

République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université SAAD DAHLAB de Blida -1-



FACULTE DE MEDECINE
DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE
Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme
Doctorat en médecine dentaire

TECHNIQUE DE L'ARC DROIT

Présenté par :

-ABI Asma

-TAMSAOUDET Youssouf

-ZAIDI Rym

-BOUKHARI Layachi

-HADJALLAH HEDJALLAH Badreddine El Mahdi

-BEGHDADI Mohamed Ilyes

Sous l'encadrement de : Pr Meddah Souad.

Mémoire présenté le 24/08/2020. Devant un jury composé de :

Président : Dr Attrouche Omar.

Examinatrice : Dr Dahmas Ratiba.

Année universitaire 2019-2020

Remerciements

A NOTRE PRÉSIDENT DE JURY,

DR ATTROUCHE. O

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider le jury de notre thèse. Veuillez trouver ici l'expression de notre plus profond respect pour votre savoir et la qualité de votre enseignement. Qu'il nous soit permis de vous témoigner notre sincère reconnaissance.

A NOTRE JUGE,

DR DAHMAS. R

Vous avez accepté très naturellement de participer à notre jury de thèse. Nous vous remercions pour votre gentillesse et votre disponibilité lors de notre stage hospitalier. Veuillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect

A NOTRE PROMOTRICE

PR. MEDDAH. S

*Nous voudrions Présenter nos remerciements à notre encadreur « PR Meddah ».
Nous voudrions également lui témoigner notre gratitude pour sa patience
et son soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port.*

Dédicaces

Louange à dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu et qui m'a donné la force, la patience et l'énergie pour accomplir ce travail.

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, reconnaissance et de remerciement :

A mes parents, C'est à travers vos encouragements que j'ai opté pour cette noble profession, et c'est à travers vos critiques que je me suis réalisée. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi et réalisés aujourd'hui l'un de vos rêves. Que Dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie.

A mes sœurs, ma conjointe et mes frères qui étaient toujours à mes cotés que dieu vous garde.

A mes coéquipiers dans ce mémoire : B.Ilyes ; T.youcef ; H.badreddine ; A Asma et Z. Rym je vous souhaite une vie pleine de joie et de réussite et de bonheur.

A mes enseignants de tous les cycles et en particulier ceux de la médecine dentaire merci de m'avoir rendu la personne que je suis aujourd'hui merci pour vos efforts.

A toute ma promotion, mes collègues et mes amis. A tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur. A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Layachi

Louange à Dieu Tout-Puissant Il nous a guidés pour cela, et nous ne serions pas guidés si Dieu ne nous avait pas guidés

A MES CHERS PARENTS, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.
Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.
Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

A MES CHERS ET ADORABLE FRERES ET SOEURS, En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance.

A LA MEMOIRE DE MA GRANDE MERE, J'aurais tant aimé que vous soyez présente. Que Dieu ait votre âme dans sa sainte miséricorde

À MES CHERS ONCLES, TANTES, LEURS EPOUX ET EPOUSES

A MES CHERS COUSINS COUSINES

*UNE SPECIALE DEDICACE A CES PERSONNES QUI ONT MAIDE
DURANT TOUT MON CURSUS, ET POUR QUI JE PORTE BCP
DE TENDRESSE ET DE RESPECT*

*DR MAOUENE.S - DR BOULOUDENE.A - DR DJABALLAH.M -
DR ABDOUN.A - DR HADJ SADOUK.R.S - DR ZEOUATI.A -
DR MAHMOUDI.H*

*À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPÉ A
L'ÉLABORATION DE CE TRAVAIL :*

*ABI.A - BAGHDADI.M.I - BOUKHARI.L - HADJALLAH
HADJALLAH.M.M et ZAIDI.R*

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, Pour les peines que vous avez consenties pour mon éducation et ma formation.

Ce travail est le fruit de vos efforts et une modeste récompense de votre amour débordant. Aucune dédicace ne saurait exprimer à sa juste valeur mon profond amour familial et ma profonde reconnaissance. Puisse Dieu vous protéger et vous donner longue vie.

A mon très cher mari, pour ton soutien moral, ton amour, ton aide et support dans les moments difficiles .

A mes chers frères et sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A toute ma famille, pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible.

