

**UNIVERSITE DE NANTES**

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2009

Thèse n°

**Le redressement des molaires  
mésioversées**

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

*Présentée*

*et soutenue publiquement par :*

Monsieur **Boisselier Fabrice**

Né le 25 Avril 1982

*Le 19 mai 2009, devant le jury ci-dessous :*

*Président :* Madame le Professeur Christine FRAYSSE

*Asseseurs :* Monsieur le Docteur Pierre LE BARS

Monsieur le Docteur Afchine SAFFARZADEH

*Directeur de thèse :* Madame le Docteur Nathalie CHRETIEN

*Co-directeur :* Monsieur le Docteur Stéphane RENAUDIN

## Sommaire

Introduction .....	12
I-Origin des mésioversions .....	13
1-Chez l'enfant .....	13
1-1.Problème d'évolution de la dent de six ans dès le plus jeune âge.....	13
1-1-1.Ankylose de la seconde molaire de lait (68).....	13
1-1-2. Eruption ectopique de la première molaire définitive sous la seconde molaire de lait. (5/9/68).....	13
1-2.Problème d'inclusion des molaires. (3/4/12/130) .....	14
1-2-1.Définition de l'inclusion.....	14
1-2-2. Chemin d'éruption des molaires .....	15
1-2-3.Causes de l'inclusion de la première et seconde molaire définitives .....	15
1-2-3-1.Causes générales.....	15
1-2-3-2. Causes régionales .....	15
1-2-3-3. Causes locales.....	15
1-2-3-4.Causes iatrogéniques.....	16
1-3. Autres causes de mésioversion chez l'enfant (10/34) .....	16
2-Causes des mésioversions chez l'adulte (10/34).....	17
II-Conséquences des mésioversions .....	18
1-Conséquences intra-arcade suite à la perte d'un organe dentaire .....	18
A. Sur les tissus dentaires (2).....	18
B. Musculaires .....	18
C. Dentaires (6,49,81) .....	19
1. Retentissements sur les dents bordant l'édentement (6,38), plusieurs cas abordés : .....	20
1-1.Premier cas : après extraction de la première molaire maxillaire définitive.....	20
1-1-1.Conséquences sur la deuxième prémolaire .....	20
1-1-2.Conséquence sur la deuxième molaire définitive (6).....	20
1-1-3.Conséquence sur la troisième molaire définitive (6).....	21
1-2. Après extraction de la première molaire mandibulaire définitive .....	21
1-2-1.Conséquence sur les prémolaires (6) .....	21
1-2-2.Conséquence sur la seconde molaire inférieure définitive .....	22
1-2-3.Conséquence sur la troisième molaire inférieure définitive .....	23
2. Facteurs influençant les migrations relatives suite à l'extraction (6) .....	24
3. Migration de la deuxième molaire par rapport à la deuxième prémolaire .....	25
4. Migration au maxillaire par rapport à la mandibule .....	25
5. Conséquences sur les dents antagonistes (6).....	25

D-Conséquences parodontales des mésioversions (2,14) .....	26
2-Conséquences inter-arcade suite à la perte d'un organe dentaire .....	27
2-1.Conséquences occlusales des mésioversions (34).....	27
2-1-1. Examen de l'occlusion en intercuspédie maximale .....	27
2-1-2. Examen de l'occlusion en propulsion .....	28
1-3. Examen en latéralité .....	28
2-2-Conséquences articulaires (34).....	29
3. Conséquences de l'inclusion des molaires mésioversées (32,77,108,128,132). .....	29
3-1. Occlusal.....	29
3-2. Parodontal.....	30
3-3.Augmentation du risque carieux .....	30
Thérapeutiques .....	31
I-Techniques chirurgicales de redressement des molaires incluses mésioversées.....	31
A-Chez le jeune (5,9,68) .....	31
B-Chez l'adolescent et l'adulte.....	33
1. Extraction de la dent incluse (37,98,99) .....	33
2-Extraction de la dent incluse suivi d'une transplantation de la dent de sagesse (107) .....	33
3-Redressement chirurgical de la dent incluse.....	33
3-1.Principe.....	33
3-2.Critères recommandés lorsqu'un redressement chirurgical est envisagé (77,128) .....	34
3-3.Technique chirurgicale .....	35
3-4.Complications possibles (18,32 ,77,108,128).....	36
3-5.Taux de réussite de cette technique.....	36
4-Technique orthochirurgicale.....	37
II-Solutions Prothétiques.....	37
A-Prothèse adjointe.....	38
1-Surface de guidage(13) .....	38
2-Couronnes fraisées (13).....	38
B-Prothèse conjointe : bridges sur dents en malposition.....	39
1-Sur dent vivante (92,93,140) .....	39
1-1.Problèmes rencontrés : .....	39
1-2.Les différents types de bridge. ....	40
1-2-1.bridges à connexion rigide .....	40
1-2-2.Bridge segmenté .....	41
2-Sur dent dévitalisée .....	43
C-Solution implantaire .....	44
III-Solution orthodontique.....	45
1-Biomécanique en orthodontie.....	45
1-1.Définition d'une force (134).....	45

1-2.Le centre de résistance (74,134) .....	45
1-3.Notion de moment d'une force et de centre de rotation (74,134) .....	46
1-4.Force simple appliquée sur une dent (74,134) .....	47
1-5.Couple de forces appliqué à une dent (62,119).....	48
1-5-1.Couple de forces appliqué au centre de résistance de la dent .....	48
1-5-2.Couple de forces appliqué au niveau du bracket.....	49
1-6.Force et couple appliqués à une dent (74,134) .....	50
1-7.Notion d'équilibre (134).....	52
1-7-1.Troisième loi de newton .....	52
1-8. Les trois situations d'équilibre d'un système mécanique selon Burstone. (134) .....	53
1-8-1.Situation en V dissymétrique de Burstone .....	53
1-8-2.Situation en V symétrique de Burstone .....	54
1-8-3.Situation en escalier de Burstone.....	54
1-9-Les différents systèmes mécaniques rencontrés en orthodontie (33).....	55
1-9-1.Les systèmes mécaniques statiquement déterminés.....	55
1-9-2.Les systèmes mécaniques statiquement indéterminés .....	55
2. Techniques orthodontiques du redressement molaire .....	56
2-1.Pour des mesioversions molaires mandibulaires consécutives à la perte d'une dent mandibulaire .....	56
2-1-1. Redressement molaire grâce à des auxiliaires amovibles (80).....	56
2-1-1-1. Plaque de Schami.....	57
2-1-1-1-1. Principes .....	57
2-1-1-1-2. Description.....	57
2-1-1-2.Techniques utilisant une plaque amovible avec un ressort intégré.....	58
2-1-1-2-1.Réalisation .....	58
2-1-1-2-2.Biomécanique .....	58
2-1-1-3. Utilisation d'un limp bumper ou pare-chocs vestibulo-labial inférieur (71).....	58
2-1-1-3-1.Description.....	58
2-1-1-3-2.Biomécanique .....	59
2-1-1-4. Les forces extra-orales (71).....	59
2-1-1-4-1. Principes .....	59
2-1-2. Techniques mixtes (amovible +fixe).....	60
2-1-2-1.Technique utilisant un ressort fixe sectionnel au niveau de la molaire et s'appuyant sur un dispositif amovible (80) .....	60
2-1-2-1-1.Réalisation .....	60
2-1-2-1-2.Inconvénients .....	60
2-1-2-2. Le pendulum d'Hilgers .....	60
2-1-2-2-1. Réalisation (54).....	60
2-1-2-2-2. Biomécanique.....	61
2-1-3.Ouverture de l'espace d'extraction avec des techniques fixes segmentées .....	61

2-1-3-1.Le distaleur molaire de De chateaux (10) .....	61
2-1-3-2.Technique edgewise ou technique avec l'open coil spring ou ressort hélicoïdal (10,61) .....	62
2-1-3-2-1.Indications.....	63
2-1-3-2-2.Avantages .....	63
2-1-3-2-3.Inconvénients .....	64
2-1-3-3.L'uprighthing spring ou ressort de redressement ou cantilever.....	64
2-1-3-3-1.Indications.....	64
2-1-3-3-2.Principes (79).....	64
2-1-3-3-3.Biomécanique (65) .....	65
2-1-3-4.Autre sorte de ressort de redressement décrit par Roberts et Burstone (112) .....	72
2-1-3-4-1.Description du ressort.....	72
2-1-3-4-2.Deux types d'activation sont possibles .....	72
2-1-3-4-2.Effets de l'activation.....	72
2-1-3-4-3.Avantages de ce type de ressort .....	73
2-1-3-5.Autre sorte de sectionnel de redressement utilisant un tube croisé au niveau de l'ancrage (40).....	74
2-1-3-5-1.Description.....	74
2-1-3-5-2.Biomécanique .....	74
2-1-3-6.The crossed tip back spring ou sectionnels croisés (121, 136).....	75
2-1-3-6-1.Technique .....	75
2-1-3-6-2.Biomécanique (Fig. 77) .....	75
2-1-3-7.Technique MUST : Molar Uprighthing Simple Technique = technique simple de redressement molaire (20) .....	76
2-1-3-7-1-Réalisation .....	76
2-1-3-7-2-Biomécanique .....	77
2-1-3-7-3-Avantages de la technique .....	78
2-1-3-7-4.inconvénients .....	79
2-1-3-8.Le distal jet(21) .....	79
2-1-3-8-1.Réalisation (fig. 83).....	79
2-1-3-8-2.Biomécanique .....	79
2-1-3-8-3.Avantages .....	80
2-1-3-9.The box loop (61) .....	80
2-1-3-9-1.Indication .....	80
2-1-3-9-2.Réalisation .....	80
2-1-3-9-3.Biomécanique .....	81
2-1-3-10.Technique dite de la charrette (8) .....	81
2-1-3-10-1.Indication .....	81
2-1-3-10-2.Réalisation (fig.88).....	82
2-1-3-10-3.Activation.....	83

2-1-3-10-4. Variantes .....	83
2-1-3-10-5. Biomécanique.....	84
2-1-3-11. Technique de Broussard (10,80).....	84
2-1-3-11-1. Réalisation. ....	84
2-1-3-11-2. Biomécanique.....	85
2-1-3-12. Technique de Begg (10,80) .....	85
2-1-3-12-1. Réalisation .....	85
2-1-3-13. Arcs sectionnels utilisant des boucles en L. (71,80) .....	86
2-1-3-13-1. Réalisation .....	86
2-1-3-13-2. Biomécanique.....	86
2-1-3-14. Technique de Rickett's(10) .....	86
2-1-3-14-1. Biomécanique.....	87
2-1-3-14-2. Avantages.....	87
2-1-3-14-3. Inconvénients. ....	87
2-1-4. Techniques sur arc continu .....	88
2-1-4-1. Technique sur arc continu associé à un ressort disto-verseur (6) .....	88
2-1-4-1-1. Réalisation .....	88
2-1-4-1-2. Biomécanique .....	88
2-1-4-2. Technique sur arc continu utilisant des boucles en T ou L (80).....	88
2-1-4-2-1. Réalisation .....	88
2-1-4-2-2. Biomécanique .....	88
2-1-4-3. Technique sur arc continu seul (80).....	89
2-1-4-3-1. Réalisation .....	89
2-2. Fermeture d'espace suite à la perte d'une molaire .....	89
2-2-1. Problèmes rencontrés lors de la fermeture d'espace .....	89
2-2-1-1. Aspect de la crête édentée(13, 31).....	89
2-2-1-2. Le déplacement d'une molaire dans une crête atrophique. ....	90
2-2-1-2-1. Evolution du niveau osseux au niveau de la molaire déplacée .....	90
2-2-1-2-2. Amplitude et types de mouvements obtenus.....	90
2-2-2. Technique de fermeture d'espace .....	92
2-2-2-1. Cas où la molaire mésioversée et la seconde prémolaire ont établi un point de contact ou presque.....	92
2-2-2-2. Cas où la molaire et la prémolaire ne sont pas en contact.....	92
2-2-2-3. Les techniques classiques.....	93
2-2-2-2. Techniques utilisant un ancrage osseux .....	94
2-2-2-2-1. Techniques utilisant des implants classiques .....	94
2-2-2-2-2. Techniques de translation mésiale de la molaire grâce à des minivis (66) .....	94
2-2-2-2-3. Technique sur un arc lingual pour la translation mésiale d'une molaire isolée.....	95
2-2-2-2-4. Technique avec une miniplaque pour le redressement molaire et la fermeture d'espace.....	96

2-3. Le redressement des molaires incluses mésioversées .....	97
2-3-1. Conséquences orthodontiques de l'impaction de la seconde molaire mandibulaire (32, 77, 108, 128, 132). .....	97
2-3-1-1. Biomécanique .....	97
2-3-1-2. Période optimale de traitement (109, 120) .....	99
2-3-2. Solutions Thérapeutiques pour le redressement des molaires mésioversées (77, 120) .	100
2-3-3. Les dispositifs de redressement orthodontique des molaires incluses mésioversées. ...	101
2-3-3-1. Utilisation de séparateur pour des molaires légèrement mésioversées (23, 51) ....	101
2-3-3-2. Le sectionnel piggy back (64) .....	102
2-3-3-2-1. Réalisation .....	102
2-3-3-2-2. Biomécaniques .....	103
2-3-3-3. Technique intermaxillaire (43) .....	103
2-3-3-4. Techniques utilisant un appui sur la face occlusale de la dent à redresser .....	104
2-3-3-4-1. Technique utilisant un bras en distal de la molaire à redresser (70, 116) ....	104
2-3-3-4-2. Technique utilisant un ressort Niti s'appuyant sur la face occlusale de la dent (124) .....	106
2-3-3-4-3. Le ressort australien de redressement molaire (australian uprighting spring) (102) .....	107
2-3-3-4-5. Système utilisant une grille et un crochet scellés sur la face occlusale (58) .	108
2-3-3-4-6. Système utilisant un bouton occlusal allié a un ressort NiTi et un ressort acier (79) .....	110
2-3-3-4-7. Techniques utilisant directement un uprighting spring (120) .....	111
2-3-3-5. Technique utilisant un dispositif amovible (53) .....	112
2-3-3-5-1. Réalisation .....	112
2-3-3-5-2. Biomécanique .....	112
VI-Le redressement molaire à l'aide des mini-vis .....	113
1-Description des mini-vis orthodontiques (7, 72, 101) .....	113
1-1. La tête (101)(fig. 129) .....	114
1-2. Le sillon .....	115
1-3. La tige hexagonale .....	115
1-4. Le col trans-muqueux .....	115
1-5. La partie endo-osseuse .....	115
1-6. Composition .....	117
2-Fibro-intégration ou ostéo-intégration .....	117
2-1. But des mini-vis .....	117
2-2. L'intégration .....	117
2-3. La fibro-intégration (72) .....	118
2-2-1. Définition .....	118
2-2-2. Physiologie .....	118
2-4. L'ostéointégration .....	118
3-Facteurs influençant la formation de l'interface fibreuse ou osseuse .....	119

3-1.Les conditions générales du patient (72) .....	119
3-2.Les conditions locales (72) .....	119
3-3.La biocompatibilité (72) .....	119
3-4.Taille de l'espace os-implant .....	120
3-5.Traumatisme chirurgical.....	120
3-6.Mise en charge immédiate. ....	120
4. Choix entre la fibro-intégration et l'ostéo-intégration pour les mini-vis .....	121
5-Facteurs influençant la stabilité primaire .....	122
5-1.Conditions générales (72).....	122
5-2.Conditions locales des tissus durs : .....	122
5-2-1.La qualité d'os .....	122
5-2-2.La densité de l'os .....	122
5-3.Conditions locales des tissus mous (72,101) .....	122
5-4.Facteur dû à l'opérateur (72,101).....	122
5-5.Facteurs implantaires (72,101) .....	123
5-5-1.La forme de la mini-vis .....	123
5-5-2.Le filetage.....	123
5-5-3.Le diamètre .....	123
5-6.Méthode de mise en place (72) .....	123
6-Pourquoi les minivis en orthodontie ?.....	123
6-1.Définition de l'ancrage orthodontique (71) .....	124
6-2.Les différents types d'ancrages (71) .....	125
6-2-1.L'ancrage passif.....	125
6-2-2.L'ancrage actif.....	126
6-3.Limites de l'ancrage orthodontique classique (72) .....	127
6-3-1.La coopération du patient .....	127
6-3-2.Les mouvements parasites des dents d'ancrage.....	127
6-4.Les caractéristiques d'un ancrage idéal .....	127
6-5.Est-ce que les minivis remplissent ces conditions avec succès ?.....	127
6-5-1.La biocompatibilité .....	127
6-5-2.Facilité et simplicité d'utilisation.....	128
6-5-2-1.Avantages (7,72,101).....	128
6-5-2-2.Inconvénients .....	128
6-5-3.Gain de temps .....	128
6-5-3-1.Avantages .....	128
6-5-3-2.Inconvénients .....	129
6-5-4.Les minivis réalisent-elles un ancrage absolu ?.....	129
6-5-5.Le coût (101) .....	130
6-5-6.Ne pas solliciter la coopération du patient (72,101) .....	130

6-5-7.Fiabilité (101) .....	130
6-6.Intérêt des minivis (19).....	130
6-6-1.Chez le patient dont la croissance n'est pas achevée .....	130
6-6-2.Chez l'adulte.....	131
6-6-3.Indications et contre-indications (19).....	131
6-7.Les 2 types d'ancrage réalisables grâce aux minivis (72) .....	131
6-7-1.Ancrage Direct .....	131
6-7-2.Ancrage indirect.....	132
6-8.Classification des différentes mécaniques utilisant des minivis (72).....	132
7-Choix du site implantaire .....	134
7-1.Recommandations générales (7) .....	134
7-2.Considérations chez l'adulte (72) .....	135
7-3.Considération chez le patient dont la croissance n'est pas achevée (72).....	135
7-4.Choix des Minivis (7,72,101) .....	135
7-4-1.Le diamètre .....	135
7-4-2.La longueur.....	136
7-4-3.Détermination de la longueur d'insertion.....	136
7-5.Site d'implantation , structures anatomiques à éviter (72,75,96,101,129). .....	136
7-5.1.A la mandibule .....	136
7-5-1-1.Paroi alvéolaire vestibulaire .....	136
7-5-1-2.Le trigone rétromolaire .....	137
7-5-1-3.Secteur édenté.....	137
7-5-1-4.Symphyse et parasymphysaire (101) .....	137
7-5-2.Au maxillaire .....	137
7-5-2-1.La crête infrazygomatique.....	137
7-5-2-2.Les procès alvéolaire .....	137
7-5-5-3.Le palais .....	138
7-5-5-4.La zone rétromolaire.....	138
7-6.Choix de la zone en fonction de la qualité osseuse .....	138
7-6-1.En fonction de la densité osseuse.....	138
7-6-2.Choix du site implantaire en fonction de l'épaisseur de corticale.....	139
7-6-3.Choix du site en fonction de la nature de la muqueuse .....	139
7-6-4.Choix du site en fonction de la proximité radiculaire. ....	140
8-Protocole chirurgical de mise en place.....	140
8-1.Désinfection de la cavité buccale (83) .....	141
8-2.L'anesthésie (72).....	141
8-3.Localisation du site d'insertion .....	142
8-4.Choix de la hauteur de la partie transgingivale (83) .....	143
8-5.Réalisation d'une incision gingivale .....	143

8-6.Pose de la minivis (72) .....	144
8-6-1.Détermination de l'axe d'insertion de la minivis .....	144
8-6-2.Technique avec une minivis autoforante .....	144
8-6-3.Technique avec une minivis non-autoforante (72).....	145
8-6-4.Dépose de la minivis (7,101) .....	146
9-Complications.....	146
9-1.Durant la pose de la minivis .....	146
9-1-1.Traumatisme du ligament parodontal ou des racines .....	146
9-1-2.Dérapiage lors de l'insertion (7,67,72,101) .....	147
9-1-3.Atteinte nerveuse (67) .....	147
9-1-4.Emphysème sous-cutané (67) .....	148
9-1-5.Fracture et torsion de la minivis (7,67) .....	148
9-1-6.Déglutition ou inhalation de la minivis (7).....	149
9-1-7.Perforation des fosses nasales et du sinus maxillaire (62,67) .....	149
9-1-8.Lésion d'éléments vasculaires (19).....	149
9-2.Complications durant la mise en charge.....	149
9-2-1.Echec de l'ancrage stationnaire = perte de l'implant (7,67,101) .....	149
9-2-2.Migration des minivis.....	151
9-3.Complications au niveau des tissus mous.....	151
9-3-1.Aphoses et ulcérations des tissus mous (67,116).....	151
9-3-2.Couverture de la tête de la minivis et des auxiliaires fixés à la minivis par les tissus mous (67,116) .....	152
9-3-3.Inflammation, infection, péri-implantite (67) .....	152
9-4.Durant la dépose (7,67,78,86,101).....	153
9-4-1 .Fracture de la minivis .....	153
9-4-2.Ostéointégration partielle .....	153
10-Application clinique des minivis : le redressement molaire.....	153
10-1.Redressement suite à la perte d'une molaire mandibulaire et version de la molaire dans le site d'extraction.....	153
10-1-1.Technique direct.....	153
10-1-1-1.Technique utilisant une minivis en rétomolaire (104). .....	154
10-1-1-2.Technique utilisant un ressort de redressement .....	155
10-1-2.Technique indirect.....	156
10-1-2-1.Technique avec un uprighter jet modifié (51) .....	156
10-1-2-1-1.Description et biomécanique.....	156
10-1-2-1-2.Réalisation .....	156
10-1-2-2.Exemples de techniques classiques avec un renfort d'ancrage par une minivis ..	158
10-1-2-2-1.Renfort d'ancrage avec un uprighting spring classique .....	158
10-1-2-2-2.Minivis renforçant l'ancrage au niveau d'un cross tip back spring .....	158
10-2.Redressement des molaires incluses.....	159

10-2-1.Solution pour des inclusions légères à modérées .....	160
10-2-1-1.Solutions avec un ancrage direct .....	160
10-2-1-2.Technique avec un ancrage indirect.....	162
10-2-2.Solutions pour des molaires dont l'inclusion est sévère à modérée .....	162
10-2-2-1.Technique directe.....	162
10-2-2-2.Technique indirecte (125,138).....	163
VII-Les mini-plaques pour le redressement molaire.....	164
1. Description des différents types de mini-plaques.....	164
1-1.Description générale (11) .....	164
1-2.Matériaux utilisés .....	166
1-3.Mode d'action .....	166
2-Protocole chirurgical .....	166
2-1.Zones de placement.....	166
2-2.Réalisation du lambeau (11,27) .....	167
2-3.Pose de la mini-plaque (11,27)(fig.168) .....	167
2-4.Cicatrisation et mise en charge immédiate .....	168
3-Le redressement molaire .....	168
3-1 .Ouverture d'espace : redressement coronaire .....	168
3-2.Redressement radiculaire : fermeture d'espace.....	169
3-2-1.Réalisation .....	169
3-3.Cas d'une molaire mandibulaire incluse (90) .....	171
4-Complications.....	172
4-1.Le taux de réussite.....	172
4-2.Douleur et gonflement.....	172
4-3.Couverture osseuse de la mini-plaque. (27).....	173
4-4.Fracture de la mini-plaque (27).....	173
4-5.Echec de la mini-plaque (26) .....	173
4-6.Instabilité durant la mise en charge.....	173
5-Avantages des mini-plaques (90,91).....	173
6-Inconvénients (90,91).....	173
Conclusion.....	174
Références bibliographiques .....	175

## **Introduction**

De tout temps, le chirurgien-dentiste ou l'orthodontiste a été ou sera confronté au problème de mésioversion molaire. Ce phénomène touche aussi bien un patient lié à une anomalie d'évolution d'une molaire comme un patient adulte ayant subi notamment une extraction non compensée.

Les conséquences sont multiples sur le plan dentaire, parodontale et articulaire. C'est pourquoi des solutions thérapeutiques ont été envisagées.

Au cours de cet exposé nous évoquerons un certain nombre de moyens orthodontiques, prothétiques et chirurgicaux à notre disposition. Ces moyens ont déjà fait l'objet de sujets de thèse. Ainsi nous orienterons tout particulièrement notre étude vers l'apport des minivis dans le cas de mésioversions molaires en particulier mandibulaires.

# I-Origine des mésioversions

Les mésioversions se retrouvent chez l'enfant et l'adulte. Les causes sont à peu près identiques dans les deux cas mais avec des particularités propres à l'enfant.

## 1-Chez l'enfant

### 1-1.Problème d'évolution de la dent de six ans dès le plus jeune âge

#### 1-1-1.Ankylose de la seconde molaire de lait (68)

-La dent de six ans peut se mésioverser lorsqu'on a une ankylose de la seconde molaire (fig.1) de lait, surtout au maxillaire. De ce fait la molaire de lait est en infraclusion et la dent de six ans peut se verser sur celle-ci. La première molaire définitive se retrouve donc en mésioversion. Ceci a pour conséquence d'entraîner l'inclusion de la seconde prémolaire définitive car la molaire bloque alors son chemin d'éruption.

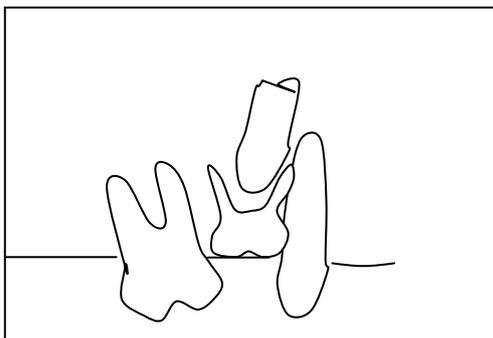


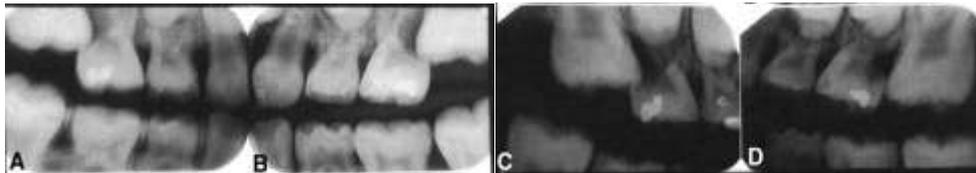
Figure 1. Ankylose de la seconde molaire de lait schéma à gauche et radiographie à droite d'un cas du Docteur Chrétien.

#### 1-1-2. Eruption ectopique de la première molaire définitive sous la seconde molaire de lait. (5/9/68)

Ce phénomène se manifeste surtout au maxillaire où la dent de six ans va venir résorber la racine distale de la molaire de lait (ceci peut même aller jusqu'à la racine mésiale de la dent de lait).

Deux possibilités, soit la molaire définitive va spontanément reprendre son éruption classique en repassant (fig.2.A et C) derrière la molaire de lait ; soit la molaire définitive va entraîner la perte de la dent de lait et la dent de six ans fera alors son éruption en mésioversion à ce niveau (fig.2.Bet D). Cette mésioversion a pour conséquence de retenir incluse la seconde prémolaire définitive.

Dans de rares cas la première molaire définitive peut rester incluse sous la dent de lait.



**Figure 2. Eruption ectopique (3 bis)**

Cette éruption ectopique à une prévalence d'environ 4 pour cent (5/68), elle peut être unilatérale ou bilatérale et est retrouvée dans les deux sexes.

La cause est multifactorielle mais certains critères sont retenus comme :

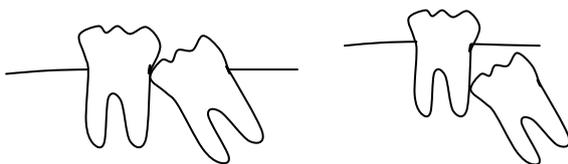
- La forme de la face distale de la seconde molaire de lait.
- Une petite arcade maxillaire (signe de dysharmonie dento-maxillaire).
- Phénomène plus souvent associé à des classe II.
- Chemin d'éruption de la molaire définitive trop mésiale.
- Eruption précoce de la molaire définitive.
- Molaire définitive trop grosse.
- Seconde molaire de lait trop grande.
- Tendance familiale.

## **1-2.Problème d'inclusion des molaires. (3/4/12/130)**

### **1-2-1.Définition de l'inclusion**

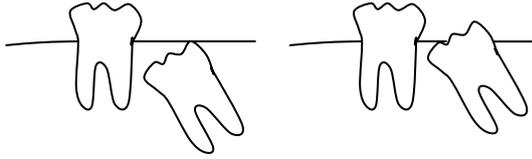
Tout d'abord clarifions l'inclusion et ses variantes.

-L'inclusion (fig.3) : c'est la cessation de l'éruption de la dent causée soit par un obstacle (dent surnuméraire, odontome, kyste, position des dents adjacentes), soit par une position anormale du germe de la dent entraînant cette interruption. Cet obstacle doit être visible radiologiquement ou cliniquement pour parler d'inclusion.



**Figure 3. Différents degrés d'inclusion de la seconde molaire définitive**

-La rétention primaire (fig.4 gauche) : cessation d'éruption sans communication avec la cavité buccale et sans obstacle sur son chemin.



**Figure 4. Rétention primaire à gauche et secondaire à droite**

-La rétention secondaire (fig.4 droite): cessation de l'éruption après émergence dans la cavité buccale sans obstacle apparent. La cause serait une zone d'ankylose de la racine.

### **1-2-2. Chemin d'éruption des molaires**

Les molaires ont leur germe en position mésioversé à l'origine, puis ce germe va se redresser pour arriver au contact de la racine se situant en avant de lui. Pour la dent de six ans, elle va suivre la racine distale de la seconde molaire de lait et pour la seconde molaire définitive elle va suivre la racine distale de la première molaire définitive.

Ainsi si les molaires sont stoppées sur leur chemin d'éruption, elles se trouveront donc le plus souvent en position de mésioversion.

### **1-2-3.Causes de l'inclusion de la première et seconde molaire définitives**

#### **1-2-3-1.Causes générales**

-Caractère héréditaire : il est possible de retrouver des inclusions dentaires au sein d'une même famille sans pour autant être les mêmes dents.

-Maladies congénitales (fentes labiales...)

-Pathologies systémiques (hypothyroïdisme...)

-Facteurs phylogéniques : liés à la réduction des dimensions d'arcade non accompagnée de celle du matériel dentaire, aboutissant à la diminution de l'espace disponible et donc à la dysharmonie dento-maxillaire.

#### **1-2-3-2. Causes régionales**

-Décalage entre l'âge osseux et l'âge dentaire.

-Dysmorphose par diminution du volume de l'arcade dans le sens antéropostérieur.

#### **1-2-3-3. Causes locales**

L'évolution du germe peut-être perturbé par :

-Une dysmorphose coronaire ou radiculaire due à un traumatisme précoce.

- Une perte de potentialité éruptive. Deux cas sont retrouvés, la rétention primaire qui serait dû à un dysfonctionnement du follicule et la rétention secondaire qui serait causée par une zone d'ankylose de la racine.
- Situation anormale ou ectopique due à l'extraction précoce des dents temporaires. L'extraction de la dent de lait ne fournit plus le guide pour le germe de la première molaire définitive qui va alors s'inclure en mésioversion.
- Eruption ectopique de la dent de six ans qui va s'inclure sous la dent de lait.
- Inclinaison des dents adjacentes. Si la première molaire définitive est en mésioversion il y a un risque que la seconde molaire aille s'inclure contre la dent de six ans.
- Présence d'obstacles tels que : odontomes, dents surnuméraires, dents adjacentes, germe de la dent de sagesse pour la seconde molaire et kyste péri-coronaire.
- Espace trop grand entre la racine qui doit servir de guide et le germe de la dent.
- Position trop mésioversée du germe.

#### **1-2-3-4.Causes iatrogéniques**

- Les tip-back intempestifs des premières molaires, les versions distales des molaires par forces extra-orales et l'utilisation de lip bumper peuvent engendrer une version voir un recul de la première molaire définitive et engendrer l'inclusion de la seconde molaire.
- Blocage de la couronne de la seconde molaire par une bague sur la première molaire mal adaptée. (fig.5)



**Figure 5. Molaire incluse due à une bague débordante. (117)**

#### **1-3. Autres causes de mésioversion chez l'enfant (10/34)**

- Une carie de la deuxième molaire temporaire avec destruction importante de la face distale engendre un espace où la dent de six ans peut se verser.
- L'extraction ou la perte prématurée des molaires temporaires, surtout de la seconde molaire temporaire, peut générer la mésioversion de la première molaire permanente.

-L'extraction de la dent de six ans pouvant entraîner la mésioversion de la seconde molaire définitive, tout comme l'extraction de la dent de 12 ans qui peut engendrer par la suite la mésioversion de la dent de sagesse.

-L'extraction bilatérale des deuxièmes prémolaires définitives non suivie d'un traitement orthodontique peut occasionner la mésioversion des premières molaires définitives.

-Le crochet d'un appareil orthodontique amovible mal conçu peut mener à une mésioversion.

-Au cours d'un traitement orthodontique, lors du recul des canines, après extraction des premières prémolaires permanentes, le système rétracteur prend appui sur la deuxième prémolaire et la première molaire permanente. L'ancrage doit être maximum au niveau de ces deux dernières pour assurer la rétraction de la canine. Dans le cas contraire, si l'ancrage est insuffisant, ce qui équivaut à une perte d'ancrage molaire (ici involontaire), on aura alors une mésioversion de la molaire et de la prémolaire si l'on ne contrôle pas la mécanique.

Autre cas de traitement orthodontique : lorsque l'on réalise la fermeture d'espace par perte d'ancrage molaire suite à l'extraction de la seconde prémolaire définitive. Dans ce cas le risque de mésioversion et non de translation de la molaire est assez élevé. Cette version est plus fréquente à la mandibule car la corticale est très dense et de ce fait les mouvements dentaires plus difficiles. De plus la surface radiculaire des molaires étant élevée cela rend le déplacement en translation dans l'os plus difficile.

-Les agénésies de la seconde prémolaire, de la première molaire définitive ou de la seconde molaire définitive peuvent engendrer la mésioversion de la dent distale à venir.

## **2-Causes des mésioversions chez l'adulte (10/34)**

-Les caries proximales non traitées génèrent un espace vacant, laissant la possibilité à la molaire adjacente de s'y verser.

-Les extractions non compensées des prémolaires et des molaires vont elles aussi laisser libre un espace où la dent voisine peut se mésioverser.

-Par extension de ce qui a été dit pour l'enfant lorsqu'une seconde molaire est mésioversée ou incluse en mésioversion, alors il y a un risque que la dent de sagesse se mésioverse sur celle-ci ou qu'elle reste incluse en mésioversion.

-Au niveau maxillaire, la présence d'un sinus maxillaire proéminent peut empêcher la bonne gression de la molaire et favoriser sa mésioversion.

## II-Conséquences des mésioversions

### 1-Conséquences intra-arcade suite à la perte d'un organe dentaire

#### A. Sur les tissus dentaires (2)

Des résorptions radicaires au niveau de la face mésiale de la racine de la dent versée sont à craindre, du fait des contraintes qui s'établissent à ce niveau.

La fréquence des atteintes carieuses sur la face mésiale de la molaire mésioversée est fortement augmentée. Ceci est dû à la difficulté de nettoyage de cette zone par le patient.

#### B. Musculaires

L'équilibre existant entre les différentes structures de la cavité buccale est le fait de forces qui s'annulent deux à deux ; ce système clos de forces en tension permanente enferme la dent (24/38) et maintient son orientation dans les trois directions de l'espace :

-dans le sens vestibulo-lingual :

Chateaux parle de couloir dentaire (24), c'est une zone où les forces sont nulles, cette zone se trouve entre la langue qui exerce une force centrifuge et les muscles jugaux qui exercent une force centripète (fig.6).

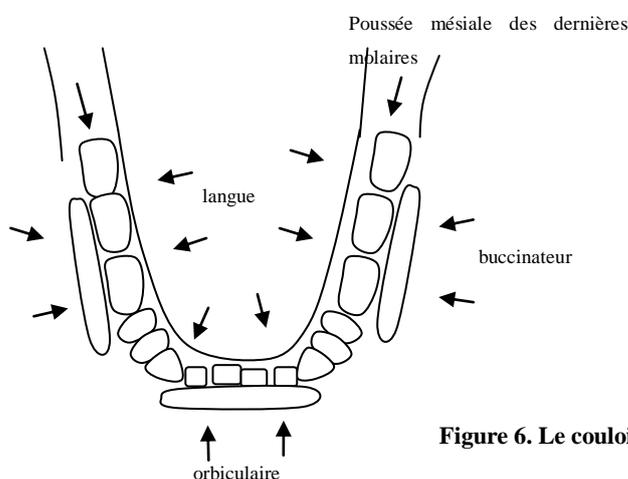


Figure 6. Le couloir dentaire d'après Château (24)

-dans le sens mésio-distal

On retrouve une tendance au mésialage spontané de chaque organe dentaire dû à la poussée mésialante créée par les dernières molaires. Cette tendance est équilibrée par les pressions exercées par les muscles orbiculaires et buccinateurs, ces forces équilibrantes se distribuent au niveau des dents par l'intermédiaire des points de contact (24/38).

-dans le sens vertical :

Tendance naturelle d'une dent à l'égression probablement pour compenser l'usure naturelle des dents. Cette égression physiologique est limitée par les contacts occlusaux avec la dent antagoniste.

Si cet équilibre est maintenu on comprend aisément la stabilité de chaque organe dentaire, cependant en cas d'extraction non compensée l'équilibre se rompt.

Comme nous venons de l'aborder un équilibre inter et intra-arcade existe. Cet équilibre fragile est rompu notamment en cas d'extractions non compensées. Cette perte d'équilibre peut survenir très tôt dans la vie d'un individu. Dès son enfance avec l'extraction de la dent de six ans car c'est de loin la dent la plus précocement atteinte et extraite. Pourquoi la plus atteinte ? C'est la première molaire définitive en bouche et à cet âge l'hygiène buccale est souvent aléatoire, au même titre que les habitudes alimentaires (34).

La perte d'équilibre peut aussi survenir avec l'extraction trop précoce de la première molaire définitive. Si cette dent n'est plus là elle n'assurera pas son rôle de guide pour l'éruption de la dent de douze ans.

### **C. Dentaires (6,49,81)**

Il existe une tendance à la migration spontanée qui vise à combler l'espace d'extraction. Elle a été décrite notamment par Bassigny en 1979(6) et dans le rapport de la S.F.O.D.F en 1988(81).

Ainsi Golman et Cohen 1980 (49) décrivent :

- Les premières prémolaires migrent distalement, mais faiblement.
- Les deuxièmes prémolaires migrent distalement.
- Les molaires migrent mésialement

-Egression de l'antagoniste si l'espace vacant est suffisant

A ces mouvements s'ajoutent des mouvements vestibulo-linguaux et des rotations mais la migration mésiale reste prédominante. Des mouvements du bloc incisivo-canin peuvent être rencontrés mais ne seront pas abordés dans cette thèse.

## **1. Retentissements sur les dents bordant l'édentement (6,38), plusieurs cas abordés :**

### **1-1.Premier cas : après extraction de la première molaire maxillaire définitive**

#### **1-1-1.Conséquences sur la deuxième prémolaire**

##### **1-1-1-1.En cas d'extraction précoce de la première molaire maxillaire**

Si la deuxième molaire lactéale est associée à l'extraction de la dent de six ans, il existe un risque d'inclusion de la deuxième prémolaire définitive (6).

##### **1-1-1-2. En cas d'extraction tardive de la première molaire maxillaire**

Bassigny (3) déclare que la migration distale de la deuxième prémolaire est généralement faible et surtout dépendante de l'engrènement dentaire.

#### **1-1-2.Conséquence sur la deuxième molaire définitive (6)**

En fonction de la date d'extraction de la dent de six ans maxillaire les conséquences sur la migration spontanée de la seconde molaire supérieure s'avèrent différentes.

##### **1-1-2-1.En cas d'extraction précoce de la première molaire maxillaire**

En effet, si l'extraction est faite précocement, avant 12 ans, le germe de la deuxième molaire migre mésialement et rapidement, avec parfois une version mésiale légère associée à une rotation mésio-palatine (rotation autour de la racine palatine) pour s'accoler à la deuxième prémolaire qui elle ne migre pas : l'espace d'extraction est refermé. Dans ce cas la seconde molaire prend lieu et place de la dent de six ans maxillaire.

##### **1-1-2-2. En cas d'extraction tardive de la première molaire maxillaire**

Si l'extraction s'est faite après douze ans, la seconde molaire supérieure effectuera surtout une mésioversion associée à une rotation mésiale autour de la racine palatine. Plus l'extraction de la dent de six ans est tardive plus la mésioversion de la deuxième molaire sera importante.

### **1-1-3. Conséquence sur la troisième molaire définitive (6)**

La dent de sagesse maxillaire évolue différemment en fonction du mouvement de la deuxième molaire supérieure définitive. Si la deuxième molaire a pris la place de la dent de six ans maxillaire, la dent de sagesse va évoluer comme une seconde molaire et prendre sa place. Par contre si la seconde molaire s'est mésioversée la troisième molaire va avoir tendance à effectuer la même version ou rester incluse.

## **1-2. Après extraction de la première molaire mandibulaire définitive**

### **1-2-1. Conséquence sur les prémolaires (6)**

#### **1-2-1-1. En cas d'extraction précoce de la première molaire inférieure**

L'incidence de l'extraction de la première molaire inférieure sur la migration des prémolaires inférieures est variable suivant qu'il s'agisse de la première ou de la seconde prémolaire inférieure.

En effet, la première prémolaire inférieure n'est que très faiblement voire pas du tout concernée par des mouvements de distoersion ou de distogression liés à l'extraction de la dent de six ans mandibulaire. Ce qui n'est en revanche pas le cas de la seconde prémolaire inférieure. Les mouvements de distoersion ou de distogression dépendent du stade de maturation de l'apex, de l'orientation du germe et de la présence ou non de la seconde molaire de lait. En effet :

-Si l'apex est encore ouvert, la distogression est possible ; par contre s'il est fermé, seule la distoersion est possible (6).

-l'orientation du germe de la prémolaire influence aussi, lorsqu'il est orienté vers l'arrière et en haut il est plus probable qu'il se crée une distogression voire un enclavement au niveau de la seconde molaire (6).

-La présence ou l'absence de la deuxième molaire lactéale. Si la molaire lactéale est présente et saine le germe aura tendance à suivre cet axe vertical ; si la molaire lactéale est absente ou rhizalisée précocement, la distoverion est de règle, elle peut amener la prémolaire à rentrer en contact avec la molaire (6,46).

Si la deuxième prémolaire n'est pas sortie et qu'il n'y a pas de dysharmonie dento-maxillaire, alors la prémolaire va effectuer une version distale associée à une rotation. Ceci est dû au fait que le germe de la prémolaire n'est pas maintenu par la racine mésiale de la première molaire. De plus l'alvéole de la première molaire est moins résistante et facilite cette version distale de la prémolaire (6).

### **1-2-1-2.En cas d'extraction tardive de la première molaire inférieure**

Le plus souvent la seconde prémolaire définitive se distoverse ou effectue une migration distale. Une dysharmonie dento-maxillaire antérieure facilite cette version distale (6).

### **1-2-2.Conséquence sur la seconde molaire inférieure définitive**

#### **1-2-2-1.En cas d'extraction précoce de la première molaire inférieure.**

Comme le conseille Sandler (6,115), la période idéale pour l'extraction de la première molaire inférieure en cas de délabrement important se situe entre 8 et 9 ans, à cette période la seconde molaire définitive tend à prendre la place de la première molaire lors de son éruption.

Ce déplacement est quelquefois insuffisant pour obtenir un contact avec la seconde prémolaire.

#### **1-2-2-2.En cas d'extraction tardive de la première molaire inférieure**

Si l'extraction de la première molaire s'effectue après dix ans la seconde molaire ne prendra pas la place de la dent de six ans, elle aura tendance à effectuer une version (6).

La fermeture d'espace est insatisfaisante en général. La seconde molaire aura tendance à se verser mésialement et lingualement du fait que les forces occlusales encouragent à la version mésiale et linguale. Cette version peut s'accompagner d'un articulé croisé postérieur.

En conclusion, plus on extrait tardivement la dent de six ans mandibulaire et moins on a de chance que la seconde molaire ait une position acceptable spontanément (6).

### **1-2-3.Conséquence sur la troisième molaire inférieure définitive**

#### **1-2-3-1.Extraction précoce de la dent de six ans**

Selon Bassigny (6) si l'extraction de la première molaire mandibulaire a lieu avant 10 ans la dent de sagesse a plus de chances d'effectuer son éruption. De plus Williams (137) trouve un pourcentage d'éruption de 90 pour cent pour la dent de sagesse mandibulaire quand la première molaire a été extraite contre 55 pour cent lorsque ce sont les prémolaires qui sont extraites. Donc l'extraction précoce de la dent de six ans mandibulaire favoriserait l'éruption de la dent de sagesse.

Cela est vrai quand aucun traitement orthodontique n'est réalisé. Si par exemple on extrait la dent de six ans, puis que l'on effectue un ancrage molaire maximum et un recul du bloc antérieur pour résoudre une classe III ou une dysharmonie dento-maxillaire, alors il n'y aura pas plus de place libérée en postérieur pour que la dent de sagesse fasse son éruption.

#### **1-2-3-1.Extraction tardive de la dent de six ans**

Selon Bassigny (6) si l'extraction de la dent de six ans est réalisée après 10 ans les risques d'inclusion de la dent de sagesse sont plus élevés.

**Tableau 1. Récapitulatif des conséquences de l'extraction de la dent de six ans**

Conséquence de l'extraction la première molaire.	Maxillaire		Mandibule	
	précoce	tardive	précoce	tardive
Conséquences sur la première prémolaire	version distale légère, voire inexistante	version distale légère, voire inexistante	version distale légère, voire inexistante	version distale légère, voire inexistante
Conséquences sur la seconde prémolaire	Risque d'inclusion si extraction de la seconde molaire de lait en même temps que la dent de six ans	Faible migration distale si l'occlusion le permet	Distoversion ou distogression en fonction de la maturité de l'apex et de la présence de la seconde molaire de lait et de l'orientation du germe	Distoversion ou distogression plus importante que pour la première prémolaire
Conséquences sur la seconde molaire	Extraction avant 12 ans : la 7 prend lieu et place de la 6 avec risques de mésioversions +rotation mésiopalatine	Après 12 ans Mésioversion majeure et rotation méso-palatine autour de la racine palatine	Prend la place de la dent de six ans si extraction avant dix ans mais avec risques de mésioversions	Se mésoverse après dix ans avec ou sans fermeture d'espace
Conséquences sur la troisième molaire	Prend la place de la seconde molaire	Mésioversion ou inclusion	Les risques d'inclusion diminuent	Augmentation du risque d'inclusion

## 2. Facteurs influençant les migrations relatives suite à l'extraction (6)

Différents facteurs rentrent en ligne de compte pour expliquer les mouvements réalisés suite à l'extraction.

La distalisation de la prémolaire est influencée par différents facteurs :

-L'âge : plus l'extraction est tardive plus la version est importante par rapport à la gression.

-Si on est en présence d'une dysharmonie dento-maxillaire postérieure celle-ci entravera la distalisation. Cette dysharmonie est le résultat d'un manque de place dans le secteur postérieur, de ce fait aucune migration ne sera possible en distal.

