ou encore pour aller faire la fête avec les copains.

Apolline, présente dès le JJ quand j'ai franchi les portes de la fac, aux côtés de Thibault, merci pour ton sérieux et tes conseils toujours avisés.

Thibaut & Sarah : plongée, escalade et escapades montagnardes... je n'aurais jamais eu une vie étudiante aussi sportive sans vous !

Et à toutes ces rencontres formidables William, Hélène, Florian, Sophie, Charlotte, Anthony, Aurélie et Pauline, sans qui la fête serait moins folle.

Aux chanteurs :

Madeline et Pierre, merci pour l'énergie que vous dépensez au quotidien et ce que vous m'apportez musicalement et humainement.

Estelle, « une choriste », et bien plus finalement ... Je crois que l'on aura toujours une histoire sur le père François ou le Quemar sous ma main, et mon introspection n'aura jamais aussi bien avancé que dernièrement.

Au Harem, Harem ++, je ne sais pas jusqu'où vont les « + » et si c'est encore un harem. En tout cas il y a toujours de l'amour, c'est ça qui importe : Islam, Nadir, Célia, Claire P, Sabrina, Maïli, Quentin, Aurélien, Nico, Louise, Tifenn, Romane, Mélie, Adam, merci pour tous ces bons moments que l'on passe ensemble.

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES	14
LISTE DES TABLEAUX	18
INTRODUCTION	19
1. LE PARODONTE	21
1.1. Le cément.....	21
1.2. Le desmodonte.....	22
1.3. L'os.....	22
1.4. La gencive et l'attache tissulaire supracrestale	23
1.5. Santé parodontale : critères cliniques et radiographiques.....	28
1.6. Limites dentaires et attache tissulaire supracrestale	29
1.7. Techniques.....	32
2. NOTIONS ORTHODONTIQUES ET RÉACTIONS PARODONTALES AU MOUVEMENT D'EXTRUSION	39
2.1. Définitions.....	39
2.2. Effets des forces sur le parodonte profond.....	40
2.3. Facteurs influençant le mouvement orthodontique et le comportement parodontal.....	46
2.4. Déplacement dentaire, spécificité du mouvement d'extrusion.....	50
2.5. Etudes cliniques des modifications parodontales	51
2.6. Conclusion.....	55
3. EXTRUSION ORTHODONTIQUE	57
3.1. Indications	58
3.2. Contre-indications.....	66
3.3. Considérations parodontales.....	68
3.4. Considérations endodontiques	69
3.5. Considérations générales.....	71
3.6. Application clinique.....	72
3.7. Procédures associées	74

4. ASPECT TECHNIQUE : DISPOSITIFS ORTHODONTIQUES	78
4.1. Revue de la littérature	78
4.2. Réalisation du traitement.....	79
4.3. Ancrages	82
4.4. Point d'application de la force.....	88
4.5. Dispositif actif	90
4.6. Risques – orthodontie iatrogène.....	92
5. CAS CLINIQUES	94
5.1. Cas clinique 1	94
5.2. Cas clinique 2.....	96
CONCLUSION	99
BIBLIOGRAPHIE	102
ANNEXE	109

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : schéma d'une dent au sein de son parodonte (source : Melsen et Chabre, 2017)</i>	<i>21</i>
<i>Figure 2 : illustration des différents constituants de la gencive (source : Wolf et al., 2005)</i>	<i>24</i>
<i>Figure 3 : schéma représentant les deux entités qui constituent l'espace biologique ou attache tissulaire supracrestale (source : Garg et al., 2007).....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 4 : manifestations parodontales possibles lors d'un dépassement de la restauration coronaire sur l'attache tissulaire supracrestale, (A) récession gingivale, (B) inflammation chronique (source : Zuhr et Hürzeler, 2013).....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 5 : schéma illustrant une élévation coronaire : (a) situation initiale normale ; (b) fracture coronaire dont la limite infra-osseuse se situe à 1 mm en dessous de la crête alvéolaire ; (c) réduction osseuse de 4 mm nécessaire pour restaurer l'attache tissulaire supracrestale ; (d) solution de compromis proposée pour conserver la dent car le ratio couronne/racine obtenu en (c) n'est plus favorable à la conservation de la dent (source : Zhen et al., 2017).....</i>	<i>35</i>
<i>Figure 6 : schéma illustrant les 4 étapes du remodelage osseux (cycle ARIF) (source : Brandi, 2009)</i>	<i>41</i>
<i>Figure 7 : schéma illustrant les conséquences de l'application d'une force au niveau du centre de résistance (C_R) d'une dent (source : document personnel).....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 8 : courbe illustrant la quantité de mouvement d'une première prémolaire mature en fonction du nombre de jours d'application d'une force continue de 30 grammes (source : Reitan, 1957)</i>	<i>43</i>
<i>Figure 9 : courbe illustrant la quantité de déplacement dentaire (Amount of tooth movement) en fonction de la pression exercée (Pressure) (source : Proffit et al., 2013)</i>	<i>47</i>
<i>Figure 10 : schéma illustrant les conséquences de l'application d'une force égressive au niveau du centre de résistance (C_R) d'une dent (source : document personnel) .</i>	<i>51</i>
<i>Figure 11 : schéma résumant les différentes migrations des points de référence définis lors de l'étude de Kajiyama et Al (source : Kajiyama et al., 1993) ; (A) sillon marginal ; (B) ligne muco gingivale ; (AB) hauteur de gencive attachée</i>	<i>53</i>

<i>Figure 12 : (1) variation de la hauteur de la papille interdentaire en fonction de la distance entre la crête osseuse proximale et du point de contact interdentaire ; (2) la papille est totalement présente pour une distance inférieure à 4,5 mm (source : Melsen et Chabre, 2017)</i>	<i>54</i>
<i>Figure 13 : radiographie rétro-alvéolaire d'une 25 présentant une reprise de carie sous une couronne (source : Morita et al., 2017)</i>	<i>59</i>
<i>Figure 14 : cas clinique de Alsahhaf et Att, qui illustre l'importance du gain de volume osseux obtenu sur toute la circonférence de 23, remplacée ensuite par un implant (source : Alsahhaf et Att, 2016)</i>	<i>63</i>
<i>Figure 15 : (A) défaut intra-osseux à 1 mur, (B) défaut intra-osseux à deux murs, d'après la classification de Goldman et Cohen (source : Papapanou et Tonetti, 2000)</i>	<i>65</i>
<i>Figure 16 : illustration théorique de l'effet obtenu lors d'un traitement orthodontique par égression d'une dent présentant une lésion parodontale isolée délimitée par une ou deux parois osseuses (source : Ingber, 1974) ; 1/ situation initiale ; 2/ évaluation de la profondeur de poche ; 3/ gains osseux post-égression ; 4/ chirurgie osseuse et restauration coronaire d'usage</i>	<i>66</i>
<i>Figure 17 : divergence des racines des molaires et risque orthodontique (source : Bach et al., 2004)</i>	<i>67</i>
<i>Figure 18 : variation du diamètre cervical d'une incisive (de 1 à 2) après égression, d'après Moreau et Bocquet (source : Moreau et Bocquet, 2012)</i>	<i>68</i>
<i>Figure 19 : fibrotomie circonférentielle supracrestale à la lame 15C (source : Bajaj et al., 2015).....</i>	<i>75</i>
<i>Figure 20 : mouvement d'extrusion, par application d'une force apico-coronaire passant par le centre de résistance de la dent (source : document personnel) : déplacement parallèle à l'axe originel.....</i>	<i>81</i>
<i>Figure 21 : surfaces radiculaires moyennes d'ancrage définies par Freeman (source : De Saboulin Bollena, 2014).....</i>	<i>83</i>
<i>Figure 22 : ancrage assuré par un fil en acier inoxydable collé sur les faces vestibulaires des couronnes adjacentes ; point d'application : crochet solidarisé sur la dent à extruder ; force extrusive obtenue par un élastique (source : Proffit et al., 2013).....</i>	<i>84</i>

<i>Figure 23 : ancrage par fil rond en acier 0.028 inch, collé face palatine de 11 et 22 ; point d'application : boucle scellée dans la racine ; système actif : élastique (source : Saito et al., 2009)</i>	<i>84</i>
<i>Figure 24 : ancrage sectionnel avec un fil rigide en acier inoxydable 0.017x0.025 inch ; point d'application : bouton collé en vestibulaire de la 11 ; force extrusive obtenue par adjonction d'un deuxième fil super élastique en NiTi (source : Kumar et Patil, 2012)</i>	<i>84</i>
<i>Figure 25 : ancrage sectionnel par un fil rigide maintenu par l'intermédiaire de brackets sur trois dents antagonistes ; point d'application : bouton collé ; force obtenue par un élastique (source : Proffit et al., 2013)</i>	<i>85</i>
<i>Figure 26 : minivis (Tekka® - Ancotek) à tête bracket (source : Lazaroo et al., 2016)</i>	<i>86</i>
<i>Figure 27 : système mécanique intra-arcade comprenant : un ancrage par minivis, un point d'application au niveau du bracket et un ressort comme dispositif actif maintenu par un fil en acier inoxydable 0.019x0.025 inch plié à 90 degrés (source : Horliana et al., 2015).....</i>	<i>86</i>
<i>Figure 28 : système d'ancrage assuré par deux minivis en vestibulaire de l'arcade mandibulaire ; point d'application : 2 boutons palatin et vestibulaire sur la 17 ; élastique (113 grammes) pour le dispositif actif (source : Derton et al., 2011)</i>	<i>87</i>
<i>Figure 29 : (A) et (B) gouttière qui assure l'ancrage dentaire et le support d'un aimant (un des éléments du dispositif actif) (source : Alsahhaf et Att, 2016)</i>	<i>87</i>
<i>Figure 30 : schéma d'une plaque de Hawley, avec un ressort cantilever qui s'insère au niveau du bracket sur la dent à extruder (source : Bach et al., 2004).....</i>	<i>88</i>
<i>Figure 31 : ressort d'une plaque amovible, avec action sur la 12 qui comporte un plot de résine collé sur sa face vestibulaire (source : Bassigny et Bonvarlet, 2009)</i>	<i>88</i>
<i>Figure 32 : exemple d'un point d'ancrage réalisé à l'aide d'un tenon préfabriqué en or, scellé avec un ciment verre ionomère (source : Patil et al., 2014 ; Dentalus)</i>	<i>88</i>
<i>Figure 33 : tenon façonné (source : Ansar et al., 2015).....</i>	<i>89</i>
<i>Figure 34 : schéma d'un dispositif orthodontique maxillaire amovible utilisant deux aimants comme éléments actifs dont l'un est collé au composite à la racine dentaire ; (s) et (n) correspondent à la polarité des aimants (source : Bondemark et al., 1997)</i>	<i>89</i>
<i>Figure 35 : exemple schématique de l'utilisation de brackets et d'un fil NiTi aux propriétés super élastiques (source : Bach et al., 2004).....</i>	<i>90</i>

<i>Figure 36 : dispositif fixe avec arc flexible NiTi (source : Milardovic Ortolan et al., 2012)</i>	<i>90</i>
<i>Figure 37 : arc rigide en acier inoxydable 0.016x0.016 inch avec plis horizontaux et verticaux (source : Scholtes et al., 2018).....</i>	<i>91</i>
<i>Figure 38 : situation initiale clinique et radiographique</i>	<i>94</i>
<i>Figure 39 : dispositif orthodontique fixe lingual (7th Ormco®) et contrôle radiographie de l'extrusion</i>	<i>95</i>
<i>Figure 40 : fibrotomie supracrestale</i>	<i>95</i>
<i>Figure 41 : situation post-extrusion, avant de débiter la restauration finale.....</i>	<i>95</i>
<i>Figure 42 : reconstitution sous digue du pilier dentaire</i>	<i>96</i>
<i>Figure 43 : situation finale, clinique et radiographique.....</i>	<i>96</i>
<i>Figure 44 : situation initiale clinique et radiographique</i>	<i>97</i>
<i>Figure 45 : dispositif orthodontique (minivis « spider screw K1S » de 1,5 x 8 mm ; élastiques « Cathy – 3M unitek », 3,2 mm de 113 g).....</i>	<i>97</i>
<i>Figure 46 : situation clinique 5 semaines après le début de l'extrusion</i>	<i>98</i>
<i>Figure 47 : situation clinique à la fin de l'application des forces montrant le dégagement des limites dentaires saines.....</i>	<i>98</i>
<i>Figure 48 : situation radiographique post-extrusion et situation clinique finale.....</i>	<i>98</i>

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : déplacement des limites dentaires saines au delà de l'attache tissulaire supracrestale : élongation coronaire.....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 2 : déplacement des limites dentaires saines au delà de l'attache tissulaire supracrestale : extrusion chirurgicale</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 3 : déplacement des limites dentaires saines au delà de l'attache tissulaire supracrestale : élongation coronaire chirurgicale Vs extrusion chirurgicale Vs égression orthodontique Vs extrusion orthodontique.....</i>	<i>55</i>
<i>Tableau 4 : types de fractures corono-radiculaires : horizontale, latérale, obliques (palato-vestibulaire / vestibulo-palatine) (Malmgren et al., 1991)</i>	<i>59</i>
<i>Tableau 5 : tableau récapitulatif des protocoles d'extrusion orthodontique possibles en fonction des objectifs à atteindre (source : document personnel).....</i>	<i>101</i>

INTRODUCTION

L'organe dentaire évolue toute la vie durant, en étroite association avec son parodonte (os, cément, desmodonte et gencive), dans l'environnement instable et changeant qu'est la cavité buccale.

Il est soumis aux attaques chimiques ou physiques, d'origine bactérienne, alimentaire, humaine ou traumatique, tout en assurant les fonctions masticatrices principales, parfois elles-mêmes inappropriées.

Les conséquences de ces agressions (carie, fracture, restauration inadéquate) atteignent dans les situations les plus évoluées, l'espace biologique ou l'attache tissulaire supracrestale, rompant ainsi le lien entre la dent et son support parodontal.

Le rôle du chirurgien dentiste parodonto-conscient va être de recréer un environnement péri-dentaire favorable avant de restaurer la dent.

Pour cela, des protocoles ont été proposés, dont le but final est de redéfinir une distance minimale entre les limites dentaires saines et la crête alvéolaire osseuse.

Hethersay, en 1973 (Heithersay, 1973), proposa pour la première fois une technique associant endodontie et orthodontie pour conserver une dent fracturée horizontalement à un niveau infra-osseux.

Appelée « extrusion ou égression orthodontique », nous allons essayer de montrer, grâce à des articles issus de la littérature, en quoi cette méthode permet de rétablir ou préserver les conditions nécessaires et optimales qui autorisent l'attache de la gencive à la dent et dans quelles circonstances elle peut être envisagée.

Pour cela, nous parlerons dans un premier temps du parodonte, de sa relation avec la dent au niveau de l'attache tissulaire supracrestale et de l'importance de tenir compte de cet espace biologique pendant nos étapes de restauration dentaire. Nous détaillerons aussi les méthodes alternatives pour dégager les limites dentaires - leurs avantages et inconvénients - par rapport à l'extrusion.

Dans un second temps, nous verrons quels mécanismes sont à l'origine du déplacement dentaire et en quoi le mouvement orthodontique d'extrusion est bénéfique pour les tissus parodontaux.

La troisième partie traitera de l'extrusion à proprement dite, et de son application clinique.

Quatrièmement, nous résumerons les principaux dispositifs orthodontiques possibles à mettre en œuvre.

Enfin nous illustrerons nos propos par deux cas cliniques dans une cinquième partie.

1. LE PARODONTE

Les notions de rappel suivantes ont été résumées d'après le chapitre 1, du Traitement parodontal en omni pratique (Ouhayoun, 2011).

La dent est un organe vivant. Elle est maintenue sur l'arcade dentaire, dans la cavité buccale, par le parodonte. Par le terme « parodonte », on regroupe les quatre éléments environnants de la dent : le cément, le desmodonte, l'os alvéolaire et la gencive.

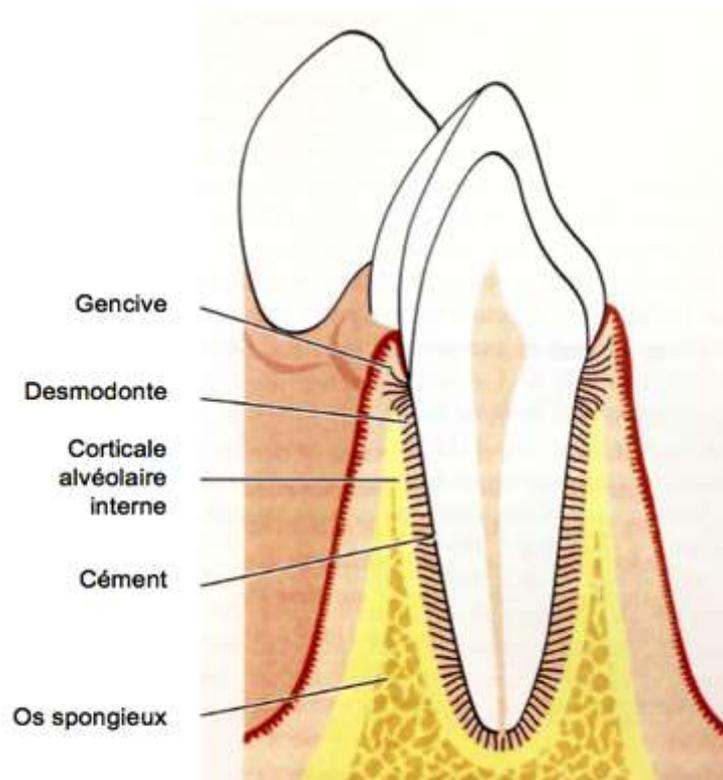


Figure 1 : schéma d'une dent au sein de son parodonte (source : Melsen et Chabre, 2017)

1.1. Le cément

Le cément est la couche calcifiée superficielle de la racine dentaire. Cette dernière est avasculaire et sans innervation. Le cément joue :

- un rôle mécanique d'ancrage des fibrilles de collagène (du desmodonte) à la surface dentaire ;
- un rôle biologique de réparation et d'adaptation de la dent dans son environnement et au sein de l'arcade.

Il est constitué à parts égales d'eau, d'une matrice organique (collagène) et de minéraux d'hydroxyapatite (Ouhayoun, 2011). On y retrouve aussi des cellules spécialisées : les cémentoblastes et les cémentocytes.

1.2. Le desmodonte

Le desmodonte (ou ligament alvéolo-dentaire) est un tissu conjonctif fibreux. Il fait la jonction entre la couche cémentaire de la dent et l'os alvéolaire, et permet d'obtenir une attache de la dent dans son alvéole. Il assure la proprioception de la dent, l'amortissement des forces occlusales et garantit l'apport vasculaire au ciment et à l'os adjacent. Son épaisseur varie de 0,15 à 0,38 millimètres en fonction de la dent considérée et de sa localisation (Kantarci *et al.*, 2016).

Il est constitué histologiquement par des fibrilles de collagène (type I majoritairement), organisées selon différentes orientations (crestales, horizontales, apicales, obliques, inter-radiculaires, interdentaires). Leurs parties externes sont minéralisées et réalisent, au sein des tissus adjacents, l'ancrage : ce sont les fibres de Sharpey.

Par ailleurs, il contient des cellules de différents types (fibroblastes, ostéoblastes, cémentoblastes et cellules souches) qui interviennent dans les mécanismes de remodelage osseux/dentaire physiologiques, pathologiques ou thérapeutiques.

1.3. L'os

Macroscopiquement, on distingue le corps ou la base des maxillaires et le procès alvéolaire qui contient l'organe dentaire. La présence du procès alvéolaire est indissociable de la présence de la dent, puisqu'il évolue avec et pour elle (selon la phase de développement dentaire).

Microscopiquement, le procès alvéolaire est constitué de deux types d'os, que l'on distingue selon leur composition et le rapport entre le volume de tissus minéralisés (osseux) et le volume de tissus organiques (cellules, vaisseaux, nerfs) qui les constituent. On a :

- soit un os compact ;
- soit un os spongieux (trabéculaire).

De l'extérieur vers la dent, au niveau du procès, on a une corticale (compacte), une zone spongieuse et une lame criblée. C'est cette dernière zone d'os compact, perforée sur toute sa hauteur, qui sert d'accroche aux fibres de Sharpey. Elle permet donc le maintien de la dent au sein de l'alvéole et la communication entre les éléments vasculo-nerveux présents dans la zone trabéculaire, et le desmodonte.

1.4. La gencive et l'attache tissulaire supracrestale

1.4.1. Versant oral

La gencive vient recouvrir les procès alvéolaires (en se fixant sur le périoste, couche cellulaire externe à l'os) jusqu'au collet des dents. C'est une muqueuse masticatoire, par opposition aux autres types de muqueuses qui viennent revêtir l'ensemble de la cavité buccale. Elle est constituée d'un tissu conjonctif et d'un épithélium kératinisé.

On distingue :

- la gencive marginale ou libre, qui s'étend du sommet de la crête marginale jusqu'au sillon marginal ;
- la gencive attachée, qui s'étend du sillon marginal à la ligne muco-gingivale ;
- au-delà de la ligne muco-gingivale, la muqueuse alvéolaire ;
- la papille interdentaire, qui est la partie gingivale libre qui vient combler les espaces proximaux interdentaires.

Sur les versants vestibulaires et linguaux des procès alvéolaires, la limite entre la gencive et les muqueuses orales est bien évidente (ligne muco-gingivale). Contrairement au versant palatin des dents maxillaires, où la gencive est en continuité avec la muqueuse palatine, elle-même attachée et kératinisée.

Cette gencive kératinisée a pour fonction de protéger les éléments sous-jacents lors de la mastication.

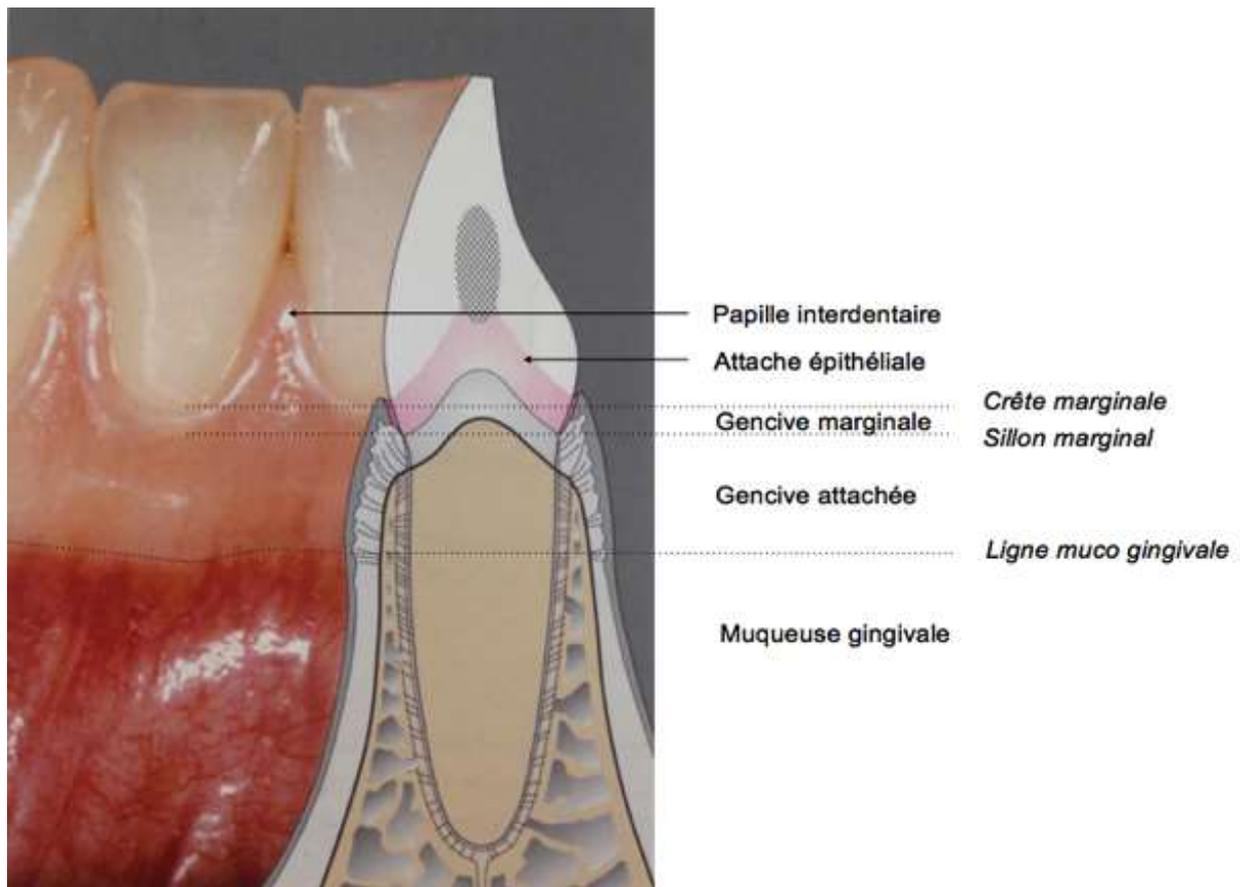


Figure 2 : illustration des différents constituants de la gencive (source : Wolf *et al.*, 2005)

1.4.2. Versant dentaire

La dent est circonscrite par un col gingival sur tout son pourtour.