Sommaire

Remercîments

Dédicaces

Sommaire

Introduction

1

Chapitre 1: rappels et généralités sur l'orthopédie dento-faciale

3

1. Historique

4

2. Définition

5

3. Diagnostic en orthopédie dento-faciale.

6

3.1. Anamnèse

6

3.2. L'examen clinique

7

3.2.1. Les moulages en occlusion

7

3.2.2. La radiographie panoramique

7

3.2.3. La téléradiographie de la tête de profil en occlusion

8

3.2.4. Les photographies

9

3.2.5. Les radiographies occlusales et rétro-alvéolaires

9

3.2.6. Les téléradiographies en incidence axiale, frontale

10

3.2.7. La tomodynamométrie

10

3.2.8. La radiographie de la main

10

3.2.9. Les examens complémentaires fonctionnels

11

4. Le moment opportun des thérapeutiques orthopédiques

11

Chapitre 2 : Technique de l'arc droit

13

1. Historique

14

2. Evolution des systèmes de préprogrammation.

14

2.1. Vers le renforcement des propriétés mécanique

14

2.2. Vers l'individualisation des informations

17

3. Concept et développement de la technique.	21
3.1. Concept d'Andrews :	22
4. Biomécanique des mouvements dentaires.	24
4.1. Rappels histologiques : tissu osseux	24
4.1.1. Organisation du tissu osseux :	24
4.1.1.1. Eléments constituant le tissu osseux :	24
4.1.1.1.1. Les cellules :	24
4.1.1.2. Formation et résorption du tissu osseux :	25
4.1.1.2.1. Formation du tissu osseux :	25
4.1.1.2.2. Résorption du tissu osseux	25
4.1.2. Réaction du tissu osseux alvéolaire face à l'action mécanique :	26
4.2. Rôle mécanique du tissu osseux et du tissu ligamentaire :	26
4.2.1. Propriétés mécaniques du tissu osseux :	26
4.2.1.1. Elasticité	26
4.2.1.2. Plasticité	26
4.2.2. Intervention du tissu ligamentaire :	27
4.2.2.1. Facteurs réglant le remodelage osseux :	27
4.2.2.1.1. Facteurs endogènes	27
4.2.2.1.2. Facteurs exogènes	27
4.2.2.2. Apposition et remodelage de l'os alvéolaire :	27
4.2.2.2.1. Rappels sur la migration physiologique :	27
4.2.2.2.2. Résorption :	27
4.2.2.2.2.1. Résorption osseuse directe :	28
4.2.2.2.2.2. Résorption osseuse indirecte :	28
4.2.2.2.2.3. Résorption radiculaire :	29
4.2.2.2.3. Apposition :	30
4.2.2.2.3.1. Apposition osseuse directe :	30
4.2.2.2.3.2. Apposition osseuse externe :	30
4.2.2.2.3.3. Apposition de ciment :	30
4.2.2.3. Facteurs individuels pouvant modifier les réactions tissulaires :	30
4.2.2.3.1. L'os alvéolaire :	30
4.2.2.3.2. Le desmodonte :	30

4.2.2.3.3. La dent et ses voisines :	30
4.3. Le déplacement dentaire :	31
4.3.1. Principes mécaniques :	31
4.3.1.1. Revue de littérature :	32
4.3.1.2. Les forces :	32
4.3.1.2.1. Définition d'une force :	32
4.3.1.2.2. Décomposition d'une force :	33
4.3.1.3. Le centre de résistance :	33
4.3.1.4. Le centre de rotation :	35
4.3.1.5. Le moment :	36
4.3.1.6. Le rapport moment / force :	36
4.3.1.7. Le couple :	37
4.3.1.8. Notion de travail et d'énergie :	38
4.3.1.9. Equilibre d'un système de force :	39
4.3.1.9.1 Le V symétrique :	39
4.3.1.9.2. Le V asymétrique	40
4.3.1.9.3. La situation en escalier :	41
4.3.2.1. Version :	43
4.3.2.2. Ingression :	43
4.3.2.3. Rotation :	44
4.3.2.4. Translation :	44
4.3.2.5. Notion de frottements :	44
4.3.3. Histophysiologie du déplacement dentaire :	45
4.3.3.1. Réaction lors de l'application d'une force :	45
5. Les six clés de l'occlusion idéale d'Andrews.	48
6. Les étapes d'un traitement avec la technique de l'arc droit	56
6.1. Contrôle de l'ancrage:	56
6.2. Nivellement et alignement:	57
6.4. Fermeture des espaces:	58
6.3. Contrôle de la supraclusion (overbite) et du surplomb (over jet);	58
6.5. Finition	59
7. Avantages et inconvénients du système.	59

8. Les différentes techniques de l'arc droit :	64
8.1. Concept de Lawrence Andrews :	65
8.2. Evolution des systèmes préinformés :	66
8.2.1. Configuration Roth en 1974 :	66
8.2.2. Le système Terell Root :	66
8.2.3. Fully programmed translation brackets :	67
8.2.4. La tip-edge technique :	67
Chapitre 3 : cas cliniques	70
1. Traitement sans extraction	71
1.1. Cas N°01	71
1.2. Cas N°02	74
1.3. Cas N°03	78
2. Traitement avec extraction	81
2.1. Cas N°01	81
2.2. Cas N°02	83
Conclusion	84
Résumé	
ملخص	
Abstract	

Introduction

Introduction :

L'orthodontie est une spécialité dentaire vouée à la correction des mauvaises postures des maxillaires (orthopédie dento-faciale, ou ODF) et des dents (orthodontie) afin d'optimiser l'équilibre postural entre les structures osseuses (phases de repos physiologique des muscles), l'occlusion (engrènement dentaire réflexe), ainsi que le développement des bases osseuses dans un but fonctionnel et esthétique.

Ce qui constitue l'une des grandes richesses de l'orthodontie, c'est la multiplicité des procédés dont dispose le praticien pour corriger une malocclusion dentaire ou une dysmorphose squelettique.

Une des classifications possibles de ces dispositifs consiste à distinguer les appareils amovibles des appareils fixes.

Les appareils Multibagues ou Multiattaches sont les plus utilisés, car ils permettent le contrôle tridimensionnel des déplacements dentaires.

Il existe plusieurs techniques avec certaines différences mais toutes tendent vers les mêmes principes :

Importance du diagnostic symptomatique et surtout étiopathogénique des dysmorphoses dentosquelettiques pour la réussite du traitement, prise en compte du contexte musculaire et fonctionnel du patient et utilisation de forces légères et continues dans le respect des lois de la biomécanique.

L'étude approfondie du dossier orthodontique de chaque patient reste la première étape indispensable à tout traitement bien mené. Quelle que soit la technique choisie par le praticien, les résultats dépendent principalement de la réflexion diagnostique et stratégique de l'orthodontiste.

75 % du succès d'un traitement orthodontique repose sur la qualité du diagnostic, une large part de leur temps doit être consacrée à l'étude des cas.