-En fonction du type de croissance.

-La présence ou l'absence de la seconde molaire temporaire. Si la deuxième molaire temporaire est présente lors de l'extraction de la dent de six ans, l'éruption de la prémolaire sera guidée par les racines de la seconde molaire temporaire verticalement.

La mésialisation de la deuxième molaire est influencée par :

-Le type de croissance mandibulaire

-La présence d'une dysharmonie dento-maxillaire postérieure qui est favorable à la mésialisation de la dent de six ans. Le manque de place dans le secteur postérieur va avoir tendance à favoriser les mouvements antérieurs pour pouvoir trouver de la place.

-Plus l'extraction se fait à un âge avancé, moins le déplacement est favorable.

### **3. Migration de la deuxième molaire par rapport à la deuxième prémolaire**

Le déplacement de la deuxième molaire est plus marqué que celui de la deuxième prémolaire bordant le même édentement (10). Mais il faut nuancer ces propos en parlant de la dysharmonie dento-maxillaire associée. Ainsi, si une dysharmonie dento-maxillaire postérieure existe et qu'elle est importante ce sera alors la deuxième molaire qui migrera le plus, par contre si elle est antérieure ce sera le cas inverse.

### **4. Migration au maxillaire par rapport à la mandibule**

La seconde molaire maxillaire a tendance à migrer plus facilement au contact de la seconde prémolaire du fait de la plus grande malléabilité de l'os maxillaire. A l'inverse le déplacement de la seconde molaire mandibulaire est plus difficile à la mandibule à cause de l'épaisseur de l'os cortical(6,38).

Par contre la migration de la seconde prémolaire après extraction de la première molaire définitive est plus fréquente à la mandibule qu'au maxillaire selon Mugnier(6). Ceci s'explique par la procidence des racines de la prémolaire maxillaire et du sinus, ce dernier agissant comme un obstacle au mouvement de celle-ci.

### **5. Conséquences sur les dents antagonistes (6)**

Après extraction de la dent de six ans mandibulaire :

-N'étant plus en occlusion, la dent de six ans maxillaire s'égresse jusqu'au contact d'une dent mandibulaire : en classe I d'angle le point d'arrivée sera donc la cuspide mesio-vestibulaire de la seconde molaire mandibulaire si la seconde molaire est évoluée.

Après extraction de la dent de six ans maxillaire :

-La dent de six ans mandibulaire s'égresse beaucoup moins car la morphologie des racines est plate et divergente, ce qui est beaucoup moins favorable à l'égression (6).

**D-Conséquences parodontales des mésioversions (2,14).**

L'avulsion de la première molaire mandibulaire entraîne :

- Une version mésiale de la deuxième molaire mandibulaire
- Plus rarement une version distale de la deuxième prémolaire mandibulaire
- Une égression de la dent antagoniste

Au niveau parodontal cela occasionne :

-Une proximité radulaire entre la deuxième et la troisième molaire mandibulaire avec un os surtout cortical à ce niveau. Cet os est peu vascularisé et se défendra mal contre les agressions bactériennes, facilitant ainsi la progression de la maladie parodontale.

-L'ouverture du point de contact entre les deux prémolaires peut se produire entraînant souvent des bourrages alimentaires à l'origine de poches parodontales.

-au niveau du parodonte marginal en mésial de la seconde molaire mandibulaire :

La capacité du patient à éliminer la plaque conditionne la réussite du traitement parodontal or la face mésiale d'une molaire mésioversée est particulièrement difficile d'accès au nettoyage et au contrôle de plaque.

Donc le plus souvent à ce niveau une gingivite est à noter pouvant, si l'inflammation persiste, conduire à une parodontite qui est à l'origine d'une perte osseuse à ce niveau. Cette lésion osseuse peut être accélérée au niveau de la vitesse de progression par un traumatisme occlusal au niveau de cette dent. Un enseignement rigoureux du contrôle de plaque général et

particulier de cette zone à l'aide de brossettes interdentaires est nécessaire et indispensable en première intention.

Par la suite si une inflammation persiste malgré un contrôle de plaque satisfaisant une prise en charge parodontale approfondie pourra être proposée.

## **2-Conséquences inter-arcade suite à la perte d'un organe dentaire**

### **2-1.Conséquences occlusales des mésioversions (34)**

Du fait de la mésioversion molaire l'harmonie de la courbe d'occlusion se trouve altérée. Des troubles fonctionnels peuvent alors survenir lors des différentes positions mandibulaires. En effet la molaire mésioversée présente une égression de sa cuspide distale et une ingression de la cuspide mésiale.

#### **2-1-1. Examen de l'occlusion en intercuspidie maximale**

En comparaison avec l'intercuspidie maximale normale, on constate que la cuspide disto-vestibulaire de la deuxième molaire mandibulaire entre en contact précocément avec la fosse de l'antagoniste, on a alors à faire à un contact prématuré qui constitue un obstacle occlusal.

Deux possibilités peuvent s'effectuer pour éviter ce contact pathologique (fig.7a et 7b):

-La version va s'accroître afin d'obtenir la disparition de cette prématurité, on obtient alors une nouvelle occlusion qui s'avère pathologique.

-La mandibule entière va éviter cette prématurité en adoptant une position plus postérieure. L'obstacle agit alors comme plan de guidage, on peut ici parler de contact déflecteur. Si cette nouvelle occlusion dite de convenance n'est pas tolérée, toute une série de troubles au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire et des muscles masticateurs peut en découler.

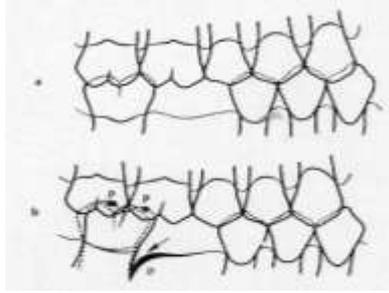


Figure 7. Schéma a: occlusion normale. Schéma b: prématurité par mésioversion de la deuxième molaire permanente inférieure. (34)

### 2-1-2. Examen de l'occlusion en propulsion

Avec une occlusion normale lors de la propulsion on a le guide incisif qui entraîne une désocclusion des secteurs postérieurs. Le guide incisif a le même angle que la pente condylienne ceci permettant ainsi de protéger l'articulation temporo-mandibulaire. En cas de mésioversion molaire le contact prématuré engendre un désengrènement des incisives rendant inefficace le guide incisif et pouvant entraîner des troubles articulaires (fig.8).

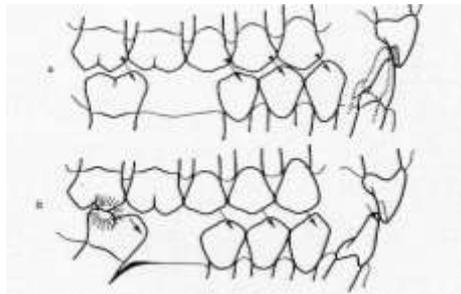
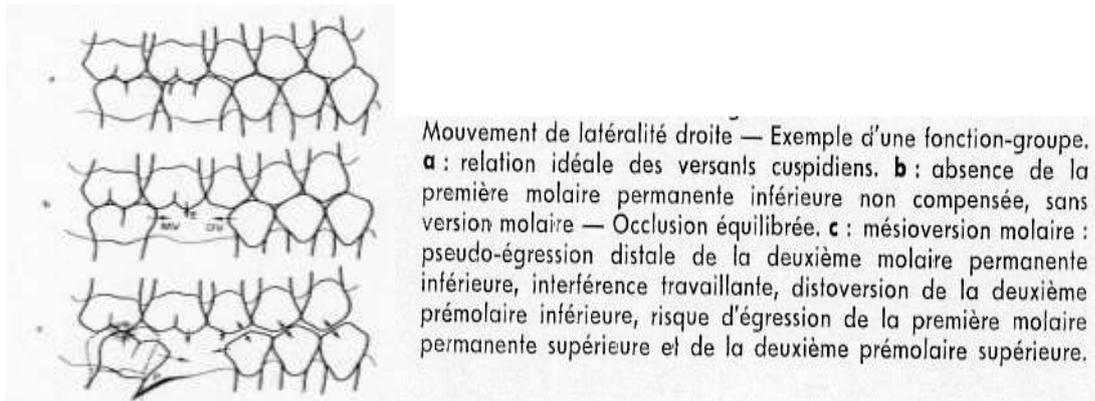


Figure 8. Schéma a: occlusion normale. Schéma b: prématurité et désengrènement des incisives. (34)

### 1-3. Examen en latéralité

Dans un cas normal on a soit une fonction groupe en latéralité ou une fonction canine protégeant les autres dents. Mais dans le cas de la mésioversion de la molaire alors c'est la cuspide disto-vestibulaire qui entre en contact prématuré entraînant une désocclusion au niveau des canines et des autres dents.



**Figure 9. Troubles de l'occlusion en latéralité. (34)**

Les mesioversions molaires ont donc pour conséquence :

- au niveau des dents : usure
- au niveau du parodonte : mobilité dentaire
- au niveau musculo-articulaire : SADAM, bruxisme, spasme musculaire...

## **2-2-Conséquences articulaires (34)**

L'élément le plus important dans l'apparition de ces troubles est pour chaque patient la capacité d'adaptation à une occlusion plus ou moins idéale.

L'établissement de ce nouvel équilibre neuro-musculaire peut être toléré ou au contraire entraîner une perturbation de l'articulation temporo-mandibulaire. Ce syndrome regroupe les douleurs articulaires, les craquements, crépitements, sub-luxations, myalgies, spasmes et peut déclencher l'apparition d'une arthrite aigue ou chronique de l'articulation.

## **3. Conséquences de l'inclusion des molaires mésioversées (32,77,108,128,132).**

### **3-1. Occlusal**

- Réduction de la surface occlusale
- Version des dents autour de l'inclusion (fermeture de l'espace d'extraction par les dents adjacentes).

-Egression des dents antagonistes à l'inclusion.

### **3-2. Parodontal**

Il y a souvent création d'une pseudo poche parodontale entre la dent incluse et la dent adjacente du fait de la difficulté de nettoyage de cette zone, ce qui entraîne des infections de cette zone et un risque de résorption de la racine distale de la première molaire (fig.10).



**Figure 10. Résorption de la racine distale de la première molaire (117)**

### **3-3. Augmentation du risque carieux**

Les phénomènes de bourrage entre la dent incluse en mésioversion et la racine distale de la dent mésiale génèrent le plus souvent des lésions carieuses. Elles sont le plus souvent incontrôlables et insoignables car elle touche un niveau très bas de la racine.

La fréquence d'inclusion des molaires définitives est assez faible (131). Elle varie en fonction de la dent, c'est la seconde molaire mandibulaire (0.3%) qui est le plus souvent incluse suivie de la seconde molaire maxillaire (0.2%) puis de la première molaire maxillaire (0.08%) et de la première molaire mandibulaire (0.01%).

En ce qui concerne les mésioversions molaires consécutives à la perte d'une dent, elles sont très courantes. Les conséquences de ces mésioversions comme nous l'avons vu plus tôt peuvent conduire à la perte des dents voisines. Ainsi il est impératif de traiter ce problème. C'est pourquoi des traitements chirurgicaux, prothétiques et orthodontiques ont été développés.

# Thérapeutiques

## I-Techniques chirurgicales de redressement des molaires incluses mésioversées

Plusieurs techniques sont proposées en fonction de l'âge et du cas.

### A-Chez le jeune (5,9,68)

Comme nous l'avons vu auparavant il arrive que la première molaire définitive vienne s'inclure sous la seconde molaire de lait et ceci en résorbant les racines de cette dernière.

Barberia décrit 4 grades de résorption de la dent de lait de I à IV (fig.11)

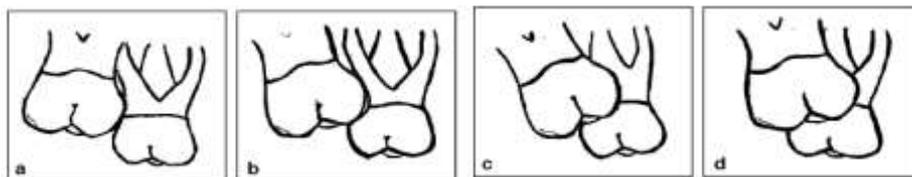


Figure 11. Les différents stades de résorption a=I, b=II, c=III et d=IV. (5)

Selon Barberia (5) si la résorption est au grade I ou II il y a possibilité que la molaire reprenne son chemin d'éruption classique spontanément (fig.12).



Figure 12. La molaire est incluse sur la radiographie et reprend une éruption normale à droite. (3 bis)

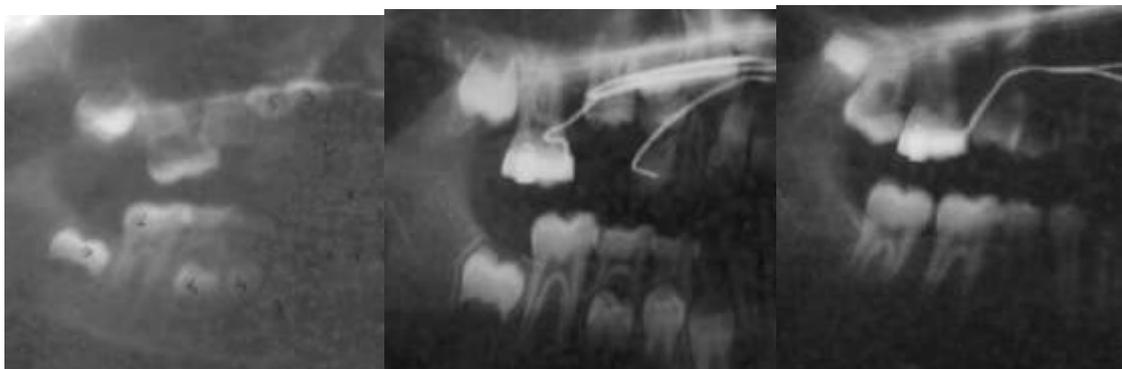
Par contre lors d'un grade III ou IV ( le IV correspond à l'atteinte de la racine mésiale de la dent de lait) l'extraction de la dent de lait est indiquée afin que la première molaire arrive en occlusion car sinon la molaire va rester en mésioversion ou s'inclure. Par la suite une prise en charge orthodontique sera nécessaire :

Soit réouverture de l'espace par des techniques orthodontiques fixes ou amovibles afin de permettre à la seconde prémolaire d'effectuer son éruption. Une fois la molaire redressée il est nécessaire de maintenir l'espace pour l'arrivée de la prémolaire qui peut se faire entre 10 et 14 ans.

Soit par fermeture de l'espace en cas d'agénésie de la seconde prémolaire définitive et ce par un redressement radiculaire de la molaire mésioversée.

Il est possible que la dent de six ans reprenne son éruption classique même avec un grade III ou IV dans de rare cas. Il est aussi possible que la molaire reste incluse avec un grade de I ou II. C'est pourquoi Kurol (68) préconise d'attendre la fin de la sixième année pour voir si la molaire définitive va reprendre son éruption classique. Si ce n'est pas le cas après 6 ans, il conseille l'extraction de la molaire de lait.

Autre cas vu plutôt où la seconde molaire de lait est ankylosée(fig.13) et incluse empêchant la seconde prémolaire de faire son éruption, permettant ainsi à la dent de six ans de se mésioverser sur l'espace vacant. La thérapeutique sera un redressement de la dent de six ans pour rouvrir l'espace de la seconde prémolaire définitive et d'extraire la seconde molaire de lait incluse. Le redressement dans le cas du Docteur Chrétien est effectué grâce à un pendulum d'Hilgers qui sera décrit par la suite. L'espace doit être maintenu pour que la prémolaire fasse son éruption.



**Figure 13. 55 ankylosée et 16 mésioversée. Ouverture d'espace au centre grâce au pendulum d'Hilgers et la 15 arrive en occlusion sur la radiographie de gauche. Cas du Docteur Chrétien.**

## **B-Chez l'adolescent et l'adulte**

Plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- Extraction de la dent incluse.
- Extraction de la dent incluse suivie d'une transplantation de la dent de sagesse.
- Redressement chirurgical de la dent incluse (subluxation).
- Découverte de la dent incluse pour y fixer un dispositif orthodontique.

### **1. Extraction de la dent incluse (37,98,99)**

Cette solution peut être envisagée lorsque la dent de sagesse derrière la seconde molaire incluse n'a pas encore fait son éruption. Ainsi on peut espérer que la dent de sagesse prenne la place de la dent extraite car l'éruption de la dent de sagesse se fait par une dérive mésiale pour aller au contact de la racine distale de la dent adjacente qui va guider son éruption.

En général, dans les études de bons résultats sont obtenus avec un fort taux de réussite.

Mais il y a le risque que la dent de sagesse ne fasse pas son éruption, du fait de sa position trop éloignée de la première molaire ou qu'elle aille s'inclure en mésioversion contre la face distale de la première molaire. Ceci à cause d'un manque de place ou d'une mésioversion trop forte du germe.

Cette solution doit être envisagée précocement sous peine d'échec.

### **2-Extraction de la dent incluse suivi d'une transplantation de la dent de sagesse (107)**

Cette technique n'est pas idéale car on a un risque de résorption radiculaire, d'infection, voir d'ankylose de la dent suite à sa transplantation. Mais Progrell (94) obtient de bons résultats. L'avantage de cette technique étant la rapidité.

### **3-Redressement chirurgical de la dent incluse**

Nous décrirons cette technique car c'est la plus sûre et la plus rapide des techniques chirurgicales.

#### **3-1.Principe**

Cette technique est un redressement grâce à un élévateur de la dent mésioversée. Elle a la particularité de ne pas avoir besoin de sortir la dent de son alvéole mais de la redresser dans celle-ci. De ce fait la vitalité pulpaire est en théorie conservée. Il est préférable de tenter ce

redressement lorsque la moitié ou les deux tiers de la racine sont édifiés, ainsi les chances de conserver la vitalité pulpaire seront plus élevées.

### **3-2.Critères recommandés lorsqu'un redressement chirurgical est envisagé (77,128)**

-La longueur et la forme des racines :

\*Pour la longueur : afin d'avoir une chance de revascularisation il est conseillé que la moitié voire les deux tiers de la racine soient formés pas plus.

\*La forme des racines doit être compatible avec un redressement. En effet, les racines ne doivent pas être divergentes, ni coudées pour ne pas qu'il y ait un risque de fracture de celles-ci.

-Suffisamment de place sur l'arcade :

\*La dent doit avoir la place sur l'arcade, pour cela la dent de sagesse peut être extraite prophylactiquement.

\*Le traitement orthodontique pour un gain d'espace doit être conduit avant. (128)

\*La dent ne doit pas être versée lingualemment ou vestibulairement car les deux corticales doivent être présentes pour stabiliser la dent dans son alvéole.

\*La croissance verticale doit être achevée ou sur le point de s'achever car la dent doit rencontrer une dent antagoniste pour éviter tout risque d'égression.

-L'angle de mésioversion :

\*Il ne doit pas dépasser 90°, sinon le redressement équivaut à une transplantation et la vitalité pulpaire est grandement menacée.

\*La dent ne doit pas être trop bougée pour éviter toute lésion du paquet vasculo-nerveux apical ce qui aurait pour conséquence de menacer la vitalité pulpaire. (128)

-Le redressement doit s'effectuer dans un tissu kératinisé de manière à maintenir une bonne santé parodontale.

### 3-3. Technique chirurgicale

L'intervention peut s'effectuer sous anesthésie locale du fait de la simplicité de l'acte mais peut aussi se faire sous anesthésie générale.

L'incision est réalisée en distal de la première molaire puis va obliquement en direction de la ligne oblique externe de la branche montante de la mandibule. Un lambeau de pleine épaisseur est levé ; si l'extraction de la dent de sagesse est à faire, elle est faite à ce moment précis en essayant de préserver un maximum d'os pour la stabilité de la molaire à redresser. Selon Davis (32), à l'aide d'une fraise à os ou d'un ostéotome le dégagement de l'os recouvrant la face distale de la molaire est nécessaire. Ceci pour dégager l'os recouvrant la face distale de la molaire, de manière à créer une dépression destinée à redresser celle-ci. Puis avec un élévateur (fig.14) que l'on insère entre la première et la seconde molaire, on effectue le redressement de la molaire mésioversée. A ce moment là, la dent doit être stable sinon une attèle en composite peut être réalisée pour une durée de deux semaines.

Si l'élévateur ne passe pas, un accès à l'aide d'une fraise fissure au niveau de l'os peut être réalisé.

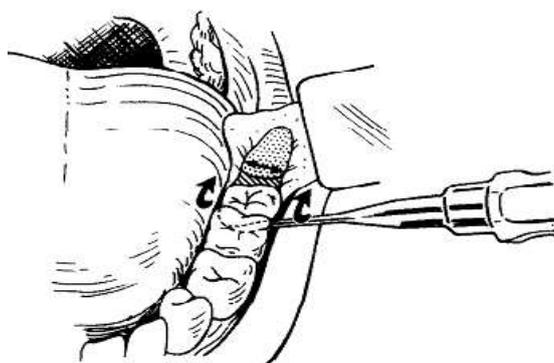


Figure 14. Elévateur en place (128)

De l'os autogène prélevé lors du fraisage osseux peut être utilisé pour être placé en mésial de la dent comme l'explique Davis en 1976 (32) ou plus récemment McAboy en 2003 (77).

Au niveau occlusal la dent doit être légèrement en sous-occlusion. Une radiographie (fig.15) panoramique est faite en postopératoire afin de visualiser la position de la dent. Ce cliché pourra ainsi être comparé aux radiographies de contrôle successives.

En ce qui concerne la dent de sagesse, les auteurs s'accordent à dire que ce n'est pas systématique de l'extraire à moins d'un fort manque de place. De plus la dent de sagesse est loin d'être évoluée et n'est pas au contact de la seconde molaire lorsque la seconde molaire a sa racine formée à la moitié voire aux deux tiers. Le fait de ne pas enlever la dent de sagesse permet d'avoir une alternative en cas d'échec et de perte de la seconde molaire (18).

Des antibiotiques peuvent être donnés en préopératoire et en postopératoire pendant 24 heures pour couvrir le risque infectieux(108).

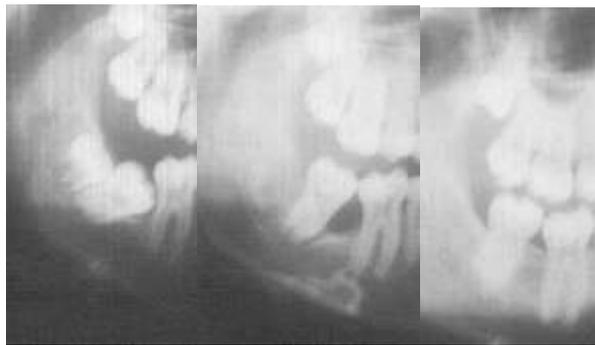


Figure 15. Cas de redressement (93)

### **3-4.Complications possibles (18,32 ,77,108,128)**

Les complications de cette technique sont :

- \*La perte de vitalité pulpaire entraînant la nécessité d'un traitement radiculaire.
- \*La formation de calcifications pulpaires.
- \*Une infection de la dent entraînant sa perte.
- \*Fracture des racines lors du redressement.
- \*Ankylose, voir résorption de la dent redressée.

### **3-5.Taux de réussite de cette technique**

Davis en 1976 sur une étude de 31 mésioversions redressées chirurgicalement obtient un taux de réussite de 100 pourcent au bout de 2 ans de recul clinique. Seulement quatre cas sont mitigés. Car sur deux on a une égression du fait de l'ingression de l'antagoniste ; pour les deux autres, un problème avec le sac folliculaire des dents de sagesse est survenu.

Pogrel en 1995 (108), sur douze dents redressées en a perdu une, suite à une infection. Dans tous les cas les apex sont fermés dont 8 présentent des calcifications pulpaire asymptomatiques avec une bonne vitalité pulpaire.

D'après ces études, cette technique est assez sûre car elle présente de bons voire très bons résultats (fig.15).

Les avantages sont les suivants :

- Rapide
- Pas de coopération du patient
- Meilleurs résultats que la transplantation car la vitalité pulpaire est préservée et la résorption est rare.

Inconvénients :

- Risque de perte de la dent.
- Possibilité de perte de vitalité.
- Chirurgie.

#### **4-Technique orthochirurgicale**

Cette technique a été décrite précédemment, elle réalise un accès chirurgical à la dent pour pouvoir y fixer un dispositif orthodontique.

## **II-Solutions Prothétiques**

La solution prothétique est un compromis car elle ne redresse pas la molaire, elle essaie de pallier au problème. Dans des versions légères, elle peut être suffisante mais elle n'empêche pas certaines complications des mésioversions.

Deux possibilités sont envisageables une conjointe et l'autre adjointe. La prothèse conjointe dans ce cas de mésioversion est plus invasive que l'adjointe car elle nécessite souvent la dépulpaion des dents piliers. La prothèse adjointe respecte les dents résiduelles et permet par la suite d'envisager une solution implantaire.

Une ouverture de l'espace d'extraction suite à la pose d'un implant à visée prothétique est réalisable. Cet implant va servir au redressement de la molaire et par la suite à effectuer la restauration prothétique.

## A-Prothèse adjointe

### 1-Surface de guidage(13)

La mésioversion d'une molaire mandibulaire associée à la distoersion d'une seconde prémolaire va créer des zones de retrait au niveau de ces dents (fig.16).

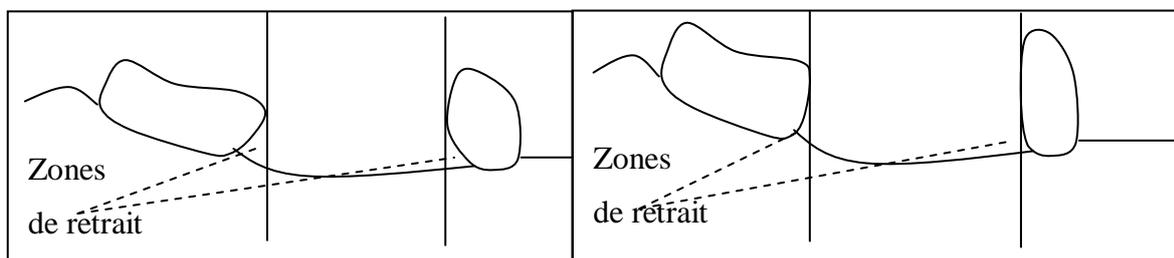


Figure 16. Zones de retrait à gauche et zones de retrait à droite après réalisation de surfaces de de guidage.

Ces zones de retrait (fig.16) ont pour conséquences de créer une zone de rétention alimentaire ainsi que d'engendrer des forces excessives lors de la pose et la dépose de la prothèse adjointe. Les forces excessives sont dues à la zone de contre-dépouille très marquée au niveau de ces dents.

Une autre conséquence de ces mésioversions et distoersions est le non parallélisme avec les autres dents entraînant une difficulté d'insertion de la prothèse.

La solution à ces problèmes est la création de surfaces de guidage (fig.16) au niveau de ces zones de retrait. Les surfaces de guidage permettent le parallélisme approché entre les faces latérales des dents permettant aux éléments rigides de glisser selon l'axe choisi jusqu'au positionnement correct de la prothèse sur les différents appuis, en évitant les effets de torsion sur les dents supports lors du passage des crochets dans les zones de retrait.

### 2-Couronnes fraisées (13)

Une autre solution est de réaliser une couronne fraisée suivant l'axe voulu au niveau de la molaire.

## **B-Prothèse conjointe : bridges sur dents en malposition**

Sur dent vivante, lorsque l'on désire réaliser une restauration fixée remplaçant la première molaire mandibulaire, on est obligé de réaliser une préparation suivant l'axe moyen de la prémolaire et de la molaire. Le risque est l'effraction pulpaire sur l'un des deux piliers voir les deux, surtout lors de réalisations de bridges céramo-métalliques ou tout céramique. Le plus souvent une dévitalisation de l'un des deux piliers est préférable et la réalisation d'un inlay-core est effectuée pour redresser l'axe de la couronne de la dent mésioversée.

La mise en place d'un bridge scellé reliant les deux dents permet de réduire par cinq la contrainte induite en un point de la face mésiale de la molaire versée, et de diviser par deux les contraintes en compression dans l'os adjacent à la racine mésiale (56).

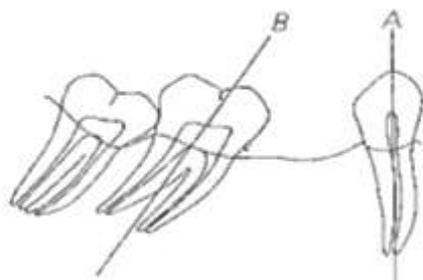
Il semble donc que la présence du bridge permette de convertir partiellement la composante de version mésiale de mésioversion en une composante axiale.

### **1-Sur dent vivante (92,93,140)**

Lorsque la molaire mésioversée est vitale le problème majeur est de préparer la dent sans porter préjudice à sa vitalité pulpaire.

#### **1-1.Problèmes rencontrés :**

L'extraction non compensée de la première molaire mandibulaire favorise la version des deuxième et troisième molaires mandibulaires.



**Figure 17. Schéma montrant l'axe des deux piliers. (140)**

Cette mésioversion est incompatible avec l'insertion d'un bridge conventionnel où les axes des piliers doivent être parallèles (fig.17).

La solution ici serait de préparer la molaire en suivant l'axe de la prémolaire (fig.18) mais plusieurs problèmes se posent :

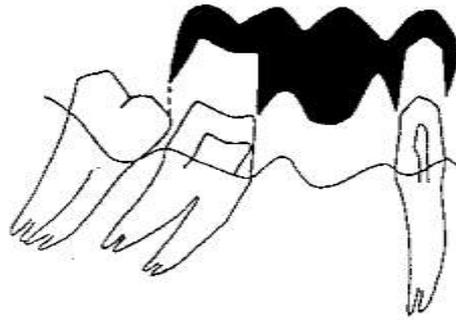


Figure 18. Bridge respectant l'axe de la prémolaire. (140)

Inconvénients :

- \*Si la dent est vivante on risque une effraction pulpaire au niveau mésial de la molaire.
- \*Le point de contact entre la 7 et la 8 peut gêner lors de l'insertion du bridge.
- \*La rétention et la résistance de la molaire préparée peut être insuffisante.

Plusieurs solutions sont envisageables

**1-2. Les différents types de bridge.**

**1-2-1. bridges à connexion rigide**

**-Bridge 3 éléments à connexion rigide** : la deuxième molaire a été préparée pour recevoir une demi-couronne mésiale (couronne  $\frac{3}{4}$ ) avec des rainures vestibulaires et linguales pour améliorer la rétention (fig.19).

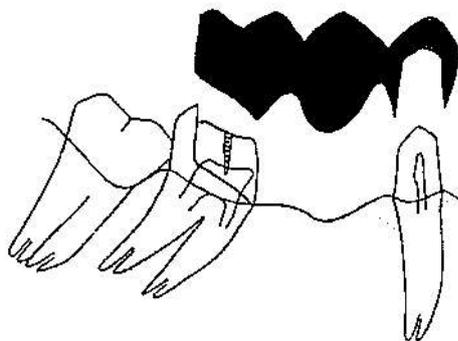
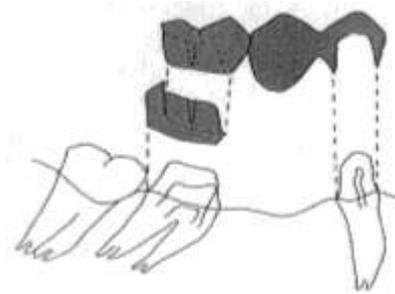


Figure 19. Bridge à connexion rigide et couronne 3/4. (140)

Inconvénients :

- pas possible si la face distale de la molaire préparée a une reconstitution préexistante.
- risque d'effraction pulpaire en mésial.
- risque d'apparition de carie au niveau de la zone non recouverte.

**-bridge 3 éléments avec infrastructure périphérique (fig.20) et demi couronne mésiale télescope sur la molaire.**



**Figure 20. Bridge à infrastructure périphérique. (140)**

Le principe est d'avoir 2 axes différents sur la molaire. L'infrastructure périphérique est une pièce qui va se placer sous la couronne de la molaire, son axe d'insertion respecte le point de contact distal. La demi-couronne mésiale du bridge s'insère suivant l'axe de la prémolaire.

Inconvénients :

- Ce type de bridge impose une préparation importante avec risque d'effraction pulpaire.
- Risque de sur-contour du fait de l'épaisseur nécessaire des 2 infrastructures.
- Rétention de la demi-couronne mésiale sur la molaire.

**1-2-2.Bridge segmenté**

Ce sont des bridges dans lesquels chaque élément de la prothèse a son propre axe d'insertion et ces éléments sont reliés par des connexions non soudées sous forme de glissière.

Ces bridges sont adaptés aux piliers non parallèles entre eux.

**-Bridge segmenté à connexion non rigide entre la prémolaire et l'intermédiaire du bridge (fig.21)**

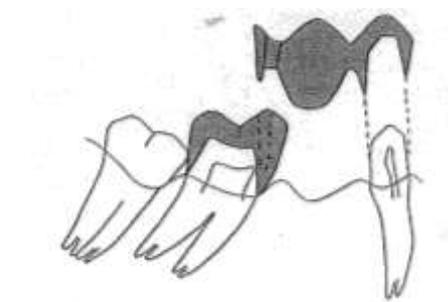


**Figure 21. Bridge segmenté à connexion non rigide. (126)**

**Inconvénients :**

- Préparation excessive de la face distale de la prémolaire pour ménager l'espace nécessaire à la partie femelle de la connexion.
- Aspect inesthétique de la connexion visible sur la face occlusale de la prémolaire.

**-Bridge segmenté à connexion non rigide entre la molaire et l'intermédiaire (fig.22)**



**Figure 22. Bridge segmenté à connexion non rigide. (140)**

Ici la partie femelle de la connexion se trouve au niveau de la molaire.

**Inconvénients** :-Risque d'effraction pulpaire au niveau de la molaire.

- Aspect inesthétique de la connexion

**-Bridge segmenté avec un intermédiaire fendu (fig.23) dont la conception permet d'héberger une connexion non rigide.**



**Figure 23. Bridge segmenté à intermédiaire fendu. (140)**

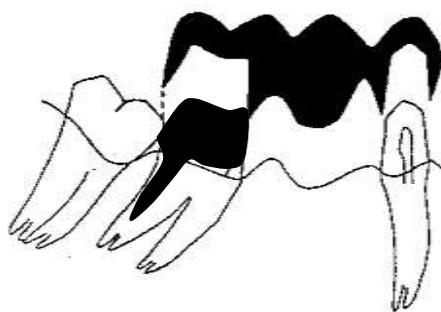
La connexion de l'intermédiaire est parallélisée à l'axe de la molaire.

On a ici un bras extra coronaire au niveau de la prémolaire où se trouve la partie mâle et la partie femelle est située dans l'intermédiaire.

Inconvénients :

- Complexité de la réalisation qui rend difficile et longue la réalisation du bridge.
- Esthétique discutable du fait du bras extra coronaire.

## **2-Sur dent dévitalisée**



**Figure 24. Bridge classique avec inlay-core pour redresser l'axe.**

Dans ce cas un inlay-core peut être réalisé au niveau de la molaire pour obtenir le même axe (fig.24) que la prémolaire.

Pour ce type de restauration Augereau et collaborateur (2) arrivent aux conclusions suivantes :

-Risque de fracture radiculaire (fig.25) qui s'initierait à partir d'un défaut de la structure dentinaire dans la région cervicale mésiale ou en regard de l'extrémité des tenons, en particulier, l'extrémité du tenon distal. (2)

-risque de résorption osseuse dans la zone cervico-mésiale du point d'appui dentaire en situation de mésioversion.

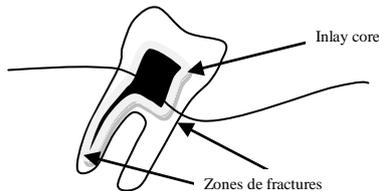


Figure 25. Reconstitution coronaradiculaire et ses risques.

-Un bridge sur dent en malposition ne résout pas les problèmes parodontaux vus auparavant. Ainsi l'hygiène sera difficile par manque d'accès à ce niveau et les problèmes parodontaux inévitables.

Augereau (2) préconise un traitement orthodontique pré-prothétique visant à redresser l'axe d'une molaire mésioversée, dépulpée, reconstituée et destinée à supporter un bridge, dès lors que cette mésioversion dépasse les 10°. En effet, au-delà de cette angulation, la dent subit plus du double des contraintes qu'elle subit lorsqu'elle est en normo-position.

### C-Solution implantaire

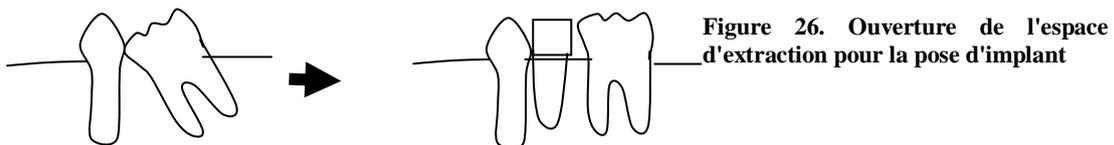


Figure 26. Ouverture de l'espace d'extraction pour la pose d'implant

Pour éviter la solution conjointe qui mutile les piliers, il est possible d'ouvrir l'espace d'extraction grâce à des techniques orthodontiques pour pouvoir y placer un implant (fig.26).

Si les dents bordant l'extraction sont dévitalisées, un bridge classique une fois les dents redressées est envisageable.

Si l'espace d'extraction est suffisamment large et adéquat à la pose d'un implant prothétique (94,126) alors il est possible d'y placer un implant qui va servir d'ancrage pour redresser la molaire mésioversée. L'implant servira d'appui à un dispositif de redressement orthodontique de type sectionnel de redressement (il sera vu dans les techniques orthodontiques de redressement).

Cependant cette technique nécessite la pose et l'ostéointégration de l'implant. L'implant doit avoir la place nécessaire et l'axe adéquat à la future réalisation prothétique supra-implantaire.

# III-Solution orthodontique

Avant de mettre en place un traitement orthodontique ayant pour objectif un déplacement dentaire volontaire et étudié grâce à l'application de forces mécaniques, quelques rappels de biomécanique s'avèrent nécessaires.

## 1-Biomécanique en orthodontie

### 1-1.Définition d'une force (134)

Une force est définie par cinq variables :

- direction
- sens
- point d'application
- intensité
- durée

Elle est représentée par un vecteur sauf pour ce qui concerne la durée :



### 1-2.Le centre de résistance (74,134)

Le centre de résistance est le point d'un solide par lequel il suffit de faire passer la ligne d'action d'une force, d'intensité, de direction, de point d'application et de sens quelconque pour obtenir une translation de ce solide.

La localisation de ce centre de résistance dépend du solide et du milieu dans lequel il est situé. Il est indépendant du système de forces appliquées au solide.

Donc lorsqu'il s'agit d'une dent le centre de résistance est situé en fonction de la hauteur de l'os alvéolaire (fig.27).

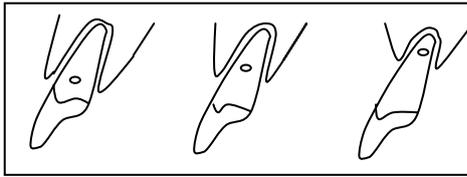


Figure 27. Variation de la hauteur du centre de résistance en fonction du niveau osseux

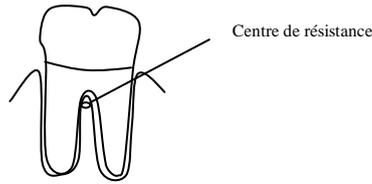


Figure 28. Centre de résistance au niveau d'une molaire

Le centre de résistance d'une pluri-radiculée se trouve au niveau de sa furcation radiculaire (fig.28). La diminution de la hauteur de l'os alvéolaire entraîne un déplacement vers l'apex du centre de résistance (fig.27).

Si une force passe par le centre de résistance, le déplacement se fera en translation pure encore appelé gression. L'axe de la dent reste parallèle à lui-même jusqu'à la fin du mouvement. On peut alors dire que le centre de rotation de la dent est confondu avec le centre de résistance de la dent et qu'il se trouve situé à l'infini.

### 1-3. Notion de moment d'une force et de centre de rotation (74,134)

Si la force appliquée à la dent ne passe pas par le centre de résistance, un moment qui est le produit de la force par la distance orthogonale de son vecteur au centre de résistance va apparaître (fig.29).

Moment d'une force = force  $\times$  distance par rapport au centre de résistance de la force.

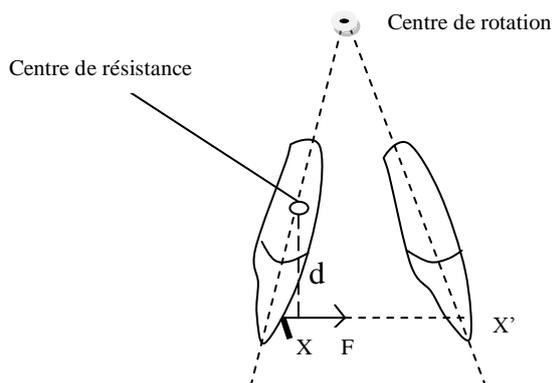


Figure 29. D'après Vion(134)

Le moment va créer un déplacement en version de tel manière que :

-le point d'application de la force va effectuer une translation de x en x' le long du vecteur force sous l'effet de la force F (fig.29).

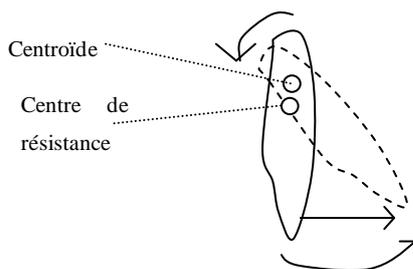
-la dent effectue un mouvement de version de même sens que la force autour du centre de rotation (CRO) sous l'effet du moment de la force F. Ce centre de rotation, si la force ne passe pas par le centre de résistance de la dent n'est alors plus situé à l'infini comme nous l'avons vu précédemment. Il n'est donc pas confondu avec le centre de résistance de la dent.

Donc le centre de rotation est le point autour duquel la dent effectue une rotation si on lui applique une force ne passant pas par le centre de résistance.

Le centre de rotation est une variable et ne dépend que du moment de la force. Or le moment de la force = force  $\times$  distance. Donc si le produit diminue, le centre de rotation va se rapprocher du centre de résistance et la version va diminuer. De même si le produit augmente, le centre de rotation va alors s'éloigner du centre de résistance, se rapprocher de l'apex de la dent et la version va augmenter.

#### **1-4.Force simple appliquée sur une dent (74,134)**

Dans ce cas, on a une force appliquée au niveau de la couronne dans le sens palato-vestibulaire. Il apparaît alors un centre de rotation qui se situe au niveau du centroïde. Le centroïde est le centre de rotation dû à une force ne passant pas par le centre de résistance, anciennement appelé hypomochlion, il est légèrement plus apical que le centre de résistance selon Burstone (fig.30).

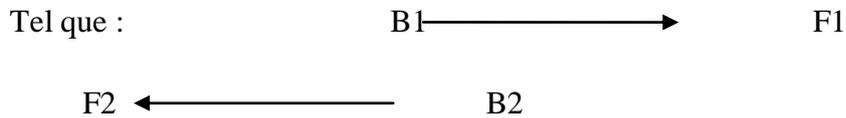


**Figure 30. Centroïde et centre de résistance. D'après Vion (134)**

On a alors une grande version coronaire et une petite version radicaire.

## 1-5.Couple de forces appliqué à une dent (62,119)

Un couple de forces comprend deux forces non colinéaires, parallèles, égales et de sens opposé.



Avec B1 point d'application de la force F1 et B2 celui de F2

### 1-5-1.Couple de forces appliqué au centre de résistance de la dent

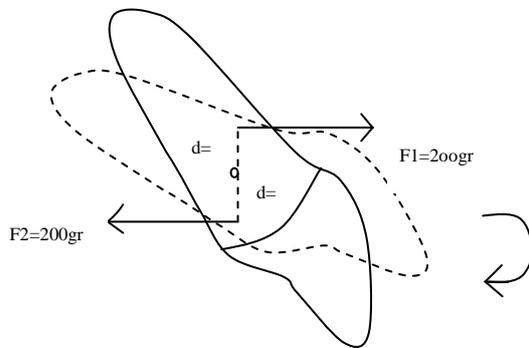


Figure 31. Couple de forces appliqué au centre de résistance. D'après Vion(134)

-Analyse de la figure 31 :

Moment d'une force = force  $\times$  distance

Donc ici : Moment F1 =  $200 \times 2 = -400$  (négatif car dans le sens des aiguilles d'une montre)

$$\text{Moment F2} = 200 \times 2 = -400$$

La somme algébrique des moments est donc de -800 car les deux moments sont de même sens.

On a ici une rotation pure autour du centre de résistance. Ici le centre de rotation est confondu avec le centre de résistance.

## 1-5-2. Couple de forces appliqué au niveau du bracket

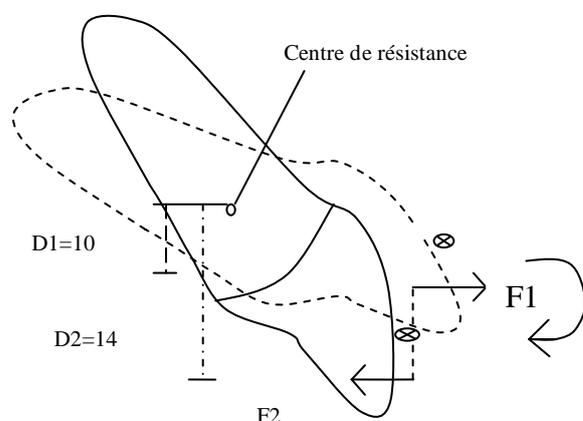


Figure 32. Couple de forces appliqué au niveau d'un bracket. D'après Vion(134)

### -Analyse de la figure 32 :

Moment  $F1 = 200 \times 10 = +2000$  (F1 est positive car si on l'applique seule la dent tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre)

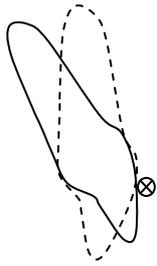
Moment  $F2 = 200 \times 14 = -2800$

La somme algébrique des moments est donc de -800. C'est donc le même que dans le cas précédent.

Le mouvement est donc le même : rotation autour du centre de rotation confondu avec le centre de résistance, à condition que le bracket puisse se déplacer grâce à une mécanique coulissante.

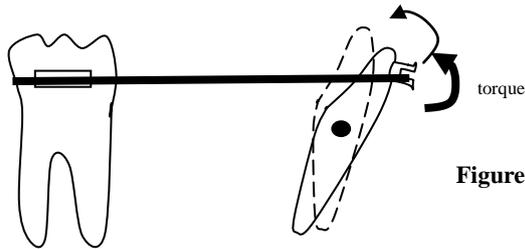
Donc une dent soumise à un couple dont le bracket n'est pas stabilisé va effectuer une rotation pure autour de son centre de résistance (fig.32) quelle que soit la zone d'application du couple, coronaire ou radiculaire. La dent effectuera une rotation autour de son centre de résistance dans le sens du couple.