A partir de 1921, les différentes notions d'attache épithéliale et sulcus apparaissent (Gottlieb, 1921 ; Orban et Mueller, 1929). Sicher réalise une étude morphologique du complexe gingivo-dentaire en 1959 (Sicher, 1959). Puis Gargiulo, Wentz et Orban relèvent pour la première fois les dimensions verticales de cet espace péri-dentaire en 1961 (Gargiulo *et al.*, 1961 ; Gilbert, 2012).

Il est composé :

- d'une partie de gencive libre que l'on peut écarter de la dent, créant un petit espace de 0,69 millimètres en moyenne (Gargiulo *et al.*, 1961), pour une gencive saine. C'est le sulcus. Débutant au sommet de la crête marginale, il s'étend histologiquement jusqu'à l'attache de la gencive à la dent. Il est bordé

d'un côté par l'émail de la dent, et de l'autre côté par un épithélium non kératinisé ;

- d'une partie attachée à la dent, qui s'étend du fond du sulcus jusqu'au sommet de la crête osseuse que l'on nomme **espace biologique**.

1.4.3. Espace biologique ou attache tissulaire supracrestale

L'attache de la gencive à la dent se fait coronairement par le biais d'un épithélium jonctionnel.

Cet épithélium, constitué de plusieurs couches cellulaires, est de part et d'autre entouré par deux membranes basales externe et interne. Son turnover est de quatre à six jours.

Au sein de cet épithélium, on distingue l'attache épithéliale qui s'étend du fond du sulcus jusqu'à la jonction émail-cément contre l'émail dentaire. Elle est réalisée par l'intermédiaire de la membrane basale interne et des hémidesmosomes (Wolf *et al.*, 2005).

Apicalement, on trouve un conjonctif jonctionnel. Il est constitué de fibres de collagène organisées selon une architecture bien définie et permettant l'attache du col gingival aux structures dentaires, desmodontales et osseuses (fibres circulaires, trans-gingivales, cémento-gingivales, alvéolo-gingivales). Cela forme un joint serré tout autour de l'organe dentaire. Il contient par ailleurs de nombreuses cellules de type fibroblastique, de cellules de défense et réalise la vascularisation et l'innervation des tissus sus-jacents.

Les mesures prises par Gargiulo et ses collaborateurs en 1961 décrivaient, en moyenne :

- une attache épithéliale de 0,97 millimètres ;
- une attache conjonctive de 1,07 millimètres.

Ainsi il considérait que l'espace biologique faisait approximativement 2,04 millimètres (Gargiulo *et al.*, 1961).

Cependant, l'espace biologique peut varier significativement d'un patient à l'autre, et même d'une dent à l'autre chez le même individu (Raigrodski, 2015).

Dans une méta-analyse de 14 publications sélectionnées, datant de 2013, Julia Schmidt et ses collaborateurs résument les valeurs numériques principales des différents composants de l'espace biologique. Les éléments, tels que le type de dent considéré, la position de la dent sur l'arcade, la situation proximale/buccale de l'attache, ou la présence d'une restauration, interfèrent dans les écarts de valeurs observés chez un même individu.

Considérant des individus sans maladie parodontale (Schmidt *et al.*, 2013) :

- l'espace biologique fait en moyenne 1,5 à 2,7 millimètres de hauteur ;
- la jonction épithéliale s'étend principalement sur une hauteur allant de 0,57 jusqu'à $1,14 \pm 0,49$ millimètres ;
- l'attache conjonctive va de $0,77 \pm 0,29$ jusqu'à $1,10 \pm 0,13$ millimètres.

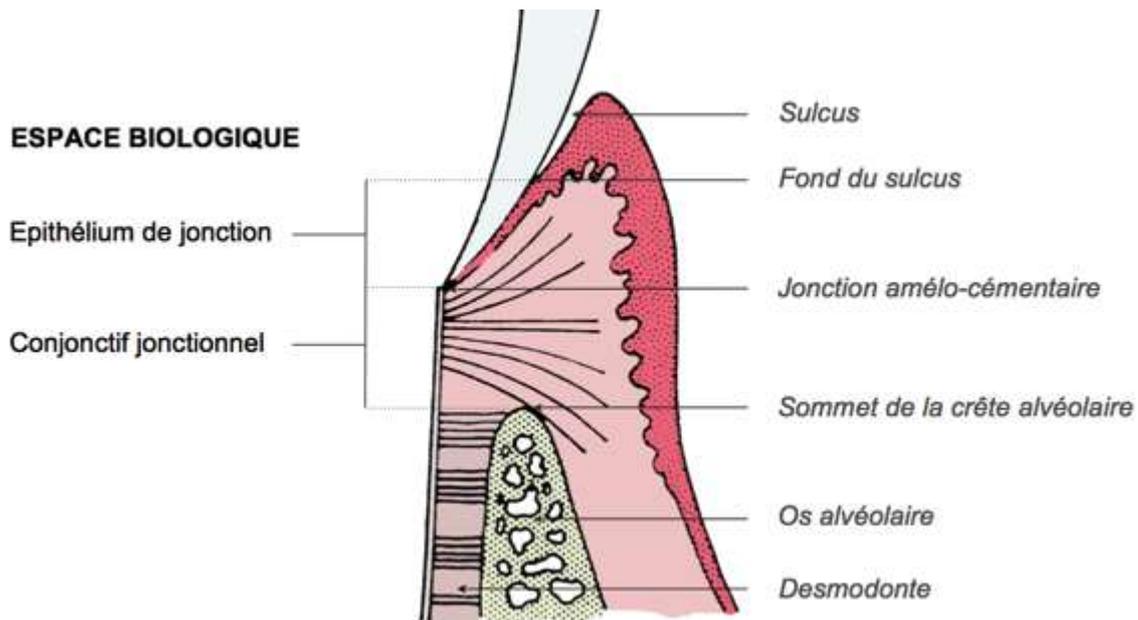


Figure 3 : schéma représentant les deux entités qui constituent l'espace biologique ou attache tissulaire supracrestale (source : Garg *et al.*, 2007)

Cliniquement, il est possible d'évaluer la hauteur de cet espace biologique en associant sondage parodontal et radiographie rétro-alvéolaire (Unger, 1997).

De par leur adhérence aux surfaces dentaires, les jonctions épithéliale et conjonctive réalisent un joint serré. Cette attache constituant l'espace biologique joue un rôle de protection de tous les tissus sous-jacents lors des forces de mastication. De plus, la perméabilité de l'épithélium de jonction autorise le passage de cellules de défense, et la sécrétion de substances (fluide crévicaire) permet de lutter contre les agressions des micro-organismes venant de la cavité buccale (Schroeder et Listgarten, 1997 ; Bosshardt, 2005).

La notion d'espace biologique est remplacée depuis février 2018 par celle d'**attache tissulaire supracrestale** (Jepsen *et al.*, 2018). Cette modification découle d'un consensus lors du workshop international de parodontologie qui a eu lieu en 2017. De la même manière, elle englobe les notions « d'attache épithéliale » et « d'attache conjonctive ».

Bien que l'émail soit le tissu le plus dur de l'organisme, la dent n'en est pas moins vulnérable. L'organe dentaire se situe en effet dans un milieu septique et subit

quotidiennement des forces de mastication, des parafunctions, des agressions diverses par des substances érosives et abrasives. L'intégrité de la dent est constamment éprouvée.

Elle peut être sujette à des altérations qui entraîneront parfois une violation de l'attache tissulaire supracrestale, telles que :

- la présence d'une lésion carieuse extensive ;
- une fracture dentaire suite à un traumatisme, aux limites juxta-osseuses ;
- une perforation lors de restaurations endodontiques ;
- des restaurations dentaires conservatrices ou prothétiques débordantes ;
- des restaurations aux limites sous-gingivales.

Cette intrusion va être responsable d'une inflammation associée ou non à une perte de tissus parodontaux (Jepsen *et al.*, 2018).

1.5. Santé parodontale : critères cliniques et radiographiques

L'article de Lang et Bartold, qui a servi de référence lors de la réunion de consensus pour définir la nouvelle classification des maladies parodontales, précise les critères d'une bonne santé parodontale (Lang et Bartold, 2017).

Une distinction est faite entre les différents degrés de santé parodontale : parodonte parfaitement sain, parodonte cliniquement sain (majorité des cas) et parodonte réduit (conséquence d'une maladie parodontale stabilisée ou contrôlée).

Le chirurgien dentiste veillera à la présence des caractéristiques cliniques et radiographiques suivantes, sur un parodonte intact de hauteur normale (parfaitement ou cliniquement sain) (Lang et Bartold, 2017) :

- absence de saignement spontané et/ou au sondage ;
- profondeur du sulcus inférieure à trois millimètres lors du sondage ;
- absence d'œdème gingival/gonflement, rougeurs et/ou pus ;
- absence de récession et/ou perte d'attache ;
- mobilité physiologique, inférieure à 0,2 millimètres.

Critères mis en évidence sur une radiographie panoramique, mais à évaluer plus précisément sur une radiographie rétro-alvéolaire :

- absence de lyse osseuse au niveau de la crête alvéolaire et de la zone de furcation. Le sommet de la crête osseuse se situe en moyenne à deux millimètres de la jonction émail-cément ;
- présence d'une lamina dura (corticale interne) nette et radio-opaque.

L'aspect radiographique du ligament alvéolo-dentaire n'est plus considéré comme un élément utile pour déterminer l'état de santé parodontale (Lang et Bartold, 2017).

La maladie parodontale induit une perte osseuse irréversible. Le traitement ne permet pas de retrouver la situation clinique initiale (normale). On ne parle pas de guérison de la maladie, mais de stabilisation parodontale ou de rémission/contrôle de la maladie selon les objectifs atteints, dépendants de la réponse du patient au traitement et du contrôle des facteurs de risques (modifiables) et des facteurs de prédisposition.

Le parodonte réduit, avec une progression de la maladie arrêtée, est compatible avec une bonne santé parodontale à condition que le contrôle de plaque et la maintenance professionnelle soient réalisés rigoureusement.

Cliniquement, on trouvera quasiment les mêmes caractéristiques que sur un parodonte intact (absence de poche, absence ou saignement minimal au sondage). Cependant, la mobilité pourra être augmentée suite à la réduction du support parodontal et la perte du tissu osseux sera visible radiographiquement (Lang et Bartold, 2017).

1.6. Limites dentaires et attache tissulaire supracrestale

Les situations précédemment décrites (1.4.3), par leur caractère invasif au sein du conjonctif jonctionnel, ne permettent pas de garantir l'intégrité parodontale et cela, malgré les bonnes habitudes d'hygiène dentaire mises en place par le patient.

Cette intrusion va être responsable d'une inflammation associée ou non à une perte de tissus parodontaux (Jepsen *et al.*, 2018).

Le comportement du parodonte, en cas de dépassement seulement sur l'épithélium de jonction, n'a pas fait l'objet d'étude particulière (Jepsen *et al.*, 2018). La distinction entre les deux entités est cependant difficilement réalisable en pratique clinique.

En cas d'intrusion sur l'attache tissulaire supracrestale, la hauteur entre les limites dentaires saines et la crête osseuse fera moins de trois millimètres, distance minimale nécessaire (un millimètre pour le sulcus et deux millimètres pour l'attache tissulaire supracrestale) pour conserver un parodonte sain (Padbury *et al.*, 2003).

La position des limites de restauration à travers l'attache tissulaire supracrestale est désormais référencée et considérée comme un facteur pouvant affecter l'état parodontal (Jepsen *et al.*, 2018).

Si le choix de conserver la dent est fait, tout doit être mis en œuvre pour modifier la position de ces dernières avant d'envisager la reconstruction par prothèse fixée ou par restauration conservatrice.

o Cas de restauration par prothèse fixée

Lors d'une restauration dentaire par prothèse fixée (couronne), trois types de limites peuvent être recherchées selon l'indication, la situation du tissu dentaire sain, la dent concernée et le rendu esthétique escompté :

- des limites supra-gingivales ;
- des limites juxta-gingivales ;
- des limites sous-gingivales. Dans cette situation, on se situe dans l'espace sulculaire.

Pour des raisons esthétiques (comme la visibilité du collet des dents lorsque le patient sourit), le choix des limites s'oriente souvent vers la troisième solution. Le chirurgien dentiste cherche à masquer au maximum la visibilité du joint dento-prothétique pour ne pas compromettre le résultat du traitement.

La limite intra-sulculaire occupera au maximum la moitié de la profondeur du sulcus (de Wool et Castellucci, 1993). Cette situation sera compatible avec un bon état

parodontal si le contrôle de plaque est bien assuré (Ercoli et Caton, 2018). Cela n'écarte pas pour autant le risque d'apparition de récessions gingivales que l'on retrouve particulièrement sur des phénotypes parodontaux fins (Jepsen *et al.*, 2018).

En cas de réalisation d'éléments prothétiques pluraux, il faut également être vigilant à recréer une embrasure. Cette dernière permet à la papille dentaire de retrouver son lit originel (cf paragraphe 2.5 page 51 : conditions de présence d'une papille interdentaire). De même, la forme de l'élément intermédiaire d'un bridge doit permettre une hygiène quotidienne aisée.

Le choix du matériau de restauration de part sa rugosité et porosité a son importance. Il pourrait en effet faciliter l'accumulation de la plaque (de Wool et Castellucci, 1993).

o Conséquences

Il n'est pas possible de relier causes et effets en cas de dépassement du matériau de restauration sur l'attache supracrestale (Jepsen *et al.*, 2018).

Cela peut être dû au traumatisme de l'intrusion lui-même, à des facteurs propres au patient (typologie gingivale, bactéries occupant sa cavité buccale, réactions de défense immunitaire et qualité de son contrôle de plaque), au type de matériau de restauration (et son éventuelle toxicité) ou à l'ensemble de ces facteurs. De plus, le nombre et l'orientation des fibres gingivales supracrestales, la densité osseuse et la localisation des vaisseaux influenceraient aussi la réaction parodontale (de Wool et Castellucci, 1993).

Quatre situations cliniques peuvent être observées (de Wool et Castellucci, 1993 ; Padbury *et al.*, 2003 ; Jepsen *et al.*, 2018) :

- une inflammation chronique de la gencive se manifestant par une hyperplasie gingivale, des rougeurs, des douleurs et des saignements gingivaux ;
- une récession gingivale associée à une perte d'attache clinique, associée ou non à une perte d'attache inter-proximale selon le type de récession ;

- l'apparition de poches parodontales dans les situations plus avancées (infra-osseuses ou supra-osseuses) ;
- une association des différentes situations précédentes est aussi possible.



Figure 4 : manifestations parodontales possibles lors d'un dépassement de la restauration coronaire sur l'attache tissulaire supracrestale, (A) récession gingivale, (B) inflammation chronique (source : Zuhr et Hürzeler, 2013)

Il est important, au regard des informations précédentes, de rétablir les limites d'une restauration à une distance suffisante de la crête alvéolaire afin de dégager un espace suffisant pour la fixation de la gencive sur la surface dentaire.

Pour cela, trois techniques peuvent être envisagées, selon les indications possibles et les objectifs recherchés :

- la technique soustractive chirurgicale : l'élongation coronaire ;
- la technique d'extrusion chirurgicale ;
- la technique orthodontique : l'extrusion ou l'égression dentaire.

1.7. Techniques

1.7.1. Élongation coronaire chirurgicale

C'est une technique chirurgicale soustractive qui vise à supprimer du tissu parodontal (gingival et/ou osseux). Nous obtiendrons ainsi un allongement de la couronne clinique en direction apicale.

Le but est de conserver/retrouver un espace péri-dentaire sain, favorable à la réalisation d'une nouvelle attache de la gencive sur la dent (Sato, 2012).

- o Indications

Nous distinguons trois catégories d'indications.

- Prothétique

L'élongation coronaire permet d'accéder aux lésions carieuses sous-gingivales, aux résorptions cervicales externes ou, en cas de traumatisme dentaire, au trait de fracture. Le dégagement des limites dentaires et l'aménagement osseux permettront une reconstruction prothétique dans de bonnes conditions.

- Parodontale

En cas de maladie parodontale et pour des lésions infra-osseuses, la technique chirurgicale permet de supprimer les tissus inflammatoires résiduels et les défauts osseux en remodelant la crête alvéolaire.

- Esthétique

L'élongation coronaire à visée esthétique peut aussi être envisagée, dans un but d'harmonisation de la ligne des collets dentaires ou de modification de la ligne du sourire.

- o Technique opératoire

Seule l'indication prothétique est ici détaillée, car c'est celle que nous opposons à l'extrusion dentaire pour rétablir l'attache tissulaire supracrestale, bien qu'il y ait des similitudes de prise en charge avec les autres indications.

Lors de la planification de l'intervention, il faudra être vigilant quant à :

- la hauteur de gencive attachée (pouvant nécessiter un déplacement apical du lambeau gingival) ;
- l'épaisseur de la table osseuse ;
- la hauteur entre la crête alvéolaire et les limites des tissus sains. Elle devra être au minimum de trois millimètres après élongation, d'où la réalisation éventuelle d'une résection osseuse pendant l'intervention. Cette distance est évaluée en préopératoire par un cliché radiographique rétro-alvéolaire.

Les quatre étapes clés de cette intervention sont résumées dans l'atlas de chirurgie parodontale (Sato, 2012), et influenceront notre attitude clinique :

- couronne transitoire : elle doit être réalisée préalablement. La couronne provisoire en place pourra être amenée à être ajustée une fois le dégagement des limites réalisé. La surface du matériau doit permettre une bonne cicatrisation de la gencive.
- détermination du plan d'occlusion ;
- examen esthétique ;
- examen de la morphologie gingivale et du biotype gingival.

L'accès au tissu osseux se fera par le décollement d'un lambeau en pleine épaisseur. Des variantes peuvent être réalisées en associant lambeau de pleine épaisseur et lambeau d'épaisseur partielle (pas de décollement du périoste) pour limiter la résorption osseuse post-chirurgicale et faciliter le repositionnement du lambeau (Marzadori *et al.*, 2018).

Le chirurgien parodontiste réalisera les résections (ostéoectomie) et les modifications de l'architecture osseuse (ostéoplastie) en corrélation avec les objectifs prévus.

Le lambeau sera ensuite placé dans sa position finale, le plus intimement possible avec les tissus sous-jacents, puis maintenu par des sutures matelassées verticales.

Quatre à six semaines de délai de cicatrisation seront nécessaires avant d'envisager la suite du traitement (Sato, 2012).

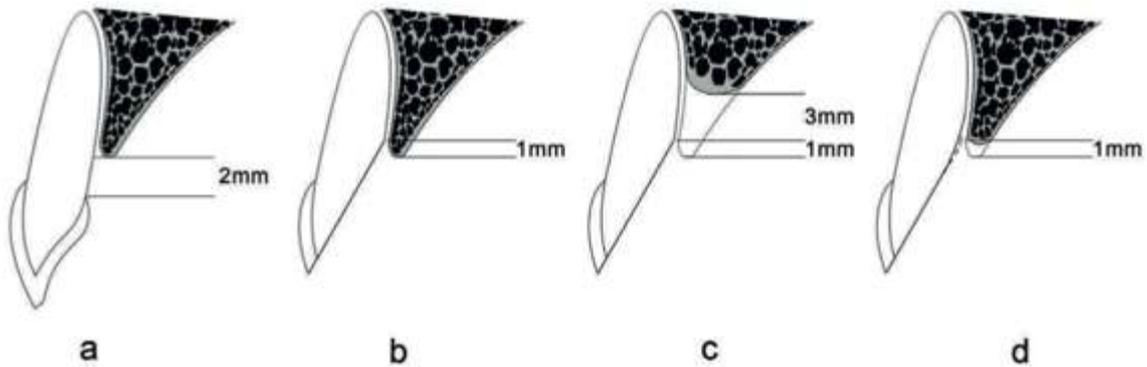


Figure 5 : schéma illustrant une élévation coronaire : (a) situation initiale normale ; (b) fracture coronaire dont la limite infra-osseuse se situe à 1 mm en dessous de la crête alvéolaire ; (c) réduction osseuse de 4 mm nécessaire pour restaurer l'attache tissulaire supracrestale ; (d) solution de compromis proposée pour conserver la dent car le ratio couronne/racine obtenu en (c) n'est plus favorable à la conservation de la dent (source : Zhen *et al.*, 2017)

o Avantage

Cette technique permet de rétablir les conditions nécessaires à l'existence d'une l'attache tissulaire supracrestale.

o Limites et contre-indications

Il y a cependant quelques limites à cette prise en charge chirurgicale.

Nous risquons d'augmenter la mobilité des dents après le déplacement apical du support osseux puisque nous diminuerons le support d'ancrage de la racine. Le rapport couronne/racine clinique devra être suffisant pour permettre une réhabilitation pérenne (Majzoub *et al.*, 2014).

La zone de furcation inter-radiculaire des dents pluriradiculées ne doit pas être atteinte, d'où l'importance d'une bonne évaluation de la hauteur du tronc radiculaire.

La modification de l'architecture alvéolaire initialement prévue pour corriger un défaut ou accéder à une lésion impactera les dents adjacentes.

L'allongement de la couronne clinique peut être disgracieux et porter préjudice au résultat esthétique si l'évaluation initiale ou l'indication est mal posée.

Tableau 1 : déplacement des limites dentaires saines au delà de l'attache tissulaire supracrestale : élongation coronaire

	Élongation coronaire chirurgicale
Rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale	Oui
Volume du parodonte profond	↘
Volume du parodonte superficiel	↘ +/-
Respect des dents adjacentes	Non
Couronne clinique	↗
Racine clinique	↘
Contre-indication chirurgicale	Oui
Correction de lésions parodontales infra-osseuses	Lésions multiples, complexes

1.7.2. Extrusion chirurgicale ou transplantation intra-alvéolaire

La méthode a été décrite par Tegsjö en 1978. Elle prévoyait initialement une fenestration vestibulaire avec une greffe osseuse au niveau de l'apex de la dent après son extrusion pour éviter sa ré-ingression (Becciani *et al.*, 2018).

Aujourd'hui, le protocole se déroule en une procédure chirurgicale unique. La racine/dent va être luxée délicatement au périotome et déplacée au sein de son alvéole. Sa position finale prévoit une distance suffisante entre les limites de la future restauration et la crête alvéolaire osseuse (trois millimètres). Elle sera immobilisée une semaine grâce aux sutures parodontales ou par une contention souple sur une courte durée pour éviter l'ankylose (Pham *et al.*, 2018 ; Becciani *et al.*, 2018).

Ainsi, les conditions nécessaires au rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale sont rétablies. Et d'après l'étude de Pham et ses collaborateurs (Pham *et al.*, 2018), le niveau parodontal osseux et gingival reste sensiblement stable après

cicatrisation, même si le traumatisme (minimisé) lors de la luxation peut être à l'origine d'une résorption osseuse.

La plupart des indications de l'extrusion orthodontique sont ici valables (paragraphe 3.1.1 page 58).

Les contre-indications sont les mêmes que pour l'extrusion orthodontique (voir paragraphe 3.2 page 66). On peut tout de même en rajouter des spécifiques à l'acte chirurgical (maladie systémique incompatibles, biphosphonates, radiothérapie cervicofaciale) et l'impossibilité de réaliser le traitement sur des dents pluriradiculées. Le risque de fracturer la racine lors de la mobilisation et le risque de résorption radiculaire ne sont pas non plus à négliger (Scholtes *et al.*, 2018).