Depuis sa mise au point par L Andrews en 1970, l'« arc droit » est devenu une technique universellement répandue.

Avec ses avantages et ses inconvénients, ce nouvel « Edgewise » a facilité le développement considérable de l'orthodontie à travers le monde.

Toutefois, en 30 ans, l'arc droit original d'Andrews a progressivement évolué. Il est devenu plus performant sur le plan mécanique et s'est adapté aux diverses « écoles » orthodontiques.

Il lui faudra probablement évoluer encore davantage pour dépasser la notion de « moyennes » sur laquelle était fondé le concept d'Andrews et revenir à une prescription plus personnalisée des informations.

Chapitre 1
Rappels et
généralités
sur
'orthodontie

1. Histoire de l'orthodontie :

En 1728, sous le règne de Louis XV, un dentiste français, Pierre Fauchard, explique pour la première fois au monde comment redresser les dents mal placées. En fait, Fauchard ne s'occupe que des dents les plus visibles. Il les redresse à l'aide de ligatures ou d'une petite plaque en métal serrée sur les dents, mais ses successeurs amélioreront la méthode.

A la fin du 18^e siècle, un anglais, J. Hunter établit qu'on ne peut pas compter sur la croissance naturelle pour donner de la place aux dents qui en manquent, il faut alors enlever une ou deux dents pour pouvoir aligner les autres. Il ne convainc pas tout le monde et, au début du 19^e siècle, c'est la guerre entre partisans et adversaires des extractions. En 1841, Lefoulon croit avoir trouvé une solution : il montre qu'on peut élargir les arcades dentaires trop étroites.

A la fin du 19^e siècle, les américains soulignent l'importance des rapports entre les arcades dentaires. Trop souvent, l'une est en arrière par rapport à l'autre, ce qui touche le profil (menton en arrière ou en avant) et nuit à la mastication. Assurer de bonnes relations entre les arcades devient, à côté de l'alignement des dents, le but du traitement orthodontique.

A la même époque, on commence à penser que les difformités des mâchoires sont en rapport avec des troubles de la croissance générale, dus à une mauvaise hygiène de vie ou à une maladie. Une de ces causes sera confirmée par la suite : si un enfant ne respire pas par le nez, les fosses nasales ne se développeront pas et le palais restera étroit, puisque le plancher d'une cavité forme le plafond de l'autre (C.Tomes – 1873).

Les appareils, au début du 20^e siècle, sont faits de gros fils, attachés aux dents et tenus par deux bagues scellées sur les molaires. Mais un nouveau matériau apparaît : la vulcanite, qui permet de faire des appareils mieux ajustés aux dents et que le patient peut enlever pour le nettoyer. En 1928, un américain, E. Angle a l'idée de mettre sur toutes les dents une bague comportant une attache en forme de mortaise, dans laquelle s'encastre un fil métallique auquel on a donné la forme d'une arcade idéale. Ce système permet aussi de déplacer la racine de la dent, si c'est nécessaire.

Peu après, une méthode complètement différente se développe en Europe. Elle cherche à agir sur les bases osseuses et, en particulier, à stimuler la croissance de la mandibule. Les appareils dirigent et activent la mastication en une sorte de gymnastique corrective, aussi, cette méthode est plus spécialement appelée « orthopédie » dento-faciale. Elle met l'accent sur la santé et l'équilibre postural des enfants.

'Au cours du 20^e siècle, les deux méthodes se développeront parallèlement, l'une et l'autre bénéficiant de progrès techniques. L'un des plus frappant fut la possibilité de coller les attaches directement sur les dents, en supprimant les bagues.

Des progrès plus importants encore ont permis, à la fin du 20^e siècle, de traiter les adultes. Les attaches collées sont devenues de moins en moins visibles.

On peut même les placer sur les faces internes des dents. Malheureusement, cette technique implique l'assistance d'un laboratoire sophistiqué et reste très compliquée (et donc très onéreuse).



Si les bases osseuses sont décalées, il faut, chez l'adulte, avoir recours à la chirurgie. Menées par l'intérieur de la bouche, les interventions ne laissent pas de cicatrices, mais elles doivent être précédées d'un traitement orthodontique qui adapte chaque arcade à l'autre dans sa future relation (voir la fiche « traitement de l'adulte »).

Toutes ces évolutions ou transformations peuvent être calculées et suivies sur des radiographies de profil qui montrent le squelette et les tissus de recouvrement. Des mesures permettent d'évaluer les anomalies suivant des critères qui furent d'abord compris d'une façon très stricte et moins rigide aujourd'hui.

L'orthodontie et l'orthopédie dento-faciale, dont le but était de remédier aux anomalies, sont devenues, selon la définition de la Société Française d'Orthopédie Dento-Faciale, « la partie de la médecine qui étudie la forme, la position, et le fonctionnement des éléments constitutifs de la face, et qui les modifie pour assurer leur santé, embellir leur apparence et améliorer leurs fonctions ».

2. Définition :

L'orthopédie dento-faciale (ODF) est une discipline de l'art dentaire qui associe « orthopédie » (redressement d'une difformité du corps chez l'enfant – Petit Larousse.Paris, Larousse, 1980) et orthodontie (redressement des dents) (2). Cette dénomination est internationale. L'orthopédie dento-maxillo-faciale recouvre les mêmes notions, mais ce terme est utilisé par l'ordre des médecins français pour définir l'exercice des médecins exerçant cette spécialité (3). L'ordre des chirurgiens-dentistes définit l'orthopédie dentofaciale comme « la partie de l'odontologie et de la stomatologie consacrée à l'étude et au traitement des troubles liés aux anomalies de la forme des mâchoires et de la position des dents ».