Par contre si le bracket est stabilisé (fig.33) et la dent soumise à un couple de forces, celle-ci va effectuer une rotation autour du bracket (fig.35), le centre de rotation se déplace au niveau coronaire du fait qu'il y a une force supplémentaire de blocage. Ainsi le fil au niveau de la dent devient un point et la dent tournera autour de celui-ci. On a alors un déplacement de la racine dans le sens du couple.



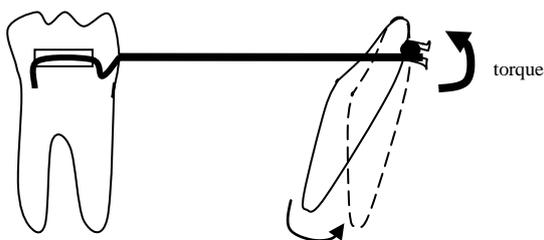
**Figure 33. Couple de forces au niveau d'un bracket stabilisé.**

Exemple :



**Figure 34**

Dans ce cas (fig.34) on a un arc rectangulaire avec une composante de torque coronolinguale au niveau du bracket incisif. Par contre l'arc peut librement coulisser au niveau du tube molaire. Le torque au niveau du bracket peut être assimilé à un couple de forces avec possibilité de recul (car le fil ne vient pas en butée au niveau du tube molaire mais au contraire il peut coulisser) du bracket, on aura donc une rotation autour du centre de résistance, car on se retrouve dans le premier cas.



**Figure 35**

Dans ce cas-ci (fig.33), l'arc est bloqué au niveau molaire, le bracket ne peut plus bouger, le centre de résistance est donc confondu avec le bracket, on aura alors un redressement radiculaire sans mouvement du bracket.

### **1-6.Force et couple appliqués à une dent (74,134)**

Lorsqu'une force et un couple sont appliqués à une dent on obtient alors deux moments :

Le moment de la force ( $M_f$ ) et le moment du couple ( $M_c$ ). Le moment de la force est le produit de la distance de la force au centre de résistance avec la force qu'elle produit.

Le moment du couple est la distance du bracket (le couple est créé par un arc carré ou rectangulaire inséré au niveau du bracket) au centre de rotation multiplié par la force qu'il produit.

Pour des moments s'exerçant dans le même plan mais de sens opposés, si le moment du couple ( $M_{tc}$ ) et le moment de la force sont égaux alors la dent effectuera une gression (fig.36 et 39).

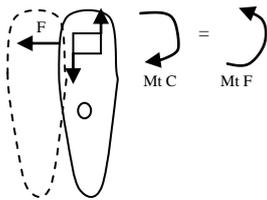


Figure 36

Si les deux moments sont de sens opposés, on obtient alors trois situations en fonction de ces deux couples :

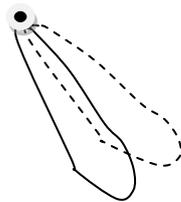


Figure 37

-Si  $M_f > M_c$ , le centre de rotation sera alors situé au niveau de l'apex (fig.37) de la dent, on a alors une bascule contrôlée radiculaire sans déplacement de l'apex qui serait dû à la force seule.



Figure 38

-Si  $M_f < M_c$ , le centre de rotation se trouve alors au niveau du bord libre de la dent (fig.38), sans mouvement du bord libre.

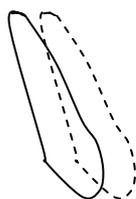


Figure 39

-Si  $M_f = M_c$  les bascules se contrebalancent, on a alors un déplacement en gression (fig.39).

## 1-7. Notion d'équilibre (134)

### 1-7-1. Troisième loi de newton

D'après la troisième loi de newton toute action entraîne une réaction égale et opposée. Ainsi toute force dans un système aura une force égale mais opposée. Exemple : si l'on prend un arc de base (fig.40) avec une pliure de distorsion (fig.41) au niveau molaire.

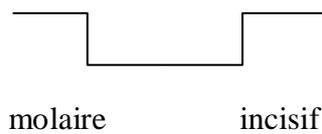


Figure 40

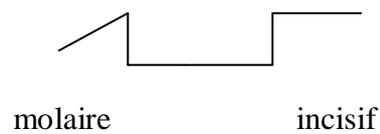


Figure 41

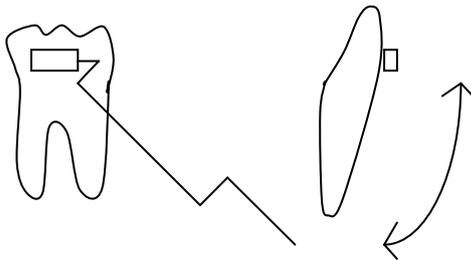


Figure 42

**Figure 42** : L'arc (avec une courbure de tip back) est inséré dans le tube au niveau molaire et est juste ligaturé au bracket au niveau incisif pour générer une force simple contrairement à la molaire où un couple est développé par le fil carré dans le port de la molaire.

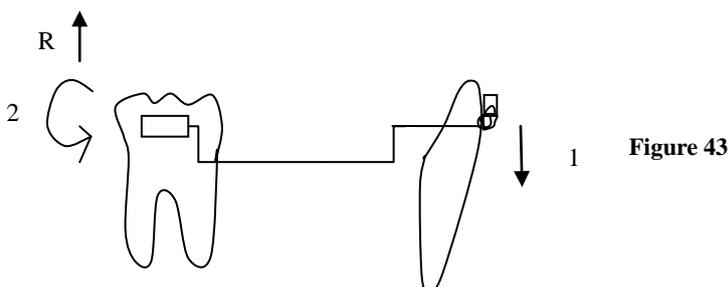


Figure 43

**Figure 43** : Lorsque l'on insère l'arc avec la pliure de distorsion (tip back) au niveau du tube molaire et du bracket incisif, le fil du fait de l'information due à la pliure, va exercer au niveau de l'incisive une force verticale vers le bas (1). On aura aussi une bascule molaire schématisée en 2 et une force réactionnelle d'après la troisième loi de newton (R). Cette force R de réaction est souvent oubliée.

La figure 43 permet d'illustrer la troisième loi de Newton. La force égressive au niveau de la molaire est la force de réaction en réponse à la force ingressive au niveau incisif.

## 1-8. Les trois situations d'équilibre d'un système mécanique selon Burstone. (134)

### 1-8-1.Situation en V dissymétrique de Burstone

On parle de cette situation lorsqu'il y a une bascule d'un côté. Exemple (fig.44) avec des arcs de base présentant des courbures.

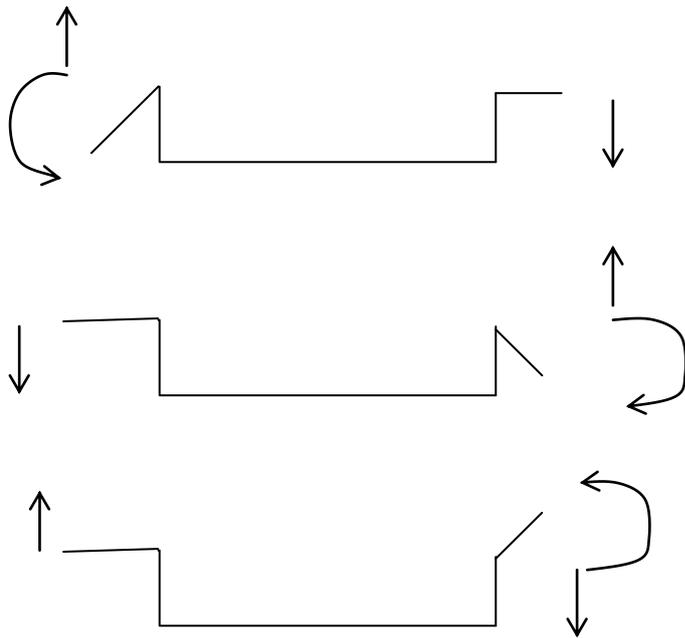


Figure 44

**Figure 44** : Ces trois exemples schématisent cette situation en V dissymétrique qui crée une bascule et deux forces équilibrantes. Il y a toujours une force opposée au moment. Ainsi le moment est comparé à la lame de la faucille et la force résultante à son manche. La règle est : la faucille jamais sans son manche. Ce moyen mnémotechnique est décrit par Vion (134).

Dans ces exemples, c'est un arc de base du côté droit qui est pris, ceci est aussi valable pour un arc droit, il suffit d'enlever le décrochement latéral.

Ainsi quand on voudra qu'un système mécanique développe une force ou un moment il faudra le construire en V dissymétrique et prévoir ainsi les effets désirés et indésirables.

### 1-8-2.Situation en V symétrique de Burstone

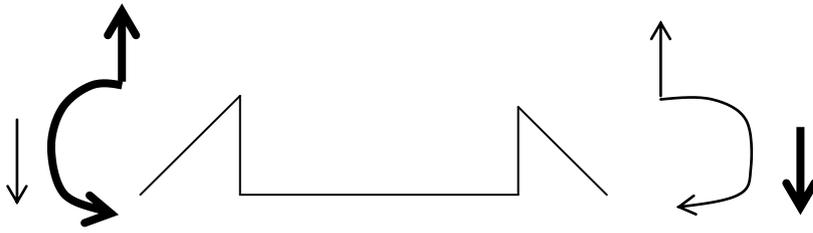
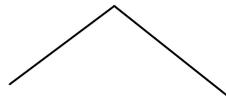


Figure 45

Situation en V symétrique sur un arc de base en vue latérale.



Situation en V symétrique sur un arc droit.

On voit ainsi (fig.45) que toutes les forces équilibrantes vont s'annuler il ne restera plus que les deux moments.

Donc quand on voudra un système mécanique développant deux bascules de sens contraire, sans aucune force équilibrante, il faudra le construire en V symétrique.

### 1-8-3.Situation en escalier de Burstone

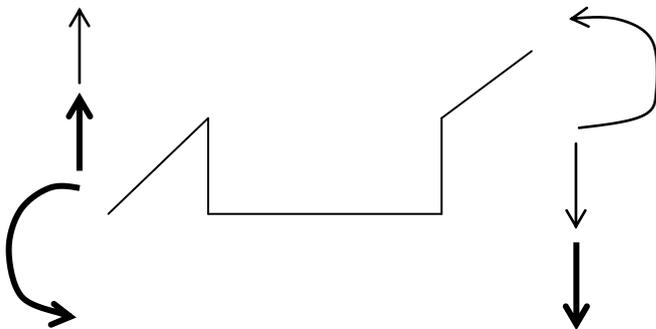


Figure 46

Dans ce cas (fig.46) on retrouve deux moments de même sens et des forces verticales qui s'annulent. Dans cette situation si on considère que le côté gauche est au niveau de la molaire et que le côté droit est au niveau incisif alors l'arcade aura tendance à reculer car les moments sont du même sens.

## 1-9-Les différents systèmes mécaniques rencontrés en orthodontie (33)

### 1-9-1.Les systèmes mécaniques statiquement déterminés

Dans ces systèmes, l'intensité et la direction de la force appliquée peuvent être analysées précisément. En flexion, cela correspond à des bras de levier où une seule des extrémités s'engage dans le tube ou le boîtier, l'autre venant réaliser un appui ponctuel (fig.47).

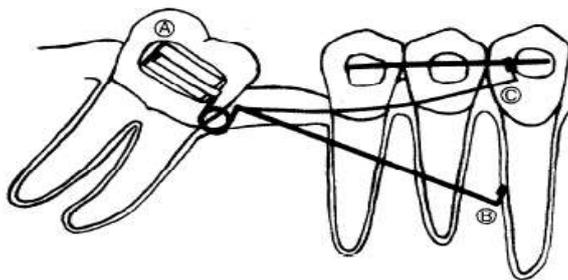


Figure 15

Dans la figure 47 on voit un ressort de redressement molaire où l'extrémité A est insérée dans le tube et l'extrémité B qui est un crochet va venir s'appuyer sur l'arc en C.

Dans ces systèmes des forces égales et opposées sont développées à chaque extrémité et peuvent être mesurées avec un dynamomètre. Un couple est développé au niveau du boîtier et sa valeur est égale à  $F \times D$ . D correspond à la distance entre le centre de résistance de la molaire qui se trouve entre les racines de la molaire et la ligne d'action de la force qui sur la figure 47 se trouve au niveau de C.

### 1-9-2.Les systèmes mécaniques statiquement indéterminés

Dans ce cas, il est impossible cliniquement de répertorier la totalité des intensités des forces et des couples mis en jeu. On retrouve cette situation quand un ressort est activé entre deux ou plusieurs boîtiers ou tubes ; pour maîtriser cliniquement ces ressorts ils doivent être au préalable étalonnés et accompagnés de tableaux montrant les variations des systèmes de forces en fonction des activations.

Comme exemple on retrouve les boucles en T de rétraction. Le système décrit au-dessus deviendrait indéterminé si l'on insérait le bras B dans les brackets.

## **2. Techniques orthodontiques du redressement molaire**

Dans un premier temps nous étudierons le redressement des molaires mésioversées suite à la perte d'un organe dentaire. Puis le redressement des molaires incluses. Pour le redressement classique on peut distinguer deux types, le redressement coronaire qui est l'ouverture de l'espace d'extraction et le redressement radiculaire qui correspond à la fermeture d'espace.

### **2-1. Pour des mesioversions molaires mandibulaires consécutives à la perte d'une dent mandibulaire**

#### **2-1-1. Redressement molaire grâce à des auxiliaires amovibles (80)**

Le redressement des molaires mésioversées peut être accompli grâce à des dispositifs amovibles seuls ou associés à des auxiliaires fixes de type ressort de redressement.

Les dispositifs amovibles ne permettent pas le redressement radiculaire mais juste celui coronaire car ils mettent en jeu une force simple au niveau coronaire. Avec ces dispositifs, seule l'ouverture d'espace est possible.

#### **Avantages :**

- Pas de temps perdu à coller des dispositifs fixes.
- Moins de temps à régler le dispositif.
- Les techniques fixes imposent des connaissances biomécaniques plus poussées.
- L'ancrage est plus stable du fait de l'appui osseux et muqueux.

#### **Inconvénients :**

- Contrôle moins bon des mouvements dentaires.
- Le résultat dépend du port de l'appareil par le patient et donc de sa motivation.
- Le patient peut avoir du mal à parler avec car plus volumineux et plus inconfortable que des techniques fixes.
- Possibilité d'irritation des muqueuses par la résine acrylique et par une hygiène moins bonne.

-Si c'est une molaire mandibulaire qui est à redresser il est parfois nécessaire d'utiliser un appareil amovible maxillaire pour lever l'occlusion, ceci peut être mal toléré par le patient.

### **2-1-1-1. Plaque de Schami**



**Figure 48. Plaque de Schami. (Rouvre)**

#### **2-1-1-1-1. Principes**

La plaque de Schami (fig.48) est destinée au recul des molaires maxillaires. Mais lors de mésioversions molaires elle permet un redressement associé à l'ouverture d'espace.

#### **2-1-1-1-2. Description**

C'est une plaque palatine ajourée avec un bandeau vestibulaire ainsi que deux crochets Adams sur les premières prémolaires. Deux ressorts se situent en mésial des molaires à redresser. L'avantage des ces ressorts est qu'ils peuvent être insérés dans un espace interdentaire restreint.

Il existe une variante avec un seul crochet qui peut être utilisée pour un redressement unilatéral.

### 2-1-1-2. Techniques utilisant une plaque amovible avec un ressort intégré

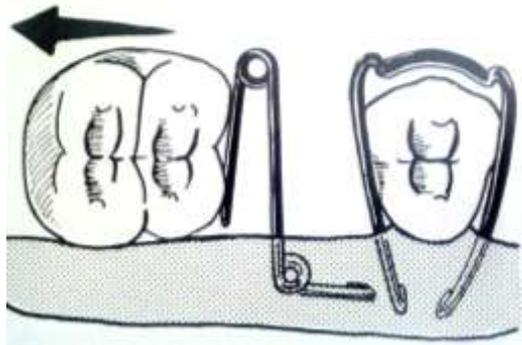


Figure 49. Schéma montrant le ressort hélicoïdal. (80)

#### 2-1-1-2-1. Réalisation

Un ressort hélicoïdal est placé dans la résine de l'appareil amovible (fig.49) pour que le ressort se trouve au niveau de l'espace d'extraction et accolé à la face mésiale de la molaire à redresser. Deux crochets Adams cerclent les deuxièmes prémolaires. Une plaque en résine vient s'appuyer sur la face postérieure des incisives centrales mandibulaires tandis qu'une barre passe en vestibulaire de canine à canine.

#### 2-1-1-2-2. Biomécanique

Le ressort agit comme une force simple sur la dent à redresser. Cette force est appliquée au niveau coronaire.

### 2-1-1-3. Utilisation d'un limp bumper ou pare-chocs vestibulo-labial inférieur (71)

C'est un arc vestibulo-labial inférieur qui constitue un pare-chocs mettant en action la force musculaire de la lèvre inférieure. La pression de la lèvre inférieure est transmise distalement aux molaires inférieures. La pression est stoppée par le pare-chocs au niveau incisivo-canin.

#### 2-1-1-3-1. Description

Il est constitué de (fig.50) :

- Deux bagues molaires inférieures au niveau desquelles viennent s'insérer un arc vestibulo-labial.
- L'arc est constitué de deux butées en avant des molaires. Un ressort peut se situer entre la butée et le tube molaire.
- Un bandeau en plastique recouvre l'arc en antérieur mais plusieurs variantes existent.

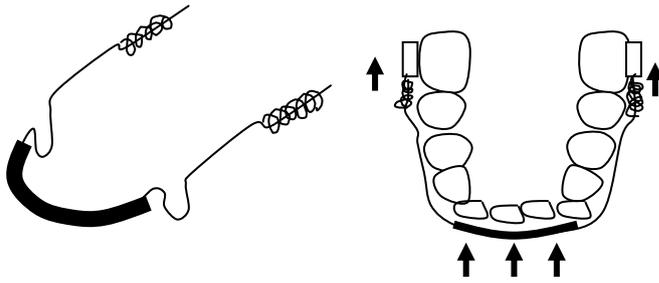


Figure 50. Le lip bumper d'après Langlade (71)

### 2-1-1-3-2. Biomécanique

L'action de la lèvre sur l'arc va entraîner un redressement des molaires baguées si celles-ci sont en mésioversion.

### 2-1-1-4. Les forces extra-orales (71)

Les forces extra-orales sont représentées par des dispositifs prenant leur point d'appui hors de la cavité buccale. Elles sont constituées :

- D'un casque ou d'une bande cervicale permettant un point d'appui péri-crânien.
- D'un arc facial soudé à un arc interne qui transmet la force élastique de traction au niveau des molaires.
- L'arc interne est inséré au niveau des tubes des bagues molaires.

#### 2-1-1-4-1. Principes

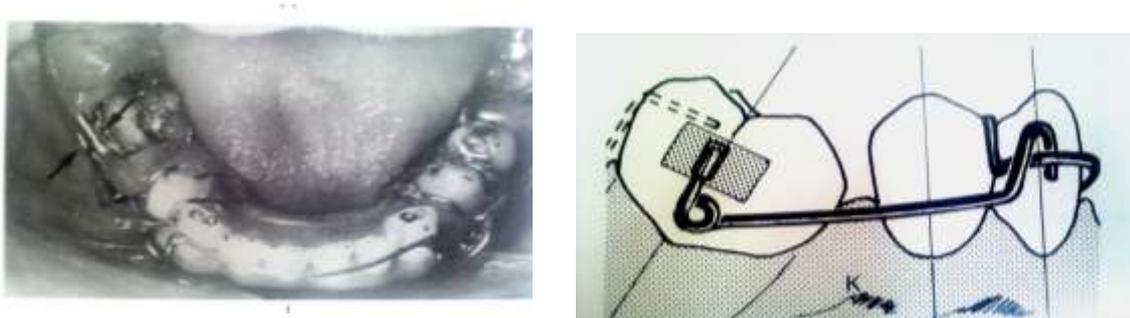
Elles nécessitent une excellente coopération du patient sous peine d'échec du traitement. Les mouvements obtenus sont multiples. Pour le redressement des molaires les mouvements d'ingression, d'égression et de bascule distale des molaires sont ceux qui nous intéressent le plus.

## **2-1-2. Techniques mixtes (amovible +fixe)**

### **2-1-2-1.Technique utilisant un ressort fixe sectionnel au niveau de la molaire et s'appuyant sur un dispositif amovible (80)**

#### **2-1-2-1-1.Réalisation**

Un ressort de redressement est fixé sur la molaire à redresser et le bras de celui-ci va s'appuyer non pas sur un dispositif fixe mais sur un appareil amovible (fig.51).



**Figure 51. Ressort fixe venant s'appuyer sur un appareil amovible (80)**

#### **2-1-2-1-2.Inconvénients**

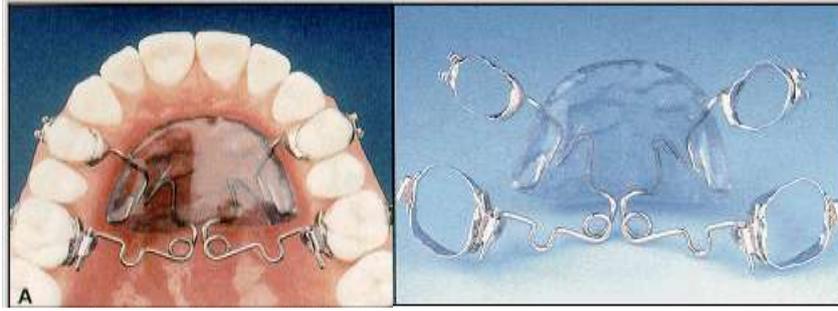
Problème d'hygiène, l'appareil ne peut être enlevé car le sectionnel s'appuie dessus.

### **2-1-2-2. Le pendulum d'Hilgers**

Ce dispositif a été développé en 1992 par Hilgers pour effectuer le recul des molaires maxillaires dans les cas de classe II sans appareiller l'arcade mandibulaire. Cet appareillage ne nécessite pas la coopération du patient.

#### **2-1-2-2-1. Réalisation (54)**

Le système est constitué par une pastille (fig.52) en résine palatine de Nance dans laquelle deux bras sont fixés en antérieur. Ces deux bras sont généralement soudés à deux bagues situées sur les secondes prémolaires. En postérieur se trouve le système actif, il s'agit de deux ressorts 0.036 en TMA. Les ressorts partent au niveau de la ligne médiane du palais pour venir s'insérer au niveau des bagues des molaires à redresser.



**Figure 52. Pendulum d'Hilgers (54)**

### **2-1-2-2-2. Biomécanique**

Ce dispositif est normalement destiné à effectuer une translation distale des molaires. Mais les études sur le pendulum ont montré une composante version distale associée à la distalisation de la molaire (17). Il peut être utilisé pour redresser une molaire ou deux de secteurs opposés sur la même arcade.

### **2-1-3. Ouverture de l'espace d'extraction avec des techniques fixes segmentées**

Les techniques fixes permettent deux types de mouvements, le redressement coronaire qui permet l'ouverture d'espace et le redressement radiculaire qui permet la fermeture de l'espace d'extraction. La fermeture d'espace sera vue dans un deuxième temps.

#### **2-1-3-1. Le distaleur molaire de De chateaux (10)**

Dispositif assez simple, il est formé d'une bague molaire comportant deux tubes parallèles, l'un vestibulaire et l'autre lingual. Un arc en fil rond rigide de 0,8 mm de diamètre, formant un M, garni vestibulairement et lingualement de ressorts à boudin actifs (fig.53). Ces ressorts sont comprimés dans l'espace qui sépare la deuxième molaire et la deuxième prémolaire mandibulaire. La désactivation du ressort entrainera l'ouverture de l'espace et un redressement des deux dents.

Un distaleur molaire de Gerber est identique en tout point au précédent mais il est commercialisé en préfabriqué.

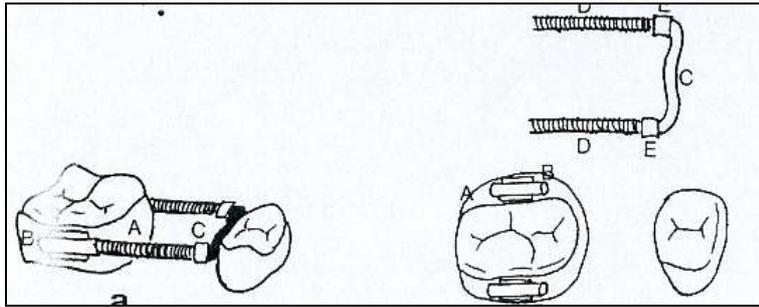


Figure 53. Distaleur de Château (10)

**Avantages :**

- Réalisation simple
- Le ressort à boudin exerce une force réciproque tant sur la molaire que sur la prémolaire distalant la première et mésialant la seconde.

**Inconvénients :**

- Ils ne peuvent corriger des rotations associées aux versions, ni influencer sur la position vestibulolinguale des éléments sur lesquels ils prennent appui.
- Ils sont formellement contre-indiqués en cas de proalveolie inférieure.
- Si l'espace est insuffisant pour l'insertion du dispositif.
- Il se passe une égression de la molaire d'où la nécessité d'un ajustement occlusal.

**2-1-3-2. Technique edgewise ou technique avec l'open coil spring ou ressort hélicoïdal (10,61)**

Cette technique peut être utilisée en appareillant toute l'arcade ou en l'utilisant sous forme de sectionnel. Prenant deux prémolaires, la canine et la molaire à redresser, le ressort à boudin, qui est comprimé entre le tube de la deuxième molaire et la deuxième prémolaire pourra être insérer soit sur un arc complet soit sur un arc sectionnel.

L'appui du ressort en vestibulaire va avoir tendance à entrainer une rotation de la molaire et de la prémolaire. Afin de limiter cela, on soude sur la face linguale de la bague prémolaire un éperon qui servira à l'insertion d'une ligature. Cette ligature est élastomérique et permet de limiter la rotation. (fig. 54)

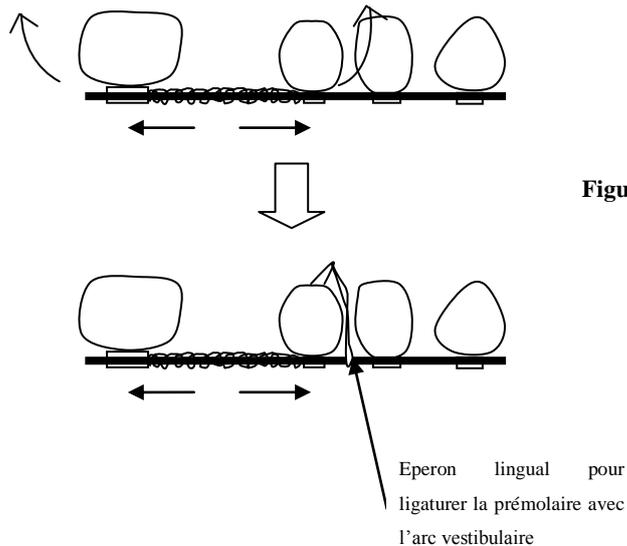


Figure 54. Vue occlusale du ressort

Du fil 0.018×0.025 est utilisé afin de ne pas trop endommager les structures dentaires et périodontaires car les gorges des brackets sont du 0.022×0.028.

Une précaution est à prendre pour la courbure de l'arc. Lors de la première insertion et vu l'inclinaison corono-mésiale de la molaire, un arc parfaitement plat conviendra très bien et ce n'est que progressivement, au fur et à mesure du redressement axial de la molaire que l'on donnera à l'arc une courbure de tip back approchant les 45 degrés.

Une courbure en baïonnette de l'arc sera aussi à réaliser dans le plan horizontal pour s'adapter au décroché entre la molaire et la prémolaire.

### 2-1-3-2-1.Indications

- Redressement des molaires faiblement versées.
- Pour finir le redressement à la suite d'autres techniques tel que l'uprighting spring notamment.
- Pour le placement final et la rotation

### 2-1-3-2-2.Avantages

- Technique simple
- Permet de corriger une inclinaison corono-mésiale de faible importance associée à une rotation mésiolinguale.

### 2-1-3-2-3.Inconvénients

- Pas pour des versions très marquées
- Rotation des molaires et prémolaires dans le plan horizontal à surveiller.
- Egression de la molaire qui est redressée nécessitant un ajustement occlusal.

### 2-1-3-3.L'uprighthing spring ou ressort de redressement ou cantilever

#### 2-1-3-3-1.Indications

- Molaire à redresser pour ouvrir l'espace.

#### 2-1-3-3-2.Principes (79)

On réalise un ancrage comprenant les deux prémolaires et la canine homolatérale de la molaire à redresser, pour cela on utilise des brackets edegewise solidarisés par un arc sectoriel rigide en acier. L'ancrage peut être consolidé grâce à un arc 0.36 collé en lingual allant de la première prémolaire homolatérale à la première prémolaire opposée au redressement (fig.57).

Un tube est placé en vestibulaire (fig.56) sur la molaire, perpendiculairement à l'axe de la dent. Le ressort (fig.55) est réalisé en stainless steel (acier) 0.16×0.22 avec une boucle. Il peut aussi être réalisé en TMA 0.017×0.025 (121). L'élasticité du TMA permet d'éviter la réalisation de boucle.

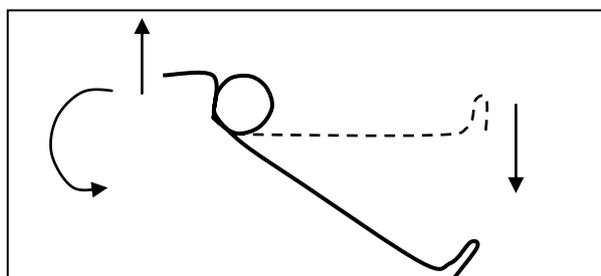


Figure 55. Ressort de redressement molaire ainsi que les forces et moments délivrés. (136)

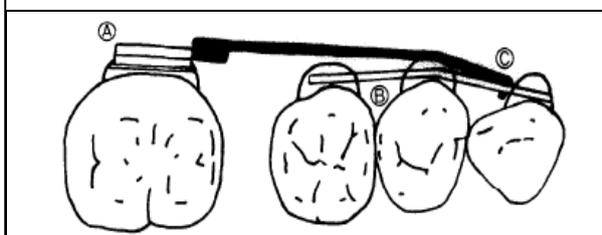


Figure 56. Vue occlusale du même ressort. (123)

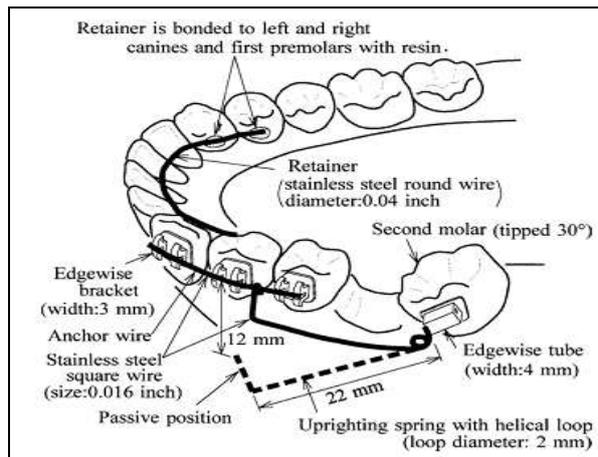


Figure 57. Dispositif en place. (123)

### 2-1-3-3-3. Biomécanique (65)

#### 2-1-3-3-3-1. Dans le plan sagittal

Un moment se crée au niveau de la molaire visant à redresser celle-ci (Fig. 55 et 58). Au niveau de l'ancrage, une force intrusive apparaît en réponse à celle-ci, d'après la troisième loi de Newton, une force réactionnelle extrusive s'exprime au niveau de la molaire.

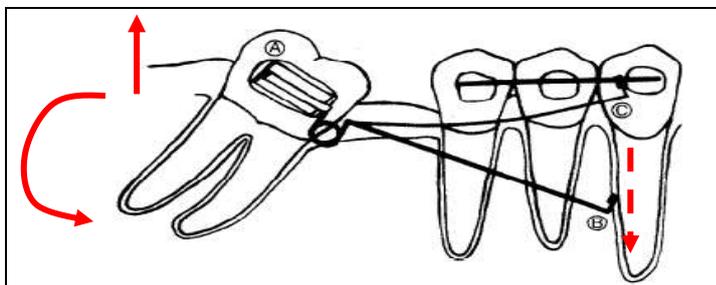


Figure 58. Schéma montrant un ressort de redressement avec une boucle hélicoïdale ainsi que le moment de redressement distal au niveau de la molaire et la force égressive résultante. On note aussi la présence de la force intrusive au niveau de l'ancrage. (21)

#### 2-1-3-3-3-2. Dans le plan frontal

Au niveau de l'ancrage, la force intrusive a un point d'application excentré en vestibulaire, la force étant appliquée sur l'arc, cette force est donc décalée (fig.59) par rapport au centre de résistance de la dent. Ce qui entraîne une version corono-vestibulaire des dents d'ancrage.

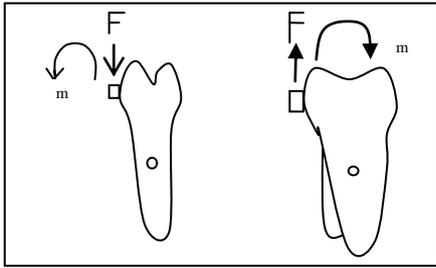


Figure 59. Schéma des forces dans le plan frontal

Ceci est mis en évidence par les tensions qui s'exercent au niveau des racines en cervico-vestibulaires (fig. 60).

D'après Kojima et coll (65) quand la molaire passe d'une inclinaison mésiale de  $30^\circ$  à  $22^\circ$  alors on a une version des dents d'ancrage en vestibulaire de 1,1mm et une bascule mésiale de  $6^\circ$  (fig. 61). Si on a une réactivation jusqu'au redressement total ( $30^\circ$ ) alors on aura une bascule vestibulaire des dents d'ancrage de  $8^\circ$  et de 1,5mm.

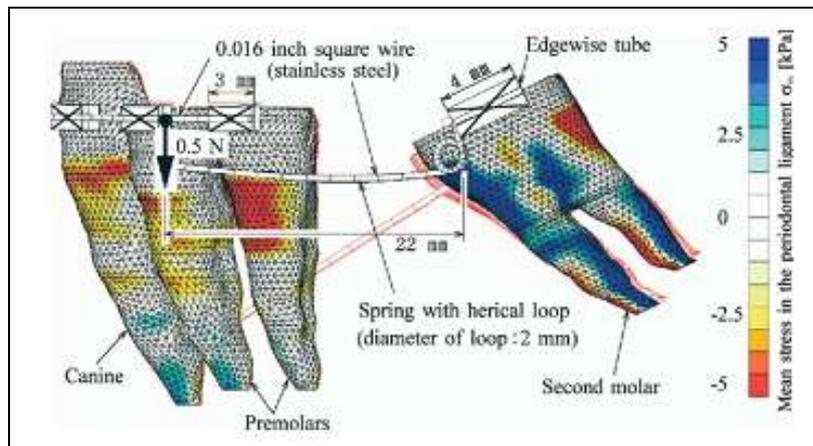


Figure 60. Schéma montrant la distribution des pressions durant le redressement. (65)

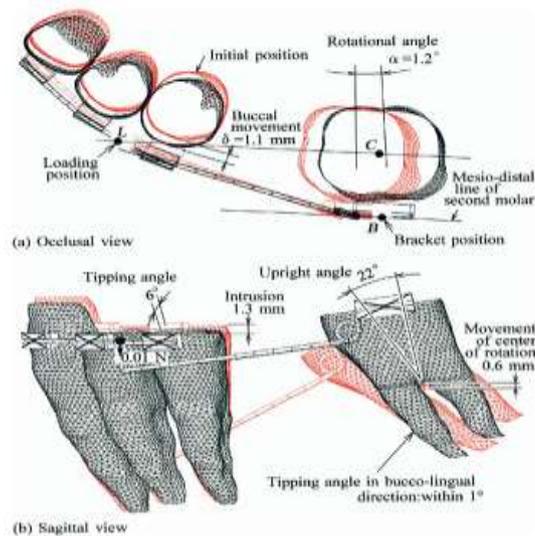


Figure 61 montrant la position initiale (en rouge) et terminale (en noir) du redressement. (65)

Au niveau de la molaire la force extrusive qui s'applique au tube vestibulaire va créer un moment qui entraîne une version corono-linguale. Car la force est décalée en vestibulaire par rapport au centre de résistance de la dent (le centre de résistance se trouve en interradiculaire). Mais d'après les études réalisées par Kojima, il n'y a quasiment aucun mouvement en lingual de la molaire, on note juste dans le plan horizontal une rotation en lingual de  $1,2^\circ$ , ce qui est très faible.

### 2-1-3-3-3. Les renforts d'ancrage

Deux moyens :

-Un renfort de l'ancrage par une barre collée reliant les deux premières prémolaires. La barre étant aussi collée au niveau des incisives mandibulaires (fig. 57).

-une pliure dans le plan horizontal, au niveau des dents de l'ancrage, dans le sens vestibulo-lingual, visant à créer un moment opposé à la bascule linguo-vestibulaire (fig. 62).

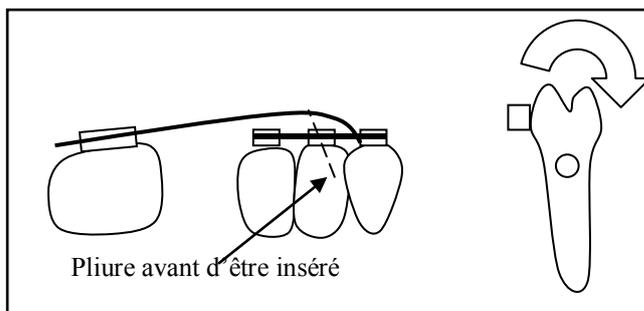


Figure 62. Le schéma de gauche montre une vue occlusale de la pliure de compensation avant et après qu'elle ne s'appuie sur l'arc. A droite son action sur l'ancrage en vue frontale.

Kojima obtient les résultats suivants :

**-Avec l'arc collé en lingual** : la tension au niveau radiculaire (fig. 63) en vestibulaire est diminuée. Le mouvement de la molaire est quasiment le même que sans arc en lingual (Fig. 64 et 65).

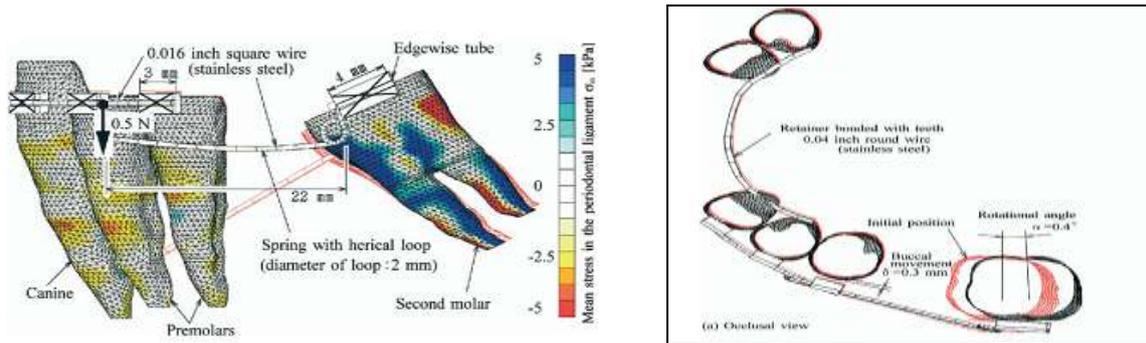


Figure 63. (à gauche) Modifications de pressions lors de l'utilisation de l'arc collé en lingual. (65)

Figure 64. (à droite) Mouvement dans le plan horizontal lors de l'utilisation de l'arc collé en lingual. (65)

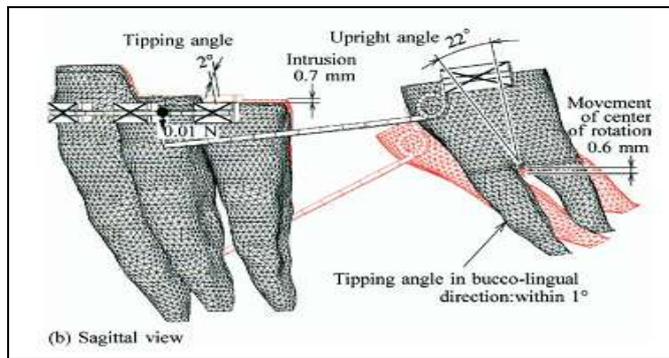


Figure 65. Modifications du mouvement sagittal lors de l'utilisation de l'arc collé en lingual. (65)

**-Avec la pliure en lingual du sectionnel** : cette pliure crée un moment opposé au moment créé par la force intrusive, ainsi les moments s'annulent, le mouvement de l'ancrage est alors réduit. Quand l'angle de la plicature est de  $28^\circ$  le mouvement de l'ancrage est de  $0^\circ$  (fig.66).

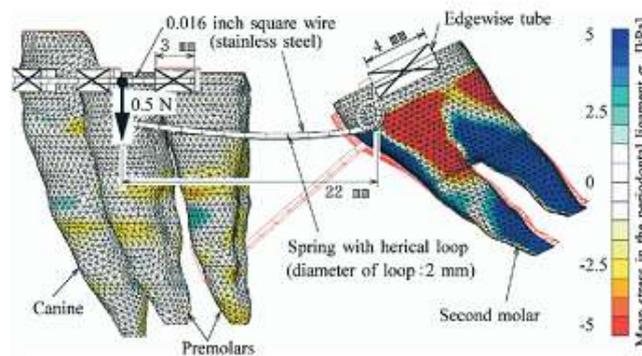
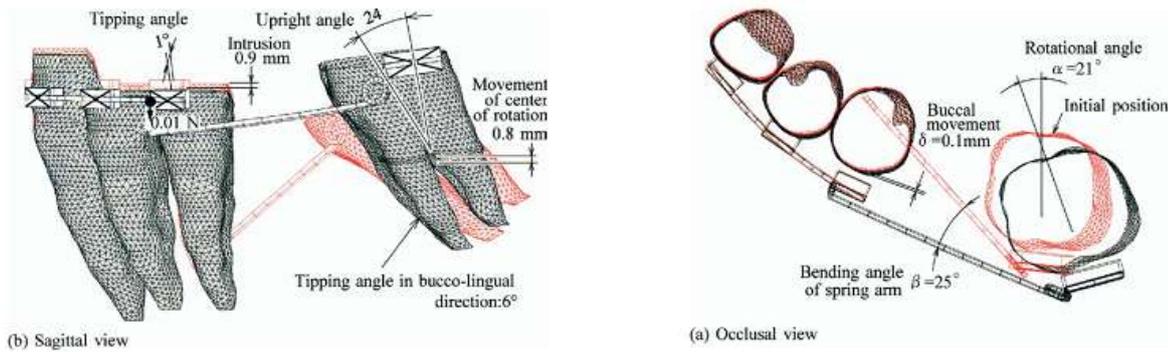


Figure 66. Modifications des zones de pression lors de la réalisation de la pliure. (65)



**Figure 67. Modifications des mouvements dentaires lors de l'utilisation de la pliure. (65)**

Au niveau de la molaire, on a une rotation dans le plan horizontal qui s'effectue, en disto-vestibulaire avec un angle qui équivaut à 70 pour cent de l'angle de pliure du ressort (fig.67). Si on a un angle de plicature de  $25^\circ$  on aura alors une rotation dans le plan horizontal de  $21^\circ$ .

On peut dire que la barre linguale de prémolaire à prémolaire est favorable car elle limite les mouvements de l'ancrage sans perturber le mouvement de la molaire lors du redressement.

La pliure est favorable pour l'ancrage car elle limite les mouvements parasites. Au niveau de la molaire, elle occasionne une forte rotation distovestibulaire de celle-ci. Ce mouvement adverse est à prendre en compte, il peut être bénéfique si la molaire à redresser présente une version mésiolinguale.

#### **2-1-3-3-3-4.Moyens d'empêcher ou de limiter l'égression molaire lors de l'utilisation d'un sectionnel de redressement simple.**

L'égression de la molaire est due à deux choses : le redressement de la molaire autour de son centre de résistance et la force égressive de réaction.

-Quand la dent tourne autour de son centre de résistance, elle effectue un redressement coronaire. Or, si un redressement coronaire n'est pas désiré, il faut alors effectuer un redressement radiculaire. Pour le redressement radiculaire il faut que le centre de rotation soit au niveau du bracket. Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur la biomécanique, il faut un

couple de forces associé à une mécanique non coulissante. Il faut de ce fait utiliser un fil rectangulaire ligaturé au niveau de l'ancrage ainsi qu'au niveau de la molaire à redresser.

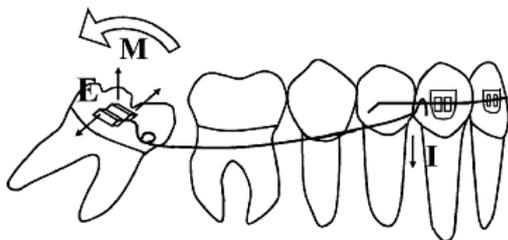
-Importance de la longueur du bras de levier dans le mouvement exercé sur la molaire (21, 85, 117, 121).

Au niveau de la molaire, un moment de redressement est créé par un couple de forces ainsi qu'une force égressive qui, elle aussi, crée un moment. La situation obtenue est la suivante : un couple et une force appliquée à une dent.

Plus le bras de levier du sectionnel est long, plus le moment de redressement distal sera élevé car le moment = force  $\times$  distance, or ici c'est la distance qui augmente, de ce fait le moment du couple augmente. Le cas de figure obtenu est : le moment du couple est supérieur au moment de la force ; le rapport moment du couple/moment de la force est élevé, donc le moment du couple sera prédominant. Il y aura plus de redressement avec quasiment pas d'égression. Si on cherche à avoir l'inverse, il faut réduire la longueur du bras de levier et on aura ainsi plus d'égression et moins de version distale.

#### **2-1-3-3-3-5. Analyse des forces au niveau du boîtier molaire (117, 121)**

Du fait de l'insertion du fil dans le boîtier molaire, le fil agit sur les parois supérieures et inférieures du boîtier molaire. De par l'appui supérieur du fil sur le tube, des forces égressives sont créées. De même, l'appui sur la paroi inférieure va créer le moment de redressement de la molaire (Fig 69 et 70). Cette force va aussi agir en faisant reculer la molaire si le bras du sectionnel coulisse au niveau de l'ancrage (des prémolaires) (Fig. 68).



**Figure 68 montrant les forces s'appliquant au niveau du boîtier. (117)**

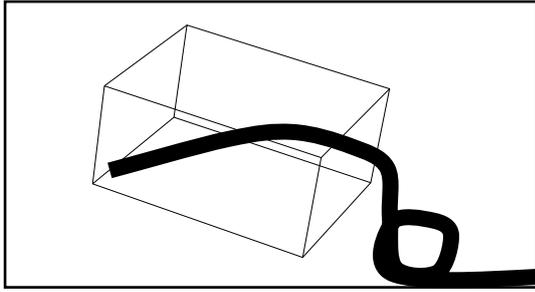


Figure 69. Fil au niveau du boîtier.