Les avantages de cette technique et ses principes sont détaillés par Becciani et ses collaborateurs (Becciani *et al.*, 2018).

Si nous comparons la technique de l'extrusion chirurgicale à celle de l'extrusion orthodontique pour restaurer l'attache tissulaire supracrestale, la deuxième sera préférée pour son aptitude à améliorer les niveaux osseux et gingivaux et son approche plus douce.

Tableau 2 : déplacement des limites dentaires saines au-delà de l'attache tissulaire supracrestale : extrusion chirurgicale

	Extrusion chirurgicale
Rétablissement attache tissulaire supracrestale	Oui
Volume parodonte profond	Stable ou ↘
Volume parodonte superficiel	Stable
Respect dents adjacentes	Oui
Couronne clinique	↗ ou Stable (<i>Si réduction occlusale</i>)
Racine clinique	↘
Contre-indication chirurgicale	Oui
Correction de lésions parodontales infra-osseuses	X

1.7.3. Avulsions

L'ultime possibilité en cas d'effraction importante dans l'espace biologique, ou pour toute autre raison (choix stratégique dans le plan de traitement, intérêt prothétique, intérêt orthodontique si un traitement est prévu, refus du patient de réaliser les solutions alternatives) sera l'avulsion dentaire.

Les techniques d'élongation coronaire chirurgicale et d'avulsion dentaire vont toutes les deux entraîner une perte de tissu osseux du fait de leur caractère invasif. Cette observation est moins évidente pour l'extrusion chirurgicale (Pham *et al.*, 2018).

Certaines pathologies générales et traitements (radiothérapie cervicofaciale, biphosphonates) peuvent venir contre-indiquer ces thérapeutiques chirurgicales précédemment citées. Dans ces situations, l'extrusion orthodontique sera une solution pour conserver l'organe dentaire (Morita *et al.*, 2017).

1.7.4. Extrusion orthodontique

Voyons ce qu'est l'extrusion orthodontique et dans quelles mesures cette approche aide à la préservation ou à la restauration de l'attache tissulaire supracrestale.

2. NOTIONS ORTHODONTIQUES ET RÉACTIONS PARODONTALES AU MOUVEMENT D'EXTRUSION

2.1. Définitions

Une **force**, telle que définie par Marie José BOILEAU, « c'est l'action mécanique capable de déformer un corps ou de modifier la quantité de mouvement de ce corps » (Boileau et Canal, 2011).

On associe à une force une direction, un sens, une intensité et un point d'application.

Un **mouvement orthodontique** est provoqué par application de forces continues ou intermittentes sur une dent.

L'application des forces va induire une réponse cellulaire dans le milieu péri-dentaire, à l'origine d'une adaptation de l'os au nouvel environnement fonctionnel. Cela se traduit par des remaniements et donc un mouvement de l'organe dentaire (Shroff, 2016).

Dans le Medical Subject Headings (MeSh), l'**extrusion dentaire** correspond « au déplacement partiel ou complet de la dent depuis son alvéole, souvent associé à un traumatisme », tandis que l'**extrusion orthodontique** a pour synonyme « éruption forcée » de la dent.

La **gression**, c'est le déplacement en translation pure (Vion, 2000), c'est-à-dire que la dent sera déplacée parallèlement à son grand axe. Le préfixe « **é** », tiré du latin « *ex* » prévoit l'action de déplacer « hors de » (Larousse) et oriente le sens du déplacement vers l'extérieur. Le verbe égresser, vient du latin *Egredior* : « sortir de » (DicoLatin).

Autrement dit, l'**égression**, « c'est le déplacement dentaire se produisant dans le sens de l'éruption » (Lazaroo *et al.*, 2016).

Que ce soit pour l'extrusion orthodontique ou l'égression, le sens du déplacement reste le même. Les deux notions décrivent un mouvement apico-cronaire de la dent par rapport à son alvéole.

Dans notre discussion, nous ferons une distinction entre l'utilisation du terme « extrusion » pour décrire un simple déplacement dentaire, et « égression » pour décrire un déplacement dentaire associé volontairement à la migration des structures parodontales adjacentes.

2.2. Effets des forces sur le parodonte profond

2.2.1. Turnover osseux

Toute la vie durant, le squelette va être soumis à des remaniements continus de structure, en lien étroit avec la régulation de l'homéostasie calcique du corps et en lien avec les forces et contraintes subies par l'environnement. Le remodelage osseux consiste en une alternance de phases de résorption et d'apposition pour venir former de nouvelles unités structurales osseuses.

Le remodelage osseux physiologique se décline en quatre phases suivies par une phase de quiescence. Le processus étant continu, cela forme un cycle : le cycle ARIF (Boileau et Canal, 2011 ; Melsen et Chabre, 2017). Le turnover caractérise la fréquence d'activation de ce cycle osseux de remodelage.

- Phase d'**Activation** : un signal électrochimique, physique, ou mécanique stimule l'ostéocyte, cellule enfermée dans une lacune osseuse. La nécrose induite de l'ostéocyte entraîne la libération de facteurs de différenciation. Ces derniers permettront le recrutement et la maturation de précurseurs ostéoclastiques (pré-ostéoclastes).
- Phase de **Résorption** : Cette phase est assurée majoritairement par les ostéoclastes, cellules multinucléées de la lignée hématopoïétique, résultantes de la fusion de cellules monocytaires. Par sécrétion d'enzymes cataboliques (cathepsines et métalloprotéases matricielles), on observe une déminéralisation de la surface osseuse, destruction de la matrice créant ainsi une lacune de résorption.

- Phase d'**Inversion** : les cellules phagocytaires et mononucléées nettoient les débris précédemment formés, et on observe la migration de cellules pré-ostéoblastiques.
- Phase de **Formation**/apposition : les ostéoblastes, dérivés de cellules souches mésenchymateuses vont proliférer localement et former un tissu ostéoïde au sein d'un treillis de fibres de collagène (origine fibroblastique) qui sera par la suite minéralisé.

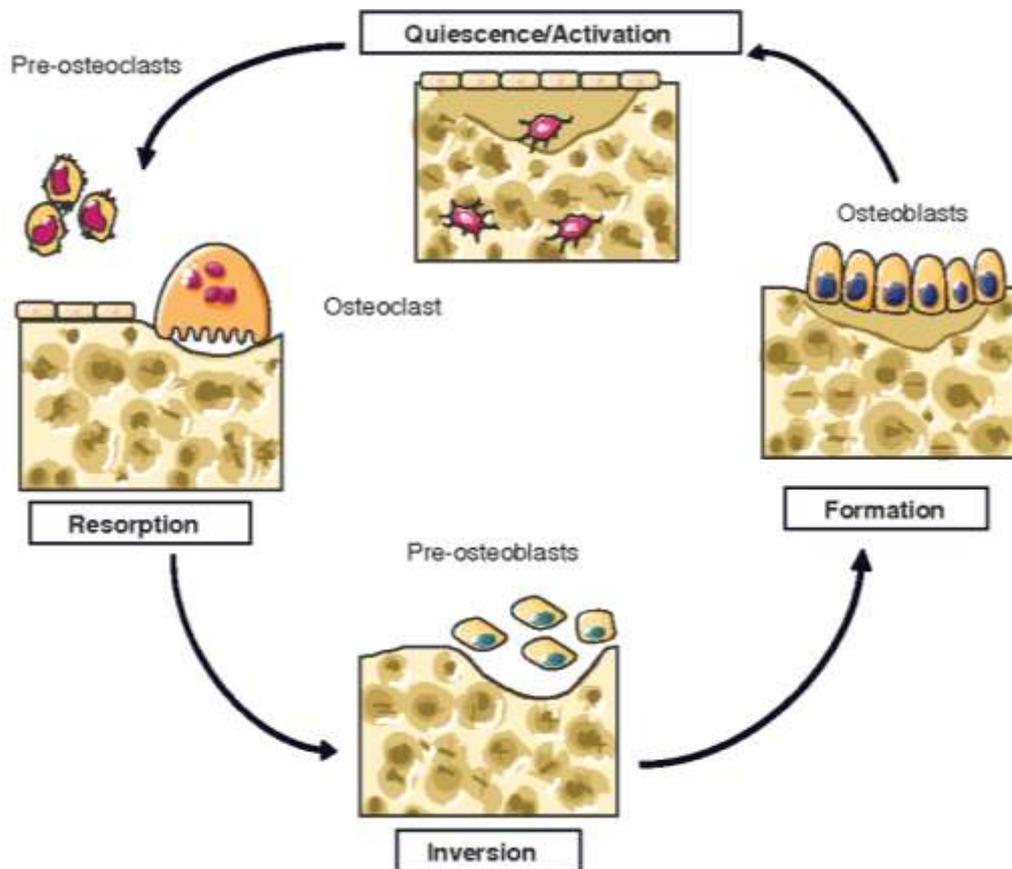


Figure 6 : schéma illustrant les 4 étapes du remodelage osseux (cycle ARIF) (source : Brandi, 2009)

2.2.2. Théorie du mouvement orthodontique

Depuis la naissance de l'orthodontie, de nombreuses théories expliquant l'origine du mouvement dentaire se succèdent et/ou se complètent.

o Théorie « pression-tension »

La principale, celle servant encore actuellement de modèle pour l'enseignement et la plupart des recherches actuelles, se base sur la théorie « pression-tension ». Cette théorie a été décrite pour la première fois par Sandstedt en 1904, retravaillée par Oppenheim en 1911, ainsi que Schwartz en 1932. Le ligament alvéolo-dentaire serait à l'origine du déclenchement des mécanismes de déplacement dentaire.

Prenons une dent soumise à une force orthodontique : on distingue le côté pression (dans la direction et le sens de la force) et le côté tension.

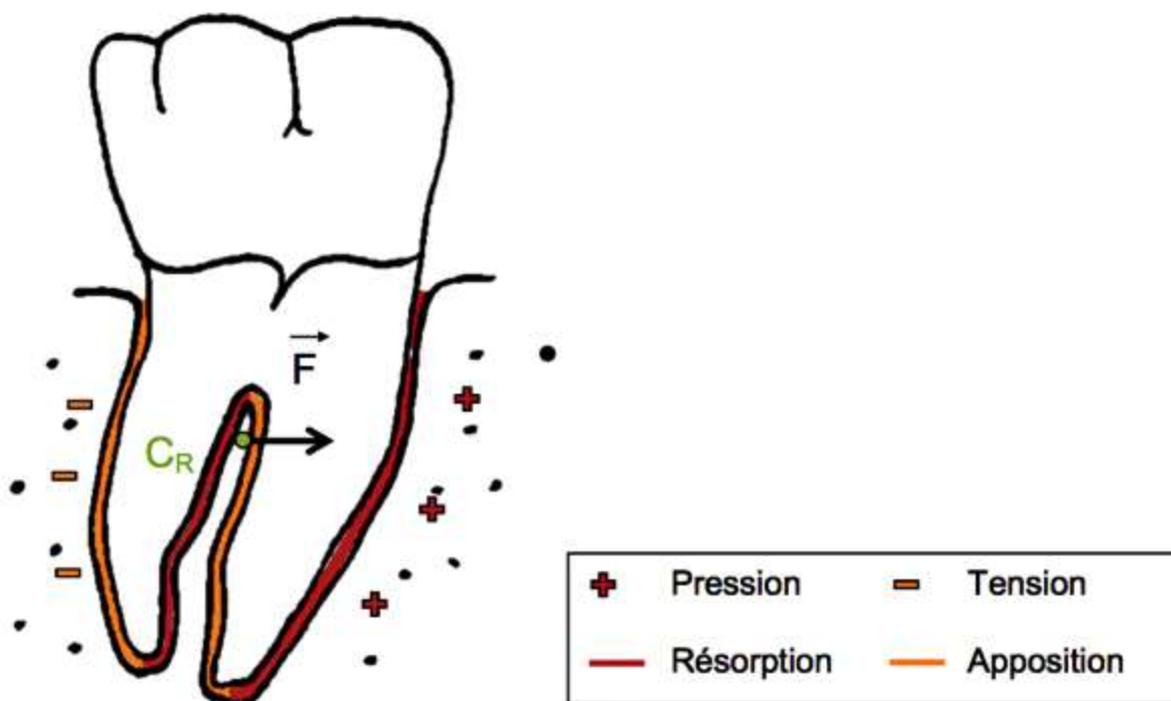


Figure 7 : schéma illustrant les conséquences de l'application d'une force au niveau du centre de résistance (C_R) d'une dent (source : document personnel)

La force engendrée par le mécanisme ne doit pas être considérée de manière unitaire. Il faut aussi prendre en compte, lors d'un déplacement dentaire, les mécanismes physiologiques constants de remodelage osseux décrits précédemment, ainsi que la dent et le parodonte soumis à l'environnement extérieur et aux forces masticatoires (Melsen et Chabre, 2017).

Côté pression, l'espace desmodontal va être réduit et comprimé, entraînant une diminution de l'afflux sanguin, de l'oxygène, des mécanismes de multiplication cellulaires et une sursaturation en dioxygène. La résultante sera la mort par ischémie des cellules ligamentaires. Un phénomène de hyalinisation est ainsi décrit. Des études histologiques de Reitan et la modélisation graphique qui en résulte, illustrent ce phénomène qui dure en moyenne quelques jours, pendant lequel le mouvement de la dent est interrompu et dans une phase de latence. Cette période de hyalinisation sera plus ou moins importante en fonction de l'intensité, de la durée et du type de force (Reitan, 1957 ; Kantarci *et al.*, 2016).

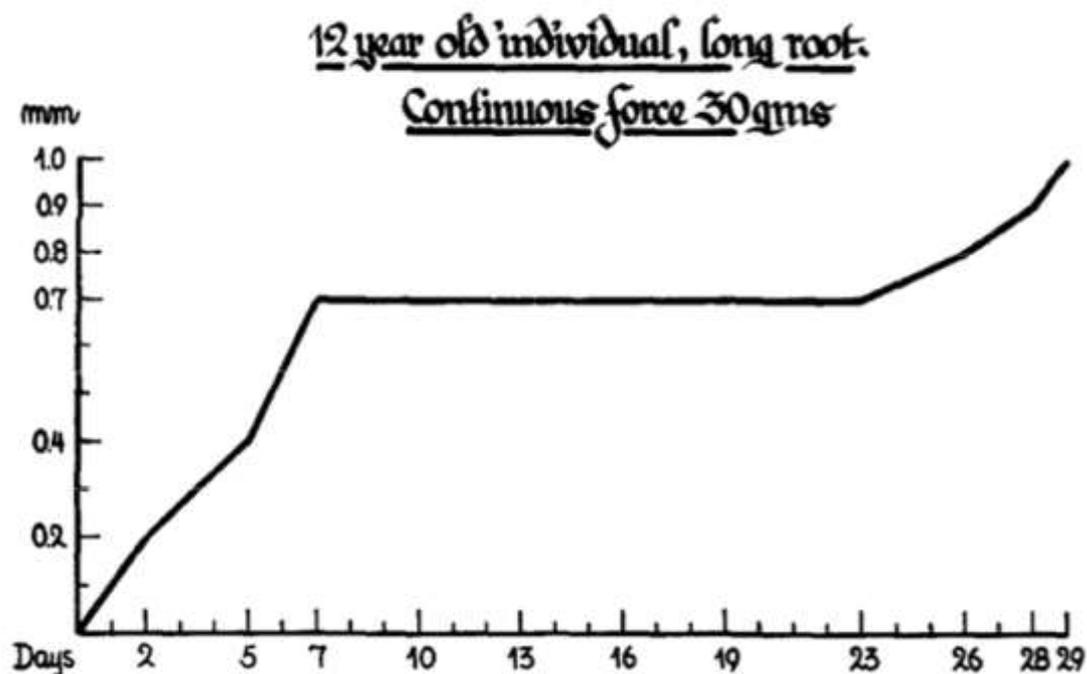


Figure 8 : courbe illustrant la quantité de mouvement d'une première prémolaire mature en fonction du nombre de jours d'application d'une force continue de 30 grammes (source : Reitan, 1957)

Des cellules ostéoclastiques venant de l'os alvéolaire (moelle osseuse) adjacent à la pression vont venir résorber de manière indirecte la lamina dura, permettant ainsi la reprise du mouvement dentaire. Par la suite, les vaisseaux du ligament alvéolo-dentaire étant décomprimés, un afflux de cellules macrophagiques et ostéoclastiques venant du desmodonte et dérivant de cellules souches vont générer une résorption directe de l'os pendant tout le temps du déplacement dentaire.

L'application de forces légères permet d'éviter au maximum la phase de compression du desmodonte et donc la hyalinisation. L'afflux sanguin non interrompu permet d'obtenir une résorption directe. Les phénomènes de déplacements dentaires se mettent donc plus rapidement en place.

A l'inverse, côté tension, les fibres de collagène constituant le desmodonte vont être étirées, et l'élargissement de l'espace desmodontal va entraîner les modifications inverses de celles observées précédemment. Ainsi, des cellules ostéoblastiques venant du desmodonte, et cellules ostéoprogénitrices (pré-ostéoblastes) vont venir sécréter un tissu ostéoïde qui sera minéralisé par la suite. C'est l'apposition osseuse décrite côté tension.

Ces phénomènes d'apposition mettent plusieurs jours à se mettre en place, d'où l'intérêt de ne pas appliquer des forces trop importantes. Sur un patient d'un âge plus avancé, l'initiation du mécanisme va prendre aussi plus de temps (jusqu'à cinq jours de plus par rapport à un patient jeune) (Boileau et Canal, 2011).

D'autres théories sont venues élargir le champ des possibles explications :

- o Théorie hydro élastique

Décrite par Stuteville en 1938, il considère que la dent est entourée d'un milieu viscoélastique : le ligament alvéolo-dentaire composé d'espaces intercellulaires, de vaisseaux et de lymphatiques. Sans application de force, le milieu est stable, avec une pression intrinsèque stable. Lors de l'application d'une force sur la dent, la pression extrinsèque va refouler les fluides en dehors de leur compartiment (du ligament). Afin de rétablir un équilibre de pression et de retrouver une épaisseur physiologique desmodontale, on va observer une résorption osseuse et donc un déplacement dentaire (à condition que les forces soient appliquées pendant un certain temps) (Kantarci *et al.*, 2016).

- o Théorie de la flexion osseuse

La théorie de la flexion osseuse vient apporter une autre explication quant à la manière dont le signal mécanique (force appliquée) se transforme en réponse cellulaire et induit un mouvement orthodontique.

Après application d'une force, l'os est soumis à une flexion entraînant des modifications et mouvements de fluide extracellulaire dans sa matrice inter-cristalline (Melsen et Chabre, 2017). Des mécanismes complexes, impliquant des variations de potentiel d'action, expliquent la réaction des cellules ostéocytaires incluses dans leurs lacunes osseuses à la contrainte initiale et l'initiation du mouvement dentaire.

Baumeridge, lui, considère la dent dans son ensemble et la force appliquée sur la dent est transmise de manière égale à l'ensemble du desmodonte (qu'il considère comme un élément non rigide) et à tous les tissus environnants de la dent. L'os, le desmodonte et la dent se déformeront par la suite en fonction de leur propres caractéristiques (Kantarci *et al.*, 2016).

Epker et Frost en 1965 ont essayé d'expliquer d'une autre manière la réaction de l'os et le déplacement dentaire obtenu sous une contrainte minimale. « La localisation de la résorption et apposition est liée à la variation de la courbure de l'os alvéolaire » (Melsen et Chabre, 2017).

- o Explication des mécanismes moléculaires

Les avancées récentes en matière de biologie ont permis d'expliquer les phénomènes non plus à l'échelle cellulaire mais aussi moléculaire, distinguant les nombreux facteurs de transcription, facteurs de croissance et messagers impliqués dans les mécanismes de déplacement dentaire.

L'initiation du mouvement part de dommages tissulaires. Les microlésions résultant de l'application de la force induisent des phénomènes inflammatoires au niveau du ligament alvéolo-dentaire (impliquant des prostaglandines, des leucotriènes, IL-6, IL-8 et TNF α) et une déformation secondaire de l'os alvéolaire.

Le signal mécano-biologique reçu par les cellules initiatrices (ostéoclastes et ostéoblastes) et toutes les cascades moléculaires qui en résultent sont ainsi décrites (Kantarci *et al.*, 2016 ; Melsen et Chabre, 2017).

Il est certain à ce jour que les mécanismes de déplacement dentaire n'ont pas une seule et simple explication et que l'ensemble de l'entité fonctionnelle odontologique ainsi appelée par Nefussi (Lejoyeux *et al.*, 1999), regroupant la dent, le desmodonte et l'os, est à considérer afin de comprendre au mieux cette mécanique complexe.

Une combinaison entre les contraintes/déformations subies par l'os et les compressions/extensions du ligament auront pour résultat un déplacement de la dent (Faure, 2011).

2.3. Facteurs influençant le mouvement orthodontique et le comportement parodontal

Lors d'un déplacement dentaire, trois variables caractérisent la ligne d'action de la force appliquée : l'intensité, la durée d'application et la distribution.

Les modalités de libération de la force et la valeur de l'intensité seront du ressort de l'orthodontiste. Cela influera directement le comportement tissulaire soumis aux forces.

o Intensité

Des études de Picton en 1964 mettent en évidence et étayent l'idée que la stimulation quotidienne des fibres desmodontales, inhérente aux forces de mastication et aux contacts dento-dentaires, influe sur la qualité et la densité de l'os alvéolaire (Melsen et Chabre, 2017). L'architecture osseuse en générale est dépendante des forces et stimulations reçues.

Cependant, l'intensité des forces buccales reste en dessous d'un certain seuil et ne permet pas de mouvement dentaire.

Si l'intensité de la force dépasse une certaine valeur (le seuil d'activation), les mécanismes de déplacements se mettent en place. Plus l'intensité de la force va être importante, plus la pression (force par unité de surface) répartie dans le ligament parodontal le sera : la quantité de déplacement va augmenter jusqu'à un certain point.

La courbe théorique (Figure 9) illustre cette notion de quantité de déplacement en fonction de l'importance de la pression au niveau du desmodonte. La force optimale sera celle qui aura la valeur la plus faible pour un maximum de déplacement.

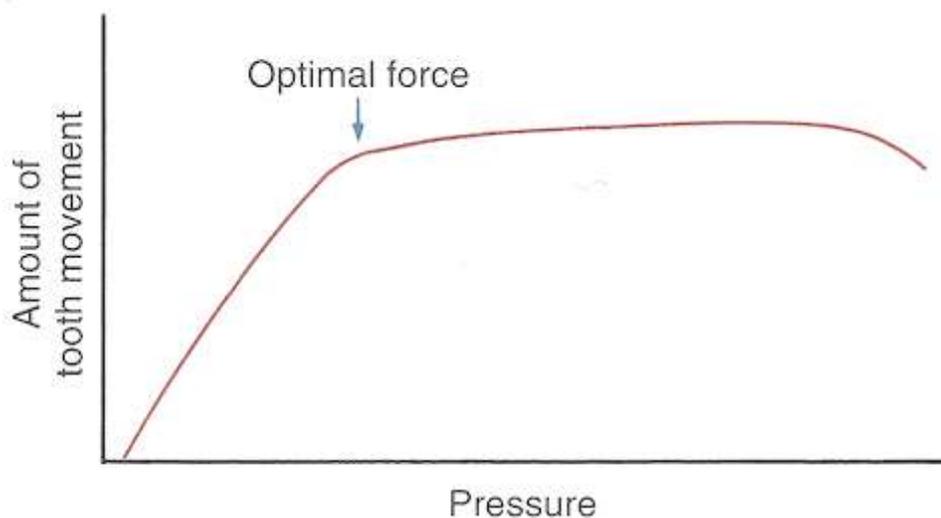


Figure 9 : courbe illustrant la quantité de déplacement dentaire (Amount of tooth movement) en fonction de la pression exercée (Pressure) (source : Proffit *et al.*, 2013)

Cependant, plus que la quantité de déplacement, la qualité du déplacement et donc du comportement biologique des tissus parodontaux (profond et superficiel) sont des points essentiels auxquels il faut être attentif.