Elle permet le traitement des malformations maxillo-dento-faciales, elle consiste à rétablir un équilibre fonctionnel, restaurer une bonne fonction masticatrice et aider à prévenir les maladies des dents et de leur support. Cette définition a été proposée originellement par la Société française d'orthopédie dento-faciale.

Selon Bassigny (4), l'ODF a pour but :

- l'étude et le développement de la face, des maxillaires et des dents ;
- l'analyse des anomalies de ce développement ;
- la correction de ces anomalies.

Dès 1978 l'Association américaine d'orthodontie n'avait considéré que les termes « orthodontie » et « orthopédie dento-faciale » étaient synonymes (5) et précisait que cela s'applique au complexe cranio-facial et aux fonctions dépendantes de ce complexe. Cette définition de l'ODF, couramment admise, reste strictement limitée à la pathologie. Elle a évolué pour se rapprocher des définitions de l'OMS avec une prise en compte des paramètres psychosociaux des patients (6) en intégrant les principes d'éthique de l'ADA (American Dental Association) modifiés en 1998 : « l'obligation professionnelle première du chirurgien-dentiste doit être le service au patient. La qualité et l'opportunité des soins doivent être compatibles avec l'état clinique du patient tout en considérant ses

besoins et ses desiderata, la compétence du praticien et son efficacité à délivrer les soins sont des aspects importants de cette obligation ».

La définition de la thérapeutique s'applique à l'ODF puisqu'elle a pour but (7) :

- de diminuer les handicaps : l'ODF cherche à améliorer l'esthétique faciale, les fonctions masticatoires et plus généralement les fonctions oro-faciales ;
- d'amener le patient vers un état de bien-être : l'ODF par la restitution d'une occlusion dentaire équilibrée permettrait l'élimination du paramètre occlusal très important dans les désordres crano-mandibulaires (DCM), elle facilite le repositionnement lingual correct ;
- d'augmenter les chances de durabilité fonctionnelle et tissulaire et de permettre l'adaptation à toutes les modifications futures, sans récurrence, des résultats acquis.

L'ODF permet une amélioration de l'hygiène bucco-dentaire, une stabilisation des dents soumises aux forces occlusales et une répartition des contraintes occlusales compatible avec l'homéostasie des tissus de soutien des dents.

En résumé, l'ODF se fixe pour objectif l'établissement :

- de contacts dento-dentaires corrects pour assurer la fonction masticatoire ;
- d'une occlusion fonctionnelle et statique non pathogène ;
- de facteurs assurant un déroulement normal des fonctions oro-faciales ;
- d'un équilibre musculaire de l'appareil stomatognathique ;
- de la protection de l'articulation temporo-mandibulaire ;
- d'une esthétique acceptable par le patient ;
- de la pérennisation des résultats.

3. Diagnostique :

Le dossier orthodontique est constitué par la collection de toutes les informations, sous quelque forme que ce soit, destinées à établir le diagnostic orthodontique. Ce dossier est constitué par les éléments rassemblés de façon systématique lors de l'examen clinique et par les examens complémentaires soit effectués de façon systématique soit nécessités par la situation particulière du patient.

3.1. Anamnèse :

L'anamnèse doit faire ressortir :

- le motif de la consultation ;
- l'âge, les doléances et l'historique médical et dentaire du patient ;
- l'état général du patient et sa croissance ;
- son contexte psychosocial ;
- l'existence d'une pathologie intégrée dans un grand syndrome malformatif déjà dépisté. À l'issue de cet entretien le praticien doit savoir, selon Proffit et al :
 - pourquoi le patient recherche un traitement ODF maintenant ;
 - ce qu'il attend du traitement.

3.2. L'examen clinique :

Cet examen comprend l'examen exobuccal, l'examen endobuccal (examen des tissus mous, examen de la denture, examen fonctionnel). Cet examen peut être effectué soit lors de la première consultation du patient lorsque la première consultation est réalisée par le praticien spécialisé, soit secondairement lorsque la consultation spécialisée suit la consultation de dépistage. Cet examen se fait selon les modalités vues lors de l'examen clinique de dépistage ; il diffère toutefois de celui-ci par son aspect procédural : l'enregistrement systématique de toutes les informations collectées est fait. Cet enregistrement est matérialisé par l'inscription de ces informations sur une fiche clinique (sur un support pérenne, papier ou informatique) permettant l'étude de la situation clinique du patient en l'absence de ce dernier afin d'établir le diagnostic orthodontique après évaluation des examens complémentaires morphologiques et fonctionnels.

Les examens complémentaires Les examens complémentaires sont destinés à caractériser des paramètres indispensables au diagnostic orthodontique tout en permettant la quantification objective des dysmorphoses.

Les examens constamment nécessaires

3.2.1. Les moulages en occlusion terminale :

Ces moulages sont des modèles d'étude effectués à partir d'empreintes suffisamment complètes pour assurer la reproduction le plus fidèlement possible des dents, des procès alvéolaires, des freins et des insertions musculaires.

Les modèles d'étude doivent être réalisés de telle sorte que placés en occlusion sur la table d'examen les dents soient en occlusion d'intercuspidation maximale, l'intégrité dentaire de toutes les dents présentes sur les arcades soit respectée.