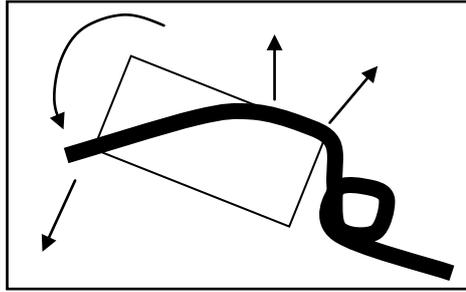


Figure 70. Zones d'appui sur le boîtier molaire ainsi que les forces développées.

### 2-1-3-3-3-6.Choix du fil (121)

L'arc doit être en général large et rectangulaire, si le fil est fin, il va bouger dans sa gorge et entraîner des mouvements parasites au niveau des dents.

Si la taille de la gorge du bracket est de 0.018, un bon choix d'arc serait 0.016×0.022 en acier car de ce fait le mouvement du fil dans la gorge est faible.

Mais un arc large n'est pas naturellement élastique, l'élasticité est désirable quand on a besoin de bouger les dents. Cependant l'élasticité dépend du matériau utilisé. Ainsi un fil acier large est faiblement élastique, un arc Niti l'est plus et un arc TMA encore plus.

Un arc élastique est facile à activer avec une quantité de force précise, de plus la durée durant laquelle la force s'exerce est plus longue que pour un arc rigide. Un arc élastique de ce fait a moins besoin d'être réactivé.

Pour augmenter la souplesse d'un fil peu élastique à la base, il faut augmenter la longueur. De ce fait on incorpore des boucles.

L'alternative à un arc 0.016×0.022 en acier est un arc en TMA (titane molybdène alloy) 0.017×0.025. Le TMA est naturellement plus élastique que l'acier, ainsi il peut être utilisé sans boucle.

L'arc pour réaliser l'ancrage est large et rigide. Ce qui est généralement utilisé est un arc 0.017×0.025 en acier dans une gorge de 0.018.

## 2-1-3-4. Autre sorte de ressort de redressement décrit par Roberts et Burstone (112)

### 2-1-3-4-1. Description du ressort

Décrit par Roberts et Burstone (112), le ressort se compose de deux boucles hélicoïdales (fig.71) :



Figure 71. Ressort avec ses deux boucles hélicoïdales. (112)

L'auteur recommande l'utilisation de fil stainless steel (acier) 0.018×0.025 dans un bracket 0.022×0.028, de construire le ressort en bouche pour qu'il agisse passivement, puis de l'activer en extra buccal.

### 2-1-3-4-2. Deux types d'activation sont possibles

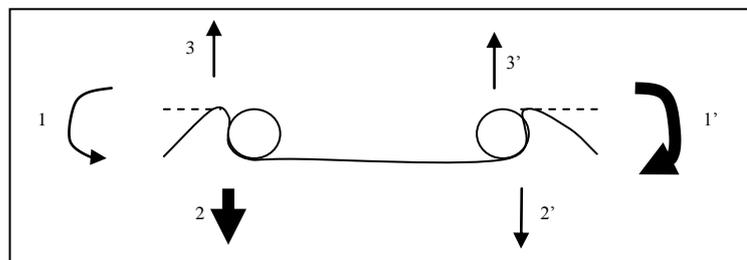


Figure 72 montrant les forces s'annulant et les moments engendrés.

En V symétrique (angle de 45° de chaque côté), comme sur la figure 72 ou en V dissymétrique (angle de 45° du côté molaire).

### 2-1-3-4-2. Effets de l'activation

Pour la technique en V symétrique, l'activation du ressort génère deux moments (fig.72). Le moment 1 au niveau de la molaire à redresser permettant le redressement distal de la molaire. Le moment 1', opposé au moment 1, qui s'exerce lui au niveau de l'ancrage, nécessitant un ancrage fort ou un renfort d'ancrage pour éviter tout mouvement de celui-ci. Des forces

d'ingression classiques sont retrouvées au niveau de l'ancrage (2') mais aussi au niveau de la molaire (2). Ces deux forces vont générer des forces de réaction égales et opposées en 3 et 3'.

Ainsi les forces égressives 3 et 3' s'annulent avec 2 et 2' seuls les moments subsistent.

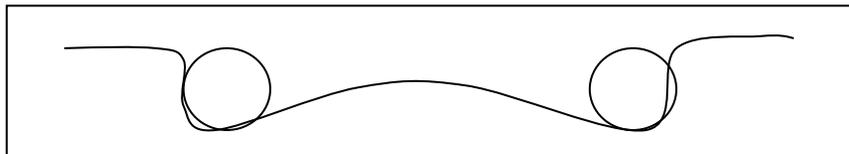
Avec ce ressort et ce type d'activation (angle de 45 ° de chaque côté) on aura juste les moments et pas d'égression ni d'ingression. C'est une technique en V symétrique.

Par contre si l'on fait une activation classique (45° du coté de la molaire), on aura les effets d'un ressort tip back classique. C'est une technique en V dissymétrique.

### **2-1-3-4-3. Avantages de ce type de ressort**

-Force symétrique et de réalisation aisée.

-Peu d'ajustement à faire, lorsque le ressort est en place et activé, la partie se situant entre les 2 boucles se bombe (fig. 73) et lorsque le ressort n'est plus actif cette zone devient rectiligne.



**Figure 73 montrant le ressort activé.**

-Pas de gêne au niveau de la crête édentée car le ressort affleure celle-ci. Ceci est dû au décrochement du ressort entre les deux boucles permettant à celui-ci de se trouver dans une position plus apicale.

-Peu d'inconfort lors de la réactivation car on peut le faire au niveau de la crête, en recourbant la portion du ressort se situant à ce niveau, à l'aide d'une pince trois becs pour obtenir un ressort comme sur la figure 73.

-On peut laisser le ressort en passif une fois le redressement réalisé pour maintenir ainsi l'espace sans pour autant gêner la langue.

### 2-1-3-5. Autre sorte de sectionnel de redressement utilisant un tube croisé au niveau de l'ancrage (40)

#### 2-1-3-5-1. Description

Il est commercialisé par Forestadent et a été mis au point par Sander.

Ce sectionnel est hybride. Il associe une partie en acier qui se connecte au niveau de l'ancrage. L'ancrage peut être réalisé selon le fabricant, grâce à un arc en acier  $0.016 \times 0.022$  allant de la canine controlatérale à la seconde prémolaire homolatérale. La fixation de la partie en acier est réalisée au niveau de l'ancrage grâce à un tube croisé. Ce tube permet de fixer le ressort verticalement (fig.74). La seconde partie du sectoriel est la partie super-élastique qui est en TMA. Cette partie en TMA se situe au niveau de la molaire à redresser. La partie super élastique coulisse sur la partie en acier du sectionnel ce qui permet une facilité d'insertion et un mouvement de la partie en TMA lors du mouvement de la molaire.

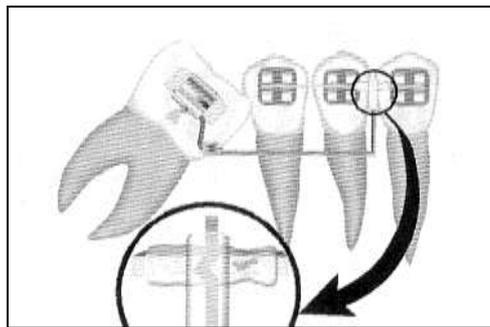


Figure 74. Ressort de redressement Forestadent et son tube croisé. (40)

#### 2-1-3-5-2. Biomécanique

Deux activations du ressort sont possibles. L'une permet le redressement et l'égression de la dent (fig. 75 droite) et l'autre permet de redresser et ingresser la molaire (fig. 75 gauche). Pour le redressement et l'égression, la partie au niveau de l'ancrage aura un angle de  $90^\circ$  ; pour le redressement et l'ingression l'angle sera de  $135^\circ$ .



Figure 75. Les deux types d'activation possibles. (40)

Pour éviter l'égression et favoriser le redressement radulaire le fabricant recommande l'utilisation d'une ligature en acier. Cette dernière relie le boîtier molaire à la seconde prémolaire et favorise le déplacement du centre de résistance au niveau coronaire.

### 2-1-3-6.The crossed tip back spring ou sectionnels croisés (121, 136)

Cette technique comme son nom l'indique utilise deux sectionnels de redressement croisés pour redresser la molaire tout en évitant par ce principe l'égression de la molaire et l'intrusion des dents servant d'ancrage. Cette technique équivaut à une construction en V symétrique.

#### 2-1-3-6-1.Technique

On utilise un premier sectionnel qui se fixe sur un bracket avec une gorge supplémentaire (Burstone vertical slot) au niveau de la première prémolaire. Le sectionnel peut aussi être ligaturé au niveau d'un bracket classique. Son extrémité va se fixer en arrière du boîtier molaire grâce à un fil inséré dans le boîtier molaire et formant une boucle en distal du boîtier (Fig. 76).

L'autre sectionnel s'insère au niveau du boîtier et se fixe entre la canine et la prémolaire (fig. 76).

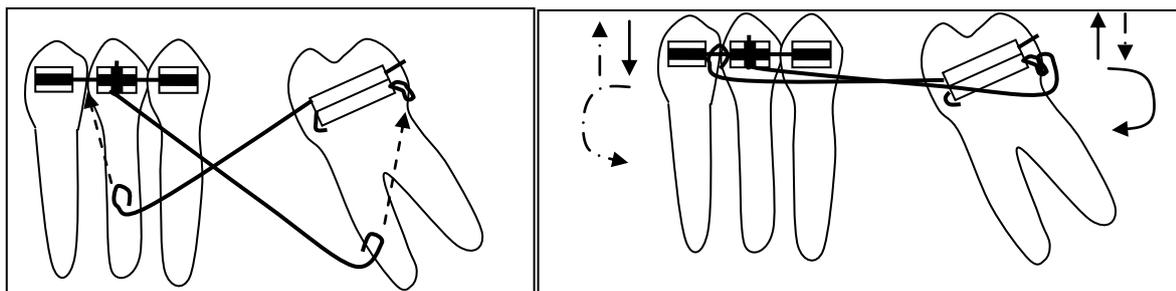


Figure 6 permettant de visualiser les deux sectionnels avant leur mise en place.

Figure 77. Activation des ressorts, forces et moments engendrés.

#### 2-1-3-6-2.Biomécanique (Fig. 77)

L'égression molaire qui est normalement rencontrée avec les sectionnels de redressement, ici, est annulée par la force ingressive du deuxième sectionnel croisé. De même pour la force ingressive qui agit sur l'ancrage, celle-ci est annulée par la force réactionnelle développée par

le sectionnel. En conséquence, ni l'ingression de l'ancrage, ni l'égression de la molaire ne s'expriment. Cependant on peut ingresser la molaire si on active plus le sectionnel d'ingression molaire que l'autre, il est conseillé de rajouter une force de 20g sur ce dernier.

Les ressorts peuvent être réalisés en acier de section  $0,016 \times 0,022$  associés à des boucles hélicoïdales ou en fil TMA  $0,017 \times 0,025$ .

Un arc collé en lingual de canine à canine est nécessaire pour renforcer l'ancrage.

### **2-1-3-7. Technique MUST : Molar Uprighting Simple Technique = technique simple de redressement molaire (20)**

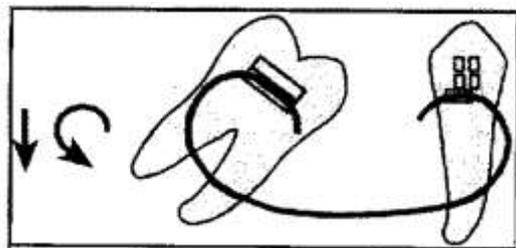
Technique de redressement des molaires mésioversées simple utilisant des arcs TMA permettant de redresser la molaire par une version coronodistale associée à une intrusion.

#### **2-1-3-7-1-Réalisation**

Deux techniques appelées must 1 et must 2 sont possibles.

##### **Must 1 :(Fig. 78)**

Un tube molaire  $0.018 \times 0.025$  fixé perpendiculairement au grand axe de la molaire mésioversée. Un minitube est fixé sur le bracket de la deuxième prémolaire parallèlement à celui-ci. Un arc super élastique en TMA  $0.016 \times 0.022$  est inséré comme sur le schéma ci-dessous (fig. 78). Les tubes ont un torque incorporé de  $0^\circ$  pour ne pas que le fil rentre en interférence avec la muqueuse.



**Figure 78. Technique Must 1. (20)**

### **Must 2 : (fig.79)**

La différence est que le minitube au niveau de la prémolaire est soudé au bracket en suivant l'axe de la deuxième prémolaire. L'intérêt de ce dispositif est que le fil entre moins en interférence avec la muqueuse.

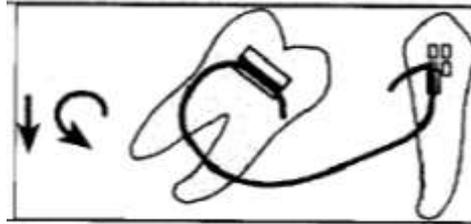


Figure 79. Must 2. (20)

### **2-1-3-7-2-Biomécanique**

#### **2-1-3-7-2-1.Dans le plan sagittal (Fig. 80)**

Au niveau de la molaire le système assure un moment de redressement distal auquel s'ajoute une force ingressive. De plus le fil exerce une force distale sur le tube molaire en appuyant sur la partie distale basse de celui-ci, mais cette force est contrebalancée par une force que crée l'arc et qui passe directement par le centre de résistance.

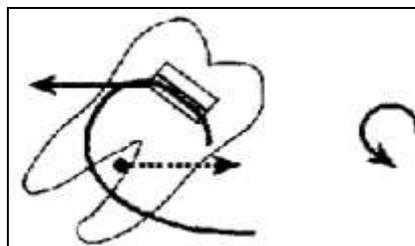
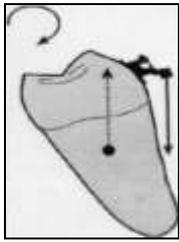


Figure 80. Mouvement distal généré par le fil. (20)

Ce moment distal entraîne un recul de la molaire qui peut être contré si on ne veut pas ouvrir l'espace par l'ajout d'une chaînette passive en lingual, ce qui entraîne un mouvement radiculomésial et un recul moindre de la couronne.

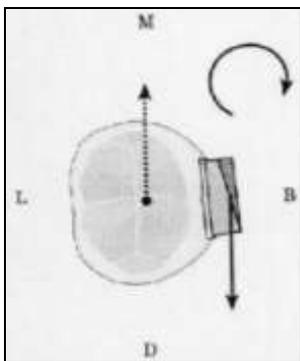
### 2-1-3-7-2-2. Dans le plan frontal (Fig. 81)



Une version coronovestibulaire est observée, car le tube est décalé en vestibulaire (fig. 81) par rapport au centre de résistance de la molaire. Ceci a pour effet, de corriger la rotation mésiolinguale de la molaire qui est souvent associée à la mésioversion.

Figure 81. Schéma montrant le mouvement dans le plan frontal. (81)

### 2-1-3-7-2-3. Dans le plan horizontal (Fig.82)



L'appui du fil sur le tube va avoir tendance à créer un moment en linguovestibulaire qui corrigera la rotation mesiolinguale dans le plan horizontal si celle-ci est présente.

Figure 82. Forces dans le plan horizontal. (20)

### 2-1-3-7-3-Avantages de la technique

- Facile à utiliser
- Force constante délivrée par le fil, pas besoin de réactivation ni de boucle à réaliser.
- Réalise l'intrusion et le redressement de la molaire, plus on active le fil, plus on aura de distalisation de la molaire.
- Corrige dans le sens frontal en redressant en vestibulaire.
- Corrige dans le plan horizontal par un moment distovestibulaire.
- Si aucun recul n'est souhaité, une chaînette passive en lingual peut être mise.
- Confort pour le patient surtout avec la méthode must 2
- Pas d'interférence occlusale.
- Pas de déformation par la mastication.
- Activation intra-orale rapide mais avec peu de contrôle.
- Traitement relativement court (4mois)
- Pas besoin de retouche occlusale de la molaire du fait de la force ingressive.

#### 2-1-3-7-4.inconvénients

- Nécessité d'un bon ancrage.
- La rotation dans les 3 plans et la distalisation de la molaire doivent être contrôlées régulièrement.
- Surveiller la composante ingressive surtout si la molaire est déjà en infraclusion.

#### 2-1-3-8.Le distal jet(21)

##### 2-1-3-8-1.Réalisation (fig. 83)

Deux bagues, une sur la molaire à redresser, une sur la seconde prémolaire. Un piston au niveau de la crête édentée muni d'un ressort (en nickel titane) pour activer le piston. Du côté de la prémolaire, on a une jonction rigide en baïonnette à l'aide d'un tube 0.036 placé verticalement au niveau de la prémolaire et courbé au niveau du piston pour effectuer cette jonction rigide en baïonnette. Au niveau de la molaire une vis est fixée sur la bague molaire pour permettre d'accrocher un bras qui forme un angle droit et va se connecter en distal du piston. Le bras au niveau de la vis peut pivoter et ainsi permettre le redressement de la molaire. Un fort ancrage est nécessaire et réalisé par un arc allant de la prémolaire baguée à la canine controlatérale.

##### 2-1-3-8-2.Biomécanique

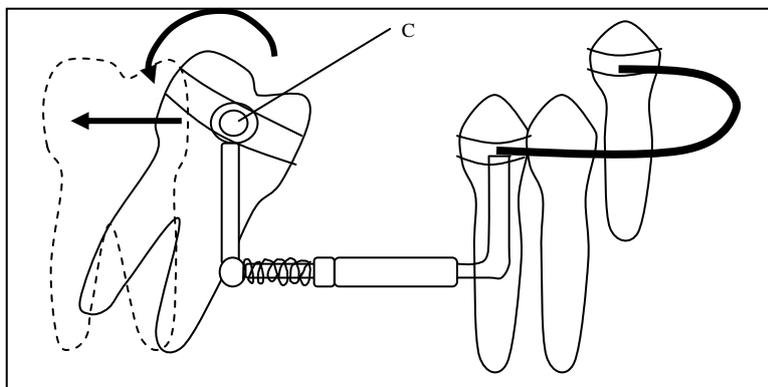


Figure 83. Schéma du Distal Jet modifié par Carano. (21)

Grâce à ce système rigide, sauf au niveau de l'attache entre la molaire et le bras distal, une rotation peut se faire à ce niveau (fig. 83). Le centre de rotation se retrouve donc au niveau de

la couronne, ce qui permettra de faire un redressement sans ou avec peu d'égression. Un redressement distal de la molaire sera obtenu. Contrairement à un distal jet classique au maxillaire qui permet une translation sans version ni redressement de la dent, du fait de l'absolue rigidité du système. A cause de la rigidité du système, un contrôle des mouvements dans les 3 plans de l'espace est facile.

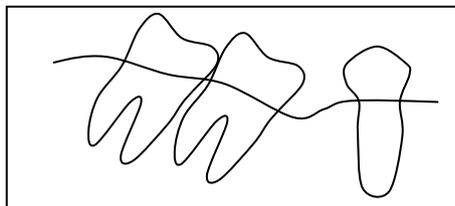
### **2-1-3-8-3.Avantages**

- Egression de la dent minime.
- Contrôle des mouvements dans les 3 plans de l'espace.
- Confort pour le patient.
- Pas de coopération nécessaire de la part du patient.

### **2-1-3-9.The box loop (61)**

#### **2-1-3-9-1.Indication**

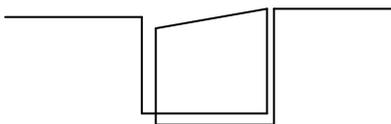
Dans les cas où l'on a deux molaires contigües et mésoversées suite à une extraction. (fig.84)



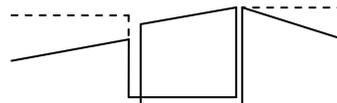
**Figure 84. 47 et 48 mésoversées suite à l'extraction de la 46.**

#### **2-1-3-9-2.Réalisation**

On retrouve deux types de box loop. Le box loop classique (fig. 85) et le box loop modifié (fig. 86) qui permet de lutter contre les mouvements indésirables lors du redressement des molaires.



**Figure 85. Box loop classique.**



**Figure 86. Box loop modifié**

Les deux molaires mésioversées vont être baguées. Sur les bagues se trouvent deux tubes edgewise 0.022×0.028 et un bracket 0.022×0.028 sur la prémolaire. Le box loop est fabriqué en acier 0.019×0.025 pour avoir suffisamment d'engagement pour le contrôle linguovestibulaire.

### 2-1-3-9-3.Biomécanique

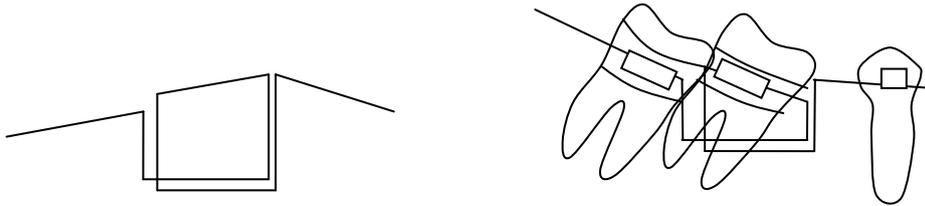


Figure 87. Box loop modifié et box loop en place à droite.

Ce box loop modifié agit comme deux ressorts molaires de redressement opposés avec leurs forces d'égression et d'ingression s'annulant. Il ne reste plus que les deux moments agissant sur la molaire la plus postérieure et sur l'ancrage. En plus, on a un redressement de la molaire qui se trouve entre la molaire égressée en distal et l'ancrage (Fig.87). Un raccourcissement du bras vertical en distal permet d'effectuer une ingression de la molaire la plus postérieure.

Donc ce ressort modifié permet de redresser et d'ingresser la molaire la plus distale tout en redressant la molaire en mésial.

### 2-1-3-10.Technique dite de la charrette (8)

Technique simple destinée à redresser une molaire sans pour autant appareiller toute l'arcade et réalisable en omnipratique.

#### 2-1-3-10-1.Indication

- Destinée à redresser une molaire mésioversée, que ce soit une deuxième molaire mandibulaire ou une dent de sagesse.
- Quand un bridge est prévu, cette technique est intéressante car elle utilise des couronnes provisoires.

### 2-1-3-10-2.Réalisation (fig.88)

C'est un système qui s'incorpore aux couronnes provisoires destinées à la réalisation par la suite du futur bridge (fig.88).

Dans un premier temps une préparation coronaire périphérique de la dent à redresser est effectuée. Cette préparation est utile pour recevoir une couronne provisoire et par la suite la future reconstitution une fois la dent redressée. La préparation de la dent s'effectue selon son grand axe. Il ne faut pas essayer de faire une couronne qui serait dans la position idéale, car celle-ci va permettre d'avoir un repère sur l'évolution du redressement de la dent. C'est à dire que, quand on réalise la provisoire, elle est mésioversée et une fois le redressement fait, elle est en normo position.

La ou les prémolaires peuvent aussi être préparées pour recevoir une provisoire. Les bras du système pourront aussi être directement collés sur les deux prémolaires bordant l'édentement grâce à de la résine composite.

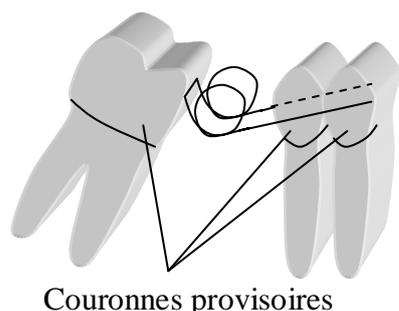


Figure 88. Schéma de la technique dite de la charette.

Les provisoires sont scellées au Durelon.

Du fil 0.016×0.016 ou 0.16 voir 0.18 ronds peuvent être utilisés. Deux boucles sont réalisées, une en vestibulaire et une en lingual, la partie horizontale qui relie les deux boucles est égale à la largeur de la crête alvéolaire en vestibulo-lingual.

Dans le sens mésio-distal, la partie inter-dentaire doit être plus longue que l'édentement car c'est la compression de cette zone qui entraîne l'activation du système. Les boucles doivent travailler en fermeture et non en ouverture.

Les extrémités libres qui se prolongent vers les deux prémolaires doivent avoir la longueur des deux prémolaires auxquelles elles seront collées. Pour les coller, soit une rainure peut-être effectuée dans les couronnes provisoires, soit elles seront collées avec du composite.

Une encoche est réalisée en mésiale de la dent à redresser pour recevoir la partie horizontale, c'est à ce niveau que s'exerce la force pour redresser la molaire. Deux possibilités se présentent :

-soit la partie horizontale se cale dans la rainure et c'est alors juste une force simple qui s'exerce sur la dent, une version coronaire est alors obtenue.

-soit elle est collée dans la rainure et c'est alors un couple de force qui intervient, ce qui permet de mieux contrôler le redressement dans les 3 plans.

### **2-1-3-10-3.Activation**

Le segment entre les deux couronnes provisoires étant plus grand que l'espace entre les deux dents en bouche, il suffit de le positionner et de le sceller pour l'activer. L'activation des deux boucles peut se faire à l'identique ou bien en activant plus celle en lingual pour réaliser une rotation en vestibulaire et vice versa.

### **2-1-3-10-4.Variantes**

-La réalisation peut être faite suite à une empreinte des préparations, puis au laboratoire, la molaire à redresser est positionnée de façon idéale et l'appareil réalisé.

-Si l'édentement est de plus d'une dent, une extension distale au niveau de la couronne provisoire de la prémolaire est réalisable.

-Possibilité de ne pas tailler les prémolaires dans le cas où seul le redressement de la molaire est voulu. Pour cela le système au niveau des prémolaires sera collé grâce à du composite.

-Possibilité de ne pas préparer la molaire en apposant juste des plots en mésial de la molaire à redresser pour y caler la partie horizontale du système.

### 2-1-3-10.5.Biomécanique

Ce système génère une force légère et continue. Mais une tendance à l'égression ne peut être évitée. Cependant ceci n'est pas grave car la dent est préparée et des retouches occlusales sur la couronne provisoire sont possibles.

Il est conseillé au cours du mouvement de réaliser un meulage progressif en occlusal, pour que le redressement ne soit pas bloqué par l'occlusion.

### 2-1-3-11.Technique de Broussard (10,80)

Cette technique utilise un sectionnel de redressement qui est particulier car il s'insère dans une gorge verticale.

#### 2-1-3-11-1.Réalisation.

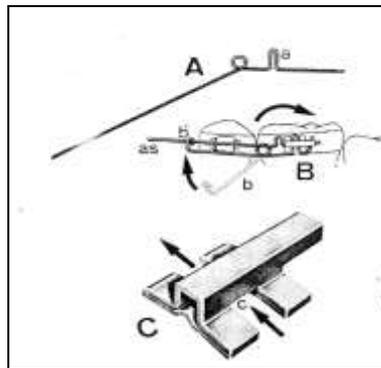


Figure 89. Glissière verticale au niveau du boîtier molaire. (10)

Au niveau du tube molaire une glissière verticale (C sur la fig.89) a été incorporée pour pouvoir y glisser la boucle en U (A sur la fig.89) du sectionnel de redressement. Puis la partie du fil en arrière de cette boucle va ensuite faire le tour du tube. Le sectionnel de redressement axial de Broussard (uprighting spring) sera engagé dans la glissière verticale et sa partie antérieure accrochée sur un arc sectionnel entre la première prémolaire et la seconde prémolaire (fig.90). Il est souvent associé à un arc sectionnel plus rigide, voir un arc continu sur toute l'arcade. Quant au ressort, il est fait avec un arc de 0.012 ou 0.014.



Figure 90. Mise en place du ressort de redressement de la molaire. Dans ce cas un arc sectionnel edgewise est aussi utilisé.

### 2-1-3-11-2. Biomécanique

Equivaut à la technique de l'uprighting spring décrite précédemment (page 64).

### 2-1-3-12. Technique de Begg (10,80)

C'est aussi un ressort de redressement

#### 2-1-3-12-1. Réalisation

Du fait de la grande élasticité du fil australien, un arc rond de 0.016 est utilisé. Il présente une faible courbure d'ancrage (pluie distale de l'arc comme un cantilever de redressement en O et C sur le schéma). Elle sera augmentée par la suite, au fur et mesure que la molaire se redressera (fig.92).

Afin de mieux contrôler le redressement dans les trois plans de l'espace, il est possible d'utiliser un tube molaire ovale et un arc replié sur lui-même dans son segment molaire.

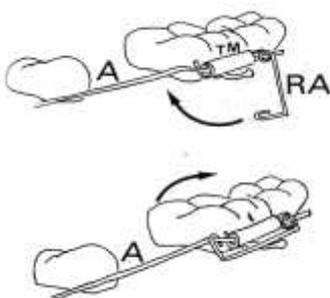


Figure 91. Arc auxiliaire. (10)

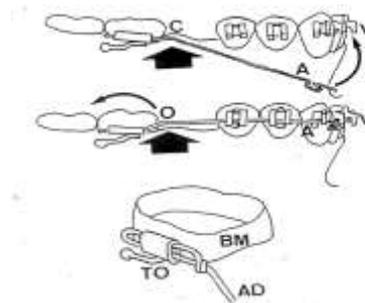


Figure 92. Ressort de Begg. (10)

Il y a aussi possibilité d'aider le redressement axial de la molaire en adjoignant à l'arc principal un arc auxiliaire de redressement engagé par l'extrémité distale du tube molaire, sa partie libre étant ensuite accrochée sur l'arc en avant de ce tube molaire.

L'ajout de cet arc auxiliaire comporte une composante vestibulo-linguale qu'il faut compenser par une courbure vestibulaire de compensation (Toe out) sur l'arc principal pour éviter la lingualisation de la molaire (Fig.91).

### 2-1-3-13. Arcs sectionnels utilisant des boucles en L. (71,80)

#### 2-1-3-13-1. Réalisation

Cette technique utilise un arc sectionnel edgewise 0.018×0.025 avec une boucle en L située juste en mésiale de la molaire à redresser. L'arc s'insère au niveau des dents d'ancrage (la canine et les deux prémolaires homolatérales) et dans le boîtier de la molaire mésioversée. Cette boucle en L (fig.93) est compressée lorsqu'elle est en place, ce qui permet de générer un moment de redressement.

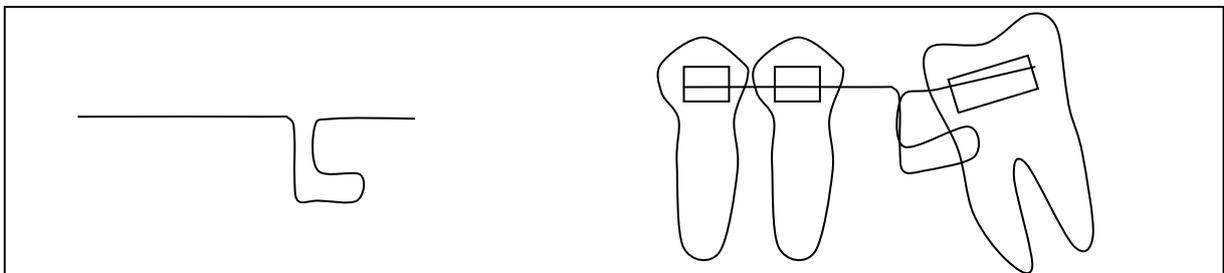


Figure 93. Arc sectionnel avec une boucle en L non activé à gauche et activé à droite.

#### 2-1-3-13-2. Biomécanique.

Cela s'apparente à un ressort de redressement au niveau biomécanique.

### 2-1-3-14. Technique de Rickett's(10)

Technique utilisant l'arc de base : l'arc de base est réalisé avec un arc 0.016×0.016 en elgiloy bleu. Il comporte trois segments, un segment incisif, un segment latéral et un segment molaire (fig.94). Quatre brackets se fixent sur les incisives mandibulaires, et une molaire de chaque côté est baguée. L'arc comporte au niveau du segment latéral un décrochement latéral le mettant à l'abri des forces masticatrices au niveau de l'espace laissé libre par la perte de la molaire.

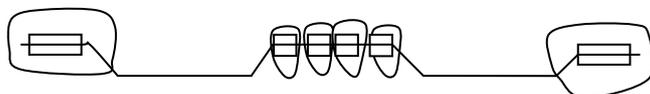


Figure 94. Schéma de l'arc de base.

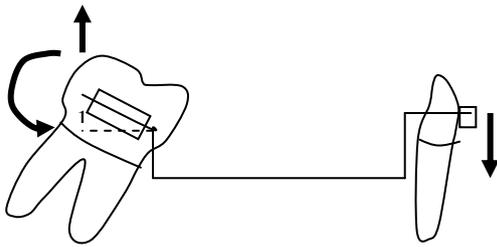


Figure 95. Forces et moments délivrés par l'arc de base.

Du fait de la version mésiale de la molaire à redresser, il n'est pas nécessaire, dans un premier temps, de réaliser une courbure d'ancrage (tip-back) au niveau du segment molaire de l'arc, car le simple fait d'insérer l'arc va l'activer pour redresser la molaire (en 1 sur la figure 95).

Par la suite pour réactiver l'arc il faudra, soit déposer l'arc et réaliser une courbure de tip-back molaire (fig.96).



Figure 96. Courbure de tip back molaire sur un arc de base.

Soit donner un coup de pince trois becs en avant de la molaire pour activer l'arc mais ceci est à éviter car des effets parasites peuvent apparaître.

#### **2-1-3-14-1.Biomécanique**

L'arc va engendrer un moment de redressement au niveau de la molaire ainsi qu'une force ingressive au niveau des incisives et la résultante à cette force au niveau de la molaire est une force d'égression (Fig.95).

#### **2-1-3-14-2.Avantages**

- Possibilité de réaliser l'ingression des incisives et le redressement molaire en même temps.
- Du fait du décrochement latéral, il n'y a pas d'interférence avec l'occlusion.

#### **2-1-3-14-3.inconvénients.**

- Egression de la molaire sauf si cela est recherché.
- Ingression incisive à prendre en compte sauf si cela est recherché. Pour éviter cette ingression un renfort d'ancrage est nécessaire à ce niveau.

## **2-1-4. Techniques sur arc continu**

### **2-1-4-1. Technique sur arc continu associé à un ressort disto-verseur (6)**

#### **2-1-4-1-1. Réalisation**

La molaire à redresser est baguée. Un ressort de disto-version molaire (fig.97) est incorporé dans un arc continu et agit sur la molaire pour la redresser.

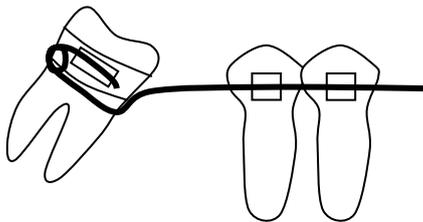


Figure 97. Ressort disto-verseur.

#### **2-1-4-1-2. Biomécanique**

Du fait de la rigidité de l'arc continu, le centre de rotation de la molaire se trouve alors au niveau du tube molaire. De ce fait la composante égressive au niveau de la molaire est évitée.

### **2-1-4-2. Technique sur arc continu utilisant des boucles en T ou L (80)**

#### **2-1-4-2-1. Réalisation**

Toute l'arcade est appareillée, la molaire à redresser est baguée. Un arc mandibulaire rectangulaire 0.018×0.022 en acier peut être utilisé. Au niveau de la molaire à redresser, une boucle en T ou en L est réalisée pour redresser la molaire.

#### **2-1-4-2-2. Biomécanique**

Cette technique a l'avantage de garder de la rigidité malgré la souplesse apportée par la boucle et ainsi de limiter la composante égressive. Elle peut aussi être utilisée lorsqu'on a une molaire mésioversée de chaque côté de l'arcade.

### **2-1-4-3. Technique sur arc continu seul (80)**

Cette technique permet de redresser des molaires faiblement versées ou avec un support parodontal réduit ne nécessitant pas des forces trop élevées.

#### **2-1-4-3-1. Réalisation**

Elle consiste en l'utilisation d'arcs de diamètre croissant, qui permettra de redresser la dent sans entraîner de traumatisme envers celle-ci. Dans l'exemple décrit par Marks et Corn (80) pour redresser la molaire, ils utilisent successivement des arcs en acier de 0.014 puis 0.016 pour finir par un arc en Nitinol de 0.018. Mais cette technique comporte les effets parasites du redressement que sont l'égression molaire et l'ingression incisive. Le contrôle de ces effets n'est pas aisé dans ce cas.

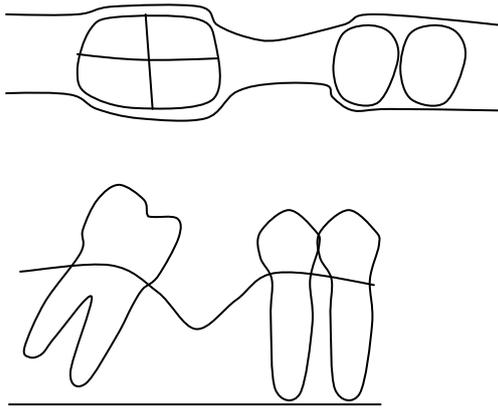
## **2-2. Fermeture d'espace suite à la perte d'une molaire**

La protraction de la seconde molaire mandibulaire au niveau du site d'extraction de la première molaire mandibulaire est un challenge du fait de la densité de l'os mandibulaire et de la surface des racines de la molaire. L'ancrage antérieur est souvent inadéquat pour la protraction d'une molaire sans qu'il y ait un recul du bloc incisivo-canin ou une déviation des milieux inter-incisifs. De plus la largeur de la crête édentée ainsi que sa hauteur sont souvent diminuées du fait de la résorption (fig.98) post-extractionnelle de l'os. Ainsi une protraction sûre et effective de la molaire pour fermer l'espace est difficile. Mais l'ancrage osseux assuré par les minivis ou des mini-plaques peut en parti améliorer ce genre de déplacement.

### **2-2-1. Problèmes rencontrés lors de la fermeture d'espace**

#### **2-2-1-1. Aspect de la crête édentée(13, 31)**

Suite à l'extraction, l'os alvéolaire va se résorber et ainsi diminuer en hauteur, voire en largeur (fig.98). Seibert classe d'ailleurs ce type de crête en trois classes : le type I est une perte osseuse dans le sens vestibulo-linguale, le type II est une perte d'os dans le sens coronal et le type III est une perte d'os dans les deux plans précédents.



**Figure 98. Diminution de la crête osseuse en hauteur et largeur suite à une extraction.**

### **2-2-1-2.Le déplacement d'une molaire dans une crête atrophique.**

#### **2-2-1-2-1.Evolution du niveau osseux au niveau de la molaire déplacée**

Brown (15) décrit une diminution de la crête osseuse en mésial de la molaire allant de 0,5 à 1mm. Hom et Turley (55) en 1984 décrivent ce même phénomène de diminution de hauteur osseuse en mésial de la dent.

D'après Stepovitch (127) en 1979 une augmentation de la largeur de l'os alvéolaire peut être obtenue lors du déplacement de la molaire dans la crête édentée. Ceci est vrai pour les patients jeunes mais plus difficile à obtenir pour les adultes. Les patients plus âgés semblent avoir moins d'apposition osseuse car sur 8 cas seulement 3 ont eu une apposition osseuse. Hom Et Hurley décrivent aussi une augmentation en vestibulo-lingual de l'épaisseur osseuse de 1,2mm sur certains cas.

#### **2-2-1-2-2.Amplitude et types de mouvements obtenus**

##### **\*Fermeture de l'espace :**

Graber (50) en 1972 et Kessler (60) en 76 montrent qu'il est difficile de fermer l'espace avec des thérapeutiques légères du fait de la large surface radiculaire des molaires qui occasionne des mouvements parasites des dents d'ancrage. De ce fait il conseille la solution prothétique suite au redressement de la molaire mésioversée. Hom (55) dans son étude trouve que sur 40 cas, seulement 5 peuvent être considérés comme ayant une fermeture d'espace complète. Les autres cas ne sont pas considérés comme complets car soit il persiste un espace, soit l'espace est fermé mais la seconde prémolaire a reculé. Hom détermine un cas idéal pour lequel la

fermeture d'espace a le plus de chance de réussite : la largeur de la crête doit être de 7mm et l'espace entre les deux dents doit être de 6mm maximum.

Pour Stepovitch(127), un espace de 10mm ou plus peut être fermé mais le maintenir fermé chez l'adulte est plus incertain par rapport aux patients jeunes.

Les risques encourus lors de la fermeture d'espace d'extraction d'une première molaire mandibulaire sont :

\*La résorption radiculaire

Stepovitch décrit 2 cas sur 18 de résorption radiculaire, tandis que Hom décrit une résorption très faible.

\*Accentuation de la version mésiale de la molaire.

Stepovitch décrit dans son étude une accentuation de la version mésiale de la molaire lors de la mésialisation sur certains cas.

\*Une fermeture associée à un redressement est réalisable dans une même étape.

Dans tous les cas étudiés par Hom il y avait une mésioversion, et à chaque fois il a eu une fermeture de l'espace partielle ou totale associée à un redressement molaire.

Plus récemment Kravitz et Jollet (66) nous évoquent les risques encourus :

\*Perte d'attache au niveau de la molaire mésioversée surtout s'il existe une perte d'attache pré-existante et une hygiène mauvaise.

\*Création de déhiscence osseuse laissant apparaître les racines. Ceci est dû au fait que l'os ne prolifère pas avec le déplacement de la dent et que la largeur de la dent est supérieure à celle de la crête édentée.

\*Mobilité du fait de la perte du support osseux.

\*Risque d'ankylose.

\*Nécrose de la dent si mise à nue des apex lors du déplacement de la dent.

## 2-2-2. Technique de fermeture d'espace

### 2-2-2-1. Cas où la molaire mésioversée et la seconde prémolaire ont établi un point de contact ou presque

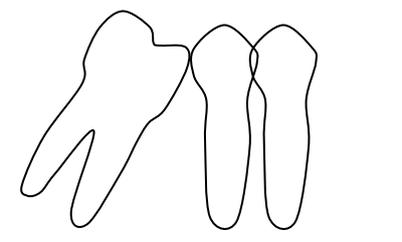


Figure 99. Molaire mésioversée ayant établi un contact avec la seconde prémolaire.

Comme conseille Bassigny en 1979 (6) le contact ne doit pas être perdu entre la deuxième prémolaire (fig.99) et la deuxième molaire. On doit donc effectuer un redressement radiculaire avec un centre de rotation situé au niveau coronaire.

Pour réaliser ce mouvement, il faudra utiliser un sectionnel de redressement avec un moment élevé comme nous l'avons vu précédemment par Melsen (85) et Carano (21). C'est-à-dire un bras de levier long qui engendrera une rotation avec un centre de rotation coronaire et un redressement des racines ; il faudra aussi que la mécanique soit non coulissante (voir chapitre sur la biomécanique). De plus pour garder le point de contact une ligature en 8 pourra être mise entre la molaire et la prémolaire (fig.100)

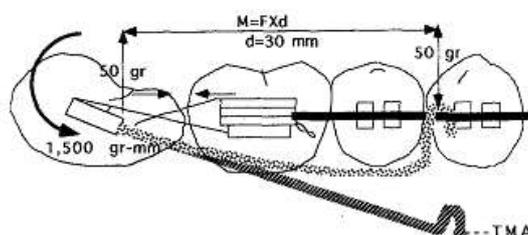


Figure 100. Exemple de ligature en 8 associée à un sectionnel de redressement.

### 2-2-2-2. Cas où la molaire et la prémolaire ne sont pas en contact

Dans ce cas il faut redresser la molaire puis effectuer une translation de celle-ci jusqu'au contact de la prémolaire (6). Pour ce qui est du redressement les techniques de redressement décrites précédemment permettent de réaliser un redressement de la molaire avec ou sans

égression en fonction du cas clinique. Pour la translation de la dent jusqu'au contact de la prémolaire plusieurs techniques peuvent être employées. Des techniques classiques ou des techniques utilisant des ancrages osseux grâce aux implants, mini-vis ou mini-plaques.

### 2-2-2-3. Les techniques classiques

-Les techniques coulissantes font glisser les dents sur des arcs rigides grâce à des chainettes élastomériques ou des ressorts en titane. (139)

Pour effectuer la translation de la dent, il faut faire passer la force par le centre de résistance de la molaire. Pour cela il est possible d'utiliser un crochet fixé à la bague molaire ; ce crochet arrive au niveau du centre de résistance de la dent. Il est situé en vestibulaire. Le même dispositif est utilisé au niveau de la prémolaire, un ressort en titane est interposé entre ces deux crochets (74). De cette manière la molaire va effectuer une égression pour fermer l'espace.

Mais ce type de crochet surtout au niveau de la molaire présente le risque de blesser la muqueuse alvéolaire (fig.101) surtout lorsque le vestibule est peu profond.



Figure 101. Lésion au fond du vestibule en regard du crochet placé au niveau de la molaire.

-L'utilisation d'arcs sectionnels utilisant des boucles de fermeture en T ou d'autres formes (71, 133).

-L'utilisation d'arcs continus (71) :

\*En utilisant la technique Edgewise des arcs droits de rétraction (arc droit avec des boucles de rétraction) associés ou non à des élastiques intermaxillaires de classe II pour faciliter le déplacement de la molaire. Mais attention à l'utilisation de ces élastiques car ils favorisent l'égression et la version de la molaire.

\*En utilisant l'arc tire pousse de Ricketts. C'est un arc avec des boucles de contraction sur les secteurs latéraux pour faire avancer les molaires et des boucles d'expansion au niveau du bloc incisif pour renforcer l'ancrage à ce niveau. Cet arc est conseillé lorsqu'il s'agit de réaliser une perte d'ancrage postérieur associé à un ancrage antérieur.

### **2-2-2-2. Techniques utilisant un ancrage osseux**

#### **2-2-2-2-1. Techniques utilisant des implants classiques**

Roberts en 1990 (113) et 1996 (111) réalise des translations de seconde molaire voir troisième molaire au niveau d'un site d'extraction de première molaire mandibulaire avec succès. Pour cela il utilise des techniques classiques grâce à des ressorts de contraction associés à un ancrage osseux réalisé à l'aide d'implants ostéointégrés. Ces implants sont proches des implants prothétiques ostéointégrés classiques à la différence qu'ils sont modifiés pour qu'ils puissent être mis au niveau du trigone rétromolaire.

L'avantage de cette technique est que l'ancrage est stationnaire mais le coût, la difficulté de la pose, le temps de cicatrisation sont un frein à l'utilisation de cette technique.

#### **2-2-2-2-2. Techniques de translation mésiale de la molaire grâce à des minivis (66)**

Kravitz et Tyler (66) utilisent des minivis en interradiculaire entre la canine et la première prémolaire mandibulaire ou entre l'incisive latérale et la canine mandibulaire du côté de l'édentement.

A partir de là, ils décrivent cette technique :

-Utilisation d'un ressort en vestibulaire allant de la minivis jusqu'à la face vestibulaire de la molaire. (fig.102)



Figure 102. Ressort allant de la minivis à la face vestibulaire de la molaire. (66)

Ceci a pour conséquence de créer un articulé croisé postérieur et une béance. Pour éviter cela ils préconisent :

- L'utilisation d'un élastique allant de la face linguale de la molaire jusqu'à la face linguale de la canine. Les incisives et canines doivent être ligaturées pour prévenir toute rotation de dents antérieures. (fig.103)
- D'incorporer la molaire distale adjacente et de positionner le ressort sur la molaire mésiale dans le système pour minimiser les effets parasites.
- D'utiliser un arc rectangulaire pour prévenir tout mouvement lingual ou vestibulaire.
- De plicaturer l'arc grâce à une pliure en V pour s'opposer aux mouvements parasites.
- Utilisation d'un crochet soudé au niveau vestibulaire de la molaire qui descend au niveau du centre de résistance pour créer une translation de la molaire.