En 1969, Gianelly réalise une étude sur le chien. Il va appliquer des forces variables sur les dents et observer le comportement des vaisseaux. Il en conclut que les changements vasculaires liés aux contraintes des forces orthodontiques détermineront le degré de résorption osseuse. À partir de cette conclusion, il exprime l'intérêt d'appliquer des forces les plus légères possibles pour observer le moins de résorption (Kantarci *et al.*, 2016).

D'après Schwartz, ces forces légères devraient être en dessous du seuil de 25g/cm², soit la valeur de la pression sanguine intra-capillaire.

Frost revoit ces valeurs seuils et définit la notion de contrainte minimale efficace reçues au niveau de l'os (Melsen et Chabre, 2017). Selon notre objectif orthodontique, on peut rechercher :

- un déplacement dentaire avec l'os (1500 à 3000 microstrains) ;
- un déplacement dentaire à travers l'os (>3000 microstrains).

Unité strain (ϵ) ou microtrain ($\mu\epsilon$) : c'est la quantité de déformation d'un objet ΔL (L_2-L_1) (ici il est question de l'os), sous une contrainte, par rapport à sa longueur initiale (L_1) :

$$\frac{\Delta L (\mu\text{m})}{L_1 (\text{m})}$$

Sachant que $1\mu\epsilon \Leftrightarrow 1\mu\text{m}/\text{m} \Leftrightarrow 10^{-4} \%$ de déformation

10000 $\mu\epsilon$ = 1% de déformation

(Dumas, 2010)

Avec cette première possibilité, celle qui est privilégiée de nos jours, la valeur de la force appliquée doit être inférieure à un seuil. Les microlésions osseuses créées sous la contrainte du mouvement orthodontique seront minimales et la réaction parodontale sera beaucoup plus mesurée et équilibrée. Ainsi, la dent se déplacera avec son parodonte et une apposition osseuse se fera aussi du côté du déplacement. Il n'y aura que du gain osseux.

Dans le deuxième cas, les contraintes subies par l'os et la pression plus marquée du ligament parodontal potentialisera le phénomène de hyalinisation. Cela favorisera le travail de résorption indirecte en sape. La perte osseuse sera plus importante ou il n'y aura pas de gain osseux.

- o Durée

Dans un premier temps, la dent soumise à des forces orthodontiques subira un micro-déplacement grâce au jeu ligamentaire (milieu souple et hydro-élastique qui autorise de légères variations de position dentaire).

Une période d'immobilité, de latence sera observée avant d'obtenir un mouvement plus évident.

Cela correspondant au temps nécessaire à la mise en place des mécanismes cellulaires de déplacement dentaire.

L'activation de ces derniers se fera plus ou moins rapidement selon que la force appliquée est légère ou lourde.

Ainsi, on considère qu'avec des forces légères, il nous faudra deux jours pour observer un déplacement dentaire, avec un remodelage de l'alvéole doux. La résorption se fera de manière directe et se mettra donc plus rapidement en place.

Alors que des forces lourdes, aux conséquences plus délétères, entraîneront un déplacement dès lors que la lamina dura sera détruite (à partir de 3 jours), après résorption indirecte (Proffit *et al.*, 2013).

Le déplacement aura ensuite lieu tant que la dent subira les forces orthodontiques.

Trois modalités de distribution des forces sont possibles.

- o Type de forces - Distribution

- Forces continues :

Si l'on considère un dispositif idéal, la force délivrée est toujours identique pendant toute la durée d'application. En pratique, la magnitude de la force varie (décline) légèrement avec le mouvement des dents, jusqu'à la prochaine activation. On obtient ce type de force avec un dispositif fixe sur attaches collées.

- Forces interruptrices :

Le dispositif orthodontique délivre une force (vérin, ressort, élastique, boucle, etc) qui diminue jusqu'à ne plus être efficace (valeur 0). Il faut alors réactiver le système.

- Forces intermittentes :

La force est interrompue brutalement lorsque le dispositif actif (élastique, plaque amovible,..) est retiré par le patient, jusqu'à une nouvelle réinsertion.

2.4. Déplacement dentaire, spécificité du mouvement d'extrusion

Dans le cas de l'application d'une force égressive sur la dent, seul un mouvement apico-coronaire est obtenu. C'est le mouvement orthodontique le plus simple que l'on puisse observer, étant donné la faible implication du tissu osseux et donc sa faible opposition au mouvement dentaire.

Le phénomène d'égression physiologique observé spontanément sur une dent sans antagoniste est ici provoqué/forcé. Le déplacement dentaire est accéléré.

Avec la théorie « pression-tension », on comprend que la stimulation des fibres parodontales (desmodontales et gingivales), côté tension, induit la formation d'un tissu ostéoïde à l'apex de la dent, ainsi qu'au niveau crestal. Ce tissu ostéoïde se minéralisera par la suite.

En cohérence avec ce qui a été énoncé précédemment, des zones de compression osseuse doivent aussi exister lors de la traction. Ceci est notamment dû à l'anatomie variable des dents et à l'existence de zones de concavité radiculaire.

La théorie de la flexion osseuse apporte donc une autre explication quant au gain de support osseux au niveau crestal, car les microlésions dans l'architecture osseuse, provoquées sous la contrainte, activent les ostéoblastes.

Cette apposition au niveau crestale est efficace pour des valeurs de forces légères (cf égression et déplacement avec l'os).

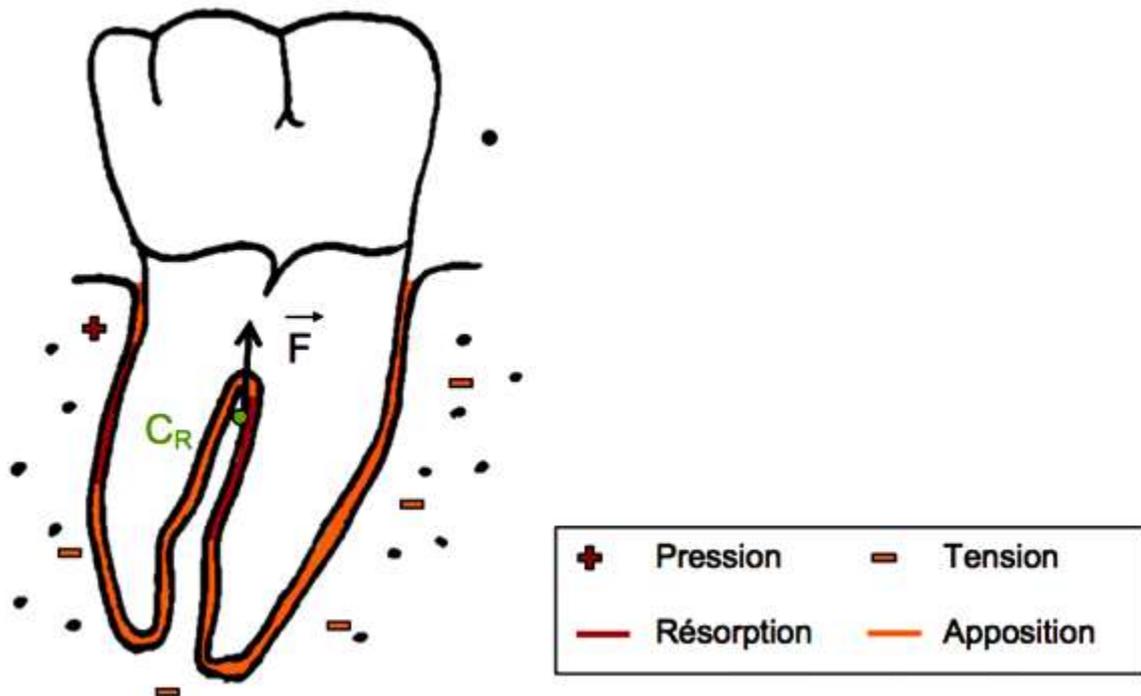


Figure 10 : schéma illustrant les conséquences de l'application d'une force égressive au niveau du centre de résistance (C_R) d'une dent (source : document personnel)

2.5. Études cliniques des modifications parodontales

2.5.1. Mouvement d'égression

o Parodonte profond

Lors d'un mouvement vertical d'égression, les fibres desmodontales, et gingivales solidaires à la dent sont étirées. La tension de ces dernières est transmise à l'os alvéolaire stimulant la croissance osseuse.

Il a été démontré cliniquement, dans une étude prospective chez l'être humain, que la hauteur de l'os inter-proximale était augmentée avec des forces égressives (légères). Ainsi, la dent se déplace avec l'os. L'augmentation de hauteur osseuse se fait par contre au dépend de l'épaisseur de la crête alvéolaire, qui diminue. C'est ce que montrent les résultats de Eun-Young Kwon et ses collaborateurs après application de forces égressives sur des dents antérieures monoradiculées (Kwon *et al.*, 2016).

o Parodonte superficiel

Une étude prospective sur animal de 1991 (Berglundh *et al.*, 1991) montre que la réponse des tissus gingivaux soumis aux forces égressives (5 à 10 grammes sur une racine) se traduit par :

- une diminution de la hauteur de la gencive marginale ;
- une augmentation de la hauteur de la gencive attachée ;
- une stabilité de la hauteur entre l'attache de la jonction épithéliale et la crête marginale osseuse, donc de l'espace d'attache tissulaire supracrestale.

En 1993, une nouvelle étude japonaise sur cinq singes cobayes est réalisée. Le but est aussi de mettre en évidence les effets des forces égressives sur le parodonte superficiel (Kajiyama *et al.*, 1993), avec application d'une force totale de 100 grammes sur les quatre incisives étudiées.

Ici, les éléments notables tels que la ligne muco-gingivale, le sillon marginal, la profondeur du sulcus et la hauteur de la couronne clinique sont méthodiquement analysés par rapport à des éléments fixes de référence.

Il en résulte que la gencive migre coronairement, dans le sens du mouvement dentaire.

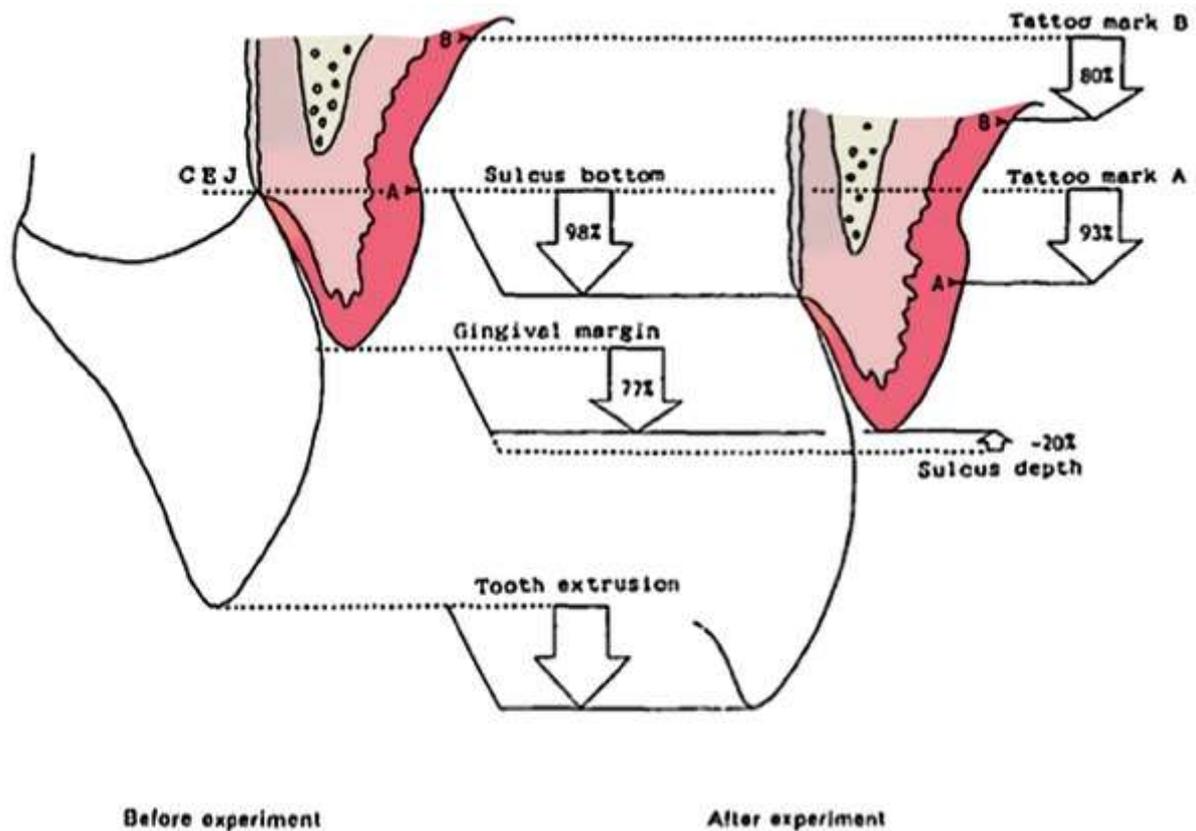


Figure 11 : schéma résumant les différentes migrations des points de référence définis lors de l'étude de Kajiyama et Al (source : Kajiyama *et al.*, 1993) ; (A) sillon marginal ; (B) ligne muco gingivale ; (AB) hauteur de gencive attachée

L'attache épithéliale de la gencive au niveau de la jonction amélo-cémentaire reste stable, mais la hauteur de la gencive marginale diminuant, la profondeur du sulcus est réduite.

Les migrations différentielles entre la position de la ligne muco-gingivale et du sillon marginal, mises en évidence par des tatouages gingivaux, vont dans le sens d'une augmentation de la hauteur de gencive attachée (augmentation due à la prolifération gingivale ou à l'étirement des tissus) (Kajiyama *et al.*, 1993).

Pour certains auteurs, la position de la ligne muco-gingivale reste inchangée (Berglundh *et al.*, 1991 ; Kwon *et al.*, 2016). C'est ce qui explique l'augmentation de la hauteur de la gencive attachée.

Avec des forces plus importantes, on observe une éversion de la partie coronaire du sulcus qui se retrouve sur le versant oral. C'est ce que certains auteurs appellent

le « red patch ». Cette partie se kératinise par la suite en 28 à 42 jours (Bach *et al.*, 2004 ; Zenóbio *et al.*, 2015).

L'augmentation de la hauteur de la crête alvéolaire a une incidence sur le volume des papilles interdentaires.

Les conclusions des études de Tarnow *et al.* en 1992 (Tarnow *et al.*, 1992) et plus récemment de Li-Ching Chang (Chang, 2009) vont dans le même sens, malgré des valeurs numériques divergentes. Ils ont analysé différentes situations cliniques et conclu que plus la distance entre la crête alvéolaire et le point de contact interdentaire était réduite, plus la papille avait de chance d'être présente.

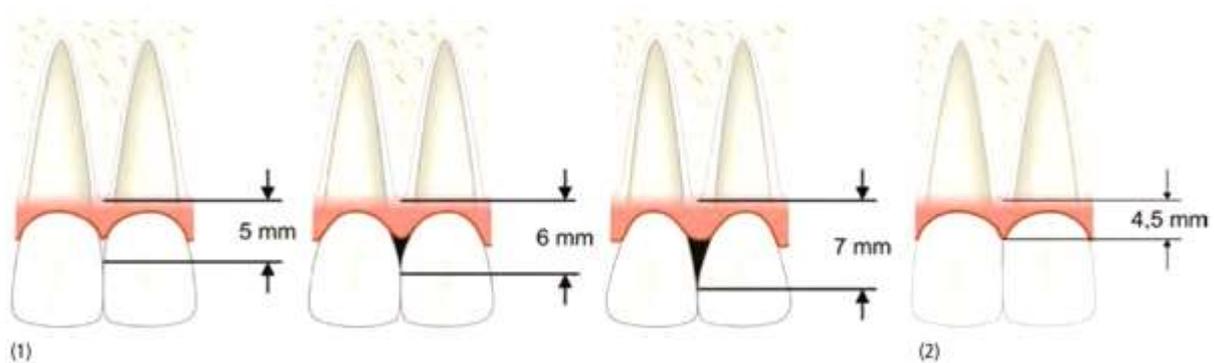


Figure 12 : (1) variation de la hauteur de la papille interdentaire en fonction de la distance entre la crête osseuse proximale et du point de contact interdentaire ; (2) la papille est totalement présente pour une distance inférieure à 4,5 mm (source : Melsen et Chabre, 2017)

Ainsi, dans le cas d'application de forces égressives sur une dent monoradiculée, la hauteur des papilles interdentaires est augmentée puisque le niveau osseux proximal croit (Kwon *et al.*, 2016).

2.5.2. Mouvement d'extrusion

Carvalho et ses collaborateurs (Carvalho *et al.*, 2006) ont étudié le comportement des tissus parodontaux autour d'incisives maxillaires, sous l'action d'une force de cinquante grammes en moyenne. Théoriquement, pour une dent monoradiculée maxillaire, cette valeur caractérise une force lourde, donc extrusive.

Il en résulte que si la dent est extrudée sans procédure complémentaire, les tissus parodontaux (gingivaux et osseux) ont tout de même tendance à migrer partiellement avec la dent en direction coronaire.

Plus la valeur de cette force est élevée, moins les tissus parodontaux suivent le mouvement dentaire. Ils conservent donc leur position d'origine.

2.6. Conclusion

Tableau 3 : déplacement des limites dentaires saines au-delà de l'attache tissulaire supracrestale : élongation coronaire chirurgicale Vs extrusion chirurgicale Vs égression orthodontique Vs extrusion orthodontique

	Élongation coronaire chirurgicale	Extrusion chirurgicale	Égression orthodontique	Extrusion orthodontique
Rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale	Oui	Oui	Oui	Oui
Volume parodonte profond	↘	Stable ou ↘	↗	Stable ou ↗
Volume parodonte superficiel	↘ +/-	Stable	↗	Stable ou ↗
Respect dents adjacentes	Non	Oui	Oui	Oui
Couronne clinique	↗	↗ ou Stable (Si réduction occlusale)	↗ ou Stable (Si réduction occlusale)	↗ ou Stable (Si réduction occlusale)
Racine clinique	↘	↘	Stable	↘
Contre-indication chirurgicale	Oui	Oui	Non	Non
Correction de lésions parodontales infra-osseuses	Lésions multiples, complexes	X	Lésion isolée, 1 ou 2 murs osseux	X

Il existe plusieurs techniques permettant de redéfinir un nouvel espace biologique.

Au regard des différents critères utilisés pour les comparer, l'extrusion orthodontique présente les avantages suivants, tout en permettant d'atteindre l'objectif principal de rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale :

- elle n'entraîne pas de perte de tissus parodontaux voire elle les accroit ;
- elle préserve les dents adjacentes ;
- elle ne présente pas de contre-indication chirurgicale.

La réponse biologique des tissus parodontaux, et donc la quantité de tissu de soutien déplacé, dépend des paramètres orthodontiques définis précédemment (intensité de la force, durée d'application).

Si la force appliquée est légère et lente, le parodonte (profond et superficiel) migre avec la dent, entraînant une augmentation des volumes osseux et gingivaux.

Au-delà d'un certain seuil, la force appliquée entraîne théoriquement l'extraction lente de la dent, indépendamment du support parodontal.

Le seuil dépend de la dent considérée, de sa position dans la cavité buccale et de sa surface d'ancrage radiculaire.

Ces deux effets opposés que l'on obtient vont nous guider dans notre attitude clinique, selon l'indication de l'extrusion qui va être posée : extrusion « pure » ou égression.

3. EXTRUSION ORTHODONTIQUE

L'extrusion est le mouvement orthodontique qui nous permet de déplacer la dent en dehors de son alvéole, lorsque l'on applique des forces apico-coronaires.

Dans le cas de lésions dentaires sous-gingivales, ou atteignant largement l'espace biologique, et lorsque les limites sont inaccessibles pour réaliser une restauration conforme, cette technique permet d'accéder à la lésion et d'envisager la reconstitution dans de meilleures conditions.

Autrement dit, l'extrusion permet de déplacer les limites saines de la dent au-dessus de l'attache épithéliale. Ces nouvelles conditions sont nécessaires au rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale qui est l'objectif principal de l'extrusion.

Ainsi le pronostic de la dent au long terme sera plus favorable.

La maladie parodontale peut se manifester chez certains patients par le développement de poches parodontales infra-osseuses isolées. Chez d'autres, une atteinte plus sévère entraînant une résorption du support osseux et des tissus gingivaux, condamnera la dent. Une pathologie dentaire peut aussi nécessiter en dernier recours l'avulsion de la racine.

Dans ces situations, les effets bénéfiques de l'égression (extrusion associée à une migration parodontale), comme le maintien ou l'augmentation des volumes parodontaux, deviennent les objectifs à atteindre avant d'envisager la suite des traitements.

3.1. Indications

3.1.1. Restauration de l'attache tissulaire supracrestale (*objectif 1*)

Comme le disait R. Sabri en 1989, l'extrusion est envisagée dans la plupart des cas comme une solution de compromis, évitant les effets négatifs d'une élongation coronaire chirurgicale et les inconvénients d'une extraction.

La lésion initiale ne doit pas être située au-delà du 1/3 cervical radiculaire, car la longueur de la racine résiduelle à la fin du traitement orthodontique doit garantir la stabilité de la dent et un ancrage osseux suffisant (Sabri, 1989).

o Lésion carieuse

L'apparition d'une lésion carieuse peut se faire aux dépens de l'attache gingivale. En déplaçant les limites saines de la dent dans des zones sous gingivales, juxta-osseuses voire infra-osseuses, le processus carieux rendra difficile la réalisation de thérapeutiques restauratrices.

Le phénomène peut être accentué lorsque la carie récidive sous d'anciennes restaurations ou lorsque la dent est dévitalisée. Dans ce dernier cas, le processus carieux peut évoluer silencieusement et passer inaperçu si aucun cliché radiographique n'est réalisé ou si l'examen clinique ne met pas en évidence cette perte de tissu dentaire.

Des lacunes en matière d'hygiène dentaire sont souvent associées, ainsi que des défauts de restaurations (couronnes ou obturations débordantes). L'absence de passage de brossettes interdentaires ou de fil dentaire favorise souvent le développement de lésions carieuses proximales de ce type.



Figure 13 : radiographie rétro-alvéolaire d'une 25 présentant une reprise de carie sous une couronne
(source : Morita *et al.*, 2017)

o Fracture corono-radicaire

Résultant souvent d'un traumatisme dentaire, seules les situations ou des fractures obliques ou horizontales se situant au maximum à 3-4 mm sous le niveau de la crête alvéolaire (Sabri, 1989) peuvent être considérées.

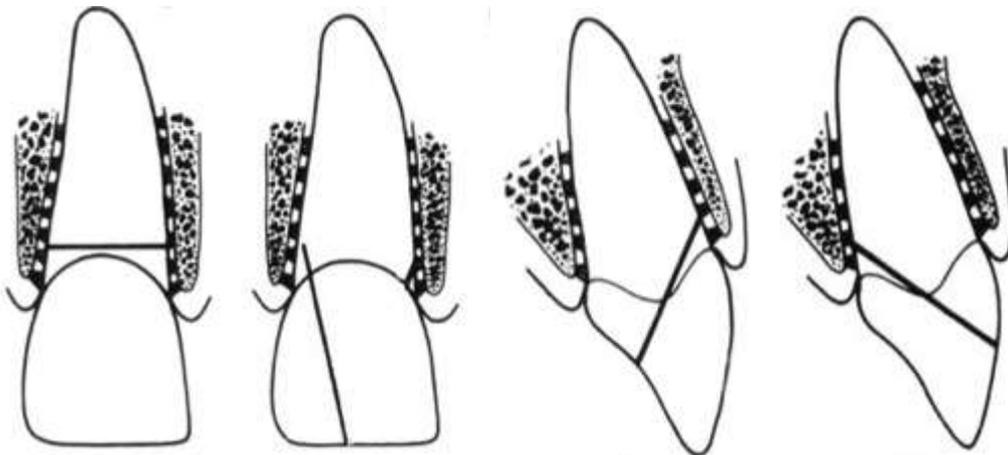


Tableau 4 : types de fractures corono-radicaire : horizontale, latérale, obliques (palato-vestibulaire / vestibulo-palatine) (source : Malmgren *et al.*, 1991)

o Résorption

Une dent présentant une résorption dentaire localisée au tiers cervical de la racine, qu'elle soit externe ou interne, peut être candidate à ce type de traitement (cf paragraphe 5.1 page 94).