Figure 1 : Etudes des moulages

3.2.2. La radiographie panoramique :

La radiographie panoramique (ou orthopantomogramme) est l'examen de base de tout bilan dento-maxillaire et obtenue sur un matériel approprié, Elle doit comprendre l'intégralité des arcades dentaires, des structures alvéolaires, des articulations

temporomandibulaires et l'intégralité de la mandibule. La radiographie panoramique reste toutefois une tomographie de coupe épaisse des maxillaires excluant ainsi toute image de structure anatomique n'appartenant pas à cette coupe (une dent incluse ou ectopique peut donc passer inaperçue avec cette technique), de plus cet examen produit une image déformée des structures anatomiques et sa réalisation et son interprétation doivent donc tenir compte de ces limites.

3.2.3. La téléradiographie de la tête de profil en occlusion :

La téléradiographie de la tête de profil en occlusion permet l'analyse des structures crâniennes, faciales, dentaires et rachidiennes, dans le sens antéropostérieur et le sens vertical, en minimisant les déformations ; elle ne donne cependant aucune information sur le sens transversal.

Le terme téléradiographie « s'applique à des radiographies pratiquées avec une distance focus-plaque supérieure à la normale » nous dit L'oreille ; la tête du patient est immobilisée dans un appareil de contention, le céphalostat qui assure la fixité de la tête, son orientation et le maintien de la distance plan sagittal médian-film constante.

Ce type d'examen permet d'effectuer des examens biométriques reproductibles dans des conditions normalisées en réduisant au maximum agrandissement et distorsion des structures faciales en substituant à la projection conique la projection orthogonale (avec une distance objet-plaque de 9 cm et une distance focus-plaque de 1,5 m le taux d'agrandissement est de 7,14 % et 1,9 % pour une distance focus-plaque de 5 m) (51,52).

Le sujet est en occlusion en intercuspidation maximale plan de Francfort cutané horizontal (le plan de Francfort cutané passe par le sommet des orifices auriculaires et les points sous-orbitaires),

le rayon principal du faisceau de RX est centré sur l'olive auriculaire du céphalostat.

Les téléradiographies du crâne de profil permettent l'étude biométrique de la face et la comparaison du sujet par rapport à lui-même ou par rapport à des références établies définissant ainsi la céphalométrie.



Figure 2 : Téléradiographie de profil

3.2.4. Les photographies :

Les photographies sont destinées à effectuer un enregistrement anthropométrique de la tête et plus particulièrement de la face et de la zone dentaire dans des conditions standardisées,

le sujet étant debout la tête placée dans une position naturelle de repos.

Les incidences photographiques comprennent les photographies extrabuccales et intrabuccales.

Les photographies extrabuccales comprennent par consensus six incidences de face lèvres au repos, de face avec le sourire, de profil (droit et gauche) lèvres au repos, de $\frac{3}{4}$ (orientation à 45°), visage entier de face avec les arcades dentaires visibles en occlusion de face.

Le sujet photographié regarde horizontalement loin devant lui, il est placé devant un fond uniforme clair, l'éclairage au flash doit, quelle que soit l'incidence, assurer l'absence d'ombre portée. L'appareil de prise de vue est équipé d'un moyen téléobjectif réglé en position « portrait », de face la tête et le cou occupent tout le champ du viseur, le plan du film est vertical, les conditions de prise de vue restent identiques. Lors des photographies intrabuccales des arcades dentaires en occlusion, le plan d'occlusion est horizontal pour les incidences de face et de profil ; l'ensemble de l'arcade dentaire en occlusion, de la zone alvéolaire et des insertions de freins est visible dans le viseur de l'appareil photographique. Le plan du film photographique est placé dans un plan vertical perpendiculaire au plan d'occlusion et ses réglages restent identiques au cours des trois prises de vue en privilégiant l'ouverture minimale afin de donner la priorité à la profondeur de champ pour assurer la netteté du cliché sur toute la zone d'intérêt. L'éclairage au flash doit, quelle que soit l'incidence, assurer l'absence d'ombre portée.

Lors des photographies intrabuccales des arcades dentaires le raphé médian au maxillaire (l'insertion du frein de langue à la mandibule) est pris comme axe de symétrie vertical et le plan du film photographique est perpendiculaire à un plan passant par le raphé médian au maxillaire (l'insertion du frein de langue à la mandibule) et perpendiculaire au plan d'occlusion, la langue est refoulée postérieurement pour libérer l'arcade inférieure au maximum. Ces photographies intrabuccales doivent comprendre l'intégralité des arcades ou le maximum de surfaces dentaires lorsque cela s'avère techniquement impossible, les réglages d'éclairage et d'ouverture restent identiques au cours de toutes les prises de vues intrabuccales. On peut rajouter au dossier photographique toute photographie imageant une situation clinique particulière. Les examens éventuellement nécessaires

3.2.5 Les radiographies occlusales et rétro-alvéolaires :

La radiographie rétro-alvéolaire est nécessaire lorsque l'examen de la radio panoramique montre le besoin d'un examen précis des zones alvéolaires (image apicale, racines fines, coudures radiculaires, etc.). La radiographie occlusale est le complément



de la radiographie panoramique pour situer une dent incluse ectopique ou rechercher la présence d'odontomes ou germes surnuméraires.

3.2.6. Les téléradiographies en incidence axiale, frontale :

Lorsque le patient présente une anomalie du sens transversal avec ou sans asymétrie, une anomalie anatomique ou la présence de dents incluses ectopiques, les téléradiographies en incidence axiale et frontale peuvent être effectuées.

Deux incidences axiales peuvent être décrites : une incidence subaxiale de Berger où le rayon incident est perpendiculaire au plan de Francfort, homologue de l'incidence sagittale, une incidence hyperaxiale de Bouvet perpendiculaire au plan d'occlusion nécessitant une hyperdéflexion de la tête du patient.