Grâce à cette technique, l'espace est totalement fermé en 8 mois.

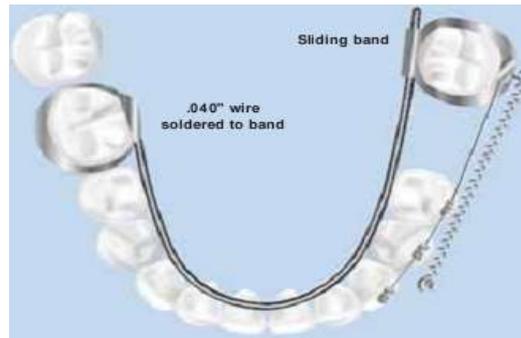


Figure 103. Elles permettent de visualiser l'élastique en lingual associé au ressort en vestibulaire. (66)

### 2-2-2-2-3. Technique sur un arc lingual pour la translation mésiale d'une molaire isolée

Ce système est, d'après les auteurs, mieux que la technique utilisant seulement un élastique.

Le principe est le suivant : un arc lingual de 0.40 est soudé à la bague de la molaire controlatérale (fig.104), cet arc au niveau de la molaire à déplacer glisse dans un tube soudé sur la bague molaire en lingual. De ce fait la molaire peut glisser le long de cet arc tout en étant guidée pour éviter tout mouvement parasite de celle-ci. Une minivis est située en avant de la zone édentée et sert d'ancrage pour tracter la molaire. La molaire sera tractée grâce à un ressort en Nickel-titane.



**Figure 104. Technique de glissement grâce à un arc lingual. (66)**

Devant la difficulté de déplacement de la seconde molaire mandibulaire, même avec des techniques utilisant les minivis, la fermeture d'espace, si celle-ci est grande, est à considérer. Car si le patient est âgé, la crête atrophique et l'espace à fermer étendu, la solution prothétique ou implantaire avec redressement molaire est préférable.

#### **2-2-2-2-4. Technique avec une miniplaque pour le redressement molaire et la fermeture d'espace**

Cette technique est réalisée par le Docteur Perrin à la page 169.

## 2-3. Le redressement des molaires incluses mésioversées



Figure 105. Deux molaires incluses mésioversées mandibulaires.

### 2-3-1. Conséquences orthodontiques de l'impaction de la seconde molaire mandibulaire (32, 77, 108, 128, 132).

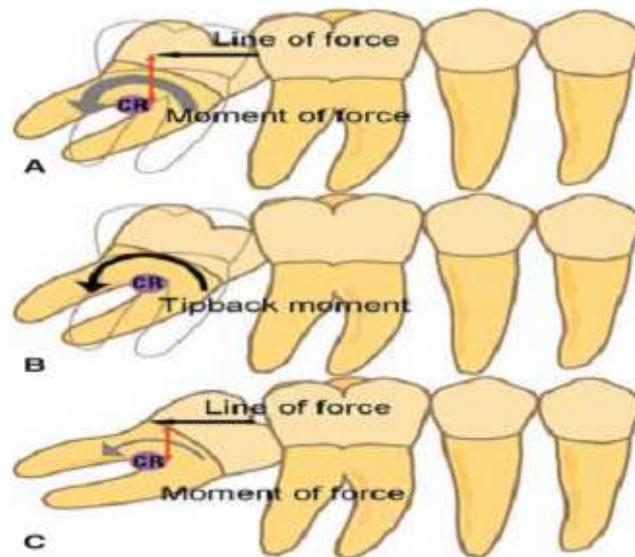
#### 2-3-1-1. Biomécanique

La différence majeure par rapport au redressement d'une molaire mésioversée suite à une extraction non compensée est que souvent la molaire se trouve bloquée contre la face distale de la racine de la molaire adjacente, ainsi que sous le rebord marginal distal.

La thérapeutique est différente suivant la sévérité de l'inclinaison de la molaire contre la face distale de la molaire. Lee et coll décrivent (73) les deux cas suivants :

Pour les versions modérées, une force simple ou un sectionnel de redressement classique sont suffisant car la ligne d'action de la force est suffisamment distante du centre de résistance de la dent (fig.106). La flèche rouge sur le schéma A permet de visualiser la distance entre le centre de résistance et la force. Dans le cas d'une version modérée le moment (moment = force  $\times$  distance) est suffisant pour reculer et redresser la dent. Comme nous l'avons vu plus tôt sur un ressort de redressement, du fait de l'appui sur le boîtier, l'arc génère un redressement et un recul de la dent.

Par contre pour les versions importantes où la dent est proche de l'horizontal (axe de la molaire versée voisin de  $90^\circ$  par rapport à la dent adjacente), la ligne d'action de la force est proche du centre de résistance (fig.106.Schéma C), de ce fait le moment généré est faible et insuffisant pour redresser et désinclure la dent de la face distale de la molaire adjacente. La solution est d'abord de générer une force de recul pour désinclure la molaire du rebord distal de la molaire adjacente. Puis ensuite de réaliser un redressement classique.



**Figure 106. Schéma montrant l'intensité du moment de bascule distale en fonction du degré d'inclusion de la molaire. (73)**

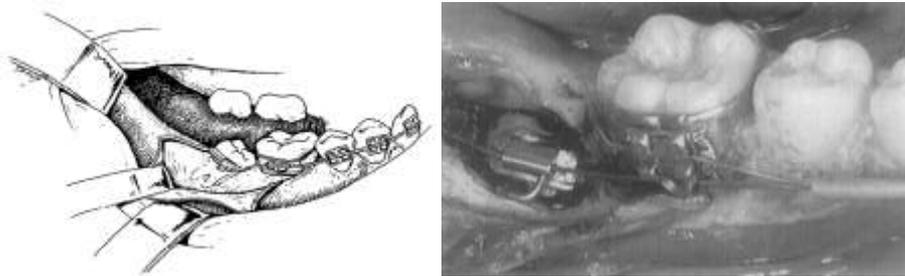
Dans les cas où la dent incluse n'est pas au contact de la première molaire, le redressement s'apparente à un redressement classique.

Le deuxième problème rencontré est l'accès à la face vestibulaire. Dans la plupart des cas, ce n'est pas possible. Seul un accès à la face occlusale est réalisable et dans d'autres cas la dent est complètement dans l'os.

Lorsque seul l'accès en occlusal est possible, alors l'enjeu sera de redresser la dent par l'intermédiaire d'un appui occlusal pour pouvoir mettre à jour la face vestibulaire de celle-ci et ainsi pouvoir y fixer un tube ou autre dispositif. On pourra alors pouvoir effectuer un redressement grâce aux techniques classiques de redressement molaire décrites avant.

Bien souvent la molaire incluse mésioversée est sous muqueuse voir intra osseuse.

Dans ce cas il faudra réaliser un dégagement chirurgical (fig.107) de la muqueuse, voir un fraisage de l'os pour pouvoir ainsi avoir un accès à la face occlusale ou vestibulaire de la dent(48).

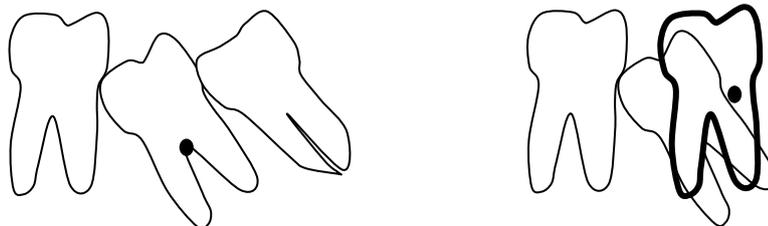


**Figure 107. Exposition chirurgicale de la molaire. (48)**

-Cas particulier où la dent de sagesse (85) bloque le redressement de la seconde molaire mésoversée car celle-ci est versée sur la seconde molaire.

Deux possibilités sont envisageables :

\*L'extraction de la dent de sagesse avant le redressement de la molaire. Cette extraction va modifier la position du centre de résistance (fig.108) de la seconde molaire car l'os en arrière sera plus souple et moins résistant. Ainsi le centre de résistance va se déplacer en distal et remonter, ce qui engendre une dérive postérieure de la molaire lors de son redressement, majorée par le fait que la dent de sagesse ne cale plus la seconde molaire.



**Figure 108. Localisation du centre de résistance en fonction de l'extraction ou non de la dent de sagesse. D'après Melsen. (85)**

\*De redresser simultanément la dent de sagesse et la molaire mésoversée.

### **2-3-1-2. Période optimale de traitement (109, 120)**

La meilleure période pour le redressement de la seconde molaire est entre 11 et 14 ans car l'apex n'est pas encore fermé. De ce fait, si le dégagement et le redressement de la molaire est possible, celle-ci pourra terminer son éruption normalement pour établir un point de contact avec la dent adjacente et venir se caler en occlusion. Si le traitement est réalisé au delà de cet

âge, alors bien souvent, une fois le dégagement et le redressement de la molaire fait, la molaire n'aura pas de point de contact et ne sera pas en occlusion.

### **2-3-2. Solutions Thérapeutiques pour le redressement des molaires mésioversées (77, 120)**

Pour les molaires incluses mésioversées deux traitements sont envisageables : l'un chirurgical qui a été vu précédemment et l'autre qui consiste en un redressement orthodontique. Cependant les deux sont souvent utilisés car le dégagement chirurgical permet de ménager un espace où fixer un dispositif orthodontique.

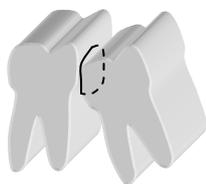
#### **Les solutions chirurgicales (vues plutôt) :**

Plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- Extraction de la dent incluse.
- Extraction de la dent incluse suivie d'une transplantation de la dent de sagesse.
- Redressement chirurgical de la dent incluse (subluxation).
- Découverte de la dent incluse pour y fixer un dispositif orthodontique.

#### **Les solutions orthodontiques :**

-Pour une mésioversion légère, la dent est proche de faire son éruption mais bloquée par le rebord distal de la couronne de la dent adjacente. Ce qui est indiqué dans ce cas-là, c'est un séparateur (anneau en caoutchouc qui se place au niveau du point de contact) placé entre les deux dents et permettant de libérer de l'espace pour que la dent arrive en occlusion (fig.109).



**Figure 109. Séparateur mis en place.**

-Les techniques orthodontiques utilisant des ressorts, des arcs et autres techniques pour les mésioversions légères à modérées.

-Les techniques ortho-chirurgicales. Elles allient un dégagement chirurgical de la dent incluse pour pouvoir utiliser un dispositif orthodontique.

-Les nouvelles techniques utilisant les TADs (Temporary Anchorage Devices) qui permettent d'utiliser les mécaniques orthodontiques grâce à un ancrage osseux et ainsi de limiter les pertes d'ancrage. Ces TADs sont les minivis et les miniplaques (Ces techniques seront vues dans les prochains chapitres.).

### **2-3-3. Les dispositifs de redressement orthodontique des molaires incluses mésioversées.**

Les premières techniques décrites pour redresser les molaires incluses mésioversées étaient des arcs de séparation placés chirurgicalement entre les deux molaires, pour que la molaire incluse puisse faire son éruption en étant dégagée de la molaire adjacente la bloquant, mais ce dispositif était difficile à mettre en place et le mouvement de la molaire limité.

Une autre technique a été décrite, elle consistait en la mise en place d'une tige à travers l'émail de la face occlusale de la dent incluse, ce qui permettait d'avoir un appui pour le redressement de la molaire. Mais cette technique est risquée à cause du risque de l'atteinte pulpaire de la dent et de sa fragilisation.

Un principe différent a été développé. Il consistait à prendre une empreinte de la partie émergente de la dent à redresser, puis de réaliser une couronne adaptée à cette partie et ainsi avoir un appui permettant de redresser la dent.

#### **2-3-3-1.Utilisation de séparateur pour des molaires légèrement mésioversées (23, 51)**

Si la molaire a quasiment fait son éruption mais est bloquée par le rebord distal de la couronne de la dent voisine, il faudra donc créer un léger espace. Ceci grâce à des anneaux élastomériques de différentes tailles et d'épaisseur. Il suffit d'insérer l'anneau au niveau du point de contact entre les deux dents puis de le remplacer la séance suivante par un anneau plus épais et ainsi de suite, ce qui va générer de la place pour que la dent fasse son éruption.

Les avantages de cette technique :

- Faible coût.
- Facile à mettre et à déposer.
- Peu d'inconfort pour le patient.
- Peu de risque si ingestion

Inconvénients de cette technique :

- Inflammation gingivale
- Risque que le séparateur élastomérique glisse le long de la racine de la molaire.

### 2-3-3-2.Le sectionnel piggy back(64)

#### 2-3-3-2-1.Réalisation

Le piggy back est un arc sectionnel fait à l'aide d'un fil rond en acier 0.018. Constitué de deux boucles (a et b sur la figure 110) permettant de ligaturer le piggy back sur l'arc sous-jacent, d'une boucle en U (c) pour pouvoir activer l'arc et d'une autre boucle (d) qui permet de glisser l'arc sous la face mésiale de la molaire mésioversée.

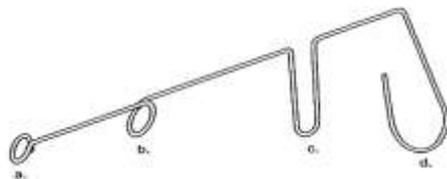


Figure 110. L'arc sectionnel Piggy back. (64)

La mise en place de la boucle doit être contrôlée par une radiographie rétro-alvéolaire (fig.111) pour éviter toute mauvaise position qui entraînerait une inflammation, voire une infection de cette zone interdentaire.



Figure 111. Radiographie de contrôle. (54)

Une fois que l'arc est ligaturé au niveau des deux prémolaires (sur les brackets) et de la molaire (sur le tube), l'activation est effectuée en compressant la boucle en U (fig.112).

Une fois le désenclavement et le redressement de la molaire réalisés, le redressement terminal de la couronne et des racines peut être effectué avec des techniques classiques.

### 2-3-3-2. Biomécaniques

L'arc crée un moment de redressement distal de la dent mais aussi une translation en distal de la dent car le point d'application de la force n'est pas loin de l'axe du centre de rotation (fig.109). De ce fait cela permet de désinclure la dent de la cuspidé distale de la première molaire.

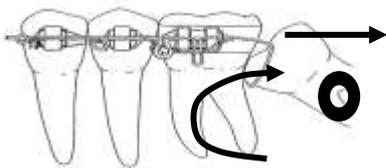


Figure 112. L'arc est ligaturé et activé. (64)

Des forces adverses s'exercent au niveau des dents d'ancrage, d'où l'intérêt de renforcer cet ancrage.

### 2-3-3-3. Technique intermaxillaire (43)

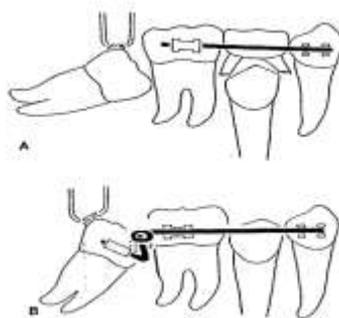


Figure 113. Traction intermaxillaire. (43)

Suite à un dégagement chirurgical, un bracket est collé en distal de la face occlusale de la molaire à redresser. Puis un élastique est placé en intermaxillaire (fig.113). Une fois le redressement partiel de la dent effectué, une méthode plus classique avec un arc de redressement est mise en place grâce à la possibilité de coller un tube molaire.

### Inconvénients :

- Risque d'extrusion de la zone au maxillaire où se fixe l'élastique. De ce fait un fort ancrage est nécessaire.
- Possibilité que la dent incluse reste coincée contre la face distale et égression de l'ancrage maxillaire.
- Cette technique ne génère pas de force de recul, si la molaire est bloquée par la face distale de la molaire adjacente cette méthode n'est pas adaptée.

## **2-3-3-4. Techniques utilisant un appui sur la face occlusale de la dent à redresser**

### **2-3-3-4-1. Technique utilisant un bras en distal de la molaire à redresser (70, 116)**

#### **2-3-3-4-1-1.Réalisation**

Lang en 1985 décrit le système suivant : une bague est fixée sur la molaire adjacente, puis un bras est soudé sur la face vestibulaire de celle-ci. Ce bras se prolonge en distal de la molaire à redresser.

Un bouton est collé sur la face occlusale de la dent à redresser et une chaînette élastomérique est tendue entre le bras distal et le bouton.

Un arc rigide de contention pour consolider l'ancrage est utilisé, il s'agit d'un arc de 0.018×0.025 en acier.

Une fois la dent redressée la finition peut être terminée grâce à des méthodes classiques (uprighting spring).

En 2002, Santoro décrit le même type de système réalisé à partir d'un arc transpalatin. Un arc transpalatin (fig.115) est ici utilisé en étant inséré dans un tube molaire. Le tube est collé sur la face linguale de la molaire qui se trouve en avant de la dent à redresser. Puis la partie de cet arc sensée être au niveau du palais va être refaçonée de manière à ce que cela forme un bras allant en distal de la molaire à redresser.

### 2-3-3-4-1-2.Biomécanique

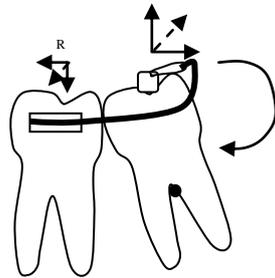


Figure 114. Forces agissant sur la molaire.

La force exercée en distal permet un recul de la molaire associée à une bascule distale qui favorisent le déblocage de la molaire à redresser. La composante d'égression est à surveiller lors du redressement afin de ne pas avoir d'interférence avec les dents antagonistes. La force de réaction R (fig.114) s'exerçant sur la molaire en mésial est faible du fait de l'utilisation de forces légères élastomériques.

Quand la surface occlusale arrive au niveau du bras distal, alors la force ne s'exerce plus qu'en distal, il n'y plus d'égression possible. Donc, si le bras est situé au niveau du plan d'occlusion, il n'y aura pas d'égression au dessus de celui-ci.

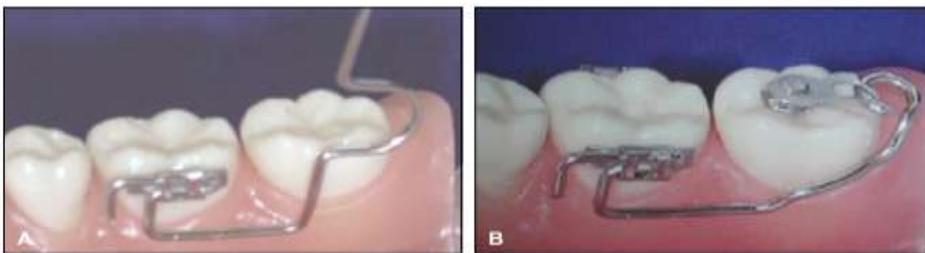


Figure 115. Arc transpalatin modifié servant de dispositif de redressement. (116)

### 2-3-3-4-1-3.Avantages

- Pas d'étape de laboratoire, ni d'empreinte.
- Attachement et adaptation facile.
- Du fait de cette force en distal de la dent, le temps de redressement est plus court. (4 à 5 mois)
- Peut être utilisé au maxillaire.
- Bien pour débloquer la molaire de la face distale de la molaire adjacente.

- Système facilement déposable.
- Peu de force réactionnelle en raison de l'utilisation de forces légères grâce à la chaînette élastomérique.
- Pas d'égression au dessus du plan d'occlusion si le bras est bien réglé.
- Pas de coopération du patient nécessaire.
- Pas de rotation molaire dans le sens vestibulo-lingual.

#### **2-3-3-4-1-4.Inconvénients**

- Il faut, le plus souvent, terminer l'ajustement du redressement de la molaire par un système plus classique.
- Ne suffit pas à relever une molaire incluse horizontalement.

#### **2-3-3-4-2.Technique utilisant un ressort Niti s'appuyant sur la face occlusale de la dent (124)**

##### **2-3-3-4-2-1.Réalisation (fig.116)**

La molaire devant la dent à redresser est baguée. Un bracket est collé en distal sur la face occlusale de la molaire à redresser. Un arc acier de 0.018 est inséré dans le tube molaire ainsi que sur le bracket, un ressort en TMA est compressé sur l'arc.

##### **2-3-3-4-2-2.Biomécanique**

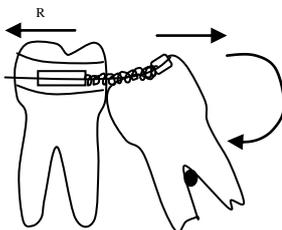


Figure 116. Schéma du dispositif

Le ressort en agissant sur la face occlusale va créer un moment de redressement distal de la couronne ainsi qu'une force de recul de la dent. Une force de réaction va se créer au niveau de la molaire adjacente égale et opposée. Une fois la dent dégagée de la molaire adjacente, celle-ci pourra faire son éruption.

### **2-3-3-4-3.Le ressort australien de redressement molaire (australian uprighting spring) (102)**

#### **2-3-3-4-3-1.Réalisation**

Ici la molaire adjacente à la dent incluse en mésioversion est baguee (fig.117) puis un ressort en fil australien est fixé de la bague, en vestibulaire, jusqu'à la face occlusale de la dent incluse où se trouve un bouton collé sur la face occlusale.

#### **2-3-3-4-3-2.Biomécanique**

Ce système s'apparente au système précédant utilisant un ressort en TMA. Dans le cas proposé le redressement s'effectue en 8 semaines (fig.118).

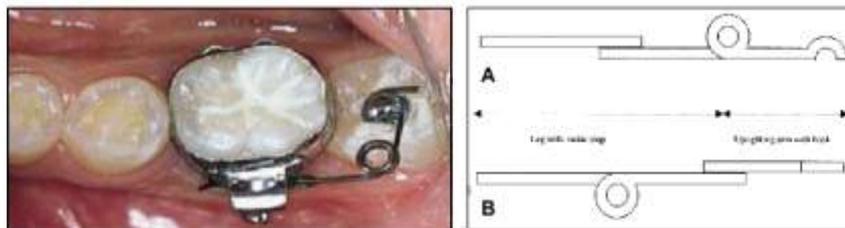


Figure 117. A droite dispositif en place, à gauche schéma du ressort. (102)

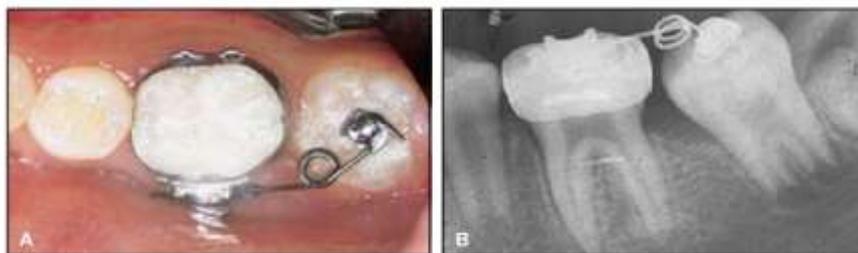


Figure 118. Photographie et radiographie du redressement. (102)

#### **2-3-3-4-4.Système utilisant un crochet fixé sur la face occlusale de la molaire à redresser (87)**

Cette technique comme la précédente réalise en même temps le redressement et le recul de la molaire pour la désinclusion de celle-ci.

#### **2-3-3-4-4-1.Réalisation (fig.119)**

Le crochet se fixant sur la face occlusale de la molaire à redresser est réalisé grâce à un fil en acier 0.014. Le ressort est réalisé en acier 0.018 et fixé en lingual sur la bague de la molaire. Le ressort est construit pour que son extrémité soit 4 à 5 mm en arrière de la molaire à redresser avant qu'elle ne soit redressée. L'ancrage de la dent baguée est renforcé par l'adjonction des prémolaires à cet ancrage.

#### **2-3-3-4-4-2.Biomécanique**

La force exercée sur la face occlusale engendre une rotation distale de la couronne ainsi qu'une translation de la dent en distale.



Figure 119. A gauche le crochet et à droite la bague et son ressort. (122)

#### **2-3-3-4-5.Système utilisant une grille et un crochet scellés sur la face occlusale (58)**

##### **2-3-3-4-5-1.Réalisation**

Un crochet (fig.121) est réalisé en acier (2 types l'un avec une grille, l'autre sans) et fixé sur la face occlusale de la dent à redresser grâce à du Durelon®. Puis une bague est fixée sur la molaire adjacente. Sur cette bague, un ressort hélicoïdal est fixé. Ce ressort est réalisé en acier 0.016. Il peut être intégré à un arc continu (fig.120 et 122) et ainsi être bilatéral.

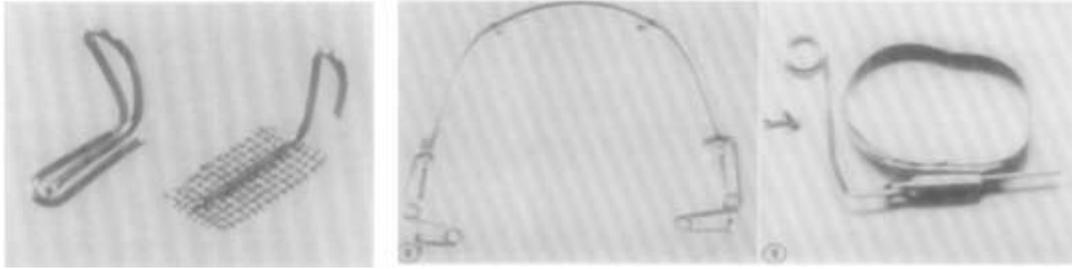


Figure 120. A droite ressort sur arc continu ou simplement fixé à une bague. (58)

Figure 121. A gauche crochet avec grille et sans. (58)

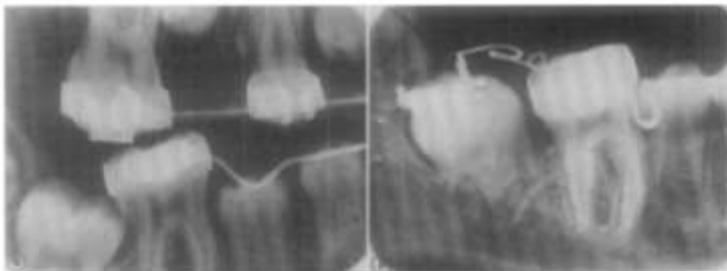


Figure 122. Dispositif en place à droite. (58)

### 2-3-3-4-5-2.Biomécanique

Similaire à la technique précédemment décrite.

### 2-3-3-4-5-3.Avantages

- Facilement réalisable et déposable.
- Peut être effectué en milieu semi-humide du fait de l'utilisation du Durelon.

### 2-3-3-4-5-4.Inconvénients.

- Faire attention à ce que le crochet ne rentre pas en interférence avec l'occlusion.
- Nécessite un ressort de type uprighthing spring classique associé à une ligature en 8 pour établir un point de contact et mettre la dent en occlusion.

## 2-3-3-4-6.Système utilisant un bouton occlusal allié a un ressort NiTi et un ressort acier (79)

### 2-3-3-4-6-1.Réalisation

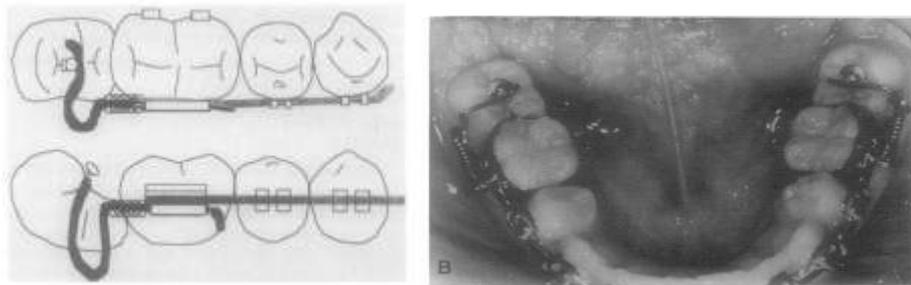


Figure 123. Vue occlusale et latérale du système. (79)

L'arc avec la boucle est réalisé en TMA 0.017×0.025 (fig.123). Un ressort en acier est placé en distal du tube molaire et devant la boucle de l'arc en TMA. Un bouton est collé sur la face occlusale pour pouvoir désinclure la molaire et la redresser. Le redressement s'effectue en 9 semaines environ. Une fois la molaire désincluse et redressée partiellement, elle ne sera pas en occlusion ni au contact de la molaire mésiale du fait de l'utilisation de ce dispositif qui distale et ingresse la molaire. Donc, Il faut utiliser un ressort de redressement classique qui va redresser la molaire en l'égressant, mais il faut aussi utiliser une ligature en 8 (fig.124) entre la molaire redressée et la molaire devant pour obtenir un point de contact.

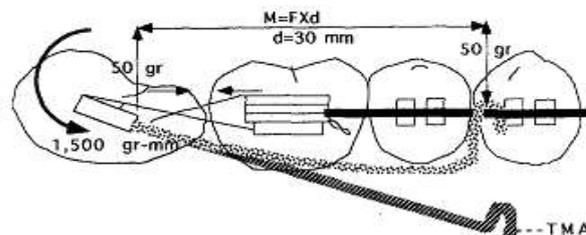


Figure 124. Schéma montrant un ressort TMA associé à une ligature en 8. (79)

Sur cette illustration (fig.124) on voit le sectionnel de redressement classique réalisé en TMA 0.017×0.025, ainsi que la ligature entre les deux molaires. Cette ligature permet de rétablir le point de contact entre les deux molaires en rapprochant la molaire redressée.

### 2-3-3-4-7. Techniques utilisant directement un uprighting spring (120)

On peut utiliser un ressort de redressement classique que si la molaire mésioversée n'est pas trop bloquée contre la face distale de la molaire adjacente.

De plus il faut pouvoir fixer un tube molaire sur la face vestibulaire de la dent, donc il faut que cette face soit accessible normalement ou après mise à jour chirurgicalement.

Si uniquement la cuspidé distovestibulaire apparaît, il y a possibilité de coller le tube sur cette cuspidé (125). Par la suite une fois le redressement en cours, la face vestibulaire devient plus accessible, le tube pourra être placé sur la partie adéquate de la dent.

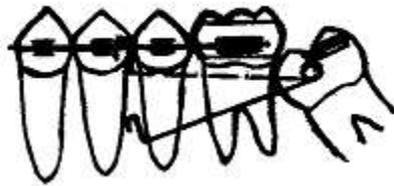


Figure 125. Un tube molaire est placé au niveau de la cuspidé distovestibulaire. (120)

Une autre solution possible : c'est de ne pas fixer le ressort sur la face vestibulaire à l'aide d'un tube mais de placer directement le ressort sur la face occlusale de la dent, puis de faire passer le ressort au niveau de la face vestibulaire (fig.126) en faisant passer le fil entre les deux cuspidés vestibulaires.

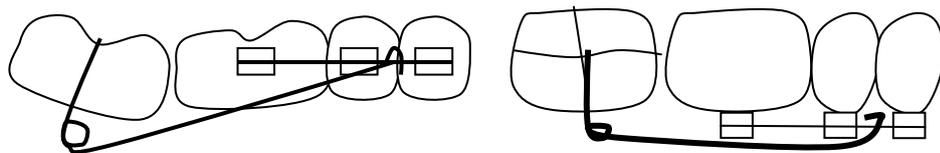


Figure 126. Schéma montrant une vue occlusale et latérale du ressort à appui occlusal. (64)

L'inconvénient de cette technique est le risque de version vestibulaire de la couronne.

### **2-3-3-5 .Technique utilisant un dispositif amovible (53)**

#### **2-3-3-5-1.Réalisation**

Ici le ressort appuie directement sur la face occlusale (fig.127) de la dent à redresser. L'ancrage est réalisé par l'appui sur l'appareil amovible. Pour stabiliser le tout, un crochet boule se glisse entre la prémolaire et la molaire.

#### **2-3-3-5-2 .Biomécanique**

Un redressement distal de la molaire sans égression s'effectue. C'est l'appui occlusal qui empêche toute égression lors du redressement de la molaire. Une fois la molaire partiellement redressée l'appareil est retiré pour que la dent effectue son éruption si le redressement est effectué lorsque la dent est immature. Si la dent est mature, il faut utiliser un ressort classique de redressement associé à une ligature en 8.



**Figure 127. Vue occlusale du dispositif amovible. (53)**

L'évolution des technologies permet une évolution des possibilités thérapeutiques. Dans cet esprit les minivis ont permis une meilleure prise en charge de ces molaires mésioversées.

Comme nous venons de la constater la prise en charge des molaires mésioversées par des moyens uniquement orthodontiques est certes possible mais non dénuée de difficultés. Aujourd'hui grâce à l'évolution des technologies, de nouvelles possibilités thérapeutiques s'offrent à nous. L'apparition des minivis vont permettre une meilleure prise en charge de ces molaires mésioversées.

Mais quelles sont les contraintes, les indications et contre-indication de ces nouveaux procédés ?

# **VI-Le redressement molaire à l'aide des mini-vis**

L'idée d'utiliser des vis pour obtenir un ancrage remonte à 1945 quand Gainsforth et Higley (42) ont placé des vis en vitalium dans le ramus de chien pour rétracter des canines. La première utilisation clinique remonte dans la littérature à 1983 où Creekmore et Eklund (29) utilisent des minivis en vitalium placées sous l'épine nasale pour traiter une supraclusion. Mais l'utilisation des minivis ne fut pas tout de suite exploitée. Puis de nombreux articles sont parus décrivant l'obtention d'un ancrage squelettique grâce à des implants classiques, des onplants et des implants palatins. En 1997, Kanomi (59) décrit l'utilisation de mini-implants spécifiques à un usage orthodontique, en 1998 Costa présente une minivis avec une tête en forme de bracket (28). De nombreux autres mini-implants sont apparus sur le marché. Récemment d'autres moyens d'ancrage osseux sont apparus tels que les mini-plaques et les ancrages zygomatiques.

## **1-Description des mini-vis orthodontiques (7, 72, 101)**

Chaque laboratoire produit ses mini-vis avec quelques petites particularités bien propres à sa marque mais dans l'ensemble des caractéristiques communes se démarquent.

Les principales variations se trouvent au niveau de la forme de la tête de la minivis.

Caractéristiques communes des mini-vis :

Cinq parties (fig.128) :

- la tête
- le sillon
- la tige hexagonale
- le col trans-muqueux
- la partie endo-osseuse

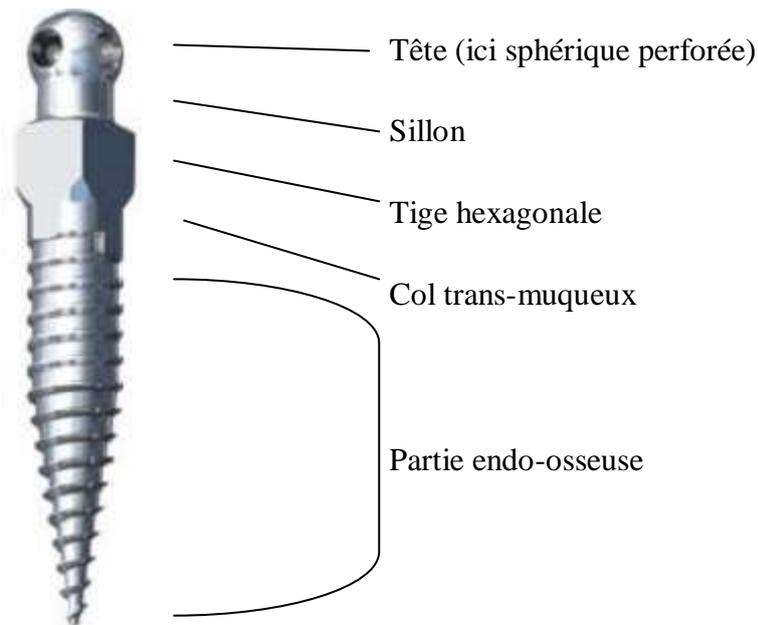


Figure 128. Schéma d'une minivis montrant les différentes parties. (101)

### 1-1.La tête (101)(fig.129)

C'est le point d'application de la force orthodontique. Suivant les fabricants elle peut prendre différentes formes.

**-Sans tête** : indiquée dans les zones où la muqueuse alvéolaire est mobile car l'on peut ainsi enfouir la mini-vis sous la muqueuse et limiter les problèmes d'inflammation de la muqueuse.

**-Bracket** : tête en forme de bracket comme son nom l'indique permettant une connexion à l'aide d'une ligature métallique, chaînes élastomériques, ressorts et arcs orthodontiques.

**-Circulaire** : la tête étant ici sphérique, elle est indiquée dans les zones recouvertes de gencive attachée.

**-Bouton ou plot** : peuvent être de différentes hauteurs, perforés ou non. On choisira celles de faible hauteur dans les zones de muqueuse attachée (zone de muqueuse kératinisée et adhérente à l'os sous-jacent) et celles avec plus de hauteur pour les muqueuses alvéolaires (zone de muqueuse au-delà de la gencive attachée qui est non kératinisée et non adhérente à l'os).

**-Cruciforme** : tête pouvant recevoir un mini tournevis implantaire.

**-Association du bracket et du cruciforme**

**-tête comprenant une vis de serrage :** dans ce cas, la tête est une vis qui se visse dans le col de l'implant, on a ainsi un sillon qui se réduit permettant de maintenir des éléments tel que des chaînettes élastomériques.

**-tête hexagonale**

**-tête en forme de crochet**



**Figure 129.** Différentes têtes de minivis.(101)

### **1-2.Le sillon**

Zone située sous la tête, peut être absente sur certains types de vis, sert essentiellement à y glisser des éléments tels qu'une chaînette élastomérique.

### **1-3.La tige hexagonale**

Sert au vissage à l'aide d'un tournevis. Elle sert aussi à empêcher la prolifération épithéliale car son diamètre est plus élevé que le col trans-muqueux, ainsi l'épithélium rencontre un obstacle à sa progression.

### **1-4.Le col trans-muqueux**

Sa hauteur s'adapte à l'épaisseur des tissus mous au niveau du site d'implantation. Il est lisse et poli afin de faciliter le nettoyage et réduire l'inflammation autour de la mini-vis.

Dans les zones où la muqueuse attachée est non mobile, épaisse et le maintien de l'hygiène assez aisé, la hauteur du col trans-muqueux sera de 1 mm en moyenne.

Dans les zones où la muqueuse est épaisse, mobile, on préférera un col trans-muqueux haut de 2 à 6 mm. Ce dernier permet d'éviter que la minivis ne soit recouverte par la muqueuse et d'éviter toute inflammation.

### **1-5.La partie endo-osseuse**

La fonction principale de la partie endo-osseuse est d'assurer une stabilité primaire (stabilisation mécanique initiale) maximale de la mini-vis. Cette stabilité est le facteur le plus important de la stabilité à long terme mais aussi la condition préalable à la cicatrisation avec une interface osseuse stable. De plus la stabilité primaire est liée au contact avec l'os cortical. Plus il y a d'os cortical qui soutient l'implant, meilleure est la stabilité.

Plusieurs éléments permettent de parvenir à cette stabilité primaire : le filetage, la longueur, le diamètre, la forme de la partie endo-osseuse et les événements.

**Le Filetage** : permet l'implantation dans l'os. Le filetage asymétrique permet une meilleure évacuation des débris osseux ainsi qu'une meilleure stabilité primaire de la vis.

Sur certains modèles on trouve un filetage différent suivant les zones. Notamment en apical, un filetage en pas de vis asymétrique permet une meilleure pénétration et évacuation de l'os.

**La longueur** : elle n'a que peu d'influence sur la stabilité primaire. La longueur a peu d'effets sur la répartition des contraintes, néanmoins un minimum de 5mm est nécessaire, en deçà de 4mm, le nombre d'échecs augmente. Au delà de 5 mm, il n'y a pas de différence significative sur la stabilité primaire, sauf si un ancrage bi-cortical est réalisé.

**Le diamètre** : la stabilité primaire et la répartition des contraintes est d'autant plus favorable que le diamètre augmente.

**Forme de la partie endo-osseuse :**

La partie endo-osseuse peut être de forme cylindrique ou conique. Cependant les vis cylindriques sont moins favorables car les forces verticales sur ces dernières entraînent des contraintes de cisaillement au niveau de l'os remettant en cause la stabilité de l'implant.

Les coniques n'ont pas ce phénomène et ont un effet condensant sur l'os.

La conicité variable croissante de l'apex au col trans-muqueux permet d'avoir une meilleure stabilité primaire au niveau de l'os cortical car c'est dans cette zone que le diamètre est le plus élevé et que l'os est le plus dense. Sur certains types d'implants, dans la zone en contact avec l'os cortical les mini-vis ont une section trapézoïdale permettant une meilleure stabilité primaire.

**Des événements** : on en rencontre au niveau apical mais aussi au niveau du corps pour une meilleure évacuation des débris osseux, une diminution des contraintes sur l'os et une diminution des risques de fracture de l'implant, surtout au niveau apical.

**Les vis peuvent être non-taraudantes, auto-taraudantes ou auto-forantes :**

Les vis non-taraudantes sont utilisées dans les matériaux durs, peu compressibles comme l'os cortical elles sont donc contre-indiquées dans un os fin et au maxillaire. Les spires de la vis ne

peuvent pas facilement comprimer ces matériaux fermes ; les vis non taraudantes nécessitent donc l'utilisation d'un taraudage préalable, qui va découper le filetage dans l'os. Ces vis évitent de développer des contraintes trop fortes sur l'os. Un préforage est nécessaire avant le taraudage.

Les vis auto-taraudantes sont utilisées dans les matériaux mous, moins compressibles, leurs filetages s'enfoncent dans les matériaux environnants en comprimant et en coupant l'os. Elles ont un bord d'attaque cannelé et ne nécessitent qu'un protocole de préforage, un taraudage n'est donc pas à faire.

Les vis auto-forantes ont une pointe en tire bouchon ; le préforage et le taraudage ne sont pas nécessaires.

### **1-6.Composition**

Elles sont généralement en alliage de titane de grade IV ou V plutôt qu'en titane pur. Si elles étaient en titane pur (ce qui serait meilleur au niveau biocompatibilité) elles ne seraient pas assez solides.

Depuis quelques temps certaines minivis sont en acier chirurgical car elles présentent plusieurs avantages par rapport aux minivis en alliage de titane. Dans un premier temps, l'acier est plus résistant à la fracture que le titane ; deuxièmement, l'interface entre l'os et l'acier est fibreuse et non osseuse, permettant ainsi une facilité de dépose (principe développé dans le paragraphe suivant). En revanche l'usinage de l'acier chirurgical est plus difficile que celui des alliages de titane.

## **2-Fibro-intégration ou ostéo-intégration**

### **2-1.But des mini-vis**

L'indication des minivis orthodontiques est d'assurer un point d'ancrage (c'est-à-dire rester fixe sans bouger dans l'os). Cet ancrage permet de prendre appui afin de réaliser des mouvements dentaires quand l'ancrage dentaire est insuffisant.

### **2-2.L'intégration**

Les mini-vis peuvent établir deux interfaces avec l'os, soit une fibreuse : la fibro-intégration ; soit une osseuse : l'ostéo-intégration. Ce sont les deux interfaces que l'on retrouve au niveau des implants prothétiques.

Mais il faut aussi que cette mini-vis puisse être retirée une fois sa fonction remplie. Ainsi la question se pose, est-ce que l'ostéointégration de la mini-vis ne nuit pas à sa dépose et est-ce

que la fibro-intégration de la mini-vis ne serait pas suffisante pour avoir un ancrage stable et une dépose aisée ?

### **2-3.La fibro-intégration (72)**

#### **2-2-1.Définition**

Présence de tissu fibreux entre l'os et la surface implantaire.

#### **2-2-2.Phyiologie**

La mini-vis est séparée de l'os par une ou plusieurs couches de tissu fibreux hautement organisées et d'origine fibreuse.

Juste après la mise en place de la mini-vis, l'os traumatisé va entamer un processus de cicatrisation de la zone osseuse lésée entre l'implant et l'os sain. Trois possibilités de cicatrisation sont alors possibles :

- Création d'une interface osseuse = restauration des tissus = ostéointégration
- Création d'une interface fibreuse = fibrointégration.
- Support osseux mort = perte de l'implant

A l'origine on croyait que la couche fibreuse servait d'amortisseur entre l'os et l'implant mais Bert en 1997 a montré qu'à cette interface les fibres de collagènes étaient parallèles à l'interface os-implant et non perpendiculaires. De ce fait cette couche peut augmenter en épaisseur aux dépens de l'os et induire une mobilité ainsi qu'une ostéolyse autour de l'implant. Cette prolifération fibreuse peut occasionner la perte de l'implant.

#### **2-4.L'ostéointégration**

L'ostéointégration est définie histologiquement comme l'ancrage direct d'un implant par formation de tissus osseux à l'interface os-implant. Même si le contact direct entre l'os et l'implant existe au niveau du microscope optique, il n'existe pas réellement au niveau du microscope électronique. Le microscope électronique ne révèle un contact direct que lorsqu'il y a adhésion chimique entre l'os et l'implant. L'ostéointégration n'est pas un phénomène isolé mais plutôt une série de processus de cicatrisation qui forme de l'os nouveau avec la surface implantaire. C'est le processus du maintien à long terme de l'interface par des modelages et des remodelages continus.

### **3-Facteurs influençant la formation de l'interface fibreuse ou osseuse**

#### **3-1.Les conditions générales du patient (72)**

Les maladies métaboliques affectant le métabolisme du calcium tel que l'ostéoporose, l'hyperparathyroïdie, l'ostéopénie et les processus de traitement par irradiation peuvent affecter le processus de cicatrisation du tissu osseux et ainsi orienter la cicatrisation vers un tissu fibreux.

#### **3-2.Les conditions locales (72)**

La quantité et la qualité du tissu osseux du site implantaire influencent beaucoup la stabilisation mécanique immédiatement après l'implantation = stabilité primaire. Ainsi si l'on a un tissu osseux très corticalisé la stabilité primaire sera forte et la tendance sera à l'ostéointégration.

Une forte vascularisation facilitera la cicatrisation et de ce fait l'ostéointégration.

#### **3-3.La biocompatibilité (72)**

La biocompatibilité du matériau utilisé influence grandement l'ostéointégration ou la fibrointégration. Plus le matériau est biocompatible plus il y aura interface osseuse.

L'état de surface aussi influence, ainsi un matériau rugueux créera plus d'interface osseuse.

Les matériaux pour implants sont classés selon leur biocompatibilité en bioactifs, bioinertes et biotolérés. Biotolérés étant le moins biocompatible.

Biotoléré : Lors de l'utilisation d'un matériau biotoléré l'os se forme à distance, une couche fibreuse s'interpose entre le matériau et le tissu osseux. On trouve cette situation lorsque l'on utilise des minivis en vitalium (cobalt chrome) et une fibrointégration est obtenue.