Il faut cependant veiller à comprendre l'étiologie de la résorption, et arrêter le processus, auquel cas le phénomène peut être accentué par le traitement orthodontique (Bourguignon, 2005).

- Traumatismes et Orthodontie

Suite à un choc, le pronostic de la dent doit être évalué avec précision avant d'opter pour l'attitude thérapeutique la plus adéquate, et avant de se lancer dans les soins conservateurs (parodontie, endodontie). Le choc peut entraîner subluxation, luxation, ingression, extrusion, expulsion ou fracture de la dent.

En général, si le traumatisme est mineur ou modéré, un délai de deux à trois mois de surveillance doit être respecté avant d'envisager un traitement orthodontique.

Une dent traumatisée qui ne présente aucun signe clinique ni radiographique d'atteinte parodontale (au-delà des délais de contrôle) (Bourguignon, 2005) peut être déplacée dans les mêmes conditions qu'une dent saine.

En cas de traumatisme sévère, les délais peuvent être plus longs (jusqu'à 2 ans) (Kapoor *et al.*, 2016).

La force du traumatisme induisant une atteinte ou une perte des couches superficielles (pré-cément et pré-dentine), et/ou l'installation d'une inflammation au niveau du parenchyme pulpaire, peut être à l'origine de la mise en place de phénomènes de résorption au niveau de la dent.

Nous observons plus fréquemment des résorptions d'origine externe, classées en trois catégories :

- résorption de surface ;
- résorption inflammatoire ;
- résorption de remplacement.

En cas de résorption, le traitement radiculaire est systématique et comprend des phases de médication intra-canalair à l'hydroxyde de calcium pendant plusieurs mois, avant de réaliser l'obturation définitive.

Les traitements orthodontiques peuvent être envisagés dans les deux premières catégories. Nécessité cependant d'avoir assez de recul par rapport au traumatisme et d'observer des signes évidents d'arrêt des phénomènes de résorption (cliché radiographique). Dans un article de Célia Bourguignon, paru en 2005 (Bourguignon, 2005), l'auteur parle d'un délai d'un an avant de débuter le traitement orthodontique, en cas de résorption inflammatoire. De plus, les forces doivent être légères afin de ne pas aggraver les phénomènes de résorption.

Les résorptions de remplacement viennent contre-indiquer le traitement orthodontique. En effet, dans ce cas de figure, la dentine perdue est remplacée par du tissu osseux avec une disparition du ligament alvéolo-dentaire. Nous sommes dans une situation similaire à l'ankylose dentaire.

Dans une autre catégorie, nous distinguons aussi les résorptions cervicales ayant de multiples étiologies. De la même manière, une évaluation globale et l'intérêt de la conservation de la dent doivent être discutés avant d'envisager un traitement orthodontique.

- o Perforation endodontique

Des traitements endodontiques iatrogènes à l'origine d'une perforation ou une mauvaise gestion de l'axe radiculaire lors de la réalisation d'un logement canalair pour le futur tenon, peuvent entraîner une communication entre le système canalair potentiellement contaminé et l'environnement péri-dentaire. L'extrusion permet de déplacer le pertuis au-dessus de l'attache épithéliale.

- o Endodontique

Si la pulpe présente une pathologie irréversible et/ou infectieuse et que les limites infra-gingivales de la dent ne sont pas accessibles, nous pouvons envisager la prise en charge endodontique dans de meilleures conditions, grâce à l'extrusion.

Dans un premier temps, une médication temporaire (hydroxyde de calcium) est mise en place dans le système endo-canalair. La dent est ensuite extrudée.

L'obturation finale peut être réalisée après une éventuelle reconstruction pré-endodontique et après isolement de la dent sous une digue.

3.1.2. Maintien ou augmentation des volumes parodontaux (*objectif 2*)

- o Égression à visée implantaire et extraction orthodontique

Certaines situations cliniques ne se prêtent pas à la réalisation d'extraction et de pose d'implant immédiate. C'est encore plus vrai dans les secteurs antérieurs.

Un parodonte réduit et/ou la prévision d'une résorption osseuse post-avulsionnelle importante créerait une situation défavorable.

En effet, nos impératifs chirurgicaux et esthétiques en implantologie nous imposent un volume osseux minimal (hauteur et épaisseur de crête) et un volume de tissus gingivaux suffisant pour aboutir à un résultat final satisfaisant.

L'égression contrôlée d'une dent entraîne des modifications positives au niveau du support parodontal (Berglundh *et al.*, 1991 ; Paolone et Kaitsas, 2018).

Ces considérations permettent de poser une autre indication à l'extrusion dentaire. Une dent condamnée qui présente encore un ancrage apical originel d'au moins un quart à un tiers (Ostojic *et al.*, 2005) peut être utilisée dans un but implantaire. La santé parodontale doit préalablement être contrôlée.

Par égression lente et douce, nous aurons une amélioration tridimensionnelle de la situation clinique de départ. Certains appellent cette technique la

régénérescence « orthodontique » guidée de l'os et des tissus (Paolone et Kaitzas, 2018), pour reprendre l'acronyme ROG.

La dent sera avulsée au tout dernier moment, quand les objectifs seront atteints. Les gains osseux et tissulaires offriront des conditions optimales pour la pose d'un futur implant (stabilité primaire augmentée et esthétique améliorée grâce aux volumes osseux et gingival plus importants).

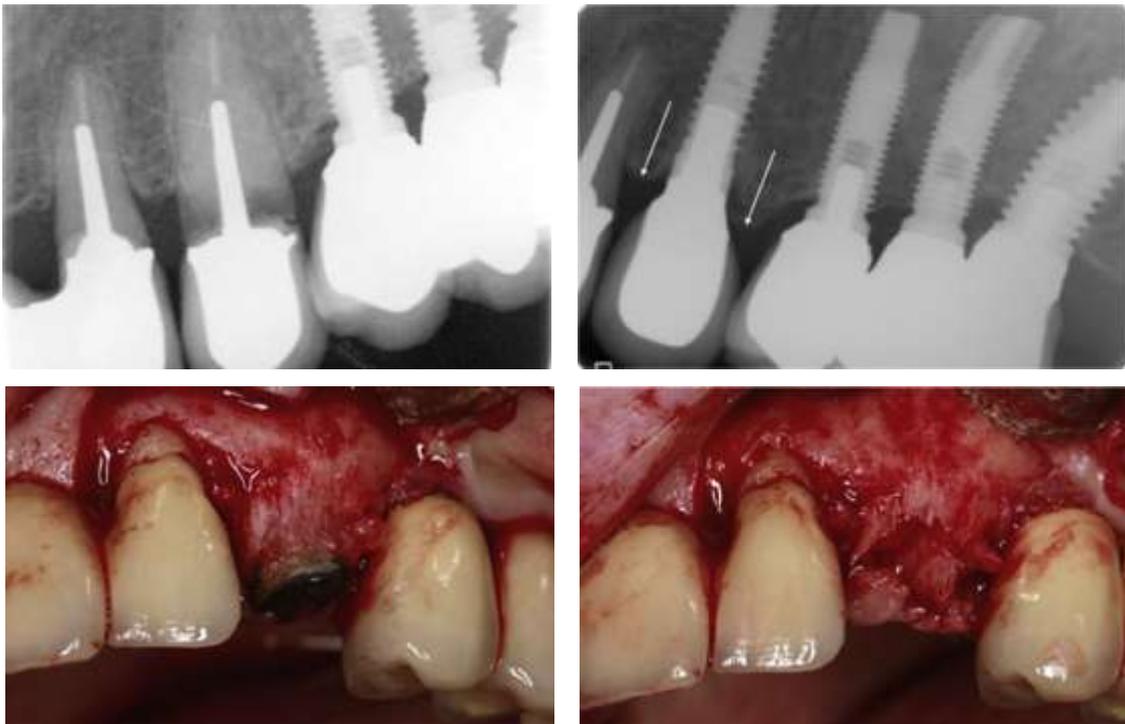


Figure 14 : cas clinique de Alsahhaf et Att, qui illustre l'importance du gain de volume osseux obtenu sur toute la circonférence de 23, remplacée ensuite par un implant (source : Alsahhaf et Att, 2016)

Le protocole simple prévoit une égression réalisée en 3 phases (Melsen et Chabre, 2017) :

- application d'une force apico-coronaire pendant 4 à 8 semaines ;
- stabilisation durant 6 semaines ;
- extraction et pose de l'implant.

Afin d'obtenir une augmentation plus importante de volume gingival, Paolone et Kaitzas proposent de réaliser une version de la couronne en direction linguale en plus de l'égression (Paolone et Kaitzas, 2018). Le gain de gencive attachée permet de prévoir plus sereinement l'éventuelle chirurgie parodontale (recouvrement d'une

membrane lors d'une régénération osseuse guidée) si des améliorations sont encore à prévoir avant la pose de l'implant.

Si le volume parodontal initial est satisfaisant, la dent sera simplement avulsée par traction orthodontique limitant ainsi les réactions osseuses post-extractionnelles. L'avulsion orthodontique d'une racine aux limites infra-osseuses (dont l'autre option pour y accéder serait l'élongation coronaire) se prête aussi à cette indication. Dans ces cas de figure, les forces appliquées seront plus importantes pour n'avoir qu'un déplacement dentaire (Alsahhaf et Att, 2016).

Ainsi l'égression à visée implantaire est une alternative face aux techniques chirurgicales d'aménagement de crête osseuse. Dans des situations plus complexes à gérer (défauts parodontaux non traités avec une simple égression), elle simplifiera leur réalisation en améliorant quantitativement le volume osseux et tissulaire.

Dans cette sixième indication, l'objectif final n'est pas de restaurer l'attache tissulaire supracrestale puisque la dent sera finalement avulsée. Le but est de modeler ou d'accroître le niveau parodontal (osseux et gingival) pour améliorer les conditions implantaires.

3.1.3. Objectifs 1 et 2

- o Lésion parodontale infra-osseuse

L'extrusion peut être utilisée pour venir réduire les effets inhérents à la maladie parodontale. Le but va être de supprimer la lésion (poche et lyse osseuse associée) et de permettre la réhabilitation de l'espace biologique.

Son indication principale concerne les défauts intra-osseux isolés, c'est à dire, seuls dans un quadrant.

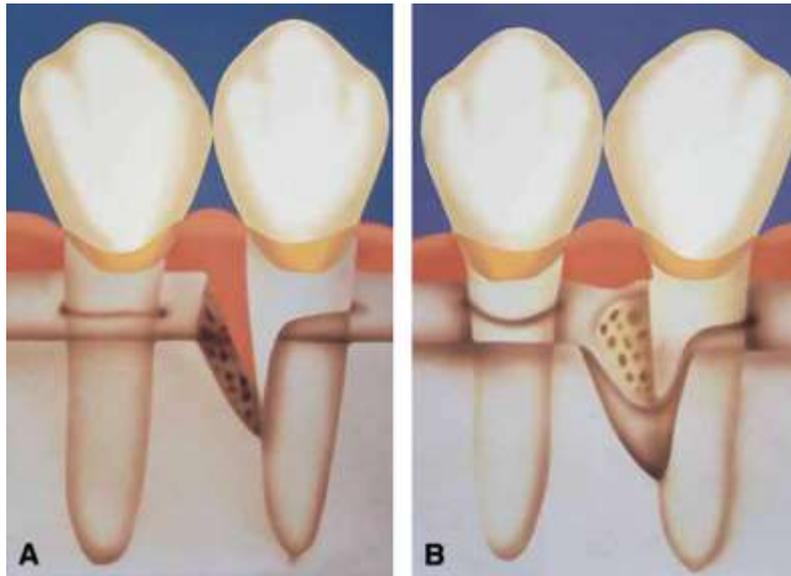


Figure 15 : (A) défaut intra-osseux à 1 mur, (B) défaut intra-osseux à deux murs, d'après la classification de Goldman et Cohen (source : Papapanou et Tonetti, 2000)

Les lésions délimitées par une ou deux parois osseuses sont des indications idéales au vu des autres possibilités de traitement qui s'offrent dans ces situations :

- c'est une alternative à la chirurgie parodontale résectrice qui présente de nombreux inconvénients (élongation coronaire, proximité de la furcation, proximité du sinus maxillaire, modification de l'architecture osseuse des dents adjacentes) ;
- c'est aussi une solution face aux techniques actuelles de régénération parodontale (greffes osseuses) qui ne peuvent pas toujours être envisagées.

Le traitement orthodontique présente l'avantage :

- de venir réduire/supprimer le défaut osseux (*objectif 2*) sans venir compromettre l'attache gingivale de la dent adjacente ;
- et de permettre le rétablissement d'une attache normale au niveau de l'ancien défaut (*objectif 1*).

Ingber illustre le principe théorique de cette indication, où la hauteur d'égression recherchée dépend de la profondeur de la lésion osseuse initiale (Ingber, 1974).

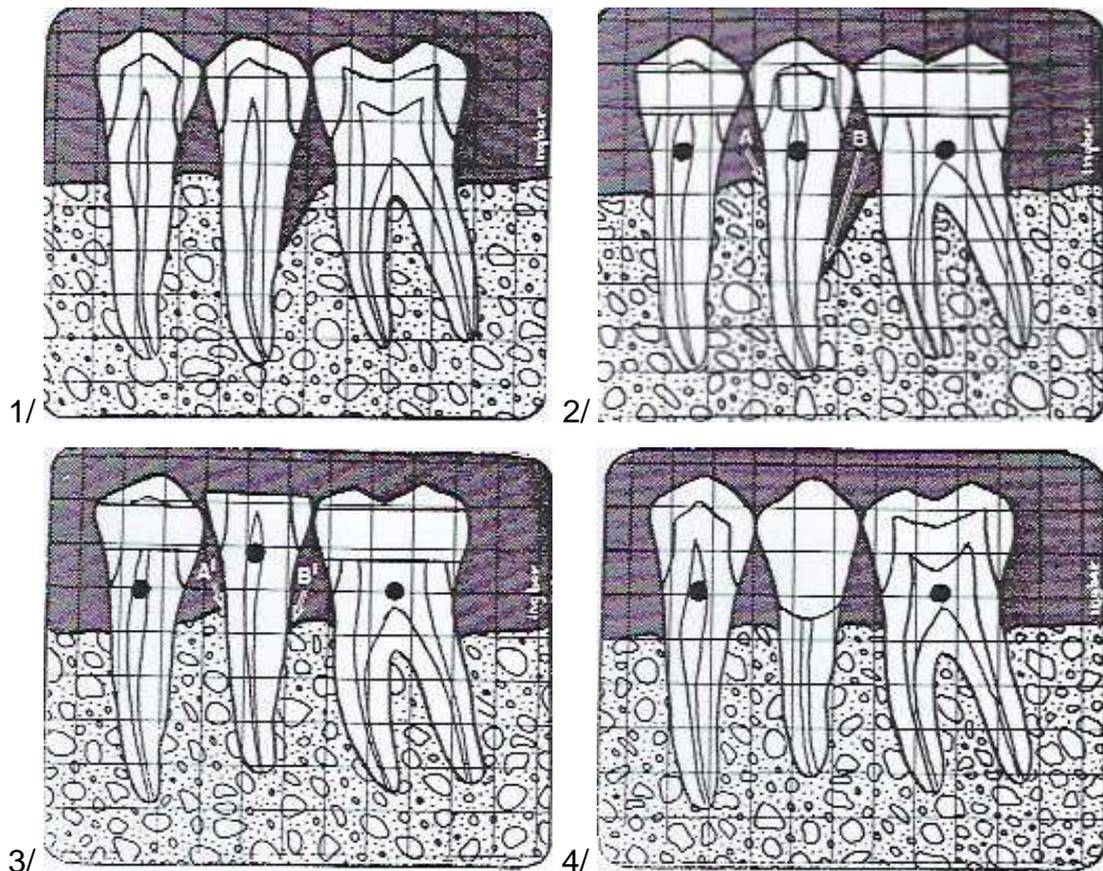


Figure 16 : illustration théorique de l'effet obtenu lors d'un traitement orthodontique par égression d'une dent présentant une lésion parodontale isolée délimitée par une ou deux parois osseuses (source : Ingber, 1974) ; 1/ situation initiale ; 2/ évaluation de la profondeur de poche ; 3/ gains osseux post-égression ; 4/ chirurgie osseuse et restauration coronaire d'usage

3.2. Contre-indications

Dans certains cas de figure, la thérapeutique orthodontique d'extrusion ne pourra pas être envisagée :

- ankylose : la fusion entre le cément et l'os alvéolaire entraîne la disparition du desmodonte et donc l'impossibilité de tracter l'organe dentaire dans son alvéole ;
- lésions inflammatoires péri-radicales d'origine endodontique : un risque d'accentuation des phénomènes inflammatoires et de résorption existe ;

- parodontopathie généralisée : la maladie parodontale active, non stabilisée contre-indique une thérapeutique orthodontique car elle risque d'accentuer les phénomènes inflammatoires/infectieux, la profondeur des poches et la perte de tissus osseux ;
- faible longueur de la racine ancrée dans l'os : Si la longueur n'est pas suffisante, elle ne pourra pas assurer la stabilité de la dent à long terme et soutenir la restauration prothétique.
- rapport couronne/racine clinique supérieur à 1 : le rapport idéal entre la couronne et la racine est de 0,5 pour envisager une reconstruction par prothèse fixée ;
- espace prothétique insuffisant : l'extrusion va diminuer la hauteur inter-arcade. Il se peut qu'il n'y ait plus suffisamment de place pour préparer un pilier dentaire rétentif et concevoir l'élément prothétique ;
- divergence des racines des molaires : le risque est d'atteindre les dents adjacentes ;

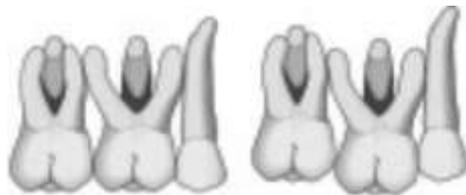


Figure 17 : divergence des racines des molaires et risque orthodontique (source : Bach *et al.*, 2004)

- proximité radiculaire : la forme de certaines dents pluriradiculées est divergente au-delà de la jonction amélo-cémentaire. L'extrusion va donc modifier le diamètre cervical de la partie coronaire (l'augmenter), entraînant une diminution des espaces entre les dents adjacentes. Cela peut être gênant lors de la reconstruction coronaire si les embrasures sont inexistantes. A l'inverse, l'extrusion d'une dent antérieure conique compliquera l'intégration esthétique par diminution du diamètre cervical de la racine.

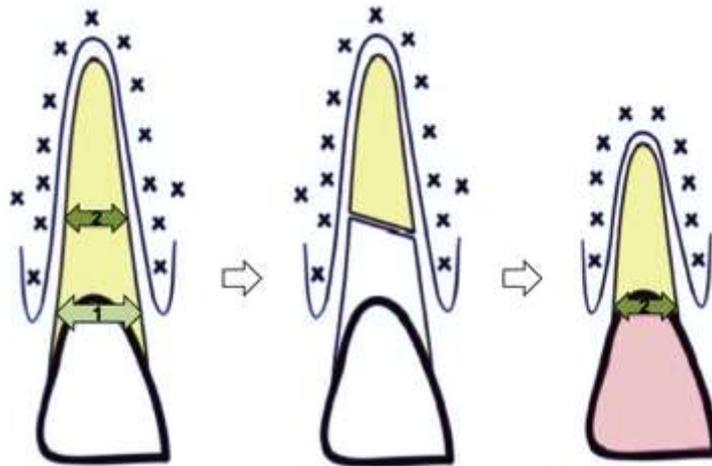


Figure 18 : variation du diamètre cervical d'une incisive (de 1 à 2) après égression, d'après Moreau et Bocquet (source : Moreau et Bocquet, 2012)

3.3. Considérations parodontales

Si le parodonte n'est pas sain, l'inflammation/infection présente risque d'être accentuée par les phénomènes inflammatoires induits avec les forces orthodontiques. Les conséquences d'une maladie parodontale (gingivite ou parodontite) seraient alors accélérées voire aggravées.

Avant de réaliser un traitement chez l'adulte ou l'enfant, le praticien doit s'assurer d'un bon état parodontal (voir paragraphe 1.5 page 28). Les objectifs du chirurgien dentiste traitant ou spécialisé en parodontie seront de supprimer tous les irritants (plaque, tartre) et tissus de granulation, d'inculquer de nouvelles règles d'hygiène indispensables pour diminuer la charge bactérienne et recouvrir une situation parodontale normale. Si nécessaire, une prise en charge chirurgicale sera prévue pour supprimer les lésions parodontales persistantes.

Il n'y a pas de contre-indication à la prise en charge orthodontique chez un patient ayant eu une maladie parodontale. Le parodonte réduit devra préalablement avoir été assaini, la maladie contrôlée ou stabilisée. La maintenance devra être efficace durant toute la durée du traitement et ultérieurement (Proffit *et al.*, 2013).

Le dispositif orthodontique entraînera des difficultés supplémentaires en matière d'hygiène. Des conseils devront être donnés au patient pour contrôler au mieux cet aspect.

Nous serons vigilants quant à la quantité (hauteur et épaisseur) de la gencive attachée et à la hauteur de l'os alvéolaire, puisque de ces caractéristiques découlera notre attitude thérapeutique :

- égression de la dent avec son parodonte ;
- extrusion sans son parodonte ;
- adjonction de procédures complémentaires (fibrotomie, chirurgie post-orthodontique).

3.4. Considérations endodontiques

Un des prérequis, avant de réaliser un traitement orthodontique, est de s'assurer que les dents ne présentent aucune pathologie pulpaire inflammatoire d'origine endodontique ou résorptive (Bassigny et Bonvarlet, 2009), localisée péri-apicalement ou latéralement, et que leur pronostic de conservation est favorable. En effet, pour être déplacé, le support osseux doit être intimement en contact avec la dent via le ligament alvéolo-dentaire.

L'application de forces légères est essentielle afin de limiter au maximum les réactions pulpaires et parodontales excessives pouvant conduire à des nécroses ou à l'apparition de résorptions dentaires.

Ces réactions indésirables peuvent être potentialisées en cas de traumatisme antérieur à la prise en charge et proportionnelles à sa sévérité (Hamilton et Gutmann, 1999).

3.4.1. Orthodontie et dent dévitalisée

De nombreuses études (Wickwire *et al.*, 1974 ; Mattison *et al.*, 1984 ; Spurrier *et al.*, 1990), résumées dans l'article de Hamilton et Gutmann (Hamilton et Gutmann, 1999), s'opposent et cherchent à montrer s'il y a plus de résorption radiculaire sur

une dent dévitalisée que sur une dent vitale lorsque des forces orthodontiques sont appliquées.

Or, dans la plupart des cas, la dent que nous chercherons à extruder est déjà dévitalisée (antécédent de traumatisme et nécrose, atteinte pulpaire antérieure).

Malgré les diverses conclusions, la littérature considère qu'une dent dévitalisée peut être déplacée de la même manière et à la même vitesse qu'une dent vitale, tant que les caractéristiques de la force appliquée restent maîtrisées (Hamilton et Gutmann, 1999 ; Kapoor *et al.*, 2016).

De plus, dans notre situation, la contrainte subie par la dent, facteur majeur responsable des résorptions radiculaires, est quasiment absente lors de la réalisation d'une extrusion.

3.4.2. Application pratique

Si l'obturation radiculaire initiale est satisfaisante (dent désinfectée, mise en forme et obturée tridimensionnellement (Hamilton et Gutmann, 1999)), le traitement orthodontique peut débuter. La dent est déplacée comme n'importe quelle dent vivante et à la même vitesse.

En effet, des études de Simon, en 1980, sur des racines de chien dévitalisées, confirment la possibilité d'appliquer des forces extrusives sur des dents traitées endodontiquement (Simon *et al.*, 1980). L'analyse histologique et radiologique montre une apposition de tissu ostéoïde au niveau crestal, apical et au niveau de la zone de furcation. Aucune complication liée aux dévitalisations n'a été observée malgré un dépassement apical de pâte d'obturation sur l'une des dents incluses dans l'étude.

Lors de la traction orthodontique, les interférences avec les dents antagonistes doivent être inexistantes.

Si la dent est encore vitale, et que nous prévoyons une extrusion importante, une réduction occlusale devra être réalisée. Dans ce cas, il faudra envisager la

dévitalisation de la dent en cas d'atteinte de la chambre ou de proximité pulpaire, afin d'éviter toute pathologie (Alsahhaf et Att, 2016).