Si l'incidence de Bouvet évite, chez le sujet normal, la projection de l'image mandibulaire sur la zone antérieure de la face moyenne, elle ne permet pas l'analyse tridimensionnelle selon un principe d'orthogonalité des plans.

L'incidence frontale reprend les plans de référence de l'incidence de profil mais le rayon incident est perpendiculaire au plan frontal et postéro-antérieur (nez contre la cassette contenant le film). Associée avec la téléradiographie sagittale elle renseigne sur les voies aériennes supérieures, les anomalies transversales et la position d'éventuelles dents incluses et/ou ectopiques.

3.2.7. La tomodontométrie :

L'examen tomodontométrique s'avère utile lorsque les autres examens radiographiques ne permettent pas d'évaluer correctement une situation à risque (rapports anatomiques dents-nerf dentaire, proximité apicale d'une dent incluse devant être dégagée, odontome mal placé, etc. Il ne s'agit pas d'un examen de première intention, il est réalisé avec des coupes millimétriques jointives centrées sur la zone d'intérêt et ne concerne que les structures osseuses.

3.2.8. La radiographie de la main :

La radiographie de la main de face est destinée à évaluer la situation du patient par rapport à des standards de maturation et de croissance squelettique. Outre le nombre de points d'ossification important la main et les os du carpe présentent des structures visibles radiologiquement avant la naissance et dont la maturation évolue tout au long de la croissance, de plus leur éloignement de zones biologiques très sensibles aux rayonnements ionisants améliore la radioprotection du patient et des praticiens . L'âge osseux peut être déterminé par l'utilisation de tables (tables de Greulich et Pyle, tableaux de Deplagne) mais cette méthode reste relativement imprécise et la publication des travaux de Björk a permis d'en rationaliser l'utilisation pour l'orthodontiste. Björk observa le degré de soudure entre les diaphyses et épiphyses des phalanges des doigts et les mit en rapport avec le taux de croissance somatique, partant d'un principe déjà connu, le quasi-synchronisme entre la croissance des os longs et la maturation de la main .

La radiographie de la main est

effectuée chez le sujet en croissance, la méthode de Björk consiste à observer le degré de soudure entre épiphyse et diaphyse des phalanges des doigts, leurs largeurs respectives et la présence du sésamoïde en regard de la diaphyse de la première phalange du pouce ; ces paramètres permettent l'évaluation du stade de maturation qui correspond alors à une position sur la courbe de la vitesse de croissance somatique.

Figure 3 : Radiographie de la main



3.2.9. Les examens complémentaires fonctionnels :

Le bilan orthophonique. Le bilan orthophonique est destiné à observer le positionnement lingual au repos, lors de la phonation et de la déglutition ; il doit aussi déterminer les caractéristiques des muscles des joues et des lèvres (morphologie, tonicité, existence de troubles moteurs ou de spasmes) et leur fonctionnement . Cet examen permet le dépistage des troubles articulaires, le positionnement lingual correct (apex lingual en appui sur la papille rétro-incisive) lors de la déglutition, au repos (sur le palais et non sur les dents) .

Le bilan ORL. Le bilan ORL évalue la fonction ventilatoire et plus précisément la qualité de la perméabilité nasale et oropharyngienne, l'état des tissus lymphoïdes enfin l'absence d'obstacle physique (temporaire ou permanent) à l'écoulement du flux aérien.

La ventilation est en rapport avec la posture céphalique qui intervient aussi sur la croissance verticale des structures osseuses de l'étage moyen de la face , et toute la musculature mise en jeu lors de la respiration a un rôle morphogénétique sur le complexe naso-maxillaire.

4. Le moment opportun des thérapeutiques orthopédiques :

Il est recommandé de ne pas traiter une anomalie, c'est-à-dire une variation par rapport à la moyenne, pour elle-même. Il est recommandé de traiter les anomalies qui entraînent des handicaps. Sont donc à traiter les anomalies susceptibles :

- de porter atteinte à la croissance de la face ou des arcades dentaires, ou d'altérer leur aspect
- de nuire aux fonctions orales et nasales ;
- d'exposer les dents aux traumatismes.

Sont également à prendre en considération les circonstances qui pourraient favoriser l'apparition de lésions carieuses et parodontales ou de troubles articulaires.



L'âge optimal du traitement ne peut être fixé uniquement « en fonction de l'anomalie ».

D'autres facteurs doivent être pris en compte pour le déterminer, tels que :

- l'état général ;
- les conditions psychiques et sociales ;
- l'âge dentaire ;
- le stade de croissance et de maturation ;
- les anomalies associées.

À titre indicatif, les éléments cités ci-dessus étant supposés favorables, le groupe de travail estime conventuellement que :

- relèvent d'un traitement en denture temporaire :

- les anomalies fonctionnelles. Leur traitement est souvent pluridisciplinaire. Le début est lié au degré de compréhension, de coopération et de maturation psychomotrice de l'enfant,
- les anomalies de l'occlusion qui présentent une incidence fonctionnelle (pro et latérogissements mandibulaires),

- les anomalies des procès alvéolaires, dans certains cas,

- les anomalies des bases osseuses ;

- relèvent d'un traitement en denture mixte :

- les anomalies dentaires (traitements interceptifs des dysharmonies dento-maxillaires, des inclusions, etc),

- les anomalies dento-alvéolaires,

- et certaines anomalies des bases osseuses ;

- relèvent d'un traitement en denture définitive :

- les anomalies dentaires (anomalies de nombre, de forme, de position et d'évolution),

- les anomalies dento-alvéolaires y compris certains traitements de compensation.