Bioinerte : Dans ce cas on observe une formation et un remodelage d'os au contact de l'implant mais pas de liaison entre l'os et l'implant au niveau macroscopique. Le titane est bioinerte. La liaison créée au niveau de l'os est supérieure à celle d'un matériau biotoléré du fait de cette ostéointégration.

Bioactif : Il s'agit d'une prolifération osseuse et liaison entre l'os et le matériau. Lorsqu'un implant est recouvert d'hydroxyapatite des liaisons peuvent s'établir entre l'implant et l'os.

### **3-4. Taille de l'espace os-implant**

Si l'espace entre l'os et la mini-vis est fin, meilleure sera la cicatrisation osseuse. Au contraire si l'espace est grand du fait par exemple d'un forage trop important, un tissu fibreux aura alors tendance à s'installer.

### **3-5. Traumatisme chirurgical**

Plus le traumatisme chirurgical est grand, plus la cicatrisation se fera par du tissu fibreux. Plus la lésion est étendue plus ce sera du tissu fibreux qui aura tendance à se former. L'os est sensible à la température. Plus il y aura d'élévation de température moins il y aura de synthèse osseuse par la suite. En effet la phosphatase alcaline osseuse responsable de la synthèse osseuse est dénaturée lorsque la température atteint 45°C pendant 1 à 5 minutes.

De même une pression excessive pendant l'intervention chirurgicale peut provoquer des lésions du tissu osseux.

Ces traumatismes peuvent être évités par l'utilisation de forets aiguisés sous irrigation.

### **3-6. Mise en charge immédiate.**

Plusieurs auteurs se sont penchés sur le fait de mettre ou non la minivis en charge immédiatement. Citons notamment :

Melsen et Costa en 2000 (84) montrent qu'en appliquant une force inférieure à 50-200 CN (centi Newton) ou supérieure à 1500-2000 CN une résorption osseuse est observée. Si la force est comprise entre 200 et 1500 CN, une apposition osseuse apparaît, elle est même plus dense du côté de la force.

Freire et coll. (41) en 2007 ont montré qu'une mise en charge immédiate avec des forces légères n'affecte en rien les performances de la minivis. De même Owens et coll. en 2007 (100) montrent que la mise en charge immédiate avec des forces légères (25 à 50 g) peut être accomplie avec succès. Le fait que la minivis soit au maxillaire ou à la mandibule n'affecte pas le taux d'échec. Par contre le placement dans un site d'extraction ou juste à côté diminue le taux de réussite.

La décision de mise en charge immédiate dépend de la stabilité primaire et de la qualité osseuse. Si on a une forte épaisseur de corticale et une bonne stabilité primaire on pourra alors appliquer une force entre 100 et 150g. Le mois suivant, si la stabilité est toujours effective on pourra appliquer une force comprise entre 300 et 400g. Sinon il faudra diminuer la force. Par contre si la stabilité primaire est faible ainsi que la qualité osseuse, alors on différera la mise en charge ou on appliquera une force réduite de 50g (72).

#### **4. Choix entre la fibro-intégration et l'ostéo-intégration pour les mini-vis**

Le but des mini-vis est d'être fixe, on s'orienterait alors plus vers une mini-vis ostéointégrée garantissant une meilleure stabilité que l'interface fibreuse. Mais une mini-vis à usage orthodontique est d'utilisation temporaire et doit pouvoir être retirée facilement sans pour autant se fracturer. De ce fait l'interface fibreuse est privilégiée pour cette raison.

Mais l'interface fibreuse est-elle suffisante pour assurer un ancrage orthodontique ?

Gray et Smithen en 2000 (52) constatent que des vis en vitalium ne pouvant effectuer qu'une interface fibreuse restent stables sous la charge malgré l'encapsulation fibreuse. Ainsi l'ostéointégration n'est pas nécessaire pour les minivis, à condition que la stabilité primaire soit suffisante.

Favero et coll. en 2002 (39) affirment que lors de la mise en charge immédiate, les analyses histologiques montrent l'absence de contact intime et uniforme à l'interface et l'interposition de tissu fibreux. Cependant la stabilité n'est pas compromise durant le traitement.

Donc l'interface fibreuse est suffisante pour réaliser un ancrage orthodontique et permet une dépose plus aisée de la mini-vis.

Pour des mini-vis en vitalium une interface fibreuse est seulement possible mais pour des mini-vis en titane n'y aurait-il pas une ostéointégration ?

Pour Costa (28) et Kanomi (59) les minivis peuvent être considérées comme des éléments ostéointégrés. De même Deguchi (35) retrouve des signes d'ostéointégration. Carano (22), Umemori (130), Melsen et Costa (84) montrent que le taux d'ostéointégration des minivis est de moitié inférieur à celui des implants classiques et peut varier de 10 à 58 pourcents. L'ostéointégration des minivis en titane dépend essentiellement du temps passé par la vis dans l'os mais reste indépendante du type d'os et de la force appliquée.

On voit ainsi que plus on laisse la vis en titane en place, plus l'ostéointégration se produit, or celle-ci n'est pas recherchée, du fait qu'il faut pouvoir déposer facilement la vis. Le plus souvent, la surface des mini-vis est lisse et sans traitement de surface pour limiter cette ostéointégration. De ce fait on peut utiliser des mini-vis en acier comme le vitalium car celui-ci crée une fibro-intégration qui est suffisante pour supporter les forces orthodontiques.

L'ostéointégration est recherchée quand la structure doit recevoir des forces occlusales, pour les mini-vis ce n'est pas le cas (22).

D'après les auteurs, une fibrointégration est suffisante pour réaliser un ancrage orthodontique à condition que la stabilité primaire de la minivis lors de la pose soit suffisante (22).

## **5-Facteurs influençant la stabilité primaire**

### **5-1.Conditions générales (72)**

L'os est en remodelage permanent, un trouble du métabolisme osseux peut affecter la qualité et la cicatrisation de celui-ci.

### **5-2.Conditions locales des tissus durs :**

#### **5-2-1.La qualité d'os**

Dalstra et Coll. (30) ont montré que l'épaisseur de la corticale osseuse conditionne l'ensemble du transfert de charge de la minivis à l'os, et que la densité de l'os spongieux ne joue qu'un rôle mineur. Ainsi cette étude montre que la stabilité de la minivis est principalement due à l'épaisseur de la corticale et peu à l'os spongieux. Bien que Lee (72) affirme qu'un os spongieux dense soit préférable à un os spongieux peu dense.

#### **5-2-2.La densité de l'os**

D'après Lee (72) un os cortical dense est plus favorable pour la stabilité primaire, mais a moins de capacité de cicatrisation après le traumatisme chirurgical du fait de sa faible vascularisation. Ainsi sur un os cortical très dense tel que celui de la mandibule, le traumatisme chirurgical doit être le plus faible possible.

### **5-3.Conditions locales des tissus mous (72,101)**

Il est préférable de placer l'implant dans une zone de gencive attachée sans inflammation. L'hygiène buccodentaire est de rigueur pour ne pas compromettre la cicatrisation.

### **5-4.Facteur dû à l'opérateur (72,101)**

La stabilité dépend de la dextérité de l'opérateur à ne pas réaliser de traumatisme lors de l'implantation ; comme une force verticale excessive, une perte d'axe puis un redressement de l'axe, ce qui va créer un puits de forage trop large et une stabilité primaire faible. Un lambeau peut être réalisé pour avoir un meilleur accès.

## **5-5.Facteurs implantaires (72,101)**

### **5-5-1.La forme de la mini-vis**

Les vis cylindriques sont néfastes du fait qu'elles engendrent des forces verticales et des forces de cisaillement au niveau de l'os. Pour les coniques l'effet sur l'os est meilleur car elles engendrent un effet condensant sur l'os.

### **5-5-2.Le filetage**

-Le filetage en pas de vis asymétrique est plus facile à insérer mais la répartition des contraintes est moins favorable.

-Le filetage trapézoïdal ou rectangulaire est d'insertion plus difficile mais assure la meilleure répartition des contraintes car il assure un effet condensant sur l'os.

### **5-5-3.Le diamètre**

La diminution du diamètre facilite l'insertion de la minivis sans risque important de lésion radiculaire. Mais on note un risque accru de fracture si le diamètre est inférieur à 1,2mm (78) (30).

Miyawaki (91) trouve qu'au-delà de 1,5 mm la stabilité des mini-vis est identique à la mandibule et au maxillaire. Si l'épaisseur de corticale est suffisante il suggère l'utilisation de mini-vis de diamètre compris entre 1 et 1,5 mm. Par contre si la corticale est de faible épaisseur, il conseille l'utilisation de vis avec un diamètre compris entre 2 et 3mm.

## **5-6.Méthode de mise en place (72)**

Deux types d'agressions peuvent influencer la stabilité primaire de la vis :

-la pression physique lors du vissage qui entraîne un traumatisme de l'os, surtout pour les vis autoforantes.

-L'augmentation de la température lors du frottement de l'os avec l'implant

## **6-Pourquoi les minivis en orthodontie ?**

Les minivis trouvent leur place en orthodontie car elles permettent d'établir un ancrage osseux. Dans un premier temps définissons l'ancrage puis intéressons nous à celui réalisé par les minivis.

## 6-1. Définition de l'ancrage orthodontique (71)

En biomécanique orthodontique l'ancrage est la résistance d'un corps au déplacement. L'action engendre la réaction. Lorsqu'un corps se déplace, il est habituel de dire que les forces motrices l'emportent sur les forces résistantes.

En orthodontie les forces résistantes sont de deux ordres :

- la résistance stable, c'est-à-dire le point d'ancrage de la force.
- la résistance mobile : point d'application et résistance de la dent à se déplacer.

Dans l'exemple des forces extra-orales, la résistance stable est représentée par l'appui péri-crânien et la résistance mobile est constituée par les molaires à déplacer. La résistance stable peut aussi être représentée par un groupe de dents qui va servir de point d'ancrage à la rétraction d'une canine par exemple, la canine sera la résistance mobile. C'est la différence de valeur entre la résistance mobile et stable qui va nous dire quels seront les déplacements dentaires. Ce principe est mis en évidence grâce au trinôme de Nevreze.

Dans lequel on a :

- FM = la force motrice qui est appliquée à la résistance mobile pour la déplacer.
- RM = la résistance mobile qui est l'objet à déplacer.
- RS = la résistance stable qui est le point d'appui.

Plusieurs situations sont à envisager :

Cas ou  $RM < RS$ , ce qui correspond à un ancrage classique :

- $FM < RM < RS$  : la force motrice développée pour déplacer la dent est inférieure à la résistance mobile de la dent, de ce fait à la résistance stable, il n'y a donc pas de déplacement.

- $RM < FM < RS$  : Le mobile se déplace mais l'ancrage reste fixe.

- $RM < RS < FM$  : Dans ce cas le mobile et le stable se déplacent car la force motrice est supérieure. On a affaire à une perte d'ancrage et le déplacement de l'ancrage est d'autant plus faible que RS est fortement supérieure à RM et que RS est voisine de FM.

Cas ou  $RM = RS$  :

- $FM < RM$  ou  $FM < RS$  : il n'y aura pas de déplacement.

-FM>RS ou FM>RM : On aura alors un déplacement simultané du mobile et du stable.

Ainsi la préservation de l'ancrage en orthodontie sera un élément clé de la réussite du traitement orthodontique.

## **6-2.Les différents types d'ancrages (71)**

Différentes formes d'ancrages peuvent être utilisés afin de mener à bien un traitement orthodontique.

### **6-2-1.L'ancrage passif**

C'est l'ancrage naturel des dents dans la cavité buccale.

-Ancrage parodontal : C'est la résistance de la dent à son avulsion de son alvéole du fait du ligament parodontal et des parois osseuses.

-Ancrage musculaire : Les dents sont situées dans un couloir de neutralité au niveau des forces entre les pressions musculaires externes (muscles masticateurs et muscles labiaux), les pressions musculaires internes (la langue = sac muqueux rempli de muscles d'après Talmant. On y trouve 17 muscles). C'est le couloir dentaire de Château.

-Ancrage cortical : Du fait de l'épaisseur et la densité de l'os cortical le déplacement dentaire à travers celui-ci est plus difficile et donc plus lent. Si on déplace les racines d'une dent au niveau de la corticale, cette dent pourra alors servir d'ancrage. Ce principe a été décrit par Ricketts.

Chaque dent a une valeur d'ancrage propre, en fonction de la longueur de ses racines, du nombre de ses racines, du volume des racines, de leur localisation et du niveau osseux.

Ainsi Freeman (fig.130) a établi une moyenne des surfaces radiculaire en millimètres carrés. Plus la surface radiculaire est grande, plus la résistance offerte est élevée. Exemple : une première molaire maxillaire a une surface radiculaire de 533mm<sup>2</sup>, alors que la seconde prémolaire maxillaire a une surface radiculaire de 257 mm<sup>2</sup>, l'ancrage est plus faible au niveau de la prémolaire.

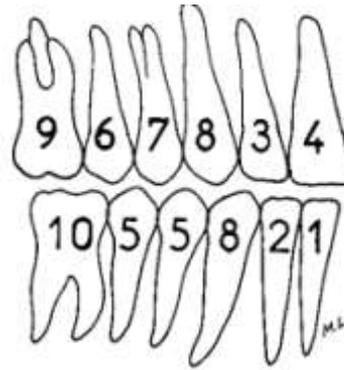
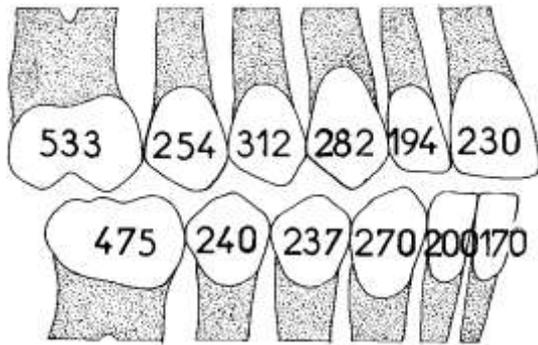


Figure 130. Surface radulaire selon Freeman. (71) Figure 131. Valeur guide d'ancrage selon Jarabak. (71)

Jarabak (fig.131) lui, propose une valeur guide d'ancrage à chaque dent. Ainsi une incisive mandibulaire a une valeur de 1 et une molaire mandibulaire une valeur de 10.

### 6-2-2.L'ancrage actif

C'est l'ancrage mécanique produit par les dispositifs orthodontiques, pour éviter le déplacement des dents d'appui. Le but est le même : éviter le déplacement des dents d'ancrage.

Parmi ces moyens on a :

- les courbures anti-version et anti-rotation des arcs.
- les butées ou stop sur les arcs.
- les ligatures de plusieurs dents pour additionner les valeurs d'ancrage.
- les élastiques utilisés de façon différentielle pour éviter le déplacement des dents d'ancrage.
- les arcs palatins, linguaux.
- les forces extra buccales.

Tweed a décrit l'ancrage comme étant mécanique par nature, avec des courbures d'anti version permettant de positionner les dents comme des piquets de tente plantés obliquement pour résister à la tension des cordages.

Ricketts a décrit l'ancrage corticale en plaçant les apex des molaires inférieures dans les corticales.

### **6-3.Limites de l'ancrage orthodontique classique (72)**

#### **6-3-1.La coopération du patient**

Que ce soit pour des forces extra-orales ou la mise en place d'élastiques intermaxillaires, si le patient ne coopère pas, des mouvements de l'ancrage seront inévitables.

#### **6-3-2.Les mouvements parasites des dents d'ancrage**

De nombreuses études ont montrées un déplacement même léger des dents d'ancrage. Le plus souvent on arrive à un résultat de compromis car l'ancrage dentaire n'est en général pas absolu. On parle d'ancrage absolu quand il n'y a pas de mouvement des dents d'ancrage en conséquence à la réaction des forces appliquées pour déplacer la dent (31).

#### **6-4.Les caractéristiques d'un ancrage idéal**

Les différents critères qui vont suivre sont ce que l'on attend d'un ancrage orthodontique idéal :

- Biocompatibilité
- Simple et facile d'utilisation
- Gain de temps
- Réaliser un ancrage absolu
- Avoir un coût faible
- Ne pas solliciter la coopération du patient
- Fiable
- Facilité à mettre en œuvre

#### **6-5.Est-ce que les minivis remplissent ces conditions avec succès ?**

##### **6-5-1.La biocompatibilité**

On retrouve deux types de minivis, en acier ou en titane de grade IV ou V. Ces deux matériaux sont bien tolérés par l'os, seule la nature de l'interface avec l'os varie (72,101).

## **6-5-2.Facilité et simplicité d'utilisation**

### **6-5-2-1.Avantages (7,72,101)**

La mise en place et la dépose ne requiert pas de procédure chirurgicale sauf cas particuliers, contrairement aux implants classiques et aux mini plaques qui nécessitent la réalisation d'un lambeau. Dans certains cas particulier un lambeau peut être réalisé pour placer la minivis.

Une minivis peut être posée en une seule séance par un orthodontiste.

Il n'y a pas besoin d'étape de laboratoire pour réaliser un guide chirurgical comme sur des implants classiques.

Les minivis offrent une multitude de localisations possibles au maxillaire et la mandibule contrairement aux implants classiques.

La dépose est aisée car l'ostéointégration n'est pas recherchée.

L'utilisation de minivis autoforantes ne nécessite aucun autre instrument mis à part un tournevis ou un instrument adapté à la pose de la vis.

Utilisation de forces simples dont le résultat est facilement prévisible.

### **6-5-2-2.Inconvénients**

Dans certains cas un préforage est nécessaire pour éviter un échauffement trop important de l'os.

Dans les zones où la gencive est mobile un lambeau peut être réalisé pour ne pas trop léser la gencive et avoir un meilleur accès à l'os sous-jacent. La pose peut être réalisée par un confrère spécialisé en chirurgie.

Difficulté d'accès dans les zones postérieures.

## **6-5-3.Gain de temps**

### **6-5-3-1.Avantages**

La mise en charge immédiate peut être réalisée juste après la mise en place, si la stabilité primaire est effective, la mise en charge peut alors être faite sous des forces orthodontiques

légères (22,25,28,84,86,95,96,97,103) et ne dépassant pas 2 newton pour MiyawaKi (91). Pour une minivis de 2mm de diamètre la force ne doit pas dépasser 50 cN d'après Dastra(30).

Diminution du temps de traitement car l'on peut réaliser un traitement sectoriel appliqué à une seule dent, avec des forces simples (22).

### **6-5-3-2.Inconvénients**

Les études histologiques concernant la mise en charge immédiate n'ont été faites que sur des animaux. Donc un recul clinique est nécessaire pour confirmer ces affirmations.

### **6-5-4.Les minivis réalisent-elles un ancrage absolu ?**

Liou en 2004 (76) a fait une étude comparant la position d'une minivis sous charge orthodontique en début et en fin de traitement. Il compare la position des minivis par superposition de radio effectuées en début et en fin de traitement. Il découvre un mouvement des minivis pouvant aller jusqu'à 1,5mm dans le sens de la force appliquée. Mais la minivis reste stable et remplit parfaitement son rôle d'ancrage, aucune perte de minivis n'est à déplorer. Ce déplacement des minivis serait dû à plusieurs facteurs, comme la longueur de la minivis, la force orthodontique, la profondeur d'enfouissement, la qualité osseuse, la quantité d'os, la période d'attente avant la mise en charge. Liou émet une hypothèse pour expliquer le déplacement des minivis. Une couche fibreuse (fibrointégration) s'interpose entre la minivis et l'os, lorsque le temps de cicatrisation suite à la pose ne dépasse pas 2 semaines. Cette couche fibreuse aurait rempli le même rôle que le ligament parodontal d'une dent classique. Le fait d'appliquer une force sur l'implant aurait entraîné une résorption du côté pression et une apposition du côté tension de la minivis, tout comme une dent normale avec son ligament, ceci aurait eu pour effet de déplacer la minivis de 1,5mm au maximum.

Une autre cause serait que lors de la pose, il y aurait eu un échauffement de l'os, qui aurait entraîné la formation d'une interface fibreuse inflammatoire entre la vis et l'os, ce qui aurait entraîné le déplacement de la dent. Mais cette hypothèse est moins probable, car l'implant est resté stable et a rempli son rôle sans échec (76).

En 2008 Wang et Liou (135) ont effectué une étude sur des minivis autoforantes et non autoforantes pour savoir si elles restaient stationnaires sous l'action des forces orthodontiques. Ils ne trouvent pas de différence entre les auto et non-autoforantes, les deux sortes se sont déplacées dans l'os mais restent stables. De même ils observent un déplacement allant jusqu'à 1,5mm dans le sens de la force. La durée de mise en charge ainsi que l'intensité de la force influenceraient l'amplitude du déplacement.

Dans ces deux articles les auteurs recommandent de placer les minivis à 2mm minimum des structures anatomiques voisines et des dents pour prévenir ce déplacement de 1,5mm.

Les minivis ne réalisent donc pas un ancrage absolu mais proche, car le mouvement n'est pas important (moins de 1.5mm) et les minivis restent assez stables pour assurer l'ancrage.

#### **6-5-5.Le coût (101)**

Relativement faible si l'on compare à celui d'un implant classique mais le but d'une minivis n'est pas le même que celui d'un implant. De plus les minivis sont temporaires.

#### **6-5-6.Ne pas solliciter la coopération du patient (72,101)**

En dehors d'une hygiène rigoureuse qui doit être enseignée au préalable, aucun autre effort n'est demandé si ce n'est de ne pas solliciter la vis par des tics. Mais il est à noter que les minivis peuvent être utilisées pour y placer des forces intermaxillaires, dans ce cas la coopération du patient pour la pose des élastiques est nécessaire.

#### **6-5-7.Fiabilité (101)**

Suivant les auteurs cela peut varier de 87 à 100 pourcents, ainsi on constate une moyenne à 91 pourcents.

A travers ces critères, les minivis répondent en majeure partie aux exigences attendues. Cependant, quelques lacunes persistent, notamment au niveau de l'ancrage. Les minivis peuvent se déplacer à travers l'os (76,135).

### **6-6.Intérêt des minivis (19)**

#### **6-6-1.Chez le patient dont la croissance n'est pas achevée**

Lorsque des mécaniques traditionnelles permettent d'obtenir les mêmes résultats qu'avec des minivis, il est préférable de ne pas utiliser des vis d'ancrage pour éviter tout surtraitement. Par contre si l'ancrage classique est déficient ou le mouvement impossible l'utilisation de minivis peut être justifiée.

Le taux d'échec de minivis chez le patient dont la croissance n'est pas achevée est plus élevé que chez l'adulte (72). Ceci est dû au fait que l'os cortical est moins épais et moins dense, ce qui rend la stabilité primaire de la minivis plus faible. Ainsi les minivis ne sont à utiliser que lorsqu'elles sont susceptibles d'apporter un plus au traitement.

### **6-6-2.Chez l'adulte**

L'utilisation des minivis comme ancrage prend tout son sens chez l'adulte car chez celui-ci l'ancrage naturel est souvent diminué :

- le nombre de dents présentes est réduit.
- les crêtes alvéolaires sont résorbées.
- les rapports d'occlusion sont plus instables.
- l'usure et les migrations dentaires sont plus importantes.
- la maladie parodontale fréquente entraîne des mobilités plus ou moins importantes.

Le déplacement de dents au parodonte réduit ne peut se faire qu'avec des systèmes de forces bien contrôlées ainsi les appareils amovibles sont à éviter tant que possible.

Les moyens mécaniques de renfort d'ancrage utilisés couramment chez l'enfant ou l'adolescent sont plus difficiles à intégrer dans un traitement adulte.

L'ancrage est une nécessité majeure, surtout chez l'adulte pour qui les mouvements dentaires souhaités sont souvent des mouvements unitaires isolés, le reste de la denture ne devant subir que peu de modifications.

Les indications des minivis peuvent pallier les carences d'une solution orthodontique conventionnelle sans manifestation parasite. Cependant si un traitement classique est réalisable dans de bonnes conditions, il est préférable de s'y limiter pour éviter le surtraitement.

### **6-6-3.Indications et contre-indications (19)**

Les indications des minivis sont multiples, dans cette thèse on retiendra que les minivis peuvent être utilisées pour le redressement de molaires incluses ou non et de l'aménagement de l'espace prothétique.

Les contre-indications de pose de minivis sont celles de l'implantologie en général.

## **6-7.Les 2 types d'ancrage réalisables grâce aux minivis (72)**

### **6-7-1.Ancrage Direct**

On parle d'ancrage direct lorsque la force est appliquée directement entre la minivis et la dent à déplacer.

### 6-7-2.Ancrage indirect

On parle d'ancrage indirect lorsque la minivis est positionnée de manière à renforcer un ancrage dentaire classique. Ceci est réalisé le plus souvent grâce à une connexion rigide.

### 6-8.Classification des différentes mécaniques utilisant des minivis (72)

Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur la biomécanique orthodontique, on a des systèmes statiquement indéterminés que l'on peut aussi appeler basés sur la forme. On a aussi les systèmes statiquement déterminés que l'on peut aussi appeler basés sur les forces.

Les mécaniques mises au point avec les minivis peuvent être classées en cinq groupes :

#### 1-Mécanique basée sur la forme avec ancrage indirect

Dans l'exemple de la figure 132, on a une technique classique basée sur la forme qui est l'arc droit associé à un ressort en compression à laquelle s'ajoute une minivis qui va venir renforcer l'ancrage grâce à une connexion rigide entre la vis et l'arc.

Grâce à l'ancrage indirect obtenu par la minivis les mouvements dentaires de l'unité d'ancrage sont minimisés.

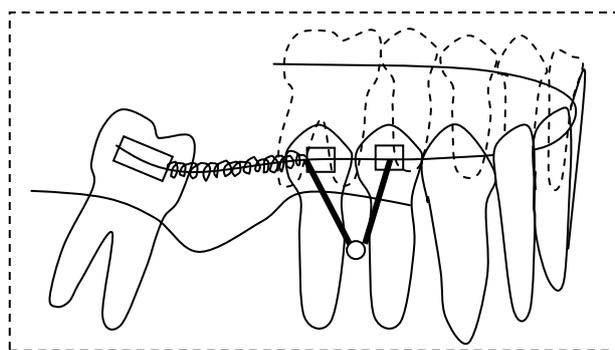


Figure 132. Schéma montrant une minivis entre 44/43 renforçant l'ancrage de l'arc.

#### 2-Mécanique basée sur les forces avec ancrage indirect

Exemple : Ce type de mécanique consiste au renforcement des dents d'ancrage pour une mécanique utilisant un ressort de redressement classique (Fig. 133)

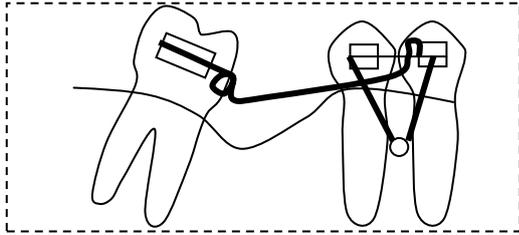


Figure 133. Mécanique basée sur les forces avec ancrage indirect.

### 3-Mécanique basée sur les forces avec ancrage direct type I

Ce type de mécanique est la plus simple, c'est-à-dire que la force est directement générée à partir de la minivis (fig.134).



Figure 134. Ressort de redressement s'appuyant sur une minivis.(73)

### 4-Mécanique basée sur les forces avec ancrage direct, type II

On utilise une force simple qui va stabiliser l'ancrage d'un système basé sur les forces. Cette force simple est réalisée grâce à la minivis. Dans l'exemple de la figure 135 la minivis sert à produire une force qui va aller contre le mouvement parasite de l'unité d'ancrage. Ce type de mécanique est peu utilisé. Sur la figure 135, pour lutter contre l'égression des dents d'ancrage, une ligature élastomérique est utilisée ; elle va ainsi annuler la force égressive.

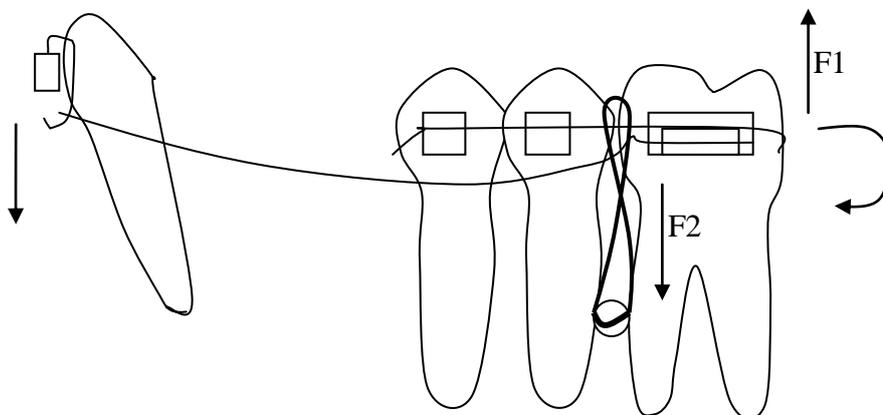


Figure 135. Mécanique basée sur la force avec ancrage direct de type II. Dans ce cas d'ingression incisive, la tendance des dents de l'ancrage est à l'égression, pour contrer cela et ainsi renforcer l'ancrage, une ligature entre la minivis et l'arc est réalisée. Ceci crée une force F2 qui s'oppose à F1.

## 5-Association de mécanique et d'ancrage direct.

La minivis est utilisée de telle manière à ce qu'elle favorise le mouvement désiré. Exemple sur la figure 136.

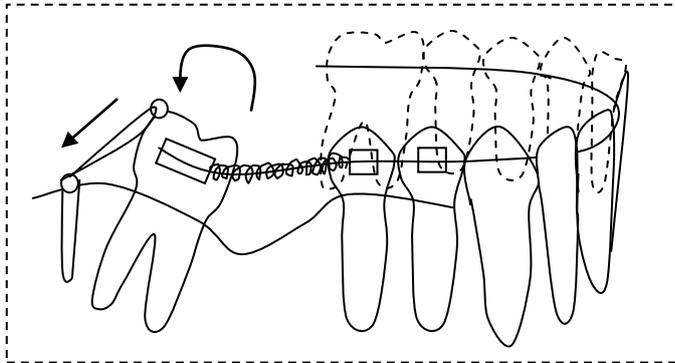


Figure 136. Dans cet exemple la minivis va aider à redresser la molaire grâce à une chaînette élastomérique mais va aussi lutter contre la force égressive qui agit sur la molaire lors du redressement.

## 7-Choix du site implantaire

Les minivis peuvent être placées dans toutes les zones de l'os mandibulaire et maxillaire que ce soit dans une zone édentée ou non. Bien sûr en respectant les structures anatomiques et les racines dentaires.

### 7-1.Recommandations générales (7)

-La minivis est placée en fonction de la mécanique la plus simple pour que l'on puisse prévoir tout mouvement des dents et ainsi éviter toute interférence avec les minivis.

-Placement dans la gencive attachée autant que possible. Car quand elle est dans la gencive libre il peut y avoir un recouvrement de la minivis par la gencive pouvant entraîner une infection. Au niveau de cette muqueuse libre on note aussi l'existence de micromouvements qui peuvent engendrer la perte de la minivis. Lorsque la minivis se trouve dans la gencive attachée ces phénomènes ne se produisent pas.

-Placement assez loin des racines (2mm), pour visualiser cela, une radiographie rétro-alvéolaire peut être utilisée, voire un scanner.

-Si le site d'implantation idéal est occupé par les racines d'une dent, on pourra dans un premier temps déplacer la dent pour y placer la minivis si cela est réalisable.

-Placer à distance des structures anatomiques voisines (sinus maxillaire, nerf dentaire inférieur, trou mentonnier, foramen palatin...) (129).

-Placement dans une zone avec une épaisseur adéquate de corticale, qui stabilise les minivis.

### **7-2-Considérations chez l'adulte (72)**

L'os cortical est plus épais à la mandibule donc la stabilité primaire est meilleure par rapport au maxillaire.

L'irritation due au bol alimentaire est à redouter lorsque le vestibule est peu profond.

Le versant lingual peut être utilisé mais les minivis devront être enfouies profondément pour ne pas gêner la langue.

Le versant vestibulaire est largement préféré car il offre un large choix de site implantaire.

### **7-3.Considération chez le patient dont la croissance n'est pas achevée (72)**

Il faut faire attention aux germes des dents définitives. La qualité et la quantité d'os est médiocre. Donc certaines recommandations sont à prendre en compte :

-Les secteurs dont les dents ne sont pas encore sur l'arcade sont à éviter.

-Le taux de réussite chez les patients de moins de 15 ans est faible, surtout au maxillaire car la corticale est de faible épaisseur et peu dense.

-Il est recommandé de perforer l'os cortical afin de minimiser le traumatisme chirurgical.

-Le secteur entre la première et la deuxième prémolaire mandibulaire est plus accessible et l'os est de meilleure qualité. Ce secteur est donc à privilégier.

-Les minivis doivent être insérées profondément pour une meilleure cicatrisation et pour pouvoir éviter les contraintes du milieu buccal.

-Il est préférable d'utiliser des forces continues légères plutôt que des forces intermittentes et lourdes. Des ressorts seront préférés à des chaînettes élastiques, avec des forces ne dépassant pas 150 grammes.

### **7-4.Choix des Minivis (7,72,101)**

#### **7-4-1.Le diamètre**

Un diamètre fin est choisi en fonction d'un faible espace (entre les racines) et une bonne qualité d'os. Un diamètre plus élevé sera choisi lorsque la qualité de l'os sera plus faible.

#### **7-4-2.La longueur**

Une longueur normale (5mm) est utilisée dans un tissu non mobile. Alors qu'une minivis longue est destinée à un tissu mou mobile. C'est la partie trans-gingivale qui augmente en fonction de l'épaisseur des tissus mous.

#### **7-4-3.Détermination de la longueur d'insertion**

L'exposition correcte de la tête des minivis est déterminée par l'état des tissus durs et mous et de l'environnement intra buccal.

Ainsi si la tête de la minivis gêne le patient et que cela est accompagnée par une forte contrainte buccale (notamment par les muscles jugaux au fond du vestibule) la mini-vis doit être enfouie. Par contre si l'on a du tissu mou, mobile comme sur le trigone rétromolaire, il faut que la vis ne soit pas enfouie ou plutôt que la partie trans-gingivale lisse soit adaptée à l'épaisseur de gencive.

Si la qualité de l'os est médiocre et la stabilité primaire insuffisante, il vaut mieux placer la minivis profondément même si l'on est en présence de tissu mobile, car de ce fait on aura moins de contact avec les muscles jugaux au niveau de la tête de la minivis. De plus pour une minivis placée en profondeur le noyau conique est placé plus profond et assure un meilleur effet condensant sur l'os et une meilleure stabilité.

#### **7-5.Site d'implantation , structures anatomiques à éviter (72,75,96,101,129).**

##### **7-5.1.A la mandibule**

###### **7-5-1-1.Paroi alvéolaire vestibulaire**

Il faut faire attention au canal dentaire ainsi qu'au trou mentonnier, mais le risque est faible si on ne dépasse pas l'apex des dents avec l'extrémité de la minivis.

La corticale est épaisse et permet une bonne stabilité primaire. Mais si celle-ci est trop dense et trop épaisse il faudra utiliser une vis de faible diamètre non autoforante.

La zone la plus sûre pour positionner les minivis se trouve entre la première et la seconde molaire mandibulaire. (106)

### **7-5-1-2.Le trigone rétromolaire**

Dans cette zone le canal mandibulaire est proche, ainsi que de nombreuses structures anatomiques, des examens radiographiques tels qu'une radio panoramique ou des radios rétroalvéolaires peuvent être effectuées.

### **7-5-1-3.Secteur édenté**

Dans ce cas-ci l'os est en résorption, c'est un os compact mais de qualité médiocre. Donc la stabilité primaire de la minivis est moyenne à cet endroit ; mais le risque de lésion anatomique est faible, sauf au niveau d'une crête mandibulaire fortement résorbée, où le canal dentaire peut être proche.

### **7-5-1-4.Symphyse et parasymphysaire (101)**

Pour les minivis, cette zone est peu utilisée (fig.137) pour le redressement des molaires. En revanche les miniplaques (elles seront vues plus loin) se placent au niveau de la région canine.

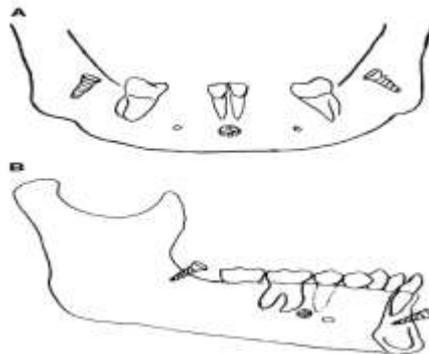


Figure 137. Exemple de positionnement des minivis à la mandibule : en parasymphysaire, en vestibulaire et en rétromolaire. (101)

## **7-5-2.Au maxillaire**

### **7-5-2-1.La crête infrazygomatique**

Lors de l'implantation dans cette zone, il est important de faire attention aux fosses nasales.

### **7-5-2-2.Les procès alvéolaires**

Dans cette zone les racines dentaires sont à éviter ainsi que le sinus maxillaire. Les sites les plus sûrs à ce niveau se trouvent :

- Entre la première molaire et la deuxième prémolaire, de 5 à 8mm de la crête alvéolaire.
- Entre les deux prémolaires, de 5 à 8 mm de la crête alvéolaire.
- Entre la canine et la première prémolaire, de 5 à 8 mm de la crête alvéolaire.

Mais les sites sont plus sécuritaires du côté palatin que vestibulaire.

### 7-5-5-3.Le palais

Dans cette zone c'est le sinus maxillaire et les racines dentaires qui sont à éviter ainsi que les artères palatines antérieures et postérieures. Les zones de placement sont les mêmes qu'au niveau des procès alvéolaires mais avec une zone en plus :

-entre la première molaire et la deuxième molaire de 2 à 5 mm de la crête alvéolaire.

### 7-5-5-4.La zone rétromolaire

Cette zone est assez pauvre en os, il faudra faire attention au sinus maxillaire et à la dent de sagesse.

Ces zones de placement sont à vérifier avec des radiographies avant tout placement et ne sont qu'à titre indicatif.

## 7-6.Choix de la zone en fonction de la qualité osseuse

### 7-6-1.En fonction de la densité osseuse

Selon Jaflin et Coll. (57), il existe une relation étroite entre la densité osseuse et les implants dentaires. Ainsi sur les minivis plus l'os cortical est dense plus le taux de réussite sera élevé.

Park (105) dans son étude nous indique les variations de densité de l'os cortical mandibulaire : la corticale au niveau des incisives est la plus faible. Il y a une augmentation de la densité des incisives vers les molaires. La densité en rétromolaire est plus forte. Pas de différence entre la corticale linguale et vestibulaire. L'os cortical basal est plus dense que la corticale alvéolaire.

Schwartz-Dabney et Dechow (119) ont réalisé une étude sur la densité de la corticale mandibulaire permettant ainsi de sélectionner les sites adéquats (fig.138).

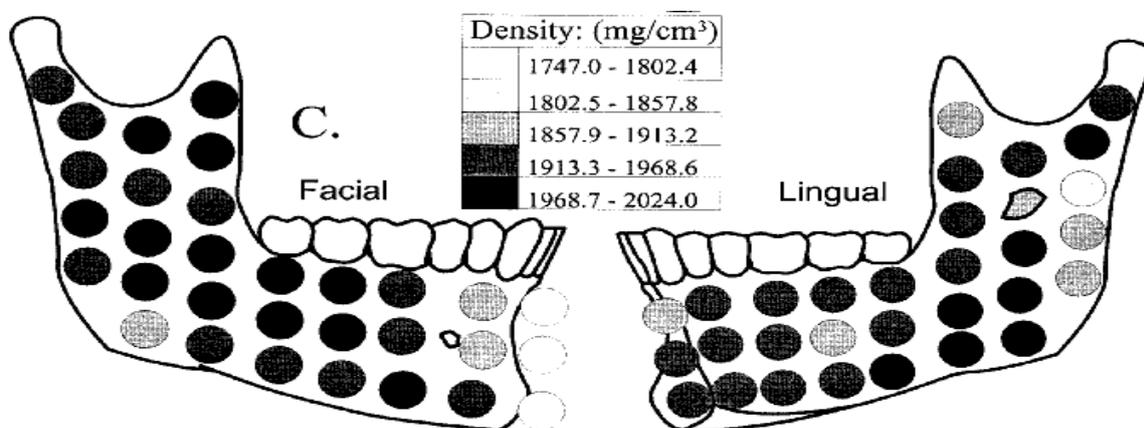


Figure 138. Schéma montrant la densité osseuse à la mandibule. (119)

Au niveau du maxillaire (fig.146 page 150) la région prémolaire présente la plus forte densité osseuse et la tubérosité la plus faible. (19)

### 7-6-2.Choix du site implantaire en fonction de l'épaisseur de corticale

Scharwtz et Dechow (119) ont aussi réalisé une étude sur l'épaisseur de la corticale (fig.139). Plus celle-ci est élevée plus le taux de réussite sera élevé (105).

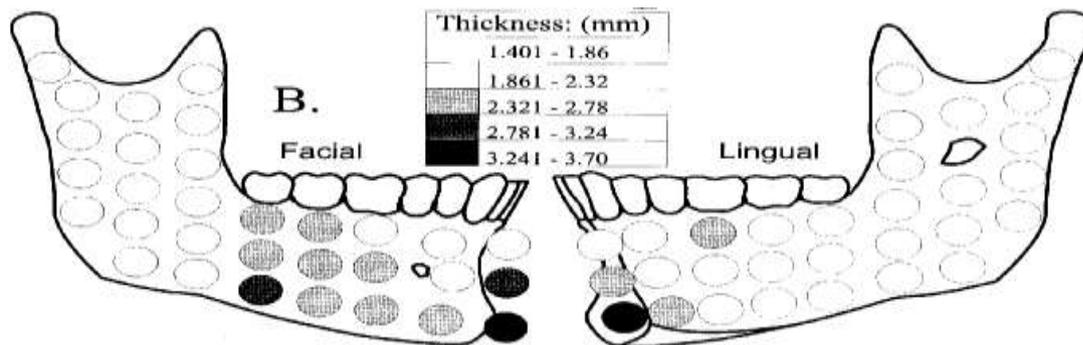


Figure 139. Epaisseur de la corticale à la mandibule. (105)

Au maxillaire c'est la région prémolaire qui présente l'épaisseur de corticale la plus importante. (19)

### 7-6-3.Choix du site en fonction de la nature de la muqueuse

Lee (72) conseille de placer le plus possible la minivis au niveau de la gencive attachée pour qu'il n'y ait pas de recouvrement de la vis par la muqueuse, de microtraumatisme, ni d'infection. Mais est-il possible de placer les minivis dans la gencive attachée sans risque de lésions radiculaires. Schnelle et coll (118) après une étude sur le placement des minivis arrivent à la conclusion qu'il n'est pas possible de placer les minivis en interradiculaire au niveau d'une zone de gencive attachée du fait du manque de place en largeur entre les racines pour que l'implantation se fasse sans risque. Ainsi les implantations se feront dans une zone de gencive mobile pouvant entraîner la perte de la minivis. Ils conseillent alors aux laboratoires d'étudier une minivis moins sujette aux infections dans cette zone de gencive libre.

#### **7-6-4.Choix du site en fonction de la proximité radriculaire.**

Poggio et coll (106) ont décrit les zones qui seraient sans risque pour la pose en interradiculaire à la mandibule. Les résultats sont les suivants, dans l'ordre du plus sûr au moins sûr :

-L'espace interradiculaire entre la seconde et la première molaire.

-L'espace interradiculaire entre la seconde prémolaire et la première prémolaire.

-L'espace interradiculaire entre la première molaire et la seconde prémolaire à 11mm de la crête alvéolaire.

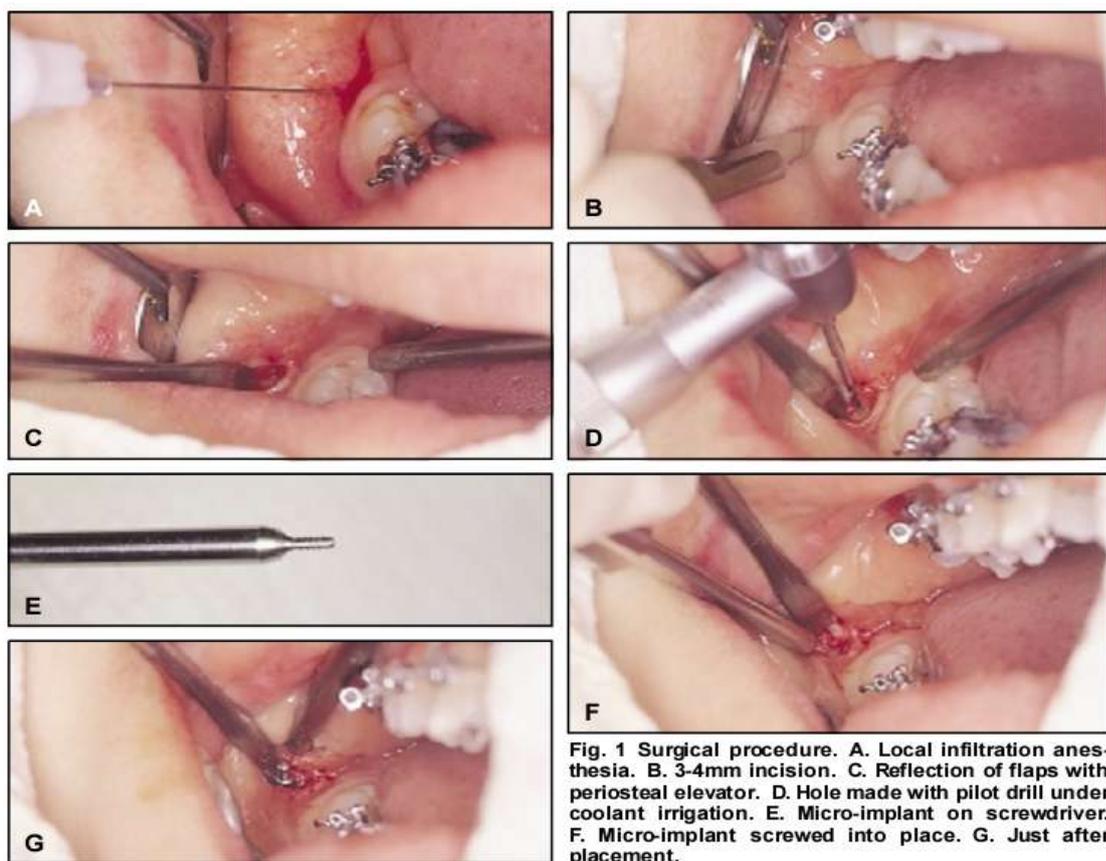
-L'espace interradiculaire entre la canine et la première prémolaire à 11mm de la crête alvéolaire.

Mais ces évaluations sont juste des statistiques évaluées sur un groupe de patients et ne dispensent pas d'un contrôle radiographique avant pose. De plus dans l'étude, ils jugent que l'espace acceptable entre deux racines est de 3,1mm, ce qui est insuffisant si l'on juge la capacité d'une minivis à bouger de 1,5mm (77,78). Il faut prendre une distance de 2mm (1,5mm+0,5mm de sûreté) de chaque coté de la minivis et sachant qu'une minivis a un diamètre entre 1 et 2 mm en général on arrive donc a une distance interradiculaire comprise entre 5 et 6 mm. Ce qui remet en cause les résultats de cette étude.