L'application de forces sur une dent dont le traitement de la racine n'est pas terminé est parfois possible. C'est le cas quand l'objectif est de rehausser les limites dentaires, alors sous-gingivales, pour réaliser le futur traitement de racine dans de bonnes conditions. Dans cette situation, la pulpectomie et/ou désinfection du système endo-canalair sera réalisées préalablement et de l'hydroxyde de calcium sera alors mis en place pendant le déplacement.

Pendant la traction orthodontique, si la dent se nécrose ou si une pathologie pulpaire irréversible apparaît, un traitement endodontique peut être débuté (ouverture de la chambre, irrigation et préparation canalair). Une médication intra-canalair à l'hydroxyde de calcium sera mise en place et la couronne sera obturée transitoirement jusqu'à la fin de la prise en charge orthodontique avant d'envisager l'obturation définitive (Hamilton et Gutmann, 1999).

3.5. Considérations générales

De nombreux points doivent être surveillés avant de se lancer dans la thérapeutique orthodontique (Potashnick et Rosenberg, 1982) :

- l'esthétique du projet ;
- le futur rapport corono-radicaire et donc la possibilité d'une réhabilitation pérenne ;
- la proximité radicaire des dents adjacentes ;
- la morphologie radicaire et la position de l'espace de furcation ;
- le pronostic de la dent.

3.6. Application clinique

La prise en charge concerne majoritairement une patientèle adulte. Pour cette raison, le patient doit adhérer totalement au projet et doit être prêt à porter le dispositif orthodontique.

Le chirurgien dentiste devra être vigilant quant aux considérations parodontales, endodontiques et générales.

La **distance** sur laquelle la dent doit être extrudée dépend de l'endroit où se situe la lésion par rapport à sa future position (qui devra préserver deux millimètres d'attache tissulaire supracrestale et un millimètre pour le sulcus). Par exemple pour une fracture infra-osseuse qui se situe un millimètre sous la crête alvéolaire, la dent devra être extrudée de quatre millimètres.

De multiples moyens existent pour la mise en œuvre du dispositif orthodontique (cf partie 4).

Dans la plupart des indications de l'extrusion, le motif est de rehausser la limite saine au-dessus de l'attache tissulaire supracrestale. Les forces appliquées vont être « lourdes » pour avoir le moins de migration parodontale possible (crête osseuse et tissus gingivaux).

La valeur de la force dépend de la dent considérée et de son ancrage radulaire. Il n'y a pas de valeur arbitraire, mais dans la littérature et la mise en pratique, les forces « lourdes » varient approximativement entre 30 et 60 grammes selon la dent (Proffit *et al.*, 2013 ; Bajaj *et al.*, 2015).

Pour traiter les défauts infra-osseux isolés (à une ou deux parois) et supprimer la poche parodontale, il faut que la force soit la plus légère possible pour observer une progression du parodonte avec le déplacement dentaire. Cela va permettre le rétablissement d'une nouvelle attache tissulaire supracrestale, sans avoir les effets négatifs d'une chirurgie parodontale résectrice.

Cette propriété est aussi utilisée pour l'extraction contrôlée à visée implantaire.

Ainsi pour une incisive et un déplacement avec le support parodontal, la force légère est inférieure à 35 grammes et pour une extrusion plus rapide sans le parodonte, la valeur sera supérieure à 50 grammes (Ansar *et al.*, 2015).

Pour une dent postérieure, 50 grammes correspondent à la valeur moyenne d'une force légère (Alsahhaf et Att, 2016).

Nous pouvons espérer, lors d'une prise en charge de ce type, une extrusion d'environ **un millimètre par semaine**. La durée de l'application des forces se fera donc sur **un à trois mois** selon la situation clinique et les objectifs visés (Proffit *et al.*, 2013).

Pendant toute la durée du traitement (phase orthodontique active notamment), le patient doit se rendre disponible à raison d'une à deux fois toutes les deux semaines. Le praticien doit pouvoir contrôler l'efficacité, réduire la hauteur coronaire (si nécessaire) afin d'éviter les interférences occlusales, et surveiller l'hygiène locale.

3.6.1. Contention / stabilisation

La dent sera déplacée jusqu'à sa position finale puis maintenue, le temps que le parodonte se remanie et pour éviter un mouvement de ré-intrusion.

Initialement, Ingber, Simon et Al (en 1974 et 1978) préconisaient une contention pendant **huit à douze semaines** (Kapoor *et al.*, 2016). Aujourd'hui, la durée minimale est de trois semaines (Proffit *et al.*, 2013), mais elle est souvent prolongée jusqu'à huit semaines dans la plupart des cas cliniques présentés dans la littérature (cf annexes page 109).

3.7. Procédures associées

3.7.1. Fibrotomie supracrestale

o Définition

Nous avons vu précédemment que l'application de forces extrusives légères et lentes sur la dent entraînait la migration du parodonte superficiel et profond.

Ceci présente de nombreux avantages quand l'objectif final est d'obtenir une augmentation des volumes osseux et gingivaux (égression à visée implantaire, correction des défauts intra-osseux isolés).

Pour les autres indications de l'extrusion, notamment quand la distance entre les limites dentaires saines et la crête osseuse ne permet pas d'avoir une restauration de l'espace biologique, cet effet ne va pas toujours être recherché.

En effet la hauteur osseuse est souvent déjà satisfaisante. Nous voulons simplement obtenir une extrusion de la dent, et déplacer les limites dentaires saines coronairement par rapport à leurs situations initiales. Ces nouvelles conditions permettent de rétablir l'espace biologique.

Malgré l'application de forces lourdes, les tissus osseux et gingivaux migrent parfois avec la dent (Sabri, 1989).

Pontoriero et ses collaborateurs en 1987 (Pontoriero *et al.*, 1987) ainsi que Kozlovsky et ses collaborateurs en 1989 (Berglundh *et al.*, 1991) ont proposé d'associer à l'extrusion dentaire une section de l'attache (épithéliale et conjonctive) de la gencive à la dent et des fibres ligamentaires crestaies superficielles. C'est ce que nous appelons la fibrotomie supracrestale.

D'après la théorie « pression-tension », ce serait en effet la traction du desmodonte (fibres crestales) qui serait à l'origine de l'apposition osseuse au niveau de la crête osseuse. En isolant la dent de ses tissus environnants et en sectionnant les attaches des tissus parodontaux, nous observerions donc une simple extrusion de la dent sans migration associée du parodonte.

- o Moyens techniques

La procédure chirurgicale est simple et se déroule sous anesthésie locale. La section des fibres parodontales se fait par une incision intra-sulculaire à la lame de bistouri, sur toute la périphérie de la dent, jusqu'au contact de la crête osseuse.



Figure 19 : fibrotomie circonférentielle supracrestale à la lame 15C (source : Bajaj *et al.*, 2015)

La dent est pendant ce temps soumise aux forces orthodontiques.

- o Fréquence

Dans les études cliniques de Pontoriero qui initia la procédure, une incision par semaine est réalisée (Pontoriero *et al.*, 1987). Kozlovsky n'en réalise qu'une toutes les deux semaines (Berghlundh *et al.*, 1991).

Dans les cas cliniques publiés, la procédure n'est pas systématiquement réalisée. Si elle l'est, l'intervalle entre deux fibrotomies varie d'une à trois semaines (cf annexe : page 109).

- o Avantages

La réalisation d'une fibrotomie supracrestale permet de limiter ou d'éviter la progression des tissus osseux et gingivaux associés au déplacement dentaire.

L'étude randomisée de Carvalho et Al (Carvalho *et al.*, 2006) montre une différence significative de comportement de la dent et de son parodonte lorsque l'extrusion est associée ou non à une fibrotomie supracrestale. Avec une fibrotomie, il n'y aura pas de migration des structures parodontales qui restent stables et l'extrusion sera accentuée.

Suite à une prise en charge orthodontique, une fibrotomie peut aussi être réalisée immédiatement après dépose du dispositif pour empêcher le retour de la dent dans sa position originelle (Zenóbio *et al.*, 2015 ; Malmgren *et al.*, 1991).

- o Inconvénient

Certains auteurs comme Berglundh et ses collaborateurs en 1991 montrent une migration coronaire de l'attache gingivale malgré la fibrotomie. Elle reste cependant faible par rapport au gain de hauteur coronaire obtenu (Berglundh *et al.*, 1991).

3.7.2. Chirurgie

Le traitement orthodontique peut être complété par une chirurgie qui consiste en une résection osseuse autour de la dent extrudée afin de modifier l'architecture péri-dentaire.

Dans ce cas de figure, le volume osseux initial aura été augmenté par la procédure d'égression et l'inconvénient d'une élongation coronaire chirurgicale (étendue aux dents adjacentes) sera supprimé (Potashnick et Rosenberg, 1982).

Cette chirurgie peut être envisagée un mois après la fin de la traction orthodontique (Proffit *et al.*, 2013).

Les objectifs sont d'harmoniser le contour osseux autour de la dent extrudée pour parfaire la réhabilitation de l'attache tissulaire supracrestale et de repositionner

correctement les tissus gingivaux pour améliorer l'intégration esthétique (symétrie de la hauteur des collets).

D'après l'étude clinique de Zenobio, réaliser cette chirurgie en amont autour de la dent à extruder pourrait améliorer et faciliter la prise en charge orthodontique :

- par une meilleure évaluation de l'intrusion sur l'attache (qui se fait sinon par sondage ou contrôle radiographique) ;
- et par un rétablissement de l'attache avant la traction.

Huit semaines de cicatrisation sont préconisées avant de réaliser le traitement orthodontique (Zenóbio *et al.*, 2015).

4. ASPECT TECHNIQUE : DISPOSITIFS ORTHODONTIQUES

4.1. Revue de la littérature

Le but de cette revue est de lister les différences et similitudes dans les prises en charge d'extrusions orthodontiques pour rétablir l'attache tissulaire supracrestale et de mettre en exergue les différents dispositifs orthodontiques possibles.

Méthodologie :

La recherche de publications récentes, parues les cinq ou dix dernières années, s'est faite sur Pubmed.

Le groupe principal (groupe 1) était constitué des mots clefs « dental extrusion », « forced eruption », « egression » ou « orthodontic extrusion ».

Ce groupe de synonymes a été associé dans un premier temps au groupe 2 constitué de « biologic width » ou « supra crestal attachment ».

La sélection des articles s'est faite par lecture du titre de l'article et de son résumé.

Les critères d'inclusion prévoyaient :

- les sujets traitant de l'extrusion dentaire orthodontique ;
- le lien entre l'extrusion et l'attache tissulaire supracrestale ;
- le lien entre le mouvement extrusif et les modifications parodontales ;
- des « case reports » répondant à l'une des sept indications de l'extrusion orthodontique, associés ou non à des procédures complémentaires (fibrotomie supracrestale et chirurgie post orthodontique).

En plus des doublons et des résultats hors-sujet, étaient exclues les publications traitant :

- de l'extrusion chirurgicale seule ;
- de l'élongation coronaire seule ;
- des techniques de régénération parodontale avec biomatériaux ;
- ou ceux non disponibles publiquement (via NCBI ou Ulysse).

Pour obtenir des articles supplémentaires, les mots clés du groupe 1 ont été associés à d'autres termes (terme 3 et terme 4) lors de deux recherches supplémentaires. La sélection s'est faite avec les mêmes critères d'inclusion.

MOTS CLES DU GROUPE 1 ET ...			Réponses	Sélections
Groupe 2	« biologic width » OR « supra crestal attachment »	5 ans	10	8
Terme 3	« prosthetic restoration »	5 ans	3	2
Terme 4	« mini screws »	10 ans	25	2

De nombreuses autres recherches dans la littérature ont servi à détailler les parties sur :

- l'orthodontie et les dents dévitalisées ;
- l'orthodontie et le déplacement dentaire ;
- la santé gingivale et l'impératif des limites des restaurations ;
- les méthodes d'élongation coronaire (élongation coronaire chirurgicale soustractive, extrusion chirurgicale).

4.2. Réalisation du traitement

La simplicité du mouvement orthodontique recherché pour obtenir l'extrusion de la dent, rend accessible à chaque praticien spécialisé en orthodontie ou non, la réalisation du traitement.

La connaissance des principes, des techniques et la compréhension du mécanisme de déplacement dentaire nous semble des prérequis indispensables pour se lancer dans une telle thérapeutique.

Autrement dit, l'extrusion d'une dent peut se faire dans le cadre de la prise en charge globale orthodontique, par le praticien spécialiste en orthodontie (corrections majeures et multiples indications orthodontiques, dont celle qui nous intéresse).

Lorsque ce sont des motivations prothétiques (réhabilitation de l'espace biologique) et qu'une seule dent est concernée, un traitement unitaire avec un dispositif orthodontique plus simple sera prévu. Dans ce cas de figure, le praticien traitant pourra prendre en charge le patient si ses compétences le lui permettent.

4.2.1. Rappels sur application d'une force simple

Pour obtenir un mouvement de gression pur, nous allons chercher à faire passer la ligne d'action de la force par le centre de résistance CR (Le centre de rotation CRO est situé à l'infini).

Si la ligne d'action de la force ne passe pas par ce centre de résistance CR, un moment va être créé. La dent décrira alors un mouvement de version autour d'un centre de rotation CRO.

Moment (g.mm) = Force (g) x Distance entre le point d'application de la force et le centre de résistance C_R (mm)

La position du centre de résistance dépend des propriétés du milieu (niveau osseux) et de la dent.

La position du centre de rotation dépend du système de forces appliquées à la dent. (distance et force) (Vion, 2000).

4.2.2. Mouvement d'extrusion

Dans notre situation, nous voulons obtenir un mouvement extrusif : le dispositif délivrera donc une force simple, verticale au plan de l'arcade, dans l'axe et le sens apico-coronaire de la dent.

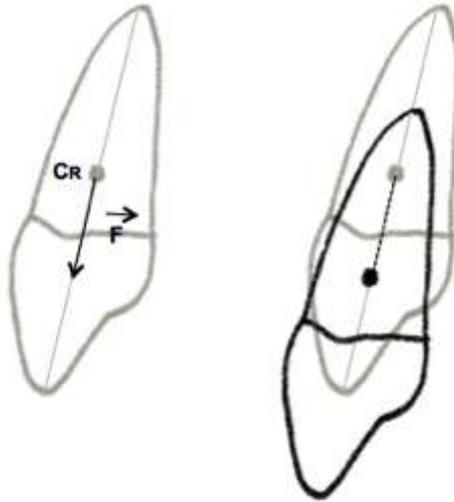


Figure 20 : mouvement d'extrusion, par application d'une force apico-coronaire passant par le centre de résistance de la dent (source : document personnel) : déplacement parallèle à l'axe originel

Le mouvement de la dent ne se fera parallèlement à son grand axe que dans de rares cas (avec un tenon radiculaire comme dispositif d'ancrage, situé sensiblement au niveau du centre de résistance).

L'application de la force au niveau de la couronne (du bracket ou autre dispositif) entrainera la création d'un moment et sera responsable d'une légère version linguale de la dent.

Le choix des modalités de la force (intensité, durée d'application) et l'association ou non des procédures complémentaires dépendront de l'indication pour laquelle le traitement est prévu et de l'objectif visé :

- migration avec le parodonte ou non ;
- quantité d'extrusion voulue.

Lors de l'application de forces, nous avons donc deux possibilités :

- égression avec le parodonte : application de forces légères et continues ;
- extrusion sans le parodonte :
 - application de forces légères, associée ou non à une procédure de fibrotomie, associée ou non à une procédure chirurgicale ;
 - application de forces « lourdes », associée ou non à une fibrotomie pour accentuer l'extrusion, associée ou non à une procédure chirurgicale.

Il y a de nombreux moyens qui permettent d'obtenir ce mouvement d'extrusion. Le choix du dispositif orthodontique (amovible, fixe complet ou sectionnel) dépendra de la situation clinique initiale (schéma dentaire) et donc des possibilités techniques de mise en œuvre, de la coopération du patient, et du choix du praticien.

- *Présence de dents antagonistes et adjacentes pour assurer l'ancrage ?*
- *Habilité du patient à manipuler l'appareil/hygiène, observance ?*
- *Matériel à disposition du praticien, habitude des appareillages ?*

Le dispositif de base comporte :

- un système ou point d'ancrage ;
- un point d'accroche sur la dent à tracter = point d'application de la force ;
- un dispositif actif, qui délivre des forces.

4.3. Ancrages

L'ancrage en orthodontie est une force qui s'oppose au déplacement.

Son but va être de contrecarrer les autres forces produites pour déplacer les dents.

En effet, conformément à la troisième loi de Newton, d'**action-réaction**, la force à l'origine du déplacement dentaire (« l'action ») est équilibrée par une force d'intensité et direction similaires à la première mais de sens opposé (« la réaction »).

Autrement dit, le point/système d'ancrage permet «la réflexion » de la force créée et ainsi le rétablissement de l'équilibre du système mécanique (Vion, 2000 ; Bassigny et Bonvarlet, 2009).

4.3.1. Dentaire

Dans le cas de l'extrusion qui ne concerne qu'une seule dent, l'ancrage peut se faire sur les dents adjacentes ou antagonistes, si ces dernières sont déjà dans une position satisfaisante.

Cependant, ces dents sont aussi susceptibles d'être déplacées à cause de la force réactive. Notre but va être de limiter au maximum ces effets parasites et donc de minimiser les déplacements non désirés le temps de l'extrusion.

La résistance d'une dent au déplacement dépend de sa valeur d'ancrage (surface radiculaire intra-alvéolaire). Plus la surface radiculaire est grande, plus l'aire de distribution de la force et plus la résistance sont importantes. Freeman a défini ces valeurs en 1965.

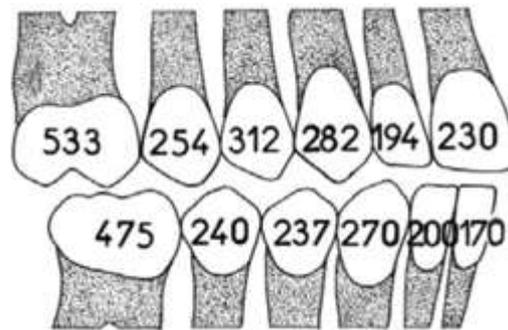


Figure 21 : surfaces radiculaires moyennes d'ancrage définies par Freeman (source : De Saboulin Bollena, 2014)

Théoriquement, la force réactive (FR) va se répartir entre chaque organe qui constitue l'ancrage et le ligament parodontale hydro-élastique des dents concernées va disperser cette force. L'aire de distribution de la force est nettement augmentée. Ainsi, les forces reçues par les dents constituant l'ancrage se situent sous les seuils d'activation des déplacements dentaires et leur quantité de mouvements est limitée (Proffit *et al.*, 2013).

D'autres caractéristiques comme le type d'os, la position de la dent sur l'arcade ou de l'occlusion et le type de déplacement dentaire vont influencer l'ancrage (De Saboulin Bollena, 2014).

- o Ancrage sur les dents adjacentes (dispositif intra-arcade)

- Réalisé avec un fil rigide (acier inoxydable) et collé avec une résine composite directement sur les dents, il garantit la stabilité dans l'espace de tout le bloc d'ancrage.



Figure 22 : ancrage assuré par un fil en acier inoxydable collé sur les faces vestibulaires des couronnes adjacentes ; point d'application : crochet solidarisé sur la dent à extruder ; force extrusive obtenue par un élastique (source : Proffit *et al.*, 2013)



Figure 23 : ancrage par fil rond en acier 0.028 inch, collé face palatine de 11 et 22 ; point d'application : boucle scellée dans la racine ; système actif : élastique (source : Saito *et al.*, 2009)

- Réalisé avec un fil rigide (acier inoxydable) et maintenu sur des brackets orthodontiques :



Figure 24 : ancrage sectionnel avec un fil rigide en acier inoxydable 0.017x0.025 inch ; point d'application : bouton collé en vestibulaire de la 11 ; force extrusive obtenue par adjonction d'un deuxième fil super élastique en NiTi (source : Kumar et Patil, 2012)

- o Ancrage sur l'arcade antagoniste (dispositif inter-arcade)

- Arc rigide collé sur les dents ou maintenu sur les brackets orthodontiques :



Figure 25 : ancrage sectionnel par un fil rigide maintenu par l'intermédiaire de brackets sur trois dents antagonistes ; point d'application : bouton collé ; force obtenue par un élastique (source : Proffit *et al.*, 2013)

4.3.2. Squelettique

La minivis va permettre d'assurer une fonction d'ancrage, en complétant celui déjà existant sur les dents afin de mieux répartir les forces, ou en le remplaçant.

L'ancrage ne reposera plus essentiellement sur les dents dont le support parodontal peut être diminué (notamment chez l'adulte). Les dents ne subiront plus inutilement l'effet de forces qui ne leur sont pas adressées.

Il nous permettra aussi d'envisager une thérapeutique orthodontique chez les patients édentés par exemple.

En alliage titane (Ti_6AL_4Va) ou en acier, sa biocompatibilité (pour l'os et la gencive) ainsi que ses formes variables au niveau de la tête, du col ou du corps (pas de vis), lui assurent une stabilité tout le long de son utilisation.

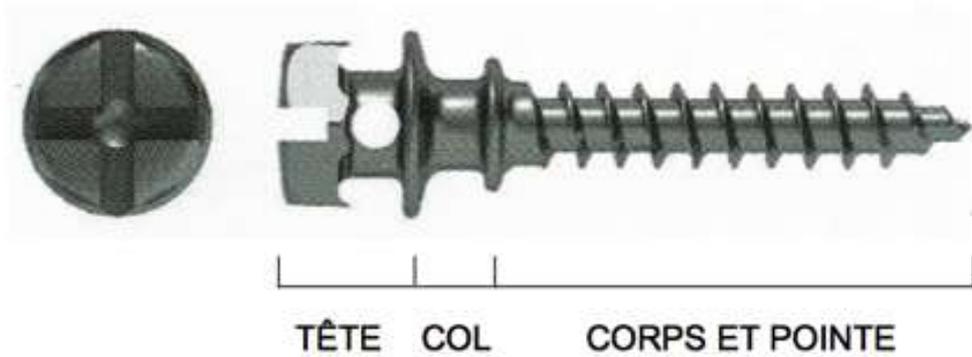


Figure 26 : minivis (Tekka® - Ancotek) à tête bracket (source : Lazaroo *et al.*, 2016)

La stabilité primaire de l'élément, nécessaire pour assurer sa fonction, est obtenue par vissage dans l'os. Il n'y a pas d'ostéointégration. Son utilisation est transitoire (période allant jusqu'à 12 mois) (Lazaroo *et al.*, 2016).

Elle peut être soumise à une force dès le jour de la pose (50 grammes) ou après cicatrisation muqueuse (Boileau et Canal, 2011).

o Dispositif intra-arcade



Figure 27 : système mécanique intra-arcade comprenant : un ancrage par minivis, un point d'application au niveau du bracket et un ressort comme dispositif actif maintenu par un fil en acier inoxydable 0.019x0.025 inch plié à 90 degrés (source : Horliana *et al.*, 2015)

- o Dispositif inter-arcade



Figure 28 : système d'ancrage assuré par deux minivis en vestibulaire de l'arcade mandibulaire ; point d'application : 2 boutons palatin et vestibulaire sur la 17 ; élastique (113 grammes) pour le dispositif actif (source : Derton *et al.*, 2011)

4.3.3. Autres dispositifs, amovibles

- o Gouttière



Figure 29 : (A) et (B) gouttière qui assure l'ancrage dentaire et le support d'un aimant (un des éléments du dispositif actif) (source : Alsahhaf et Att, 2016)

o Plaque



Figure 30 : schéma d'une plaque de Hawley, avec un ressort cantilever qui s'insère au niveau du bracket sur la dent à extruder (source : Bach *et al.*, 2004)



Figure 31 : ressort d'une plaque amovible, avec action sur la 12 qui comporte un plot de résine collé sur sa face vestibulaire (source : Bassigny et Bonvarlet, 2009)

4.4. Point d'application de la force

Concernant le point d'application de la force, deux positions sont à distinguer.