Chapitre 2

Technique de l'arc droit

1. Historique :

Dès 1929, ANGLE entrevoyait déjà que le rapport entre l'arc et le bracket pouvait être différent et présentait les avantages d'un arc exempt de déformations ; il écrivait: « un autre excellent moyen de réaliser la disto-version des dents postérieures est de changer la position des brackets sur les bagues au lieu de faire des pliures verticales sur l'arc. ceci permet l'utilisation de l'arc sous sa forme la plus simple, on évite des pliures ce qui, de toute évidence, a des avantages ».

En 1933, STEINER reprend cette idée. En 1952, HOLDAWAY préconise l'angulation des brackets. D'autres encore comme JARABAK, FIZZEL ou LEE améliorent cette conception, limités cependant par les possibilités de la technologie. C'est finalement ANDREWS qui réussit, en 1972, à incorporer la totalité des informations des 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} ordres dans le bracket, en établissant ses conceptions sur des règles d'occlusion précise; il appelle son nouvel appareillage « Straight Wire Appliance ».

2. Evolution des systèmes de préprogrammation

2.1. vers le renforcement des propriétés mécanique :

Dans l'évolution des techniques préprogrammées, la deuxième étape a donc consisté à modifier les informations moyennes originales d'Andrews vers un renforcement de ces informations permettant une amélioration des capacités mécaniques du système.

C'est Ronald Roth qui, en 1974, propose un système d'attaches lui aussi entièrement programmé mais mieux adapté aux contraintes thérapeutiques.

Roth fondait ses prescriptions sur un certain nombre de constatations concernant les phénomènes de récidence, la régularité de ces phénomènes l'amenant à concevoir un appareil « universel », permettant en quelque sorte d'anticiper, en cours de traitement, cette récidence.

Son système comporte donc des informations de sur correction systématique dans les trois sens de l'espace : augmentation des valeurs d'angulation, d'inclinaison et de contre-rotation. Ce système apporte aussi un meilleur contrôle de la partie antérieure de l'arcade maxillaire (le torque sur l'incisive centrale supérieure passant par exemple de + 7° à + 12°) et un renfort d'ancrage généralisé que ne comportait pas le système original d'Andrews.

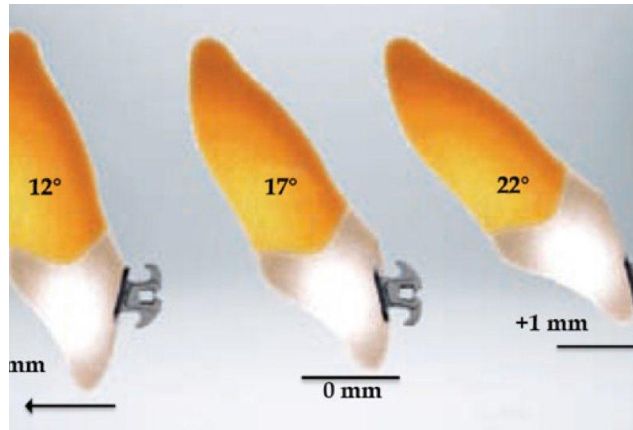


Figure 4: le torque incisif

Il assure virtuellement que les dents vont s'installer dans une position « idéale », non orthodontique, après la dépose de l'appareil et la phase de récidive.

À la suite de Roth, d'autres chefs d'école se sont manifestés et ont proposé des systèmes d'informations plus spécifiquement adaptés à leurs propres conceptions thérapeutiques. Programmer, dans l'esprit de la thérapeutique tweediste, deux types de préparation d'ancrage : ancrage moyen (ou regular) et ancrage maximal (major).

On peut citer aussi le système d'Alexander, le système de Bennett et McLaughlin, les systèmes de Richets ou de Hilgers, etc.