Au niveau maxillaire les zones ont été décrites précédemment.

### **8-Protocole chirurgical de mise en place**

La plupart des fabricants proposent des protocoles propres à leur produit mais dans les grandes lignes les protocoles se ressemblent (fig.140).



**Figure 140. Mise en place d'une minivis non-autoforante (104).**

### **8-1. Désinfection de la cavité buccale (83)**

Une désinfection de la cavité buccale comme pour toute chirurgie buccale est nécessaire. Melsen recommande l'utilisation de chlorexidine à 0,2 pourcent ou l'utilisation de Bétadine.

### **8-2. L'anesthésie (72)**

Une anesthésie locale est nécessaire pour anesthésier la gencive au niveau du site d'implantation du fait que la gencive superficielle est fortement innervée ainsi que le périoste. Pour ce qui est de la corticale et de l'os spongieux sous-jacent ils sont faiblement innervés et ne nécessitent pas d'anesthésie. Comme les structures sous-jacentes ne sont pas anesthésiées, le patient peut alors dire lors de l'implantation, s'il ressent une douleur qui serait alors synonyme d'atteinte de structures anatomiques (nerf dentaire, sinus, foramen mentonnier) ou de racines dentaires. Cela permet d'éviter de léser ces structures car le patient nous informe de leur approche éventuelle.

### 8-3. Localisation du site d'insertion

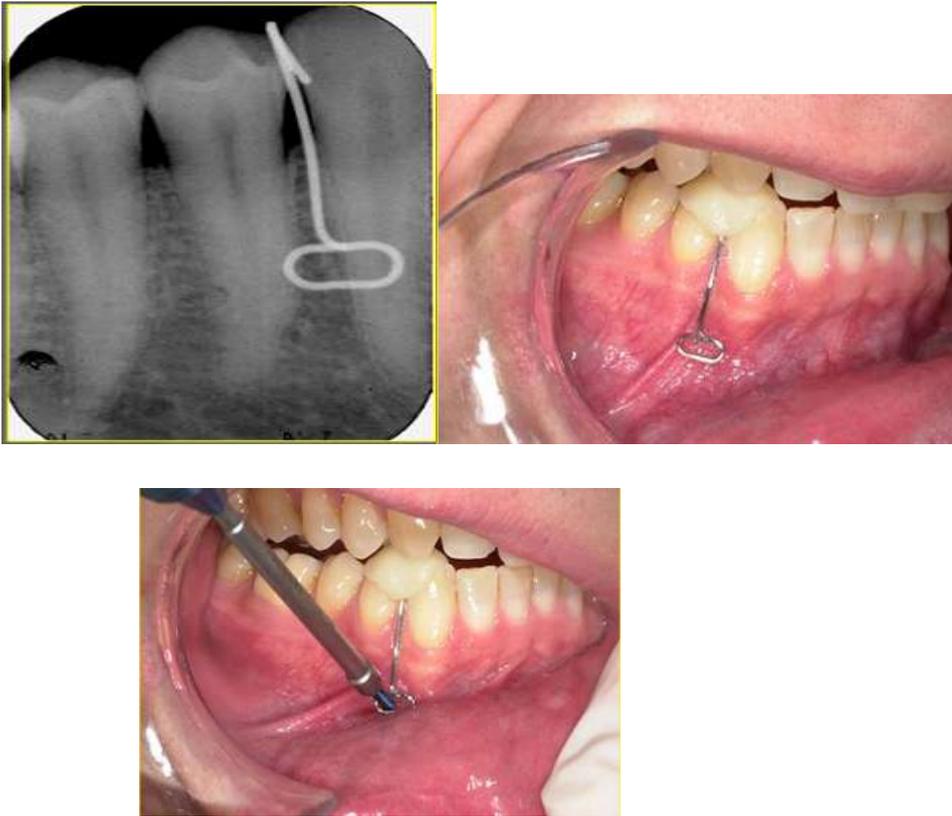


Figure 141. Localisation du site d'insertion. (83)

Melsen sur le site Aarhus (83) propose un guide chirurgical réalisé grâce à un fil orthodontique fixé avec de la résine sur la face occlusale (fig.141) des dents en regard de l'espace interdentaire. Sa bonne position est vérifiée grâce à une radiographie rétroalveolaire.

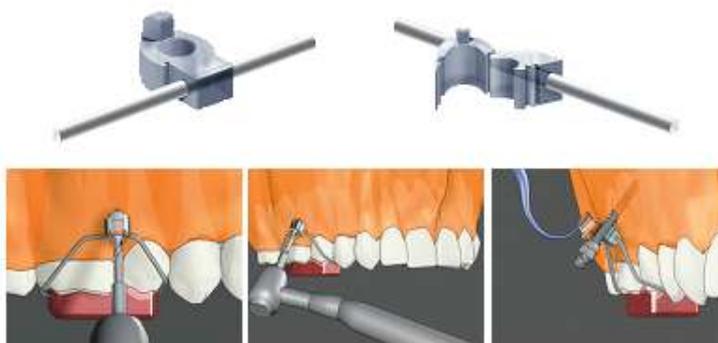


Figure 142. Dispositif permettant de localiser le site d'insertion. (36)

Dentos (36) propose un guide chirurgical (fig.142). Il s'applique sur la face occlusale des dents en regard de la pose de la mini-vis. Il est constitué d'un élément de stabilisation en plastique d'où part un fil, sur lequel est fixé un tube. La bonne position du tube est vérifiée grâce à une radiographie rétroalvéolaire.

#### 8-4.Choix de la hauteur de la partie transgingivale (83)



Figure 16. Sondage permettant de voir l'épaisseur de la muqueuse. (83)

Un sondage préalable est à réaliser pour mesurer l'épaisseur des tissus mous, pour ensuite définir la hauteur du col (fig.144) transgingival. Cette mesure peut être réalisée grâce à une sonde (fig.143) ou une lime endodontique.



Figure 144. Variation de la hauteur du col transgingival. (83)

#### 8-5.Réalisation d'une incision gingivale

On ne parle pas de lambeau mais d'une petite incision longitudinale de 3mm environ (72). Elle permet lors de l'implantation de la vis dans une gencive mobile d'éviter que la gencive ne s'enroule autour de la vis et ne dilacère les tissus. Pour une gencive attachée cette incision n'est pas nécessaire.

Cependant on peut réaliser l'élimination du cylindre de gencive au dessus du site d'insertion de la minivis grâce à un « punch ». C'est un instrument (similaire à un poinçon) qui permet l'éviction de la gencive à ce niveau.

## 8-6.Pose de la minivis (72)

La pose peut être faite grâce à un tournevis adapté à la mini-vis ou grâce à un contre-angle réducteur adapté. L'utilisation d'un contre-angle permet une insertion plus aisée mais avec un risque de fracture de la vis, à cause du bras de levier ainsi créé. On a aussi une moins bonne sensation lors de la pose qui peut compromettre l'axe d'insertion. De façon général le couple de serrage est de 0,5Kg /cm, il ne faut pas dépasser 1kg/cm pour des minivis en titane de petit diamètre (1,2 a 1,3 mm) sous peine de risque de fracture. Le couple de serrage dépend du diamètre de la minivis, il augmente avec le diamètre.

### 8-6-1.Détermination de l'axe d'insertion de la minivis

Bien qu'une insertion perpendiculaire soit recommandée, celle-ci est bien souvent impossible du fait de la proximité radulaire. Melsen (83) et Kyung (69) recommandent une insertion à la mandibule la plus parallèle aux racines, autant que possible.

### 8-6-2.Technique avec une minivis autoforante

Comme son nom l'indique il n'y a pas besoin de foret au préalable.

L'insertion peut se faire perpendiculairement à la corticale, ce qui est recommandé autant que possible car si l'on fait une insertion oblique (fig.145), il y a un risque de dérapage sur la corticale.

Cependant une insertion oblique est réalisable, lorsque la présence d'une dent gêne l'insertion ou l'espace ne permet pas une insertion perpendiculaire à la corticale. De plus cette insertion oblique entraîne un plus grand contact avec la corticale et donc une stabilité primaire accrue selon Lee (72).

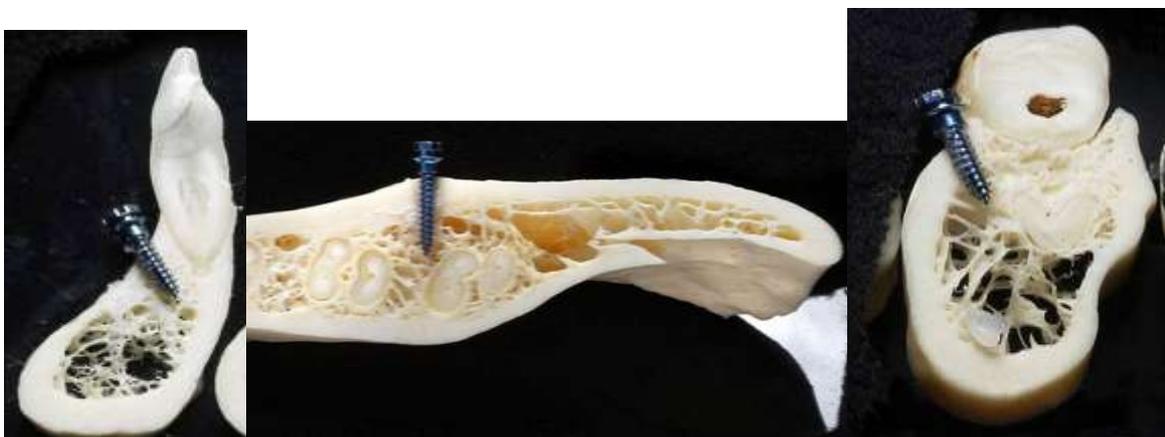


Figure 145. Les photographies latérales montrent une insertion oblique par rapport à la corticale afin d'éviter les racines. La photographie centrale montre une vis passant entre les racines. (93)

Un préforage préalable de la corticale osseuse est possible grâce à une fraise boule tungstène pour éviter une compression et un échauffement excessif de l'os. Certains auteurs (72) conseillent lors d'une insertion oblique, de faire d'abord une insertion perpendiculaire à la corticale, pour ne pas briser la pointe de la vis et ne pas dérapier, puis de redresser l'axe obliquement. Cette insertion oblique diminue le risque de toucher les racines car l'axe est alors presque parallèle à celui de la dent. L'angle d'insertion oblique doit être compris entre 30° et 60° par rapport à l'axe de la dent.

### **8-6-3. Technique avec une minivis non-autoforante (72)**

Il faut tout d'abord effectuer une perforation de la corticale avec une fraise boule à os tungstène (bien que certaines marques ne l'indiquent pas). Cela évite le dérapage du foret pilote. Puis il faut effectuer le passage du foret pilote à la longueur désirée. Le foret doit être d'un diamètre inférieur à celui de la vis. L'insertion idéale est perpendiculaire à la corticale mais il est possible de l'insérer obliquement. Certains fabricants recommandent de passer un taraud avant d'insérer la vis. C'est le cas pour les vis non auto-taraudante mais pas pour les auto-taraudante.

Avantages et inconvénients des différents types de vis sont les suivants (7) :

Vis auto-forante :

#### **\*Avantages :**

- Meilleure stabilité dans les zones où la corticale est de faible épaisseur.
- Rapidité de pose
- Meilleur vécu pour le patient car pas de foret à passer.
- Meilleure stabilité primaire

#### **\*Inconvénients :**

- Lors de la perforation de la corticale, de fortes pressions sont créées à ce niveau, ce qui engendre une compression de l'os. Cette compression entraîne un inconfort pour le patient et un risque de résorption de l'os.
- Du fait qu'il faille exercer une pression importante pour l'insertion, il peut y avoir une perte de sensibilité de la part de l'opérateur, entraînant une déviation voire une fracture de l'instrument.

Vis auto-taraudante :

**\* Avantages :**

- Moins de pression exercée sur l'os du fait du préforage.
- Meilleur contrôle de l'axe lors de l'insertion car la vis s'insère dans l'axe du préforage.

**\*Inconvénients :**

- Moins stable sur une corticale fine à cause d'un effet condensant sur l'os moindres.
- Protocole plus long car nécessite un préforage voir un taraudage.

#### **8-6-4.Dépose de la minivis (7,101)**

La dépose ne nécessite généralement pas d'anesthésie sauf dans de rares cas où la vis rentre en interférence avec la muqueuse. Le même matériel que celui de la pose est utilisé mais dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La dépose normalement ne pose pas de problème car la minivis est volontairement fibrointégrée, mais il se peut qu'au cours du temps, il se produise une ostéointégration partielle, rendant ainsi les premiers tours du dévissage difficiles. Il faut alors réaliser ces premiers tours délicatement pour ne pas risquer de fracture de la minivis.

### **9-Complications**

#### **9-1.Durant la pose de la minivis**

##### **9-1-1.Traumatisme du ligament parodontal ou des racines**

Si la minivis est placée en interradiculaire, on a alors une augmentation du risque de lésion du ligament parodontal voire des racines adjacentes. Si la lésion engendrée par la vis entraîne une perte de vitalité le risque est d'obtenir une perte de la dent. Une ankylose de la dent peut aussi survenir (1,88).

Par contre si la vitalité pulpaire est conservée alors le pronostic de la dent n'est pas mis en jeu. Les dommages créés par une minivis sont réparés ad integrum en 12 à 18 semaines après dépose de la minivis si la vitalité pulpaire est conservée.

### **9-1-2.Dérapiage lors de l'insertion (7,67,72,101)**

Cette complication intervient lors du placement, lorsque la pointe de la minivis dérape. Ce dérapage engendre des lésions au niveau de la muqueuse, du périoste ainsi qu'à d'autres zones adjacentes (nerf dentaire inférieur, sinus...).

Le risque de dérapage augmente quand l'opérateur essaye de placer la minivis obliquement par rapport à la corticale. Pour éviter ce dérapage dû à un axe oblique, on peut d'abord avoir un axe perpendiculaire puis une fois la corticale perforée orienter la minivis suivant l'axe désiré.

Les régions les plus à risque sont celles les plus en pente car l'angle d'insertion n'est plus à la perpendiculaire. Ces zones en pente sont :

- la tubérosité zygomatique
- la tubérosité rétromolaire
- la corticale vestibulaire
- les exostoses quand elles existent.

Le plus haut risque se trouve au niveau de la tubérosité rétromolaire car au niveau de cette zone on a le risque de passer en lingual au niveau de la loge sub-mandibulaire ou latéro pharyngée. Dans ces loges se trouve le nerf lingual ainsi que la branche alvéolaire inférieure du nerf dentaire.

Pour éviter ces dérapages un lambeau peut être réalisé associé à l'utilisation d'un foret pilote. Si la muqueuse est attachée et fine, une simple fraise peut être utilisée pour perforer la muqueuse, un lambeau n'est alors pas nécessaire (44).

### **9-1-3.Atteinte nerveuse (67)**

Le risque est majoré lors de pose dans la zone rétromolaire ainsi qu'au voisinage du passage du canal dentaire. Le nerf dentaire inférieur traverse la mandibule en « S », il passe en vestibulaire puis en lingual puis repasse en vestibulaire pour arriver au niveau du foramen mentonnier. Le nerf dentaire inférieur est plus en situation vestibulaire au niveau du corps de la mandibule. Il se trouve dans cette zone à partir de la racine distale de la seconde molaire jusqu'à l'apex de la seconde prémolaire. De ce fait le risque de lésion nerveuse est accentué lors de l'insertion d'une minivis dans cette zone.

Il faut faire attention au nerf lingual qui passe au niveau du plancher lingual pour aller innervier les 2 / 3 antérieur de la langue.

Le nerf buccal est à éviter car il passe au niveau de la tubérosité rétromolaire assez haut pour ensuite cheminer dans la joue.

Il est conseillé ne pas utiliser des vis de plus de 8mm de longueur et de rester sur le bord antérieur du ramus pour éviter toute lésion.

#### **9-1-4.Emphysème sous-cutané (67)**

L'emphysème sous-cutané est le passage d'air en sous-cutané à cause de la distorsion des tissus mous. Ce phénomène peut être observé lorsqu'un spray air/eau est utilisé. Il se caractérise par gonflement immédiat des tissus mous associé ou non à un crépitement. Il peut s'accompagner d'un gonflement cervico-facial, d'un gonflement orbitaire, d'otalgie, d'une perte de l'audition, d'inconfort, d'obstruction des voies aériennes et de possibilités de nécrose osseuse.

Pour éviter tout risque d'emphysème, il est impératif de ne pas utiliser un spray air/eau surtout si un lambeau est réalisé. Il faut se servir d'une irrigation sans pression avec de l'eau stérile.

Si un emphysème est constaté, la démarche à suivre est un arrêt direct de l'acte, suivi d'une radiographie panoramique si possible, pour voir le degré d'extension. Une compression à l'aide de glace au niveau de la zone, pendant 24 heures est conseillée. Une prescription d'antalgiques, d'antibiotique et de bain de bouche est nécessaire pour prévenir le risque de complications infectieuses.

Un suivi impératif du cas pour prévenir toute complication infectieuse.

Le gonflement régresse généralement en 3 à 10 jours.

#### **9-1-5.Fracture et torsion de la minivis (7,67)**

Une fracture ainsi qu'une torsion de la vis peuvent être rencontrées si trop de pression est exercée sur les vis lors de la pose. Pour limiter cette tension un foret pilote peut être utilisé pour diminuer les contraintes au niveau de la vis mais aussi de l'os.

Dans un os cortical dur une fois la vis insérée, une dérotation de deux tours peut être réalisée pour limiter ainsi les contraintes.

Lors de son insertion, la vis doit s'enfoncer dans l'os jusqu'au niveau de la partie lisse trans-gingivale car si la vis s'enfonce au-delà de cette zone, la conicité augmente et les contraintes augmentent.

Une autre cause de fracture ou de torsion peut être due à l'utilisation d'un contre-angle lors de la pose. L'emploi de ce dernier augmente le bras de levier et de ce fait le stress sur la vis.

Un couple entre 20 et 40 N par centimètre est recommandé pour éviter toute fracture de la minivis (7).

#### **9-1-6.Déglutition ou inhalation de la minivis (7)**

Ce risque est rare sur une personne éveillée mais doit être pris en compte surtout lorsque la minivis est placée en postérieur.

#### **9-1-7.Perforation des fosses nasales et du sinus maxillaire (62,67)**

Une perforation de ces cavités peut survenir lors du placement dans la région incisive maxillaire, dans la région molaire des procès alvéolaires et dans la région zygomatique. Un maxillaire postérieur atrophique est un risque majeur de perforation sinusien. Le sinus maxillaire peut être très proche du sommet de la crête alvéolaire si celle-ci est édentée, surtout au niveau postérieur. Le sinus maxillaire est très proche au niveau de la première molaire.

Une faible perforation du sinus maxillaire (inférieure à 2mm) cicatrise d'elle-même sans complication. Si le sinus maxillaire est perforé par une minivis, il n'est pas nécessaire de la retirer car le faible diamètre des minivis n'entraîne pas de grosses lésions du sinus et n'est pas forcément synonyme de complications. Ainsi le traitement orthodontique peut être mené à bien mais en surveillant toutes complications de type sinusite ou mucocèle.

#### **9-1-8.Lésion d'éléments vasculaires (19)**

Surtout au niveau du maxillaire, les artères palatines antérieures et postérieures sont à éviter.

### **9-2.Complications durant la mise en charge**

#### **9-2-1.Echec de l'ancrage stationnaire = perte de l'implant (7,67,101)**

Le taux d'échec varie selon les auteurs de 11 à 30 pourcents en fonction du cas clinique et du type d'implant.

Ce taux d'échec assez élevé peut s'expliquer par le fait que l'ostéointégration n'est pas recherchée et que c'est la fibrointégration qui est obtenue. Cette dernière peut plus facilement aboutir à la perte de l'implant. Le taux d'échec est plus élevé pour des minivis en acier car l'interface qui se crée ne peut être que fibreuse alors que pour des minivis en titane on note des zones d'ostéointégration.

Le taux d'échec dépend aussi de la densité osseuse, de l'épaisseur de la corticale, des tissus mous, de la forme de la minivis, de la force appliquée à celle-ci, d'une surchauffe de l'os lors

de la mise en place, d'une inflammation gingivale, d'un traumatisme et d'un manque d'hygiène.

La clé de la réussite est la densité osseuse. Un taux élevé d'échec est souvent lié à une densité osseuse faible liée à une épaisseur de corticale réduite. La densité osseuse est classée en 4 groupes D1, D2, D3, D4 basés sur l'unité d'Hounsfield. D1 représente la densité osseuse la plus élevée et D4 la plus faible. Ainsi dans une zone D1 D2 le taux d'échec est faible, au niveau de D3 le taux de réussite est acceptable et pour D4 le taux d'échec est élevé (Fig.146).

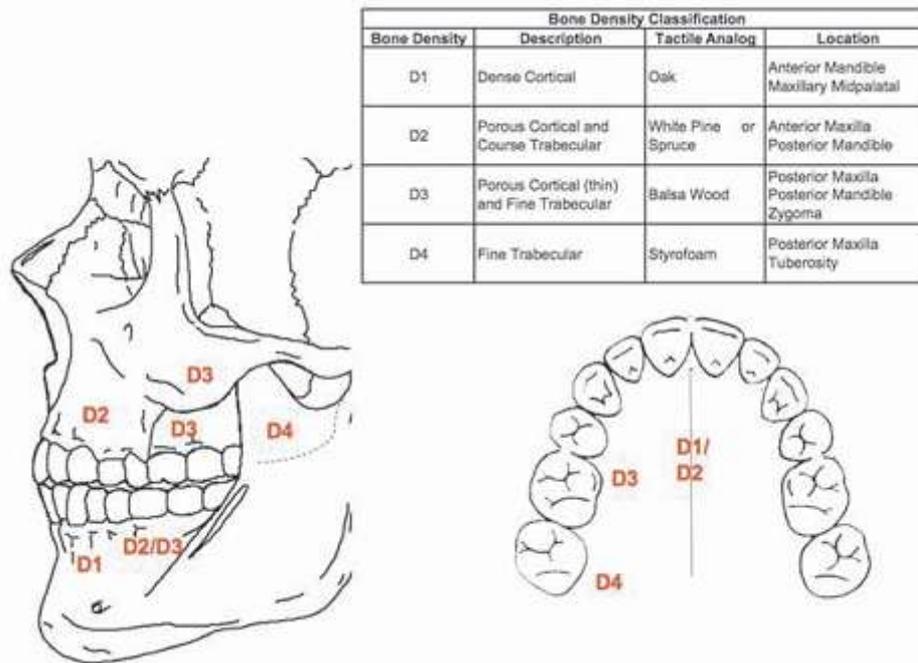


Figure 146. Schéma représentant la densité osseuse à la mandibule et au maxillaire. (89)

Les tissus mous jouent aussi un rôle sur le taux d'échec, l'idéal est le placement sur une muqueuse attachée fine et kératinisée. Le plus défavorable est le placement dans une muqueuse mobile, épaisse et non kératinisée.

Miyawaki et coll. en 2003 (78) ont montré que le taux d'échec est élevé dans la région postérieure mandibulaire pour des minivis avec un diamètre de 1mm et moins. De même pour des patients avec un angle mandibulaire élevé (ce qui sous entend que la corticale est fine) et lorsqu' il y a inflammation après la pose de la minivis. De ce fait il recommande pour des patients avec un angle mandibulaire faible à moyen la pose de minivis entre 1,5 mm et 2,3mm de diamètre au niveau de la région postérieure (trigone rétromolaire). Pour un angle mandibulaire élevé ils recommandent l'utilisation de minivis d'un diamètre de plus de 2,3mm ou l'utilisation de mini-plaque fixées grâce à deux minivis. Au-dessus de 5mm de diamètre, la longueur de la minivis n'influence pas le taux d'échec.

La forme de la vis et la technique chirurgicale influent aussi. Ainsi pour une vis autoforante un meilleur contact est réalisé avec l'os, on trouve plus d'os résiduel et ainsi une meilleure stabilité. Le foret pilote, si on en utilise un, ne doit pas dépasser 85 pourcents du diamètre de la vis pour obtenir une bonne stabilité primaire. La force appliquée conditionne le taux d'échec, ainsi Dalstra et coll (30) déterminent que pour une corticale fine il ne faut pas dépasser 50 grammes pour la mise en charge immédiate. Buchter et coll. affirment que l'on peut aller jusqu'à 900 grammes pour une corticale dense (16). Beaucoup d'articles décrivent des forces de 300 grammes et moins associées à une bonne stabilité (16,28). Miyawaki en 2003 (91) montre qu'une force de 2N peut être appliquée immédiatement pour une minivis posée en rétromolaire sans que le taux d'échec n'augmente, cela améliorerait même le contact entre la vis et l'os.

Une autre cause d'échec est la pose de minivis sur un grand fumeur ou un patient ayant des troubles du métabolisme osseux. De plus une hygiène irréprochable doit être maintenue à laquelle peut s'adjoindre des bains de bouche.

### **9-2-2.Migration des minivis**

Comme le montre Liou dans deux études (64-120) les minivis se déplacent à l'intérieur de l'os contrairement à un implant ostéointégré classique. Ainsi il montre qu'avec une force de 40 grammes pendant 9 mois, on obtient un mouvement en direction de la force allant jusqu'à 1,5mm sur 7 patients sur 16. Donc cela sous-entend qu'il faut laisser une marge de 2 mm entre une dent (racine) et une minivis sous peine d'obtenir une lésion radiculaire ou d'éléments anatomiques si cette règle n'est pas respectée.

### **9-3.Complications au niveau des tissus mous**

#### **9-3-1.Aphtes et ulcérations des tissus mous (67,116)**

Ces aphtes ou petites ulcérations sont dues à l'agression des tissus mous par la tête des minivis. Certaines personnes sont plus prédisposées que d'autres car elles sont plus sensibles aux infections bactériennes, aux allergies, peuvent avoir un trouble du métabolisme hormonal ou vitaminique, ou des troubles immunologiques ainsi que des facteurs psychologiques.

Ces aphtes se caractérisent par une atteinte circulaire au niveau de la muqueuse non kératinisée. On constate généralement une cicatrisation en 7 à 10 jours.

Le traitement consiste en l'utilisation de bains de bouche à la chlorhexidine, un maintien d'une hygiène buccale parfaite et l'application de cire au niveau de la tête de la minivis irritante.

### **9-3-2.Couverture de la tête de la minivis et des auxiliaires fixés à la minivis par les tissus mous (67,116)**

Quand la vis est placée dans la muqueuse alvéolaire surtout à la mandibule, la muqueuse a tendance à recouvrir la tête de la minivis. Ce recouvrement peut mettre en jeu la stabilité de la minivis si une infection se développe. Le tissu recouvrant la minivis est très fin et peut être percé par une simple pression du doigt ou une incision.

Ce recouvrement peut être évité par l'utilisation d'un chapeau recouvrant la tête de la minivis, de la cire ou un élastique de séparation.

Les minivis à col long doivent être utilisées autant que possible dans le cas où la longueur du col est adaptée à l'épaisseur de la muqueuse.

### **9-3-3.Inflammation, infection, péri-implantite (67)**

L'inflammation des tissus péri-implantaires est associée à 30 pourcents des pertes de minivis. Une gencive en bonne santé joue un rôle important pour empêcher la colonisation de la minivis par les bactéries. Une inflammation des tissus voire une légère infection ou une péri-implantite peut survenir après la mise en place de la vis. Mais généralement l'inflammation des tissus adjacents n'est pas un problème. Une hygiène méticuleuse associée à un traitement à base de bains de bouche à la chlorhexidine à 0.2 pourcent permet généralement de contrôler cette inflammation. Si on note la présence de pus, d'un suintement l'utilisation d'antibiotique par voie orale peut être préconisée (82,86).

Miyawaki et coll. (91) ont montré que l'inflammation des tissus entourant la minivis et un angle mandibulaire élevé sont associés à l'échec et la mobilité des minivis en titane de 1mm de diamètre ou moins. Dans leur article ils considèrent que si la prévention de l'inflammation péri-implantaire suivant la pose est prévenue, le taux de réussite peut être voisin de 100 pourcents.

La péri-implantite se caractérise par une inflammation clinique de la muqueuse aux alentours de la minivis avec radiologiquement une perte osseuse autour de la vis. Au niveau clinique, un saignement est visible lors de la mobilisation ainsi qu'une suppuration et une mobilité progressive. L'opérateur doit donc limiter le plus possible toute inflammation des tissus

entourant la vis, ainsi durant la pose de la vis il faut veiller à ne pas emmener la gencive dans le puits de forage ce qui risquerait d'entraîner une infection. Le patient devra maintenir une hygiène rigoureuse en post-opératoire à l'aide de bains de bouche et d'une brosse à dent 7/100.

L'inflammation peut aussi être causée lorsque la minivis est placée au voisinage d'un frein ce qui engendre une irritation chronique, ce frein doit alors être retiré au moment de la pose ou avant.

#### **9-4.Durant la dépose (7,67,78,86,101)**

##### **9-4-1 .Fracture de la minivis**

La fracture peut s'effectuer au niveau du col, voire du corps de la minivis. Les auteurs recommandent en général d'utiliser un diamètre d'au moins 1,6mm, pour une minivis autoforante de 8mm ou plus insérée dans une corticale dense. Le risque de fracture est fort lorsque le diamètre au niveau du corps est inférieure à 1,2mm (86). La technique de dépose diminue aussi le risque. Ainsi si l'on utilise le tournevis adapté dans l'axe d'insertion on réduit le risque. Si la vis casse dans l'os elle peut être déposée grâce à un trépan (78).

##### **9-4-2.Ostéointégration partielle**

Une ostéointégration de la minivis en titane peut être rencontrée après 3 semaines, ce qui peut augmenter la difficulté de dépose (78).

Si la vis ne part pas à la première tentative alors il suffit d'y revenir une semaine plus tard pour que celle-ci viennent facilement.

### **10-Application clinique des minivis : le redressement molaire**

#### **10-1.Redressement suite à la perte d'une molaire mandibulaire et version de la molaire dans le site d'extraction**

##### **10-1-1.Technique direct**

Le terme direct signifie que la force pour redresser la dent est dû à un dispositif s'appuyant directement sur la minivis.

### 10-1-1-1. Technique utilisant une minivis en rétromolaire (104).



Figure 147. Minivis en rétromolaire. (104)

Pour cette technique une minivis est placée sur le trigone rétromolaire (fig.147), d'où part ensuite une chaînette élastomérique voire un ressort en titane qui va s'attacher sur la molaire à redresser. L'attachement sur la molaire se fait par l'intermédiaire d'un bouton fixé sur la molaire ou d'un bracket. Le placement du point d'attache sur la molaire à redresser dépend : de l'espace disponible au niveau de la face occlusale, d'une rotation linguale ou vestibulaire de la dent. Dans le cas d'une rotation linguale ou vestibulaire on placera l'attache en vestibulaire si on a une rotation linguale et vice versa.

Si on veut mieux contrôler le mouvement de redressement sans avoir de mouvements parasites de rotation, il est possible comme le montre Park (102) d'appliquer deux forces simples (fig.148) de part et d'autre de la dent en lingual et vestibulaire.

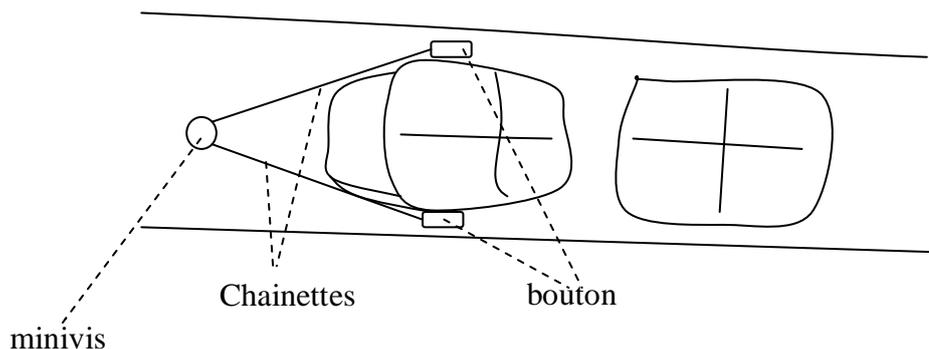


Figure 148. Vue occlusale d'une molaire redressée par deux forces simples s'appuyant sur une minivis.

Park et coll (104) utilisent des minivis de 1,2mm de diamètre avec une longueur variant de 6 à 8 mm. Il n'est pas nécessaire d'utiliser des vis plus longues ni de plus gros diamètre car la corticale est suffisamment épaisse.

#### - Avantages :

\*Technique simple à réaliser.

\*Permet de combiner plusieurs forces simples.

\*Résultat prévisible car utilisation de forces simples.

**-Inconvénients :**

\*Précision du mouvement faible du fait de l'utilisation de forces simples ne passant pas par le centre de résistance.

\*Egression de la dent inévitable d'où la nécessité d'utiliser une plaque de surélévation (fig.149) ou de meuler la face occlusale de la dent. La plaque de désocclusion dentaire permet le mouvement de redressement molaire. Pour ce faire la plaque sera meulée en regard de la dent à redresser. Par la suite, il sera nécessaire de couronner la dent redressée ou de l'ingresser voire de la meuler afin de la remettre dans le plan d'occlusion.

\*L'épaisseur des tissus mous sur le trigone peut poser des problèmes car à ce niveau la muqueuse peut bourgeonner et de ce fait recouvrir la tête de la minivis.

**10-1-1-2. Technique utilisant un ressort de redressement**



**Figure 149. Redressement grâce à une minivis et un sectionnel de redressement. (83)**

La minivis (fig.149) se place entre les racines de la canine et de la première prémolaire. Le sectionnel de redressement est classique comme nous l'avons vu précédemment. Le problème rencontré est l'extrusion de la molaire d'où l'utilisation de plaque de surélévation voire un meulage de la face occlusale. On note aussi une version llinguo-vestibulaire qui est à prendre en compte.

La minivis peut aussi être positionnée au niveau de l'espace d'extraction (fig.150), sur laquelle le ressort de redressement vient se fixer. (19)

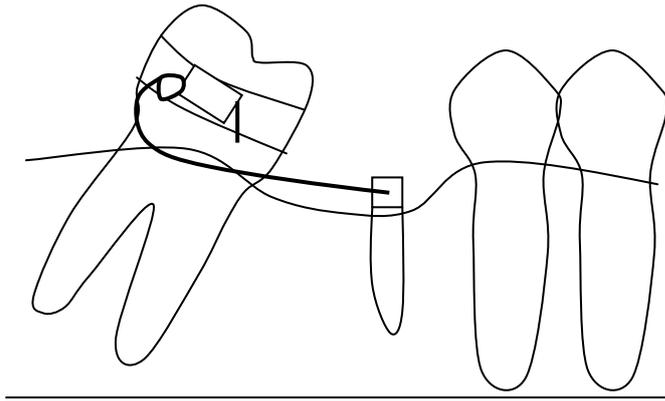


Figure 150. Minivis placée au niveau du site d'extraction.

### 10-1-2. Technique indirect

Dans ce cas la minivis sert à renforcer une technique classique de redressement. L'utilisation de minivis évitent alors les mouvements des dents d'ancrage et rend plus efficace le système sans mouvement indésirable.

#### 10-1-2-1. Technique avec un uprighter jet modifié (51)

##### 10-1-2-1-1. Description et biomécanique

L'Uprighter jet développé par Carano (21) permet un contrôle tridimensionnel du redressement molaire de par la rigidité du dispositif. La rigidité de l'appareillage va limiter l'égression molaire lors de son redressement. Le centre de résistance est situé à l'apex de la dent à redresser, on a donc un redressement coronaire. Il est assez facile à insérer, ne nécessite pas de coopération du patient, il est assez confortable mais une prise d'empreinte et une réalisation au laboratoire sont nécessaires pour obtenir un ajustement très précis.

Pour le redressement molaire associé à des minivis il s'agit d'un uprighter jet modifié que l'on peut aussi nommer uprighter screw.

##### 10-1-2-1-2. Réalisation

Une bague est insérée sur la molaire (fig.151 et 152) avec un bouton en vestibulaire. Sur ce bouton va se fixer un bras en baïonnette en acier. Le bras peut pivoter autour du bouton, il coulisse dans un tube de diamètre 0,36 en acier. Le bras en acier peut ainsi coulisser tout en étant maintenu dans les 3 plans. Le tube est parallèle à la crête osseuse et est légèrement en dessous de celle-ci, au niveau du vestibule. Le tube se prolonge en avant vers la seconde prémolaire où il forme une boucle pour ensuite revenir vers la crête osseuse. Au niveau de la prémolaire un bouton est positionné pour stabiliser la boucle qui s'y fixe. Le prolongement au niveau de la crête se termine par une plaque en résine adaptée à la crête. Cette plaque est

perforée et permet ainsi de passer une minivis ou deux à travers cette plaque. Les minivis passent donc à travers cette plaque et vont ensuite s'insérer dans l'os sous-jacent. Cela permet ainsi de stabiliser et de réaliser l'ancrage du dispositif. Les minivis sont placées de manière à ce qu'elles soient le plus perpendiculaire possible au tube.

Le principe actif du dispositif repose sur un ressort en nickel titane placé entre le tube et le bras en baïonnette. Il permet lorsque le ressort est comprimé de projeter le bras vers la molaire et de la redresser.

Une force de 150g est nécessaire d'après Gracco et coll (51) pour redresser une molaire qui a une inclinaison de  $46,5^\circ$  par rapport à l'axe de la minivis à l'origine. Ils obtiennent un redressement de la molaire avec un axe de  $16,2^\circ$  en cinq mois. (Fig. 152 schéma A, B, C)



Figure 151. Vue occlusale et intra-buccale du dispositif. (51)



Figure 152. Redressement de la molaire. (51)

## 10-1-2-2.Exemples de techniques classiques avec un renfort d'ancrage par une minivis

### 10-1-2-2-1.Renfort d'ancrage avec un uprighting spring classique

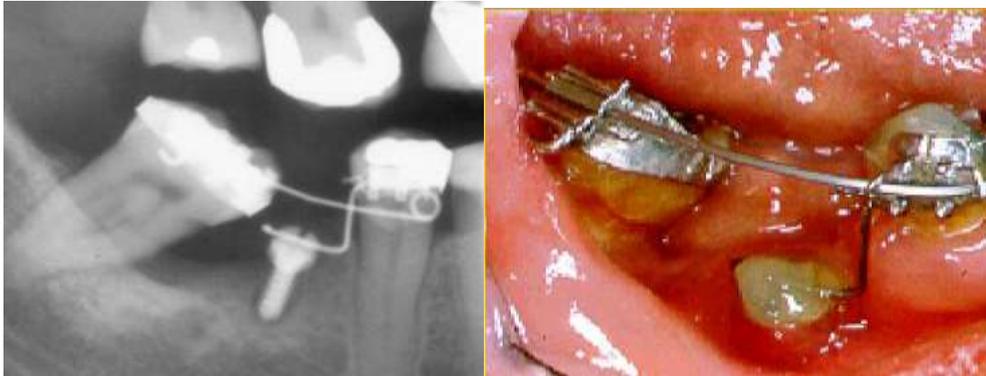


Figure 153. Vue radiographique et endo-buccale du redressement renforcé par une mini-vis. (93)

Dans le cas de Melsen (93), la minivis grâce à un fil rigide renforce l'ancrage au niveau de la seconde prémolaire (fig.153). Ainsi il n'y a pas besoin d'étendre l'ancrage à d'autres dents. Le fil qui va de la minivis à la prémolaire est fixé sur la minivis grâce à du composite.

### 10-1-2-2-2.Minivis renforçant l'ancrage au niveau d'un cross tip back spring

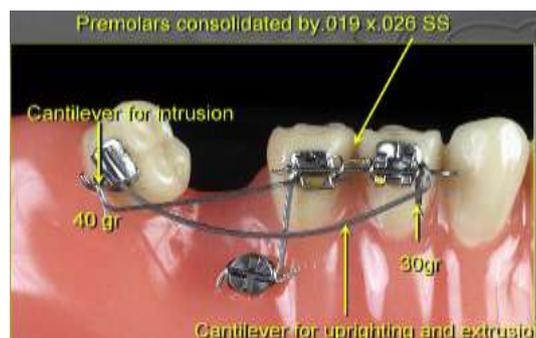


Figure 154. Technique de ressorts croisés avec renfort d'ancrage grâce à une minivis. (93)

Dans cette technique que nous avons décrite précédemment, la minivis renforce l'ancrage réalisé par les deux prémolaires (reliées entre elles par un fil 0.019×0.026 en acier), ce fil passe ensuite au niveau de la minivis pour y être ligaturé (fig.154).

Le renfort d'ancrage peut se faire aussi en reliant les deux prémolaires à la minivis grâce à un fil rigide fixé à l'aide de composite directement sur l'émail des prémolaires. (fig.155)



Figure 155. Sur ce schéma on peut voir la liaison de la minivis avec les dents d'ancrage. (125)

## 10-2.Redressement des molaires incluses.

La thérapeutique est différente suivant la sévérité de l'inclinaison de la molaire contre la face distale de la molaire adjacente. Lee et coll décrivent (73) les deux cas suivants :

Pour les versions modérées, une force simple ou un ressort de redressement classique sont suffisants car la ligne d'action de la force est suffisamment distante du centre de résistance de la dent (fig.156). La flèche rouge sur le schéma A permet de visualiser la distance entre le centre de résistance et la force du centre de résistance de la dent, générant ainsi un moment (moment = force  $\times$  distance) suffisant pour reculer et redresser la dent. Comme nous l'avons vu plus tôt sur un ressort de redressement, du fait de l'appui sur le boîtier, l'arc génère un redressement et un recul de la dent.

Par contre pour les versions importantes où la dent est proche de l'horizontal (axe de la molaire versée voisin de  $90^\circ$  par rapport à la dent adjacente), à ce moment là, la ligne d'action de la force est proche du centre de résistance (fig.156.Schéma C), de ce fait le moment généré est faible et insuffisant pour redresser et désinclure la dent de la cuspide distale de la molaire adjacente. La solution est d'abord de générer une force de recul pour désinclure la molaire du rebord distal de la molaire adjacente. Puis ensuite de réaliser un redressement classique.

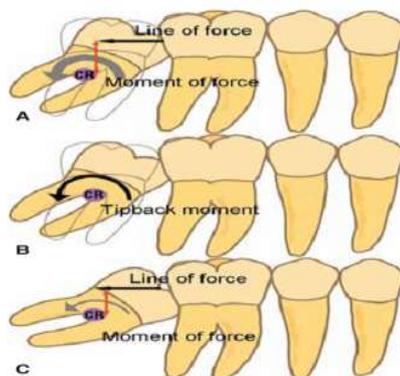


Figure 156. Intensité du moment de redressement en fonction de l'inclusion de la dent. (73)

Lee (73) met ainsi en évidence qu'il faudra adapter la thérapeutique en fonction du degré d'inclusion de la molaire.

### 10-2-1.Solution pour des inclusions légères à modérées

Dans ces cas là une technique classique ou l'utilisation de forces simples est suffisante.

#### 10-2-1-1.Solutions avec un ancrage direct

Deux emplacements pour la minivis peuvent être envisagés, en rétromolaire et en interradiculaire en avant de la molaire incluse.

##### -Minivis en interradiculaire

Lee et coll. (73) décrivent un système où ils insèrent une minivis entre la deuxième prémolaire et la première molaire. Sur la minivis va se fixer un arc sectionnel en acier 0.016 et un ressort coulissant dessus. L'arc sectionnel se termine au niveau du boîtier molaire (fig.157 et 158).

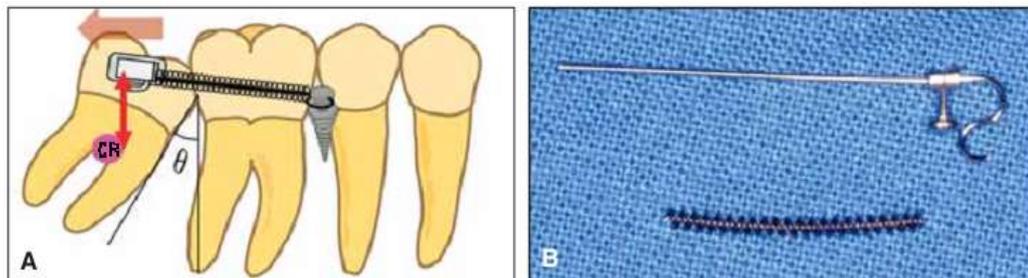


Figure 157. Dispositif en interradiculaire. (73)

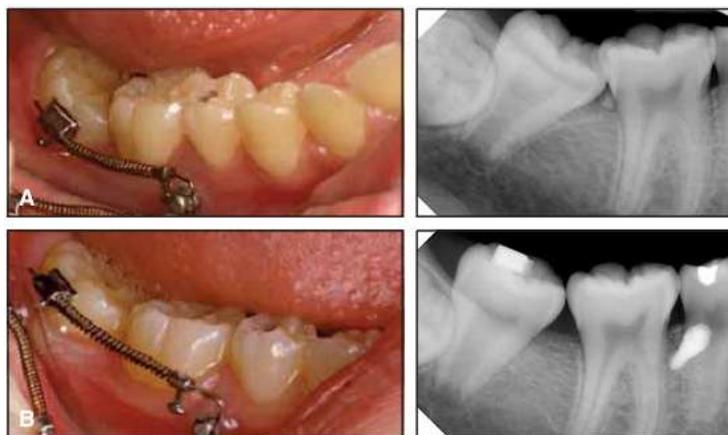


Figure 158. Redressement de la molaire. (73)

Cette technique est suffisante pour redresser une molaire modérément incluse.

### **-Minivis en rétromolaire**

L'autre possibilité est de placer la vis en rétromolaire (fig.159) mais ceci peut être compromis par la présence du germe de la dent de sagesse, par l'épaisseur de la muqueuse et la mobilité de la muqueuse à cet emplacement. Le redressement peut être lent à cause de la faible portée de la force (125). Un autre inconvénient est la possibilité d'avoir une interférence occlusale entre la minivis et les dents antagonistes.

Cette technique est assez utilisée car la mise en place est facile et le risque d'atteinte radiculaire est faible. La mise en place de la minivis peut se faire directement à travers la muqueuse ou grâce à un lambeau.

Lorsque la molaire à redresser n'est pas accessible, il faut dégager la face occlusale chirurgicalement et coller un bracket le plus en avant possible de la face occlusale. On pourra déplacer le bracket en mésial au cours du redressement de manière à augmenter ainsi le moment de la force. Des élastiques peuvent être utilisés pour relier la minivis au bracket, ainsi que des ressorts en NiTi qui ont l'avantage de ne pas avoir besoin d'être réactivés.

Lorsque la dent de sagesse fait obstacle à la mise en place de la minivis, elle peut être extraite. Un temps de cicatrisation est nécessaire, 3 mois environ (44,45).

Au niveau biomécanique, la force est en arrière du centre de résistance et au-dessus. Cela génère un redressement associé à une extrusion. Cette extrusion est à surveiller pour éviter toute interférence avec les dents antagonistes.