Le point d'application pourra être sur l'axe apico-cronaire de la dent à extruder et passera ainsi par le centre de résistance. Cela est envisageable avec :

- un tenon scellé qui nécessite une préparation initiale du canal pour venir accueillir l'élément. Il peut être scellé provisoirement (ciment phosphate de zinc) (Bajaj *et al.*, 2015) ou définitivement (Ciment verre ionomère) (Patil *et al.*, 2014) ;

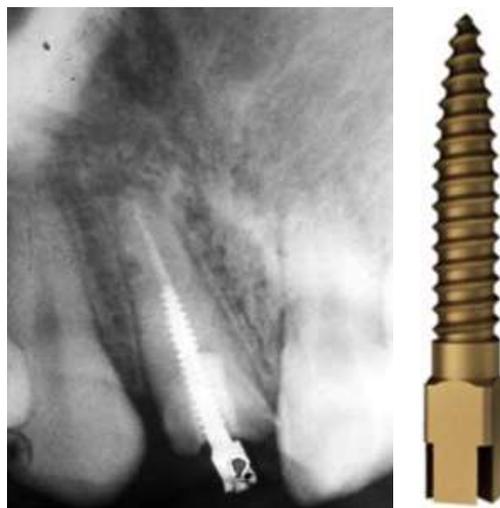


Figure 32 : exemple d'un point d'ancrage réalisé à l'aide d'un tenon préfabriqué en or, scellé avec un ciment verre ionomère (source : Patil *et al.*, 2014 ; Dentalus)

- un tenon façonné avec un arc en acier. Le dispositif est intra-canalair ;

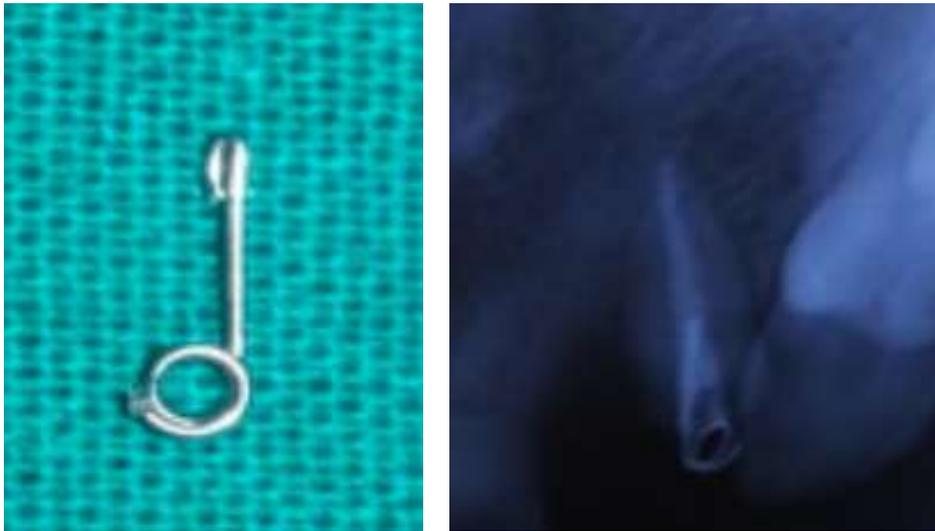


Figure 33 : tenon façonné (source : Ansar *et al.*, 2015)

- un aimant (cf paragraphe 4.5.5 page 92).

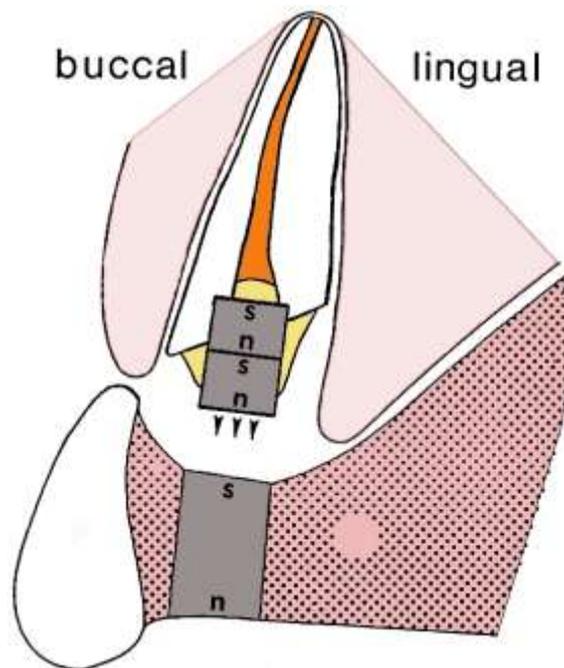


Figure 34 : schéma d'un dispositif orthodontique maxillaire amovible utilisant deux aimants comme éléments actifs dont l'un est collé au composite à la racine dentaire ; (s) et (n) correspondent à la polarité des aimants (source : Bondemark *et al.*, 1997)

Le point d'application peut être décalé par rapport à l'axe apico-coronaire. La force ne passera pas par le centre de résistance. Il y aura un moment et un mouvement de version associé. C'est le cas avec :

- un bracket, qui est envisageable si la hauteur coronaire résiduelle le permet ;
- un bouton collé (sur la couronne naturelle ou provisoire) (Figure 25) ;
- une couronne temporaire avec un crochet ou un crochet/pins sur la dent naturelle en position cervicale (Figure 22).

Le placement du bracket ou du bouton se fera le plus apicalement possible.

4.5. Dispositif actif

Le dispositif actif va libérer la force nécessaire au déplacement. Il relie le point ou le dispositif d'ancrage au point d'application de la force.

4.5.1. Fil orthodontique flexible

Sa mise en œuvre est possible lorsqu'un ancrage fixe est assuré par les dents adjacentes.

La propriété élastique du fil désigne sa tendance à revenir à forme initiale lorsqu'il est soumis à une contrainte déformante, sans atteindre sa limite d'élasticité (déformation plastique).

La déformation lors de son insertion dans le logement du bracket (sur la dent à extruder) induira donc une force (ou un couple de forces) au niveau du point d'application (bouton ou bracket).

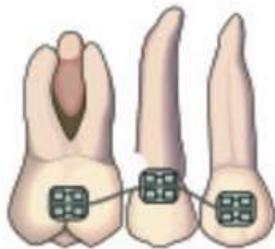


Figure 35 : exemple schématique de l'utilisation de brackets et d'un fil NiTi aux propriétés super élastiques (source : Bach *et al.*, 2004)



Figure 36 : dispositif fixe avec arc flexible NiTi (source : Milardovic Ortolan *et al.*, 2012)

4.5.2. Fil orthodontique rigide

La force est efficace avec des plis horizontaux et verticaux (dont la hauteur est modifiée au cours de la traction).



Figure 37 : arc rigide en acier inoxydable 0.016x0.016 inch avec plis horizontaux et verticaux (source : Scholtes *et al.*, 2018)

4.5.3. Ressort

- o Type « coil spring » (Figure 27)

Une force de rappel est obtenue lors de la modification de la longueur du ressort (ΔL). Elle est proportionnelle à l'allongement ou à la compression et à la constante de raideur (k). C'est la loi de Hooke : $\vec{F} = -k(\Delta L)$

- o Ressort en cantilever (Figure 30)

Le bras de levier activé induit une force pour revenir à sa position originelle.

4.5.4. Élastique orthodontique (Figure 25 et Figure 28)

La force issue de la déformation de l'élastique répond aussi à la loi de Hooke. Elle est proportionnelle à la longueur de la déformation et à la raideur de l'élastique.

4.5.5. Aimants (Figure 29 et Figure 34)

Deux aimants sont utilisés. L'un est collé sur la racine à extruder (A1), l'autre est maintenu dans la gouttière ou la plaque amovible (A2). Les deux aimants vont chercher à s'attirer. L'intensité de cette force d'attraction, dépendante du type d'aimants choisis et de la distance entre les deux éléments, s'exprime en Newton (1 cN est approximativement égal à 1g). Le champ magnétique va être à l'origine du déplacement. Pour que la force n'augmente pas avec le rapprochement des éléments, une interface les maintient à distance l'un de l'autre. Pour réactiver le système, il faudra déplacer le deuxième aimant (A2).

Grâce à l'utilisation d'aimants, l'intensité de la force libérée est connue et il n'y a pas de fatigue du dispositif telle que l'on pourrait avoir avec un élastique ou un ressort. La force augmente même avec la diminution de la distance entre les deux aimants (Bondemark *et al.*, 1997 ; Mehl *et al.*, 2008).

4.6. Risques – orthodontie iatrogène

4.6.1. Résorption radiculaire

Lorsque l'on applique des forces orthodontiques légères, un remodelage osseux se met en place provoquant le déplacement dentaire. De la même manière, sous l'action de forces, on observe un remodelage de la surface cémentaire. C'est le ciment au contact du ligament alvéolo-dentaire nécrotique (hyalinisé) qui est concerné et remanié par des cellules clastiques et réparatrices. Une nouvelle apposition de ciment se fait dans la majorité des cas pendant les phases de réparation.

Dans le cas contraire, si l'attaque du ciment est plus conséquente, des îlots atteignant parfois la couche dentinaire se forment sans continuité avec la racine. Résorbés, ils ne seront pas remplacés et la racine sera plus courte (Proffit *et al.*, 2013).

Des facteurs tels que l'intensité (force lourde), la durée d'application (longue durée) ou le type de distribution de la force (continue par rapport à des forces intermittentes) peuvent favoriser le développement de résorptions radiculaires (Dindaroğlu et Doğan, 2016).

La direction de la force influence aussi le comportement dentaire. En effet, les pressions ressenties au niveau du desmodonte sont beaucoup plus importantes avec un mouvement intrusif ou de version qu'un mouvement extrusif. Il y aurait ainsi quatre fois plus de résorption pour un mouvement d'intrusion que pour un mouvement d'extrusion (Dindaroğlu et Doğan, 2016).

Avec des forces orthodontiques, des résorptions externes (de surface ou inflammatoire) sont majoritaires (Hamilton et Gutmann, 1999).

4.6.2. Récession gingivale et Déhiscence osseuse

L'apparition de récessions gingivales ou de déhiscence osseuse lors d'un traitement orthodontique va dépendre de la direction du mouvement dentaire et du phénotype parodontal. Ces effets sont majoritairement observés pour des mouvements de version (Jepsen *et al.*, 2018).

Le mouvement apico-cronaire d'égression et l'application des forces légères ou plus intenses vont dans le sens d'une augmentation ou d'une stabilisation du niveau des tissus parodontaux.

4.6.3. Nécrose pulpaire

La nécrose de la dent peut être potentialisée par des forces éruptives excessives. (Hamilton et Gutmann, 1999 ; Stern et Becker, 1980). Mais la plupart des cas d'éruption forcée sont appliqués sur des dents sujettes à des traumatismes ou couronnées, autrement dit sur des dents déjà dépulpées.

5. CAS CLINIQUES

5.1. Cas clinique 1

Cette première illustration d'un cas clinique est issue d'un article de Paolone et Kaitsas (Paolone et Kaitsas, 2018).

La patiente de 42 ans se présentait au cabinet avec une résorption cervicale externe aux limites infra-osseuses, sur une dent dévitalisée préalablement restaurée sur sa face vestibulaire avec une résine composite. La quantité de tissus dentaires résiduels (hauteur radiculaire) était suffisante pour envisager une extrusion. Ce type de prise en charge garantissait dans le secteur antérieur un résultat esthétique plus prévisible qu'une chirurgie d'élongation coronaire.



Figure 38 : situation initiale clinique et radiographique

Le dispositif orthodontique utilisé était fixe, les brackets collés en lingual en technique indirecte. Le mouvement a été obtenu grâce à un premier fil CuNiTi (Cuivre-Nickel-Titane), puis dans un second temps par l'utilisation d'un fil TMA (Titane-molybdène).



Figure 39 : dispositif orthodontique fixe lingual (7th Ormco®) et contrôle radiographie de l'extrusion

L'extrusion s'est faite en deux temps :

- lente d'abord pour avoir une légère migration et augmentation de volume des tissus gingivaux et ainsi prévenir une récession ;
- plus intense ensuite, associée à une procédure de fibrotomie supracrestale pour n'avoir d'un déplacement dentaire.



Figure 40 : fibrotomie supracrestale



Figure 41 : situation post-extrusion, avant de débiter la restauration finale

Les étapes de restauration ont ensuite pu débiter.

Le pilier dentaire a été reconstruit après élévation d'un lambeau et sous digue à l'aide d'un tenon fibré et d'une colle biphasée. La restauration finale et esthétique a été réalisée à l'aide d'une facette en céramique.



Figure 42 : reconstitution sous digue du pilier dentaire



Figure 43 : situation finale, clinique et radiographique

5.2. Cas clinique 2

Ce deuxième cas est issu d'un article de Derton et ses collaborateurs (Derton *et al.*, 2011).

La patiente de 51 ans s'est présentée en consultation avec une lésion carieuse distale sur la 17, atteignant le tiers coronaire radiculaire. Le chirurgien dentiste et la patiente ont opté pour un protocole orthodontique pour ne pas affaiblir le support parodontal.

La dent a été dévitalisée avant le traitement orthodontique car la lésion carieuse extensive atteignait la chambre pulpaire.



Figure 44 : situation initiale clinique et radiographique

La patiente ne souhaitant pas porter d'appareil orthodontique complet, le dispositif prévoyait :

- un ancrage squelettique par deux minivis sur l'arcade antagonique, insérées en mésio-vestibulaire et disto-vestibulaire de la 47 ;
- le collage de deux boutons sur les faces vestibulaire et palatine de la 17 ;
- le port de deux élastiques de 113 grammes, nécessitant la collaboration de la patiente, à raison de 12 heures par jour, reliant les boutons aux têtes des minivis.



Figure 45 : dispositif orthodontique (minivis « spider screw K1S » de 1,5 x 8 mm ; élastiques « Cathy – 3M unitek », 3,2 mm de 113 g)

La patiente s'est présentée tous les dix jours pour un contrôle de l'occlusion (meulages sélectifs pour réduire la hauteur occlusale) et pour réaliser une fibrotomie circulaire supracrestale sous anesthésie locale afin d'éviter des migrations parodontales non désirées.



Figure 46 : situation clinique 5 semaines après le début de l'extrusion



Figure 47 : situation clinique à la fin de l'application des forces montrant le dégagement des limites dentaires saines

Le traitement s'est déroulé sur onze semaines, pour une extrusion de trois millimètres environ.

La dent a été stabilisée avec un arc sectionnel pendant un mois.

Pour parfaire le dégagement des limites dentaires, une gingivectomie distale a été réalisée.

L'établissement de ces nouvelles conditions péri-dentaires a permis d'envisager sereinement la reconstruction coronaire par prothèse fixe.



Figure 48 : situation radiographique post-extrusion et situation clinique finale

CONCLUSION

L'extrusion orthodontique répond complètement à nos objectifs de rétablissement de l'espace biologique. Le déplacement dentaire permet de restaurer la distance de trois millimètres environ entre la crête alvéolaire et la limite de la restauration. Cette condition est nécessaire pour la réalisation de l'attache tissulaire supracrestale et le maintien d'une situation parodontale saine.

Les dispositifs possibles sont très variés permettant d'individualiser la prise en charge et de s'adapter aux situations cliniques de chacun.

De plus, la rapidité du protocole (un à trois mois en moyenne pour la phase d'extrusion) permet au patient de conserver sa dent naturelle sans s'engager dans des procédures chirurgicales lourdes pouvant être parfois contre-indiquées.

Des procédures complémentaires peuvent s'ajouter à la thérapeutique orthodontique pour atteindre les objectifs prévus. La fibrotomie supracrestale prévient la migration des tissus parodontaux osseux et gingivaux et potentialise l'effet de l'extrusion. La chirurgie permet de modifier l'architecture osseuse autour de la dent extrudée, et donc de parfaire les conditions nécessaires au rétablissement l'attache biologique.

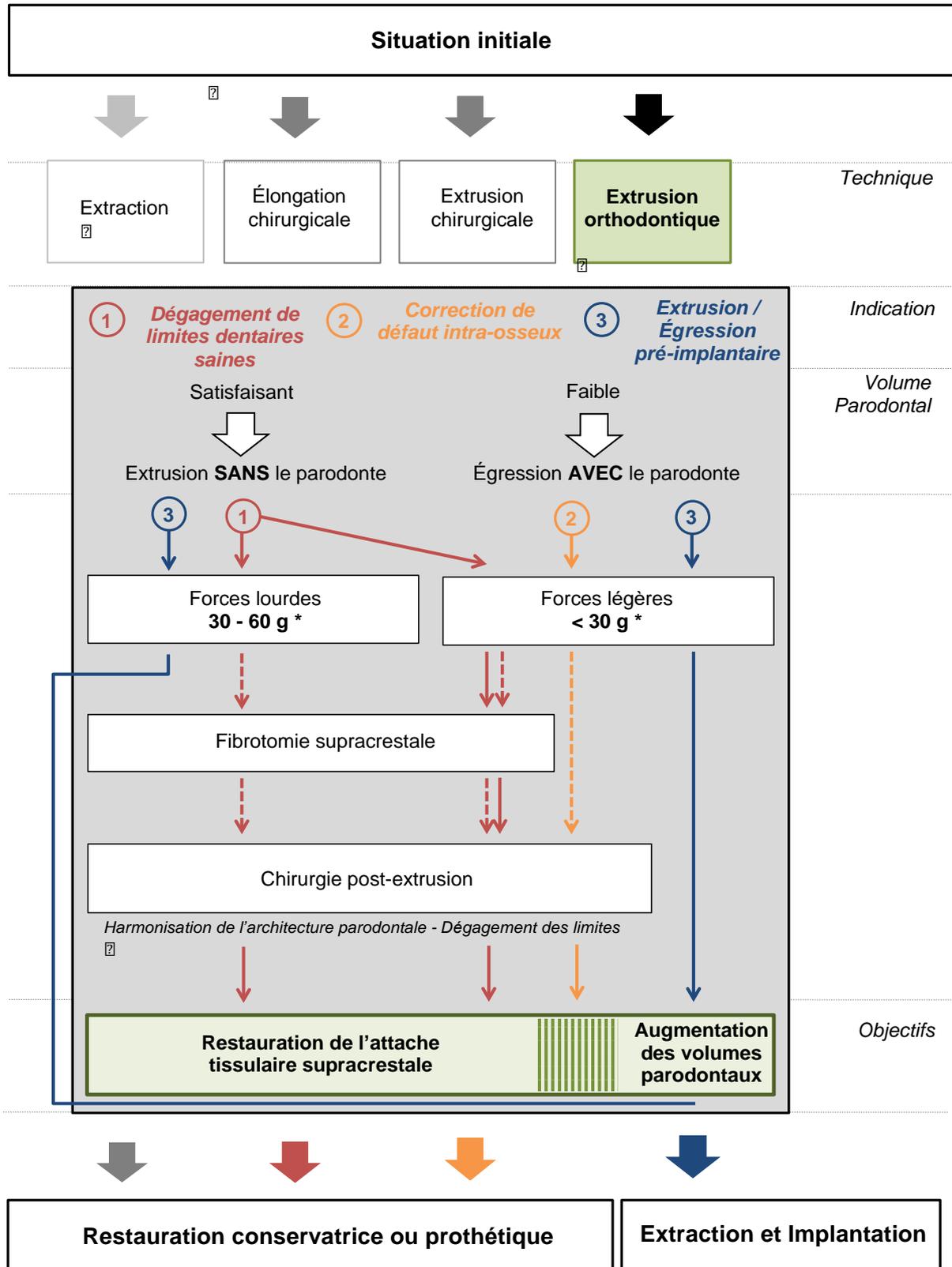
La théorie semble confirmée par l'abondance de cas cliniques parus dans la littérature qui illustrent la diversité des protocoles et les modifications parodontales positives en fonction des objectifs visés (maintien ou gain des tissus gingivaux et des volumes osseux). L'ensemble des cas sélectionnés par les auteurs pour illustrer leur article montre les bénéfices et l'efficacité de la thérapeutique pour restaurer de bonnes conditions péri-dentaires.

Cependant, nous savons que les études de cas restent au bas de l'échelle des preuves médicales (« evidence base medical »). Il n'existe pas ou peu d'études cliniques récentes randomisées sur le sujet pour déterminer la meilleure procédure à adopter entre l'extrusion orthodontique et les alternatives existantes pour restaurer l'attache clinique supracrestale.

Éthiquement, il est difficile de procéder à ces études randomisées car la sélection aléatoire entre deux méthodes qui touchent au domaine esthétique n'est pas envisageable.

Le choix du protocole doit reposer sur l'expertise clinique de la situation par le praticien et l'adhésion éclairée du patient.

Tableau 5 : tableau récapitulatif des protocoles d'extrusion orthodontique possibles en fonction des objectifs à atteindre (source : document personnel)



* Dépend de la dent considérée et de sa surface d'ancrage radulaire
 - Valeur moyenne pour une incisive -
 --- Facultatif

BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques :

1. Alsahhaf A, Att W. Orthodontic extrusion for pre-implant site enhancement: Principles and clinical guidelines. *J Prosthodont Res.* 2016; 60(3): 145-55.
2. Ansar J, Jain P, Bhattacharya P, Agarwal DK. Aesthetic Rehabilitation of Subgingival Fractures with Forced Eruption: Case Reports. *J Clin Diagn Res.* 2015; 9(5): 13-15.
3. Bach N, Baylard J-F, Voyer R. Orthodontic extrusion: periodontal considerations and applications. *J Can Dent Assoc.* 2004; 70(11): 775-80.
4. Bajaj P, Chordiya R, Rudagi K, Patil N. Multidisciplinary approach to the management of complicated crown-root fracture: a case report. *J Int Oral Health.* 2015; 7(4): 88-91.
5. Bassigny F, Bonvarlet JM. L'orthodontie préprothétique pour praticiens initiés et non initiés. Paris : Éditions CdP ; 2009. 134 p.
6. Becciani R, Faganello D, Fradeani M. Surgical extrusion: a simplified esthetic method of treating non-restorable teeth. Rationale and case report. *Int J Esthet Dent.* 2018; 13(2): 240-73.
7. Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J, Thilander B, Liljenberg B. Periodontal tissue reactions to orthodontic extrusion. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol.* 1991; 18(5): 330-6.
8. Boileau MJ. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte. Tome 1, principes et moyens thérapeutiques. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2011. 263 p.
9. Bondemark L, Kurol J, Hallonsten AL, Andreasen JO. Attractive magnets for orthodontic extrusion of crown-root fractured teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 112(2): 187-193.
10. Bosshardt D, Lang NP. The junctional epithelium: from health to disease. *J Dent Res.* 2005; 84(1): 9-20.
11. Bourguignon C. Résorptions radiculaires et gestion orthodontique des dents traumatisées. *Rev Orthop Dento Faciale.* 2005 ; 39(1) : 43-67.

12. Carvalho CV, Bauer FPF, Romito GA, Pannuti CM, De Micheli G. Orthodontic extrusion with or without circumferential supracrestal fiberotomy and root planing. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006; 26(1): 87-93.
13. Chang LC. Effect of bone crest to contact point distance on central papilla height using embrasure morphologies. *Quintessence Int.* 2009; 40(6): 507-13.
14. De Saboulin Bollena P. Contribution à l'étude du taux d'échec des mini-vis d'ancrage orthodontique et recherche des facteurs de risque : analyse clinique rétrospective [Thèse de chirurgie dentaire]. Toulouse : Université Toulouse III - Paul Sabatier ; 2014. 132 p.
15. Derton N, Derton R, Perini A. Forced eruption with miniscrews; intra-arch method with vertical elastics versus intra-arch method using the Derton-Perini technique: Two case reports. *Int Orthod.* 2011 Jun; 9(2): 179-95.
16. Dindaroğlu F, Doğan S. Root Resorption in Orthodontics. *Turk J Orthod.* 2016; 29(4): 103-8.
17. Dumas V. Réponse des ostéoblastes à des stimulations physiques basées sur des contraintes mécaniques basses amplitudes hautes fréquences. Implication en ingénierie tissulaire [Thèse de doctorat]. Saint-Étienne : Université Jean Monnet ; 2010. 153 p.
18. Ercoli C, Caton JG. Dental prostheses and tooth-related factors. *J Periodontol.* 2018; 89 (Suppl 1): 223-36.
19. Faure J. Biomécanique orthodontique. Les Ulis : Éd. SID. DL 2011. ; 2011. 131 p.
20. Gargiulo A, Wentz F, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol.* 1961; 32(3): 261-7.
21. Gilbert JA. Influence de la morphologie et de l'état de surface de l'implant sur l'espace biologique peri-implantaire [Thèse de chirurgie dentaire]. Nancy : Université Henry Poincaré - Nancy 1 ; 2012. 163 p.
22. Gottlieb B. Der Epithelansatz am Zahne. *Dtsch Monatsschrift Für Zahnheilkd.* 1921; 5: 142-7.
23. Hamilton RS, Gutmann JL. Endodontic-orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges. *Int Endod J.* 1999; 32(5): 343-60.
24. Heithersay GS. Combined endodontic-orthodontic treatment of transverse root fractures in the region of the alveolar crest. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973; 36(3): 404-15.

25. Ingber JS. Forced Eruption: Part I. A Method of Treating Isolated One and Two Wall Infrabony Osseous Defects - Rationale and Case Report. *J Periodontol.* 1974; 45(4): 199-206.
26. Jepsen S, Caton JG, Albandar JM, Bissada NF, Bouchard P, Cortellini P, et coll. Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol.* 2018; 45 (Suppl 20): 219-29.
27. Kajiyama K, Murakami T, Yokota S. Gingival Reactions After Experimentally-Induced Extrusion of the Upper Incisors in Monkeys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993; 104(1): 36-47.
28. Kantarci A, Will L, Yen S. Tooth movement. Basel: Karger; 2016. 134 p.
29. Kapoor S, Jaiswal RK, Chugh R, Chowdhary A. "Orthodontic - Endodontic Relationship" ... A symbiotic approach. *J Indian Dent Assoc.* 2016; 10(5): 25-30.
30. Kumar R, Patil S. Forced orthodontic extrusion and use of CAD/CAM for reconstruction of grossly destructed crown: A multidisciplinary approach. *J Conserv Dent.* 2012; 15(2): 191-5.
31. Kwon EY, Lee JY, Choi J. Effect of slow forced eruption on the vertical levels of the interproximal bone and papilla and the width of the alveolar ridge. *Korean J Orthod.* 2016; 46(6): 379-85.
32. Lang NP, Bartold PM. Periodontal health. *J Periodontol.* 2018; 89(S1): 9-16.
33. Lazaroo B, Tilotta F, Ernoult JF. Les minivis : ancrage osseux en omnipratique et en orthodontie. 2^e édition. Malakoff : Editions CdP ; 2016. 115 p.
34. Lejoyeux É, Flageul F. Orthopédie dento-faciale : une approche bioprogressive. Paris : Quintessence international ; 1999. 317 p.
35. Majzoub ZAK, Romanos A, Cordioli G. Crown lengthening procedures: A literature review. *Semin Orthod.* 2014; 20(3): 188-207.
36. Malmgren O, Malmgren B, Frykholm A. Rapid orthodontic extrusion of crown root and cervical root fractured teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1991; 7(2): 49-54.
37. Marzadori M, Stefanini M, Sangiorgi M, Mounssif I, Monaco C, Zucchelli G. Crown lengthening and restorative procedures in the esthetic zone. *Periodontol* 2000. 2018; 77(1): 84-92.
38. Mattison GD, Delivanis HP, Delivanis PD, Johns PI. Orthodontic root resorption of vital and endodontically treated teeth. *J Endod.* 1984; 10(8): 354-8.

39. Mehl C, Wolfart S, Kern M. Orthodontic extrusion with magnets: A case report. *Quintessence Int.* 2008; 39(5): 371-79.
40. Melsen B. *Orthodontie de l'adulte*. Montrouge : EDP Santé ; 2017. 391 p.
41. Milardovic Ortolan S, Strujic M, Aurer A, Viskic J, Bergman L, Mehulic K. Esthetic rehabilitation of complicated crown fractures utilizing rapid orthodontic extrusion and two different restoration modalities. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2012; 5(1): 64-7.
42. Moreau A, Bocquet E. Incisives centrales maxillaires et symétrie : un enjeu orthodontique majeur. *Orthod fr.* 2012 ; 83(2) : 117-129.
43. Morita H, Imai Y, Yoneda M, Hirofuji T. Applying orthodontic tooth extrusion in a patient treated with bisphosphonate and irradiation: a case report. *Spec Care Dentist.* 2017; 37(1): 43-46.
44. Orban B, Mueller E. The gingival crevice. *J Am Dent Assoc.* 1929; 16: 1206-1242.
45. Ostojic S, Sieber R, Borer K, Lambrecht JT. [Controlled orthodontic extrusion with subsequent implantation]. *Schweiz Monatsschrift Zahnmed.* 2005; 115(3): 222-31.
46. Ouhayoun J-P. *Le traitement paradontal en omnipratique*. Paris : Quintessence international ; 2011. 186 p.
47. Padbury A, Eber R, Wang HL. Interactions between the gingiva and the margin of restorations. *J Clin Periodontol.* 2003; 30(5): 379-85.
48. Paolone MG, Kaitsas R. Interactions orthodontie-parodontie : égression orthodontique dans les traitements interdisciplinaires de régénération. *Int Orthod.* 2018 ; 16(2) : 217-45.
49. Papapanou PN, Tonetti MS. Diagnosis and epidemiology of periodontal osseous lesions. *Periodontol 2000.* 2000; 22: 8-21.
50. Patil PG, Nimbalkar-Patil SP, Karandikar AB. Multidisciplinary treatment approach to restore deep horizontally fractured maxillary central incisor. *J Contemp Dent Pract.* 2014; 15(1): 112-5.
51. Pham HT, Nguyen PA, Pham TAV. Periodontal status of anterior teeth following clinical crown lengthening by minimally traumatic controlled surgical extrusion. *Dent Traumatol.* 2018; 34(6): 455-63.

52. Pontoriero R, Celenza F, Ricci G, Carnevale G. Rapid extrusion with fiber resection: a combined orthodontic-periodontic treatment modality. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1987; 7(5): 30-43.
53. Potashnick SR, Rosenberg ES. Forced eruption: principles in periodontics and restorative dentistry. *J Prosthet Dent*. 1982; 48(2): 141-8.
54. Proffit WE, Fields HW, Sarver Dm, Ackerman JL. *Contemporary orthodontics*. St. Louis: Mosby Elsevier; 2013. 754 p.
55. Raigrodski AJ. *Soft tissue management: the restorative perspective: putting concepts into practice*. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc.; 2015. 197 p.
56. Reitan K. Original article: Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod*. 1957; 43(1): 32-45.
57. Sabri R. L'allongement coronaire par l'égression orthodontique. Principes et techniques. *J Parodontol*. 1989 ; 8(2) : 197-204.
58. Saito CTMH, Guskuma MH, Gulinelli JL, Sonoda CK, Garcia-Júnior IR, Filho OM, et coll. Management of a complicated crown-root fracture using adhesive fragment reattachment and orthodontic extrusion. *Dent Traumatol*. 2009; 25(5): 541-4.
59. Sato N. *Atlas clinique de chirurgie parodontale*. Paris : Quintessence International ; 2012. 447 p.
60. Schmidt J, Sahrman P, Weger R, Schmidlin P, Walter C. Biologic width dimensions - a systematic review. *J Clin Periodontol*. 2013; 40(5): 493-504.
61. Scholtes E, Suttorp CM, Loomans BA, Van Elsas P, Schols JG. Combined orthodontic, surgical, and restorative approach to treat a complicated crown-root fracture in a maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018; 154(4): 570-582.
62. Schroeder HE, Listgarten MA. The gingival tissues: the architecture of periodontal protection. *Periodontol 2000*. 1997; 13: 91-120.
63. Shroff B. *Biology of orthodontic tooth movement: current concepts applications in orthodontic practice*. Cham: Springer; 2016. 164 p.
64. Sicher H. Changing concepts of the supporting dental structures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1959; 12(1): 31-5.
65. Simon JH, Lythgoe JB, Torabinejad M. Clinical and histologic evaluation of extruded endodontically treated teeth in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1980; 50(4): 361-71.

66. Spurrier SW, Hall SH, Joondeph DR, Shapiro PA, Riedel RA. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1990; 97(2): 130-4.
67. Stern N, Becker A. Forced eruption: biological and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 1980; 7(5): 395-402.
68. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol.* 1992; 63(12): 995-6.
69. Unger F. Prothèse fixée et parodonte. Paris : Editions CdP ; 1997. 151 p.
70. Vion PE. Biomécanique : notions fondamentales : applications à la technique segmentée de Ricketts. Paris : Editions S.I.D ; 2000. 119 p.
71. Wickwire NA, Mc Neil MH, Norton LA, Duell RC. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. *Angle Orthod.* 1974; 44(3): 235-42.
72. Wolf HF, Rateitschak EM, Rateitschak KH, Page RC, Tonetti MS, Assénat S, et coll. *Parodontologie.* 3e édition. Paris : Masson ; 2005. 532 p.
73. de Wool H, Castellucci G. The Importance of Restorative Margin Placement to the Biologic Width and Periodontal Health. Part I. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1993; 13(5): 460-71.
74. Zenóbio EG, Moreira RC, Soares RV, Feres M, Chambrone L, Shibli JA. A mixed-model study assessing orthodontic tooth extrusion for the reestablishment of biologic width. A systematic review and exploratory randomized trial. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2015; 35(1): 19-27.
75. Zhen M, Wang C, Hu WJ, Zhang H, Li LS, Wei YP, et coll. Periodontal evaluation of crown-root fractured teeth following modified crown lengthening surgery. *Br Dent J.* 2017; 222(1): 21-25.
76. Zuhr O, Hürzeler M. Chirurgie plastique et esthétique en parodontologie et implantologie. Paris : Berlin : Chicago : Quintessence international ; 2013. 858 p.

Références électroniques :

77. DicoLatin. DicoLatin [Internet]. [consulté le 21 novembre 2018]. Disponible sur : <http://www.dicolatin.com>

78. Brandi ML. Microarchitecture, the key to bone quality. *Rheumatology (Oxford)* [Internet]. 2009 [consulté le 13 décembre 2018]; 48(Suppl 4): iv3- 8. Disponible sur : http://academic.oup.com/rheumatology/article/48/suppl_4/iv3/1784377

79. Garg AK, Eiji Funakoshi, Misch C, Shanellec D, Tibbits LS. Chapter 16: Biologic Width. Dans: *Atlas of Cosmetic & Reconstructive Periodontal Surgery* [Internet]. Ipswich: EBSCO; 2007 [consulté le 13 novembre 2018]. Disponible sur : <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,url,uid&db=edo&AN=31793785&lang=fr&site=eds-live>

80. Horliana RF, Horliana ACRT, Wuo AdV, Perez FEG, Abrão J. Dental Extrusion with Orthodontic Miniscrew Anchorage: A Case Report Describing a Modified Method. *Case rep dent* [Internet]. 2015 [consulté le 8 novembre 2018]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4332749/>

81. Dentalprive. Tenons surtex tst titane / extra-longs [Internet]. cop. 2017 [consulté le 8 décembre 2018]. Disponible sur : <https://www.dentalprive.fr/tenons/1323-tenons-surtex-tst-titane-extra-longs.html>

ANNEXE : Données issues d'articles sélectionnés dans la littérature (des cinq aux dix dernières années), qui répondent aux critères d'inclusion.

ARTICLE	INDICATION	METHODE ORTHO					FIBROTOMIE	CHIRURGIE	INFOS
		Dispositif	Quantité (mm)	Durée (semaine)	Force (grammes)	Contention (semaines)			
« biologic width » OR « supra crestal attachment »									
(Bajaj <i>et al.</i> , 2015)	Fracture oblique 12	Fixe sectionnel - 4 brackets Screw post ciment phosphate de Zn sur 12	3,5	3	50	8	1 par semaine + curetage	-	Traitement endodontique avant orthodontie
(Patil <i>et al.</i> , 2014)	Fracture horizontale 11	Fixe sectionnel - 2 brackets Tenon métallique scelle au CVI sur 11 Fil Nitinol rond élastique à mémoire de forme 0.014	3	6	?	8	-	Avant l'orthodontie pour accéder au canal	Traitement endodontique déjà réalisée
(Kang <i>et al.</i> , 2016)	Fracture 11 6 mm sous la Jonction amélo cémentaire	Fixe sectionnel - Brackets de 14 à 24 Bouton face Vestibulaire de 11 Fil NiTi 0.014 pour aligner dents antérieures maxillaires + élastique relié a l'arc pour l'extrusion (remplacé toutes les 4 semaines)	4	12	60	12	-	-	Traitement endodontique avant orthodontie
(Jeon <i>et al.</i> , 2014)	Couronne et limites infra gingivales sur 21	Dispositif esthétique fixe (coque bridge en plastique) Boucle sur 21 Elastique	3,5	3	50	2 mois	-	Après (Gingivectomie)	Traitement endodontique déjà réalisé Traitement parodontal avant orthodontie
(Zenóbio <i>et al.</i> , 2015) (Carvalho <i>et al.</i> , 2006)	Incisive maxillaire - monoradiculée	Groupe A : Extrusion + fibrotomie Fixe Arc acier inoxydable 0.14mm			< 50	8	Toutes les 3 semaines	non	Traitement parodontal avant orthodontie et maintenance professionnelle toutes les deux semaines Plus d'extrusion, observée dans le groupe A
		Groupe B : Extrusion sans fibrotomie Fixe Arc acier inoxydable 0.14mm			< 50	8	Non	Oui	Migration coronale des tissus dans le groupe B
(Zenóbio <i>et al.</i> , 2015)	Carie / fracture / restauration invasive au sein de l'espace biologique	Fixe - brackets de 13 à 23 + arc acier inoxydable pour stabiliser l'ancrage Arc 0.016 NiTi revus toutes les semaines	Δ (variable)	Δ	< 70	90 jours arc acier inoxydable 0.018x0.025	-	8 jours Avant Après	Expérience randomisée Arrêt de l'extrusion quand 3-4 mm de distance entre la crête alvéolaire et les limites des restaurations Pas de différence de résultats entre les 2 protocoles dans le Rétablissement de l'attache biologique

ARTICLE	INDICATION	METHODE ORTHO					FIBROTOMIE	CHIRURGIE	INFOS
		Dispositif	Quantité (mm)	Durée (semaine)	Force (grammes)	Contention (semaines)			
« Prosthetic restoration »									
(Scholtes et al., 2018)	Fracture oblique 11	Fixe complet maxillaire - brackets NiTi 0.018x0.018 (pendant 2-3 semaines) puis Acier 0.016x0.016 avec plis verticaux et horizontaux évolutif + ressort (coil-spring) pour conserver la place pour la future couronne	6-7	5 mois	?	1 mois	-	Après autour de 12, 11 et 21	Traitement endodontique avant orthodontie Traitement global à la fin de l'extrusion pour aligner les dents maxillaires (NiTi 0.014 pendant 3 mois)
(Ansar et al., 2015)	Fracture 12	Fixe - Fil orthodontique Pins intra canalaire maintenu avec la gutta sur 12 Elastique (remplacé tous les 15 jours) qui relie le pins au fil d'ancrage	3	?	35	?	?	?	Traitement endodontique avant orthodontie
	Fracture 22	Fixe sectionnel – brackets de 13 à 23 + arc rigide bouton sur 12 Elastique entre le bouton et l'arc	4	?	35	?	-	-	Traitement endodontique déjà réalisée
	Fracture 22	Fixe sectionnel – brackets de 13 à 23 + arc rigide bouton sur 12 Elastique entre le bouton et l'arc	4	?	35	?	-	-	Traitement endodontique déjà réalisée
« Mini screws »									
(Horliana et al., 2015)	Fracture mésiale 23 (pilier de bridge)	Ancrage par minivis Arc acier inoxydable 0.019x0.025 plié à 90 degrés + bracket sur 23 et ressort.	3	12 jours	75	?	-	-	Traitement endodontique déjà réalisée
(Derton et al., 2011)	Carie distale de 17	Dispositif inter arcade Ancrage par 2 minivis, arcade antagoniste de 17 Bouton sur 17 2 élastiques qui relient boutons aux minivis	3 environ (1,5 par mois)	11	113 (x 2) (12 h par jour)	1 mois	3 fois (tous les 10 jours pendant 4 semaines)	Gingivectomie distale	Traitement endodontique avant orthodontie
	Fracture de la cuspide mésio-palatine de 26	Dispositif intra arcade Ancrage par 2 minivis et arc rigide TMA 0.016 x 0.022	3 (1,5 par mois)	10	50	1 mois	Tous les 10 jours	Gingivectomie palatine uniquement	Traitement endodontique avant orthodontie

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	14
LISTE DES TABLEAUX	18
INTRODUCTION	19
1. LE PARODONTE	21
1.1. Le cément.....	21
1.2. Le desmodonte.....	22
1.3. L'os.....	22
1.4. La gencive et l'attache tissulaire supracrestale	23
1.4.1. Versant oral.....	23
1.4.2. Versant dentaire.....	24
1.4.3. Espace biologique ou attache tissulaire supracrestale	25
1.5. Santé parodontale : critères cliniques et radiographiques	28
1.6. Limites dentaires et attache tissulaire supracrestale	29
o Cas de restauration par prothèse fixée	30
o Conséquences	31
1.7. Techniques	32
1.7.1. Élongation coronaire chirurgicale	32
o Indications.....	33
• Prothétique	33
• Parodontale	33
• Esthétique.....	33
o Technique opératoire.....	33
o Avantage.....	35
o Limites et contre-indications	35
1.7.2. Extrusion chirurgicale ou transplantation intra-alvéolaire	36
1.7.3. Avulsions	38
1.7.4. Extrusion orthodontique	38
2. NOTIONS ORTHODONTIQUES ET RÉACTIONS PARODONTALES AU MOUVEMENT D'EXTRUSION	39
2.1. Définitions.....	39
2.2. Effets des forces sur le parodonte profond.....	40

2.2.1.	Turnover osseux	40
2.2.2.	Théorie du mouvement orthodontique	41
o	Théorie « pression-tension »	42
o	Théorie hydro élastique	44
o	Théorie de la flexion osseuse	45
o	Explication des mécanismes moléculaires	45
2.3.	Facteurs influençant le mouvement orthodontique et le comportement parodontal	46
o	Intensité	46
o	Durée	49
o	Type de forces - Distribution	49
2.4.	Déplacement dentaire, spécificité du mouvement d'extrusion	50
2.5.	Études cliniques des modifications parodontales	51
2.5.1.	Mouvement d'égression	51
o	Parodonte profond	51
o	Parodonte superficiel	52
2.5.2.	Mouvement d'extrusion	54
2.6.	Conclusion	55
3.	EXTRUSION ORTHODONTIQUE	57
3.1.	Indications	58
3.1.1.	Restauration de l'attache tissulaire supracrestale (<i>objectif 1</i>)	58
o	Lésion carieuse	58
o	Fracture corono-radulaire	59
o	Résorption	59
•	Traumatismes et Orthodontie	60
o	Perforation endodontique	61
o	Endodontique	62
3.1.2.	Maintien ou augmentation des volumes parodontaux (<i>objectif 2</i>)	62
o	Égression à visée implantaire et extraction orthodontique	62
3.1.3.	Objectifs 1 et 2	64
o	Lésion parodontale infra-osseuse	64
3.2.	Contre-indications	66
3.3.	Considérations parodontales	68
3.4.	Considérations endodontiques	69
3.4.1.	Orthodontie et dent dévitalisée	69
3.4.2.	Application pratique	70

3.5. Considérations générales.....	71
3.6. Application clinique.....	72
3.6.1. Contention / stabilisation.....	73
3.7. Procédures associées.....	74
3.7.1. Fibrotomie supracrestale.....	74
o Définition.....	74
o Moyens techniques.....	75
o Fréquence.....	75
o Avantages.....	76
o Inconvénient.....	76
3.7.2. Chirurgie.....	76
4. ASPECT TECHNIQUE : DISPOSITIFS ORTHODONTIQUES.....	78
4.1. Revue de la littérature.....	78
4.2. Réalisation du traitement.....	79
4.2.1. Rappels sur application d'une force simple.....	80
4.2.2. Mouvement d'extrusion.....	80
4.3. Ancrages.....	82
4.3.1. Dentaire.....	82
4.3.2. Squelettique.....	85
o Dispositif intra-arcade.....	86
o Dispositif inter-arcade.....	87
4.3.3. Autres dispositifs, amovibles.....	87
o Gouttière.....	87
o Plaque.....	88
4.4. Point d'application de la force.....	88
4.5. Dispositif actif.....	90
4.5.1. Fil orthodontique flexible.....	90
4.5.2. Fil orthodontique rigide.....	91
4.5.3. Ressort.....	91
o Type « coil spring » (Figure 27).....	91
o Ressort en cantilever (Figure 31).....	91
4.5.4. Élastique orthodontique (Figure 25 et Figure 28).....	91
4.5.5. Aimants (Figure 29 et Figure 34).....	92
4.6. Risques – orthodontie iatrogène.....	92
4.6.1. Résorption radiculaire.....	92

4.6.2. Récession gingivale et Déhiscence osseuse	93
4.6.3. Nécrose pulpaire.....	93
5. CAS CLINIQUES	94
5.1. Cas clinique 1.....	94
5.2. Cas clinique 2.....	96
CONCLUSION	99
BIBLIOGRAPHIE	102
ANNEXE.....	109

ANDRÉ Louis - Extrusion orthodontique et rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale

Nancy 2019 : 114 pages, 48 figures ; 5 tableaux.

Th. : Chir. - Dent. : Nancy 2019

Mots clefs :

- Espace biologique - attache tissulaire supracrestale
- Extrusion orthodontique
- Égression orthodontique
- Éruption Forcée
- Fibrotomie supracrestale

Résumé :

Le respect de l'attache tissulaire supracrestale est un prérequis indispensable lors de la réalisation d'une restauration coronaire prothétique ou conservatrice. Diverses causes peuvent être à l'origine de la violation de cet espace biologique.

Cet exposé propose de développer les principes et quelques techniques simples d'extrusions dentaires, réalisables au cabinet ou en collaboration avec un orthodontiste, permettant de conserver ou restaurer l'attache tissulaire supra crestale qui garantira la pérennité de la future reconstruction.

Cette thérapeutique non chirurgicale est une alternative à l'élongation coronaire, à l'extrusion chirurgicale ou à l'avulsion dentaire parfois prématurée et permet de conserver le volume osseux initial (voire de l'augmenter) sans porter atteinte à l'environnement parodontal des dents adjacentes.

Le but de cet exposé est de montrer que l'orthodontie doit faire partie intégrante de notre réflexion lors de la planification des soins dentaires et que les apports attendus d'un point de vue parodontal ne sont pas à négliger.

Membres du jury :

Pr. AMBROSINI Pascal	Professeur des Universités	Président
Dr. JOSEPH David	Maître de Conférences des Universités	Directeur et Juge
Dr. GRÉGOIRE Johanne	Docteur en Chirurgie Dentaire Spécialiste qualifiée en Orthopédie Dento-Faciale	Codirectrice et Juge
Dr. YASUKAWA Kasutoyo	Maître de Conférences des Universités	Juge
Dr. SENG Marilyn	Assistante Hospitalo-Universitaire	Juge

Adresse de l'auteur :

Louis ANDRÉ
39 Grande rue
54740 Laneuveville-devant-Bayon

Jury : Président : P. AMBROSINI – Professeur des Universités
Juges : D. JOSEPH – Maître de Conférences des Universités
K. YASUKAWA – Maître de Conférences des Universités
M. SENG – Assistante Hospitalo-Universitaire
J. GREGOIRE – Docteur en chirurgie dentaire

Thèse pour obtenir le diplôme d'État de Docteur en Chirurgie Dentaire

Présentée par : Monsieur **ANDRÉ Louis Pierre Baptiste**

né(e) à : **Laxou (Meurthe-et-Moselle)**

le **23 septembre 1993**

et ayant pour titre : « **Extrusion orthodontique et rétablissement de l'attache tissulaire supracrestale** ».

Le président du jury



P. AMBROSINI

Le doyen,
de la faculté d'odontologie



FACULTÉ
D'ODONTOLOGIE
DE LORRAINE

J.M. MARTRETTE

Autorise à soutenir et imprimer la thèse *10603* :

NANCY, le – 5 FEV. 2019

Le président de l'université de Lorraine



P. MUTZENHARDT