**Figure 159. Pose de la minivis en rétromolaire et mise en place du bracket occlusal. (51)**

### 10-2-1-2. Technique avec un ancrage indirect

Ce sont les techniques décrites plus tôt (10-1-2-2) pour redresser les molaires mésioversées grâce à des techniques classiques (ressort de redressement, ressort comprimé...) mais avec un ancrage renforcé par une minivis.

### 10-2-2. Solutions pour des molaires dont l'inclusion est sévère à modérée



Figure 160. Molaire incluse sévèrement mésioversée. (73)

Il s'agit dans ce cas là d'associer plusieurs techniques, une première pour désinclure le rebord mésial de la dent incluse de la dent la bloquant. Pour cela il faut générer une force de recul puis dans un deuxième temps une technique plus classique de redressement.

### 10-2-2-1. Technique directe

-Première étape :



Figure 161. Désinclusion grâce à un ressort en compression. (73)

Soit on utilise un ressort (fig.161) qui s'appuie sur une minivis entre la prémolaire et la molaire. Le ressort va lui agir sur un tube molaire sur la face vestibulaire de la molaire.



Figure 162. Désinclusion de la molaire grâce à une vis en rétromolaire. (73)

Soit on utilise une minivis en rétromolaire (fig.162) d'où va partir une chaînette élastomérique pour reculer et commencer à redresser la molaire.

**-Deuxième étape :** Pour terminer le redressement de la molaire, un sectionnel de redressement classique est utilisé. Il s'insère directement sur la minivis (fig.163). L'effet d'égression normalement néfaste est ici nécessaire pour la mise en occlusion de la molaire.



Figure 163. Deuxième étape du redressement grâce à un uprighting spring. (73)

### 10-2-2-2. Technique indirecte (125,138)

**-Premier temps :** Fixation sur le rebord distal d'un tube ou d'un bracket (fig.164) pour y fixer un arc sectionnel 0.017×0.022 en TMA ou 0.016×0.022 suivant les auteurs (107,112). Cet arc va ensuite sur un tube molaire en vestibulaire de la molaire servant d'ancrage. Une prémolaire peut être associée à l'ancrage molaire. Cet ancrage est renforcé par une minivis se situant en interradiculaire.



Figure 164. Désinclusion de la molaire ainsi que le schéma des forces. (138)

Au niveau biomécanique on a une force de recul distale et oblique en direction vestibulaire.

**-Deuxième temps** : technique plus classique de redressement mais avec un ancrage renforcé.

Soit en utilisant un arc sectionnel de redressement ou un ressort (fig.165) mais d'autres techniques peuvent être envisagées.



Figure 165. Redressement avec un ressort en compression à gauche ou avec un sectionnel en TMA à droite. (138)

## VII-Les mini-plaques pour le redressement molaire

Les mini-plaques sont issues de la chirurgie orthognatique où elles sont généralement utilisées comme moyen de réduire les fractures. Dans le cas de l'orthodontie elles servent comme moyen d'ancrage osseux pour réaliser des mouvements dentaires sans intervention d'ancrage dentaire et ainsi de minorer les mouvements indésirables.

On trouve relativement peu d'études, peut-être dû au fait que la pose des mini-plaques est supposée difficile et réservée aux chirurgiens.

### 1. Description des différents types de mini-plaques

#### 1-1.Description générale (11)

Les mini-plaques sont des plaques percées et vissées à l'os grâce à des minivis. Cette partie vissée se trouve en sous-muqueux. Un bras part de cette plaque et passe à travers la muqueuse buccale pour déboucher au niveau du vestibule.

3 parties (fig.166) constituent les mini-plaques orthodontiques :

-Une plaque fine (M) qui est constituée de trous permettant d'y passer les minivis. Les minivis sont le moyen de fixer la mini-plaque à l'os. En général les mini-plaques destinées au maxillaire ont trois trous et celles pour la mandibule ont deux trous du fait de la meilleure stabilité des mini-plaques au niveau de la corticale mandibulaire (la corticale est plus épaisse). Les minivis utilisées ont un diamètre de 2mm et une longueur variant entre 5 et 10mm. Elles sont en Titane.

-Une barre de connexion (C) est située entre la plaque et l'unité de fixation des auxiliaires orthodontiques. Cette barre peut être droite, courbée (à angle droit dans certains cas), ou se diviser en deux. Lorsqu'elle est courbée à angle droit on parle de mini-plaque en L. Lorsqu'elle se divise en deux on parle alors de mini-plaque en T.

-L'unité de fixation (F) : c'est là où vont se fixer les auxiliaires de types chaînettes élastomériques, ressorts ou arcs sectionnels. Plusieurs types existent suivant les marques, ainsi chez Bollard on trouve un tube perforé permettant de passer un arc et une vis de serrage (S). Une extrémité en forme de crochet existe aussi chez Bollard. Dentsply Tokyo (fig.167) commercialise une extrémité avec plusieurs crochets. KLS Martin (63) a développé une extrémité en forme de tube.

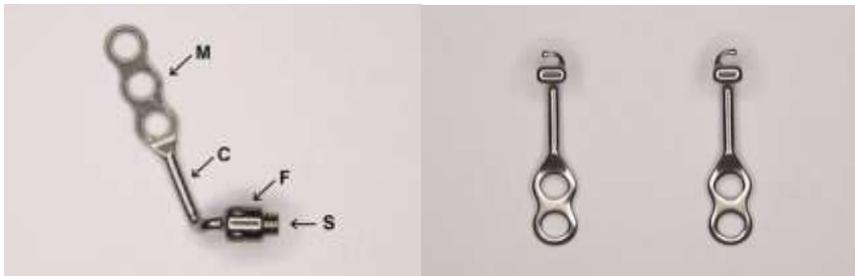


Figure 166. Deux types de mini-plaques, en L et droite. (11)

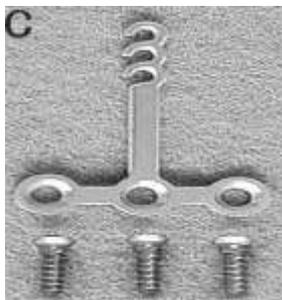


Figure 167. Mini-plaque en T munie de trois crochets et de ses minivis de fixation. (dentsply)

## 1-2.Matériaux utilisés

Les mini-plaques sont réalisées en titane pur pour une meilleure biocompatibilité.

## 1-3.Mode d'action

Les mini-plaques réalisent un ancrage osseux de même type que les minivis mais alliant plusieurs minivis pour solidariser une plaque à l'os.

Les mini-plaques réalisent elles un ancrage absolu, c'est-à-dire stationnaire sous charge orthodontique ?

Sherwood et coll. (107) en 2002 ont montré que les mini-plaques étaient stables et assuraient un bon ancrage.

Kim (62) en 2008 a comparé l'ancrage que réalisaient les mini-plaques par rapport à un ancrage dentaire pour un mouvement donné. Dans cette étude il met en évidence que les mini-plaques sont absolument stationnaires par rapport aux dents d'ancrages qui elles bougent.

## 2-Protocole chirurgical

### 2-1.Zones de placement

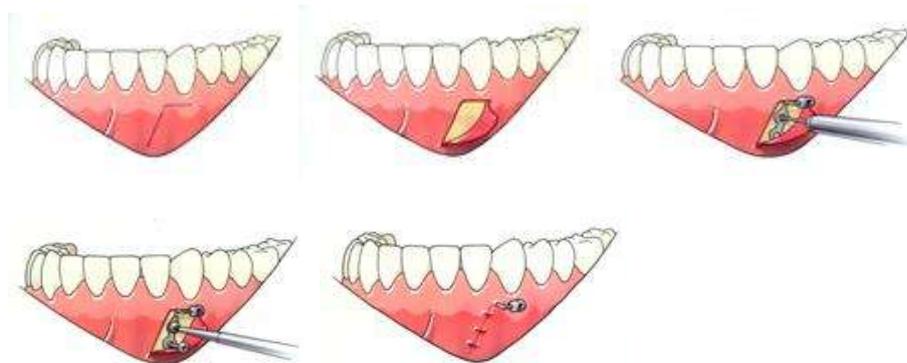


Figure 168. Pose de la mini-plaque Bollard. (11)

A la mandibule les mini-plaques sont généralement placées sous la muqueuse alvéolaire et le bras émerge quant à lui au niveau de la muqueuse attachée. Le bras sort au niveau de la muqueuse attachée car à ce niveau la muqueuse ne bouge pas, ce qui réduit considérablement le risque d'infection.

Les sites décrits pour le placement à la mandibule sont au niveau de l'incisive latérale et de la canine (27) ou au niveau du trigone rétromolaire (90).

L'avantage de la mini-plaque est de pouvoir la placer sous le niveau des racines et ainsi pouvoir bouger les dents sans interférer avec la mini-plaque. De ce fait l'amplitude des mouvements est élevée.

### **2-2.Réalisation du lambeau (11,27)**

C'est la particularité des mini-plaques, elles nécessitent la réalisation d'un lambeau muco-périosté de pleine épaisseur pour pouvoir appliquer la plaque au contact osseux.

Pour le placement au niveau canin (fig.168 et 169), une incision en L peut être réalisée 1 mm au-dessus de la ligne muco-gingivale (1 mm au dessus de la ligne muco-gingivale car de ce fait le bras pourra sortir au niveau de la muqueuse attachée.).



**Figure 169. Pose de la mini-plaque au niveau canin. ( Perrin)**

### **2-3.Pose de la mini-plaque (11,27)(fig.168)**

La plaque doit être courbée si besoin pour adhérer parfaitement à l'os. De même le bras doit être parallèle à la surface osseuse et le plus proche de celle-ci pour une meilleure cicatrisation.

Pour une plaque à trois trous, le forage du trou du milieu est réalisé en premier. Si c'est une mini-plaque à deux trous, c'est celui le plus proche de l'attachement qui est réalisé en premier. Le forage est réalisé avec un foret pilote ce qui sous-entend que l'on utilise des minivis non-autoforantes mais des autoforantes peuvent être utilisées.

Après rinçage du site opératoire le lambeau est suturé (fig.170) sur la plaque, laissant ainsi le bras sortir au niveau de la gencive attachée.



**Figure 17. Suture des lambeaux. (Dr Perrin)**

Le placement n'est jamais accompagné d'extraction au voisinage du site. Si des extractions doivent être faites elles doivent être réalisées deux semaines avant au minimum.

Les consignes post-opératoires consistent en un brossage deux fois par jour de la zone, accompagné de bains de bouches de préférence à la chlorhexidine. Des anti-inflammatoires et des antibiotiques peuvent aussi être utilisés mais leur efficacité sur le taux de succès des mini-plaques n'est pas prouvé.

La dépose de la mini-plaque s'effectue grâce à un lambeau de même type que le premier.

La mise en place s'effectue généralement sous anesthésie locale mais une anesthésie générale peut être réalisée si l'on a besoin de placer plusieurs mini-plaques sur un sujet jeune.

#### **2-4.Cicatrisation et mise en charge immédiate**

D'après Cornelis (27) la mise en charge immédiate n'est pas conseillée et doit être effectuée 1 mois après la pose de la mini-plaque. Mais Miyawaki (91) conseille la mise en charge immédiate avec des forces de 2 Newton pas plus, cela améliorerait même l'interface avec l'os.

### **3-Le redressement molaire**

#### **3-1 .Ouverture d'espace : redressement coronaire**

-Dans ce cas (11) la mini-plaque est placée au niveau de la région canine (fig.171), et la mini-plaque sert de point d'ancrage à un ressort de redressement classique couplé à un autre ressort agissant de façon opposé pour éviter tout égression de la dent à redresser. Biomécaniquement on se retrouve dans une situation en V symétrique. Cette technique a été décrite plus tôt mais avec un ancrage dentaire. Cette différence est importante car l'ancrage réalisé par la mini-plaque est absolu donc il n'y aura que la dent à redresser qui bougera et non pas l'ancrage.

Les deux ressorts croisés (fig.171) utilisés sont en Titane super-élastique 0.017×0.025. L'un est inséré dans un large bracket edgwise au niveau de la molaire à redresser. Un autre en acier (stainless steel) de 0.016×0.022 est fixé dans un port vertical du tube de fixation de la mini-plaque. Le ressort en titane va générer un moment antihoraire de redressement ainsi qu'une force réactionnelle d'égression. Quant au ressort en acier il va lui s'opposer à la force égressive et l'annuler car ce ressort génère une force ingressive.

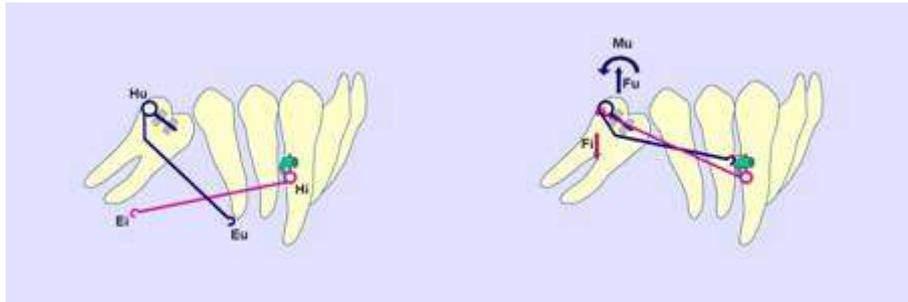


Figure 171. Ressorts croisés avec appui sur une mini-plaque. (11)

-Autres cas où la molaire mésioversée (fig.172) est redressée grâce à un ressort de redressement classique.



Figure 18. Mini-plaque et ressort de redressement. (11)

### 3-2.Redressement radiculaire : fermeture d'espace

Dans ce cas (fig.174) le Docteur Perrin effectue un redressement radiculaire de la 46 et un redressement radiculaire de la 36 associé à la fermeture de l'espace d'extraction de la 35 (fig.173).

#### 3-2-1.Réalisation

Deux mini-plaques sont posées au niveau de 43 et 33.

La 46 est baguée pour pouvoir recevoir un arc sectionnel en TMA 0.017×0.025 inséré comme dans la technique Must 1 (voir page 76) au niveau de la molaire (fig.173). Du côté de la mini-plaque, l'arc est ligaturé. Une autre ligature en acier part de la mini-plaque pour terminer au niveau du boîtier molaire, elle permet de ne pas perdre le point de contact et d'éviter toute égression. Grâce à cette ligature le centre de rotation se trouvera au niveau du tube molaire.

Le même dispositif est utilisé pour la 36 mais il faut aussi fermer l'espace entre la 36 et la 34. Pour cela l'arc sectionnel est tiré vers l'avant au niveau de la mini-plaque pour fermer l'espace en plus du redressement.

Un arc lingual (fig.175) soudé entre la 36 et la 46 permet d'empêcher toute version linguale ou vestibulaire ainsi que les rotations dans le plan horizontal des deux molaires.



Figure 173. Dispositif au niveau de la 46 à gauche et 36 à droite. (Perrin)

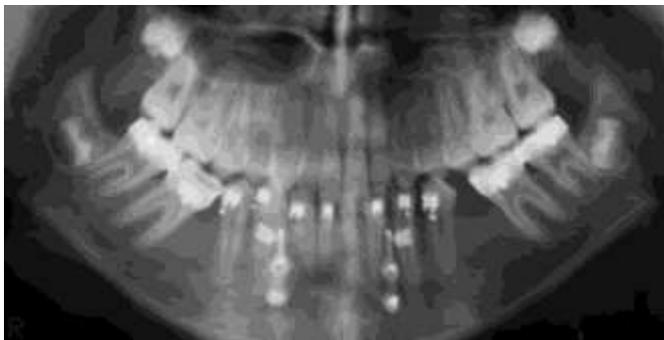


Figure 174. Radiographie panoramique du cas. (Perrin)



Figure 175. Barre linguale à gauche et fin de traitement à droite. (Perrin)

### 3-3.Cas d'une molaire mandibulaire incluse (90)

Miyahira (90) dans cet exemple décrit le redressement d'une seconde molaire mandibulaire mésioversée à 45° et incluse contre la racine distale de la dent de six ans mandibulaire (fig.176).



Figure 176. Cas d'inclusion (90).

Pour redresser une telle dent, il place une mini-plaque à deux minivis dans la région rétromolaire au niveau du ramus (fig.177), de manière à ce que le bras de la mini-plaque où va se fixer le ressort soit en distal de la dent et au dessus de celle-ci. Pourquoi ? Car de ce fait on aura un moment de redressement antihoraire associé à une force de recul de la molaire. Cela va désinclure la molaire et la redresser.

La mini-plaque a un corps assez épais pour minimiser les fractures et un bras perpendiculaire. Dans cet exemple la dent de sagesse gênait pour la mise en place de la mini-plaque et le redressement, elle a été au préalable retirée.

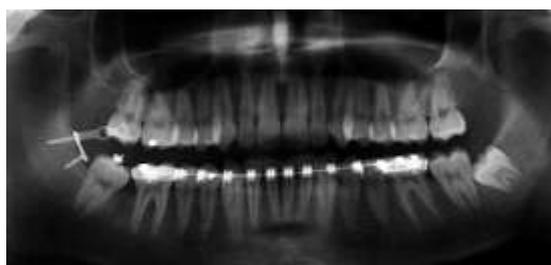


Figure 177. Mini-plaque en rétromolaire. (90)

La mise en place chirurgicale s'effectue grâce à une incision en distale de la molaire en suivant la ligne oblique externe, un lambeau de pleine épaisseur est alors levé permettant ainsi la fixation de la mini-plaque grâce à deux minivis de 10 et 12 mm de long au niveau du ramus.

Un bracket est collé sur la face occlusale (fig.178) de la dent incluse, d'où va partir une chaînette élastomérique qui va se fixer sur le bras de la mini-plaque.



**Figure 178. A gauche chainette en place. A droite le résultat final. (90)**

La durée du redressement est de 3 mois mais un alignement final de la dent est nécessaire grâce à des techniques classiques.

Comme les minivis placées en rétromolaire, les mini-plaques peuvent aussi y être placées et par conséquent pouvoir générer directement et plus prévisiblement grâce à des forces simples un redressement associé à une désinclusion des molaires.

## **4-Complications**

### **4-1.Le taux de réussite**

Pour une mini-plaque fixée par deux minivis en rétromolaire, il est voisin de 96,4 pourcent (91). Il est de 92,5 pour Cornelis (27) et la plupart des échecs rencontrés sont sur des patients en croissance.

Les études montrent que le taux de réussite des mini-plaques est proche de 100 pourcent lorsqu'il n'y a pas d'inflammation gingivale, cette inflammation est principalement due selon Choi (26) au bras transgingival. Lorsque cette inflammation est présente, elle engendre un nombre d'échecs des mini-plaques assez élevé. Selon Choi (26) le bras des mini-plaques est à revoir afin de limiter les inflammations à ce niveau.

De même Kim et coll (62) trouvent un taux de réussite des mini-plaques de 94 pourcent pour des mini-plaques avec deux minivis pour des charges de 150 à 200 grammes pendant 12 semaines. Mais lorsque le temps dépasse 12 semaines ils observent une augmentation des échecs dus à des problèmes infectieux liés au bras transgingival.

### **4-2.Douleur et gonflement**

Du fait de la nécessité de lever un lambeau de pleine épaisseur pour pouvoir poser la mini-plaque, les douleurs et le gonflement sont assez fréquents malgré les prescriptions postopératoires. Cela dure en général une semaine (27) (90).

### **4-3.Couverture osseuse de la mini-plaque. (27)**

L'utilisation de minivis en titane peut entraîner la prolifération osseuse au contact de la mini-plaque. Cela peut même la recouvrir et ainsi rendre la dépose difficile. Il est conseillé de ne pas laisser la mini-plaque plus que nécessaire.

### **4-4.Fracture de la mini-plaque (27)**

Cornelis relève quelques cas de fractures de miniplaques dont les causes seront à approfondir.

### **4-5.Echec de la mini-plaque (26)**

La principale cause d'échec des mini-plaques est due au bras se trouvant au niveau du vestibule qui est une porte d'entrée pour les bactéries. Le risque d'infection est majoré lorsque le bras sort au niveau de la muqueuse alvéolaire, car elle est mobile et favorise l'irritation à ce niveau.

La majorité des infections sont à la mandibule car l'irritation mécanique est souvent engendrée par un vestibule peu profond.

### **4-6.Instabilité durant la mise en charge**

Dans l'étude de Choi (26) des mini-plaques se sont révélées instables mais cela n'a pas affecté l'ancrage ni la réussite du traitement.

## **5-Avantages des mini-plaques (90,91)**

- Pas d'effet adverse lors des déplacements dentaires.
- Ancrage absolu.
- Possibilité de faire de grand déplacement dentaire car la plaque et les vis ne sont pas au niveau des racines dentaires.
- Moment de force plus grand car l'on peut poser la mini-plaque à distance.
- Taux de réussite élevé si hygiène irréprochable.

## **6-Inconvénients (90,91)**

- Etape chirurgicale avec lambeau.
- Coût élevé
- Difficulté de maintenir une hygiène parfaite autour de la mini-plaque.
- Risque d'infection et d'inconfort durant les premiers jours suivant la pose à cause de la taille du dispositif et de la chirurgie réalisée.
- Douleur et gonflement suite à la chirurgie.

## Conclusion

Le redressement des molaires avec des thérapeutiques orthodontiques classiques (ancrage dentaire) permettent de redresser les molaires mésioversées suite à la perte d'une dent mais aussi des molaires incluses. Pour les mésioversions consécutives à une perte dentaire deux alternatives sont possibles. Redresser la dent pour ouvrir l'espace ou redresser la dent tout en fermant l'espace d'extraction. La première méthode permet ainsi une réhabilitation prothétique voire implantaire. Quant à la fermeture d'espace, elle permet d'éviter l'étape prothétique mais cette fermeture d'espace est loin d'être aisée surtout à la mandibule. De bons résultats sont obtenus grâce aux techniques classiques mais de nos jours de nouveaux dispositifs utilisant un ancrage osseux telles que les minivis ou les miniplaques peuvent être utilisées. Les dispositifs utilisant les minivis ou miniplaques sont recommandés lors de cas difficiles à gérer classiquement mais aussi chez l'adulte chez qui l'ancrage dentaire est plus faible et les mouvements dentaires à réaliser souvent localisés.

En ce qui concerne les mésioversions suite à une inclusion les Tads (Temporary Anchorage DeviceS = ancrage osseux = minivis,miniplaque...) sont à utiliser suite à l'échec ou l'impossibilité d'un traitement classique. Les Tads sont intéressantes car elles permettent la réalisation de mouvements dentaires localisés sans appareillage multibague.

Le redressement des molaires doit s'effectuer avec des techniques classiques dans la mesure du possible pour éviter tout surtraitement. En cas d'échec du traitement classique, une impossibilité de traitement à cause d'un ancrage déficient (notamment chez l'adulte) ou une volonté de la part du patient d'un traitement localisé et court, alors les Tads peuvent s'adjoindre aux méthodes couramment employées ou être utilisées seules pour obtenir le résultat escompté.

Enfin si les impératifs d'un traitement orthodontique ne sont pas acceptés par le patient, notamment le temps, des techniques chirurgicales peuvent redresser des molaires incluses comme la subluxation. Pour des cas de mésioversions suite à une extraction, des techniques prothétiques amovibles ou fixes peuvent être envisagées tout en sachant que ce n'est qu'un traitement de compromis.

Les minivis et les miniplaques sont un outil pertinent pour le redressement molaire mais les minivis apparaissent mobiles dans certains cas et les miniplaques engendrent des problèmes infectieux causant leur perte. Il serait intéressant de perfectionner ces deux dispositifs.

# Références bibliographiques

**1. ASSCHERICKX K, VANNET BV, WHERBEIN H et coll.**

Root repair after injury from miniscrew.

Clin Oral Implant Res 2005;**16**:575-578.

**2. AUGEREAU D, PIERRISNARD L et RENAULT P.**

La mésioversion molaire.

Inf Dent 1997;**79**(6):345-358.

**3. BACCETI T.**

Tooth anomalies associated with failure of eruption of first and second permanent molars.

Am J Orthod 2000;**118**:608-610.

**4. BAHOU M, RGRAGUI S et AALLOULA E.**

Les dents incluses en orthodontie: possibilités thérapeutiques.

Chir Dent Fr 2006 ;**1282** :83-89.

**5. BARBERIA-LEACHE E, SUAREZ-CLUA MC et SAAVEDRA-ONTIVEROS D.**

Ectopic eruption of the maxillary first permanent molar.

Angle Orthod 2005;**75**(4):610-615.

**6. BASSIGNY F.**

Les traitements avec extraction des premières molaires.

Société française d'orthopédie dento-faciale 52° congrès, Paris 1-4 juin 1979

**7. BAUMGAERTL S, RAZAVI MR et HANS MG.**

Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner.

Am J Orthod 2008;**133**:621-627.

**8. BERNADAT G et AUBERT H.**

A propos d'une méthode locale simple pour redresser les molaires versées ou technique dite de la charrette.

Chir Dent Fr 1997;**862**:29-39.

**9. BJERKLIN K et KUROL J.**

Ectopic eruption of the maxillary first permanent molar: etiologic factors.

Am J Orthod 1983;**84**(2):147-155.

**10. BOLENDER CH.**

Etude thérapeutique des mésioversions molaires inférieures chez l'adulte.

Rev ODF 1974;**8**(3):343-359.

**11. BOLLARD.**

Site internet de la marque Bollard présentant les miniplaques.

<http://www.Hugodeclerck.net>

**12. BONDEMARK L et TSIOPA J.**

Prevalence of ectopic eruption, impaction, retention and agenesis of the permanent second molar.

Angle Orthod 2007;**77**(5):773-778.

**13. BOREL JC, SCHITTLY J et EXBRAYAT J.**

Manuel de prothèse amovible.

Paris : Masson, 1994.

**14. BORGHETTI A.**

Aspects parodonto-prothétiques des mésioversions molaires.

Rev OdontoStomatol 1983;**12**(3):203-206.

**15. BROWN IS.**

The effect of orthodontic therapy on certain types of periodontal defects.

J Periodontol 1973;**44**:742-56.

**16. BUCHTER A, WEIMANN D, KOERDT S et coll.**

Load related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage.

Clin Oral Implants Res 2005;**16**:473-479.

**17. BYLOFF FK, DARENDELILER MA et DARENDELILER A.**

Distal molar movement using the pendulum appliance.

Angle Orthod 1997;**67**(4):261-270.

**18. CALDERON MG, LAGARES DT, MARTIN MG et coll.**

Surgical repositioning of impacted lower second molars.

Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2005;**10**:448-453.

**19. CANAL P et SALVADORI A.**

Orthodontie de l'adulte.

Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2008.

**20. CAPELLUTO E et LAUWERYNS I.**

A simple technique for molar uprighting.

J Clin Orthod 1997;**2**:119-25.

**21. CARANO A, TESTA M et SICILIANI G.**

The distal jet for uprighting lower molars.

J Clin Orthod.1996;**12**(30):707-10.

**22. CARANO A, VELO S, LEONE P et coll.**

Clinical application of the miniscrew anchorage system.

J Clin Orthod 2005;**39**(1):9-24.

**23. CERNY R.**

Jumbo separators for partial molar impactions.

J Clin Orthod 2003;**37**(1):33-35

**24. CHATEAU M.**

Orthopédie dento-faciale Tome 1.

Paris: CDP,1993.

**25. CHEN JY, CHEN JH, LIN LD et coll.**

Removal torque of miniscrew used for orthodontic anchorage: a preliminary report.

Int J Oral Maxillofac Implants 2006;**21**:238-239

**26. CHOI BH, ZHU SJ et KIM YH.**

A clinical evaluation of titanium miniplates as anchors for orthodontic treatment.

Am J Orthod 2005;**128**:382-384.

**27. CORNELIS MA, SCHEFFER NR, MAHY P et coll.**

Modified miniplates for temporary skeletal anchorage in orthodontics: placement and removal surgeries.

J Oral Maxillofac Surg 2008;**66**:1439-1445.

**28. COSTA A, RAFFAINI M et MELSEN B.**

Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report.

Int J Adult Orthognath Surg;1998;**13**:201-209

**29. CREEKMORE TD et EKLUND MK.**

The possibilities of skeletal anchorage.

J Clin Orthod 1983;**17**:266-269.

**30. DALSTRA M, CATTANEO P.M et MELSEN B.**

Load transfer of miniscrew for orthodontic anchorage.

Orthodontics 2004;**1**:53-62.

**31. DASKALOGIANNAKIS J.**

Glossary of orthodontic terms.

Leipzig :Quintessence Publishing , 2000.

**32. DAVIS WH, PATAKAS BM, KAMINISHI RM et coll.**

Surgically uprighting and grafting mandibular second molars.

Am J Orthod 1976;**69**(5):555-561.

**33. DEBLOCK L et PETITPAS L.**

La technique de Burstone : des forces et des pressions éminemment légères.

Orthod Fr 1997;**68**(1):253-264.

**34. DENIAUD Cet BRULIN F.**

Etude clinique des mésioversions molaires.

Rev Orthop Dentafac 1974;**8**(3):323-39.

**35. DEGUCHI T, TAKANO-YAMAMOTO T, KANOMI R et coll.**

The use of small titanium screws for orthodontic anchorage.

J Dent Res 2003;**82**:377-381.

**36. DENTOS.**

Site de la marquee de Dentos montrant des minivis.

<http://www.dentos.com>

**37. DE LA ROSA GAY C, VALMASEDA-CASTELLON E et GAY-ESCODA C.**

Spontaneous third-molar eruption after second-molar extraction in orthodontic patients.

Am J Orthod 2006;**129**:337-344.

**38. FAUCONNIER JC.**

Conséquences de l'extraction non-compensées des premières molaires permanentes et traitement en vue d'une réhabilitation occlusale.

Thèse :Clermont-ferrand,1985.

**39. FAVERO L, BROLLO P et BRESSAN E.**

Orthodontic anchorage with specific fixtures : related study analysis.

Am J Orthod 2002;**122**(1):84-94.

**40. FORESTADENT.**

Site internet montrant le ressort de redressement Forestadent.

<http://www.forestadent.com>

**41. FREIRE J N O, SILVA N, MAGINI R et coll.**

Histomorphologic and histomorphometric evaluation of immediately and early loaded mini-implant for orthodontic anchorage.

Am J Orthod 2007;**131**:704.e1-704.e9.

**42. GAINSFORTH BL et HIGLEY LB.**

A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone.

Am J Orthod 1945;**31**:406-416.

**43. GAZIT E et LIEBERMAN M.**

A mesially impacted mandibular second molar.

Am J Orth.1993;**103**(4):374-376.

**44. GIANCOTTI A, ARCURI C et BARLATTANI A.**

Treatment of ectopic mandibular second molar with titanium miniscrews.

Am J Orthod 2004;**126**(1):113-117.

**45. GIANCOTTI A, MUZZI F, SANTINI F et coll.**

Miniscrew Treatment of ectopic mandibular molars.

J Clin Orthod 2003;**35**(7):380-383.

**46. GILL DS, LEE RT et TREDWIN CJ.**

Treatment planning for the loss of first permanent molars.

Dent Update 2001;**28**:304-308.

**47. GLICKMAN I, ROEBER FW, BRION M et PAMEIJER JH.**

Photoelastic analysis of internal stresses in the periodontium created by occlusal forces.

J Periodontol 1970;**41**(1):30-35.

**48. GOING R et REYES-LOIS D.**

Surgical exposure and bracketing for uprighting impacted mandibular second molars.

J Oral Maxillofac Surg 1999;**57**:209-212.

**49. GOLDMAN HM et COHEN DW.**

Periodontal Therapy.

St Louis : C.V. Mosby Company , 1980.

**50. GRABER TM.**

Orthodontics: principles and practice.

Philadelphia: Saunders, 1972.

**51. GRACCO A, LOMBARDO L, COZZANI M et SICIALIANI G.**

Uprighting mesially inclined mandibular second molars with modified jet.

J Clin Orthod 2007;**41**(5):281-284.

**52. GRAY JB et SMITH R.**

Transitional implant for orthodontic anchorage.

J Clin Orthod 2000;**34**:659-666.

**53. HENNES RJ.**

Uprighting impacted mandibular second molars.

Angle Orthod 1975;**45**(4):314-315.

**54. HELIGERS JJ.**

The Pendulum Appliance for class II non-compliance therapy.

J Clin Orthod 1992;**26**(11):706-714.

**55. HOM BM et TURLEY PK.**

The effects of space closure of the mandibular first molar area in adults.

Am J Orthod 1984;**85**(6):457-469.

**56. HOOD JA, FARAH JW et CRAIG RG.**

Modification of stresses in alveolar bone induced by tilted molar.

J Prosthet Dent 1975;**34**(4):415-421.

**57. JAFLIN RA et BERMAN CL.**

The excessive loss of branemark fixture in type IV bone :a 5 year analysis.

J Periodontol 1991;**62**:2-4.

**58. JOHNSON E et TAYLOR R.**

A surgical-orthodontic approach in uprighting impacted mandibular second molars.

Am J Orthod 1972;**61**(5):508-514.

**59. KANOMI R.**

Mini-implant for orthodontic anchorage.

J Clin Orthod 1997;**31**(11):763-767.

**60. KESSLER M.**

Interrelationships between orthodontics and periodontis.

Am J Orthod 1984;**85**:457-469.

**61. KHOUW FE et NORTON LA.**

The mechanism of fixed molar uprighting appliances.

J Prosthet Dent 1972;**27**(4):381-389.

**62. KIM S, HERRING S, WANG IC et coll.**

A comparison of miniplates and teeth for orthodontic anchorage.

Am J Orthod 2008;**133**:189.e1-189.e9.

**63. KLS MARTIN.**

Site exposant des minivis.

<http://www.klsmartin.com>

**64. KOGOD M et KOGOD S.**

Molar uprighting with the piggyback buccal sectionnal arch and wire technique.

Am J Orthod 1991;**99**(3):276-280

**65. KOJIMA Y, MIZUNO T et FUKUI H.**

A numerical simulation of tooth movement produced by molar uprighting spring.

Am J Orthod 2007;**132**(5):630-638.

**66. KRAVITZ ND et JOLLEY T.**

Mandibular protraction with temporary anchorage devices.

J Clin Orthd 2008;**42**(6):351-355

**67. KRAVITZ ND et KUSNOTO B.**

Risks and complications of orthodontic miniscrews.

Am J Orthod 2007;**131**(4 S1):S43-51.

**68. KUROL J.**

Early treatment of tooth-eruption disturbances.

Am J Orthod 2002;**121**(6):588-591.

**69. KYUNG HM, PARK HS, BAC SM et coll.**

Development of orthodontic micro-implants for orthodontic anchorage.

J Clin Orthod 2003;**37**:321-328.

**70. LANG R.**

Uprighting Impacted Molars.

J Clin Orth 1985;**19**(9):646-654.

**71. LANGLADE M.**

Thérapeutique orthodontique.3° ed.

Paris : Maloine,1986.

**72. LEE JS, KIM JK, PARK Y et coll.**

Applications cliniques des mini-implants en orthodontie.

Paris : Quintessence Internationale, 2007.

**73. LEE K, PARK Y, HWANG W et SEONG E.**

Uprighting mandibular second molars with direct miniscrew anchorage.

J Clin Orthod 2007;**41**(10):627-635.

**74. LEJOYEUX E et FLAGEUL F.**

Orthopedie dento-faciale une approche bioprogressive.

Paris : Quintessence Internationale, 1999.

**75. LIN JC et LIOU EJ.**

A new bone screw for orthodontic anchorage.

J Clin Orthod 2003;**37**:676-681.

**76. LIOU E, PAI B et LIN J.**

Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces ?

Am J Orthod 2004;**126**:42-47.

**77. MACABOY CP, GRUMET JT, SIEGEL EB et coll.**

Surgical uprighting and repositioning of severely impacted mandibular second molars.

J Am Dent Assoc 2003;**134**:1459-1462.

**78. MAH J et BERGSTAND F.**

Tempory anchorage devices: a status report.

J Clin Orthod 2005;**39**:132-136

**79. MAJOURAU A et NORTON L.**

Uprighting impacted second molars with segmented springs.

Am J Orthod 1995;**107**:235-238.

**80. MARKS MH et CORN H.**

Atlas of adult orthodontics.

Londres: Lea et Febiger, 1989.

**81 .MAURAN G, BERTRAND A et BARROIS A.**

Le plan d'occlusion.

Orthod Fr 1988;**59**(1):1-171.

**82. MELSEN B.**

Mini-implants where are we ?

J Clin Orthod 2005;**39**:539-547.

**83. MESLSEN B.**

Site Aarhus présentant des cas cliniques d'utilisation de minivis.

<http://www.aarhus-mini-implant.com>

**84. MELSEN B et COSTA A.**

Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage.

Clin Orthod Res 2000;**3**:23-28.

**85. MELSEN B, GIORGIO F et BERGAMINI A.**

Uprighting lowers molars.

J Clin Orthod 1996;**30**(11):640-645.

**86. MELSEN B et VERNA C.**

Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system.

Semin Orthod 2005;**11**:24-31.

**87. MIAO YQ et ZHONG H.**

An uprighting appliance for impacted mandibular second and third molars.

J Clin Orthod 2006;**40**(2):110-116.

**88. MINE K, KANNO Z, MURAMATO T et coll.**

Occlusal forces promote periodontal healing of transplanted teeth and prevent dentoalveolar ankylosis : an experimental study in rats.

Angle Orthod 2005;**75**:637-644.

**89. MISCH CE.**

Contemporary implant dentistry.2<sup>nd</sup> ed.

St Louis : Mosby, 1998.

**90. MIYAHIRA YI, MALTAGLIATI LA, SIQUEIRA DF et coll.**

Miniplates as skeletal anchorage for treating mandibular second molar impactions.

Am J Orthod 2008;**134**:145-148.

**91. MIYAWAKI S.**

Factors associated with the stability of titanium screw placed in the posterior region for orthodontic anchorage.

Am J Orthod 2003;**124**(4) :373-378.

**92. MOULDING MB, HOLLAND GA et SULIK WD.**

An alternative orientation of nonrigid connectors in fixed partial dentures.

J Prosthet Dent 1992;**68**:236-238.

**93. O'CONNOR RP, CAUGHMAN WF et BEMIS C.**

Use of the split pontic nonrigid connector with tilted molar abutment.

J Prosthet Dent 1986;**56**:249-251.

**94. ODMAN J, LEKHOLM U, JEMT T et coll.**

Osseointegrated implants as orthodontic anchorage in the treatment of partially edentulous adult patients.

Eur J Orthod 1994;**16**:187-201.

**95. OHASHI E, PECHO OE, MORON M et coll.**

Implant vs screw loading protocols in orthodontic: a systematic review.

Angle orthod 2006;**76**:721-727.

**96. OHMAE M,SAITO S ,MOROHASHI T et coll.**

A clinical and histological evaluation of titanium mini-implant as anchors for intrusion in the beagle dog.

Am J Orthod 2001;**119**:489-497.

**97. OHNISHI H, YAGI T, YASUDAY et coll.**

A mini-implant for orthodontic anchorage in a deep overbite case.

Angle orthod 2005;**75**:444-452.

**98. ORTON-GIBBS S et ORTON H.**

Eruption of third permanent molars after the extraction of the second permanent molars. Part 1.

Am J Orthod 2001;**119**:226-238.

**99. ORTON-GIBBS S et ORTON H.**

Eruption of third permanent molars after the extraction of the second permanent molars.Part 2.

Am J Orthod 2001;**119**:239-244.

**100. OWENS S E, BUSCHANG P H, COPE J B et coll.**

Experimental evaluation of tooth movement in the beagle dog with the mini-screw implant for orthodontic anchorage.

Am J Orthod 2007;**132**:639-646.

**101. PAPADOPOULOS M et TARAWNEH F.**

The use of miniscrew implant for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;**103**:e6-e15.

**102. PARK DK.**

Australian uprighting spring for partially impacted second molars.

J Clin Orthod 1999;**33**(7):404-405.

**103. PARK H, BAE S, KYUNG H et coll.**

Micro-implant anchorage for treatment of skeletal class I bialveolar protrusion.

J Clin Orthod 2001;**35**:417-428.

**104. PARK HS, KYUNG HM et SUNG JH.**

A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage.

J Clin orthod 2002;**36**(10):592-596.

**105. PARK HS, LEE YJ, JEONG SH et coll.**

Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible.

Am J Orthod 2008;**133**(1):30-37.

**106. POGGIO PM, INCORVATI C, VELO S et coll.**

Safe zone: a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch.

Angle Orthod 2006;**76**(2):191-197.

**107. PROGREL MA.**

An evaluation of over 400 autogenous tooth transplants.

J Oral Maxillofac Surg 1987;**45**:205-211.

**108. PROGREL MA.**

The surgical uprighting of mandibular second molars.

Am J Orthod 1995;**108**(2):180-183.

**109. REDDY SK, ULOOPI KS, VINAY C et coll.**

Orthodontic uprighting of impacted mandibular permanent second molar: A case report.

J Indian Soc Pedod Prev Dent 2008;**26**:29-31.

**110. RICHARDSON A.**

Spontaneous changes in the incisor relationship following extraction of lower first permanent molars.

Br J Orthod 1979;**6**:85-90.

**111. ROBERTS WE, ARBUCKLE GR et ANALOUI M.**

Rate of mesial translation of mandibular molars using implant anchored mechanics.

Angle Orthod 1996;**66**(5):331-338.

**112. ROBERTS WW 3rd, CHACKER FM, BURSTONE CJ.**

A segmental approach to mandibular molar uprighting.

Am J Orthod 1982;**81**(3):177-184.

**113. ROBERTS WE, MARSHALL KJ et MOZSARY PG.**

Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic site.

Angle Orthod 1990;**60**(2):135-152.

**114. RUBIN R.**

Uprighting impacted molars.

J Clin Orthod.1977;**11**(1):44-46.

**115. SANDLER PJ, ATKINSON R et MURRAY AM.**

For four sixes.

Am J Orthod 2000;**117**:418-435.

**116. SANTORO M, EUN-SOCK K, TEREDESAI M et coll.**

Modified transpalatal bar for rapid uprighting of impacted second molars.

J Clin Orthod 2002;**36**(9):496-499

**117. SAWICKA M, RACKA-PILSZAK B et ROSNOWSKA-MAZURKIEWICZ A.**

Uprighting partially impacted permanent second molars.

Angle Orthodontist 2007;**77**(1):148-154.

**118. SCHNELLE MA, BECK FM, JAYNES M et coll.**

A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews.

Angle Orthod 2004;**74**(6):832-837.

**119. SCWARTZ-DABNEZ CL et DECHOW PC.**

Variations in cortical material properties throughout the human dentate mandibule.

Am J Phys Anthropol 2003;**120**:252-277.

**120. SHAPIRA Y, BORELL G, KUFTINEC M et coll.**

Uprighting mesially impacted mandibular permanent second molar.

Angle Orthod 1998;**68**(2):173-178.

**121. SHELLHART WC et OESTERLE LJ.**

Uprighting molars without extrusion.

J Am Dent Assoc 1999;**130**(3):381-385.

**122. SHERWOOD KH, BURCH JG et THOMPSON WJ.**

Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage.

Am J Orthod 2002;**122**:593-600.

**123. SIMON LS.**

Rationale and practical technique for molar uprighting mesially inclined molars.

J Prosthet Dent 1984;**52**(2):256-259.

**124. SINHA P, NANDA R, GHOSH J et coll.**

Uprighting fully impacted mandibular second molars.

J Clin Orthod 1995;**29**(5):316-318.

**125. SOHN B, CHOI J, JUNG S et coll.**

Uprighting mesially impacted second molars with miniscrew anchorage.

J Clin Orthod 2007;**41**(2):94-97.

**126. STEAN H.**

Clinical case report: an improve technique for using dental implants as orthodontic anchorage.

J Oral Implantol 1993;**19**:336-340.

**127. STEPOVITCH MI.**

A clinical study on closing edentulous spaces in the mandible.

Angle Orthod 1979;**49**:227-233.

**128. TERRY BC et HEGTVEDT AK.**

Self-stabilizing approach to surgical uprighting of the mandibular second molar.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993;**75**:674-676.

**129. TSENG YC, HISCH CH, CHEN CH et coll.**

The application of mini-implants for orthodontic anchorage.

Int J Oral MaxilloFac Surg 2006;**35**:704-707.

**130. UMEMORI M, SUGAWARA J et MITANI H.**

Skeletal anchorage system for open-bite correction.

Am J Orthod 1999;**115**:166-174.

**131. VALMASEDA-CASTELLON E, DE-LA-ROSA-GAY C et GAY-ESCODA C.**

Eruption disturbances of the first and second permanent molars: results of treatment in 43 cases.

Am J Orthod 1999;**116**(6):651-658.

**132. VARPIO M et WELLFELT B.**

Disturbed eruption of lower second molar: clinical appearance, prevalence and etiology.

J Dent Child 1988;**55**:114-118.

**133. VIECELLI RF.**

Self-corrective T-loop design for differential space closure.

Am J Orthod 2006;**129**:48-53.

**134. VION E.**

Biomécanique : Notions fondamentales.

Paris SID, 2000.

**135. WANG YC et LIOU E.**

Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading.

Am J Orthod 2008;**133**:38-43.

**136. WEILAND F, BANTLEON HP et DROSCHL H.**

Molar uprighting with crossed tipback springs.

J Clin Orthod 1992;**26**(6):335-337.

**137. WILLIAMS R et HOSILA L.**

The effects of different extraction sites upon incisor retraction.

Am J Orthod 1976;**69**:388-410.

**138. YUN SW, LIM WH et CHUN YS.**

Molar control using indirect miniscrew anchorage.

J Clin Orthod 2005;**39**(11):661-664.

**139. ZIMMER B, SCHELPER I et SEIFI SHIRWANDEH N.**

Localized orthodontic space closure for unilateral aplasia of lower second premolars.

Eur J Orthod 2007;**29**(2):210-216.

**140. ZUCKERMAN R.**

Bridge sur dent en malposition : plan de traitement.

Clinic 1996;**17**(9):499-504.

**Boisselier Fabrice.-** Le redressement des molaires mésioversée.

187 f ; ill. 178 ; 140 ref. ; 30 cm.-(Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2009).N°

Résumé de la thèse :

La version mésiale des molaires est un problème souvent rencontré par l'omnipraticien et l'orthodontiste. Les causes de ces mésioversions peuvent être une extraction non compensée ou un problème d'éruption de la molaire.

Les conséquences sont nombreuses allant de problèmes parodontaux, occlusaux en passant par des résorptions dentaires. Ces phénomènes peuvent engendrer la perte de l'organe dentaire. C'est pourquoi des techniques ont été développées pour pallier ces mésioversions, comme les méthodes chirurgicales, les solutions prothétiques et les moyens orthodontiques fixes ou amovibles.

Récemment de nouvelles techniques utilisant un ancrage osseux comme les minivis et les miniplaques ont été utilisées. Cet ancrage est de meilleur qualité et permet de réaliser des mouvements de redressement sans faire appel ou en sollicitant beaucoup moins un ancrage dentaire classique.

Rubrique de classement : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Domaine bibliodent : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

MeSH : Molaire, *molar* - Orthodontie, *orthodontics* - Ostéointégration, *osseointegration* – Implant dentaire, *dental implants*

Mots clés bibliodent : Ancrage - Orthodontie - Orthodontie adulte - Molaire - Ostéointégration - Implant.