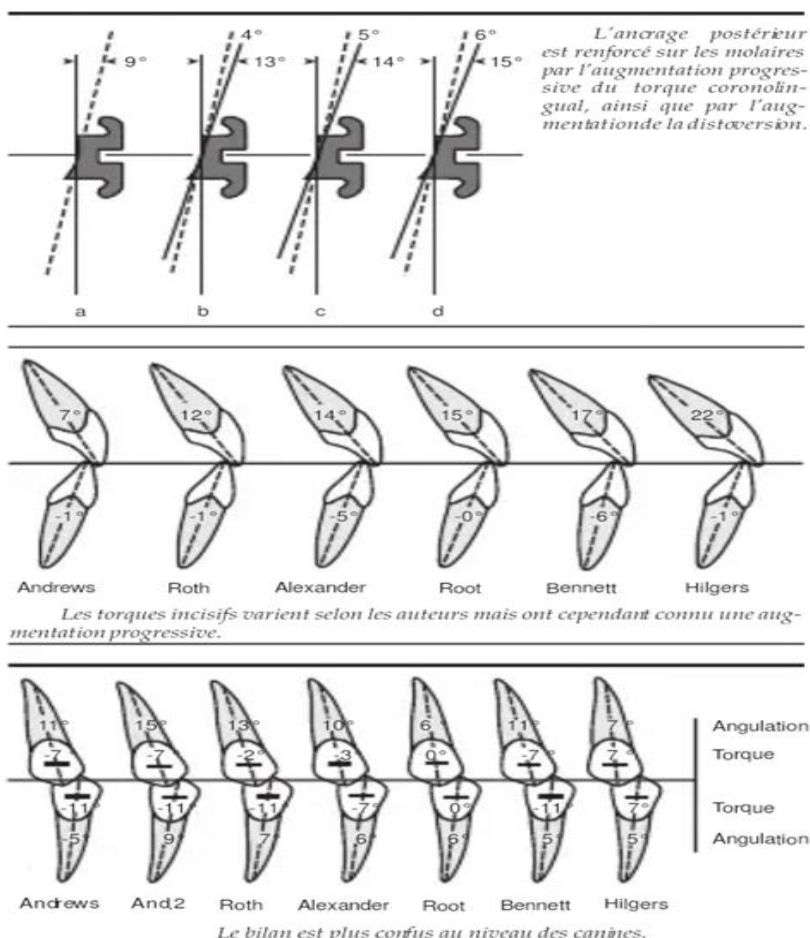


Figure 5 :
Les torques incisifs et les différents systèmes de torque

De son côté, Andrews, conscient des difficultés rencontrées avec son premier système, a voulu relever le défi d'une « préinformation totale », en proposant une gamme nouvelle de brackets et de tubes portant des informations différentes en fonction des besoins mécaniques de chaque traitement.

Ce nouveau système, qu'il a appelé Fully programmed translation brackets, comporte des informations adaptées aux nécessités mécaniques de 12 protocoles thérapeutiques particuliers : avec extractions, sans extractions, avec ou sans repositionnement incisif, etc.

Pour contrebalancer ces mouvements parasites, il faut donc augmenter proportionnellement, en fonction du déplacement envisagé de la canine, l'angulation et la contre-rotation programmée dans le bracket.

La même démarche s'applique à l'ancrage postérieur : plus le praticien souhaite reculer le bloc antérieur, plus il a besoin de renforcer l'ancrage postérieur par des moyens mécaniques et par des informations adéquates sur les molaires et prémolaires.

C'est ainsi qu'en fonction du plan de traitement établi, le praticien peut dorénavant disposer d'attaches comportant des valeurs d'angulation, de torque et d'antirotation variant en fonction des besoins nécessaires de l'ancrage intra-arcades et donc mieux adaptées à la mécanique du traitement.

Si l'on fait un bilan rapide des divers systèmes d'informations que nous avons cités, on constate qu'au niveau des incisives, l'évolution s'est faite vers une augmentation progressive du torque, et essentiellement à l'arcade supérieure.

On est en effet passé de 7° d'Andrews à 17° ou 21° chez Bennett et Hilgers, puisque c'est effectivement au niveau du torque que la perte d'information est la plus importante à cause du « jeu » existant entre l'arc et la gorge du bracket.

Si l'on compare les angulations canines, bien que la perte d'informations soit moins importante au niveau de l'« angulation », le bilan est nettement plus confus.

Il semble qu'il persiste toujours un manque évident de consensus entre les différentes « philosophies » concernant la fonction canine...

De tous les systèmes proposés, c'est de toute façon le système de Roth qui a connu le succès le plus universel et qui reste encore le plus diffusé actuellement dans le monde entier.

En fait, la plupart de ces différentes techniques, même s'il existe quelques variantes, n'utilisent généralement qu'un seul jeu de brackets, essentiellement adapté aux besoins mécaniques de chacune.

Le principe de « moyenne » aboutit ainsi, dans notre domaine orthodontique, à une sorte d'uniformisation et de « standardisation » des informations.

C'est là qu'une approche uniquement mécaniste, même si elle est utile, montre nécessairement ses limites car elle n'intègre pas l'adaptation des informations à la typologie du patient. Pour résumer, on peut dire que le patient moyen n'existe pas, seuls existent des individus.

« Le concept, un seul appareil pour tous, défie la variation biologique normale entre les patients en orthodontie ».

2.2. Vers l'individualisation des informations :

Cette nécessité d'individualisation des informations a déjà été ressentie par différents auteurs.

Creekmore en particulier a très bien justifié cette nécessité de personnalisation de informations que l'on retrouve par exemple dans le système d'informations Synergie, d'inspiration rickettiste, où pour la première fois, la référence est faite aux types faciaux : ici, les informations changent non plus en fonction des besoins mécaniques, mais en fonction du type morphologique : dolichofacial, normofacial, brachyfacial.

Quelle que soit la technique utilisée, edgewise classique ou edgewise préprogrammé, il est nécessaire, pour déterminer l'information à mettre en place, de comprendre la relation existant entre un schéma squelettique et les compensations dentoalvéolaires qui l'accompagnent.

Cette relation dépend de deux facteurs qui sont : la morphologie squelettique et l'environnement fonctionnel.

Normalement, le système dentoalvéolaire est une structure adaptative qui s'adapte au mieux aux décalages squelettiques verticaux, sagittaux et transversaux.

L'environnement fonctionnel vient la plupart du temps accompagner et quelquefois déranger cette mise en place naturelle.

Cependant, le fait d'avoir une sorte de guide de référence de la relation entre un schéma squelettique donné et les compensations permet de mieux appréhender la part du fonctionnel dans la situation dentoalvéolaire existante.

La simple observation clinique ou une analyse céphalométrique classique mettent facilement cette relation en évidence et l'on sait donc depuis toujours, et surtout depuis Steiner, que les incisives adoptent des inclinaisons différentes selon le décalage sagittal.

Il est possible qu'Andrews trouve, dans l'échantillon homogène qu'il a sélectionné, une similitude dans les angulations, les inclinaisons, la forme et le relief vestibulaire de chaque type de dent, sauf au niveau de l'inclinaison des incisives.

Mais, dans la réalité, cette adaptation s'arrête-t-elle aux incisives ?

Une observation plus attentive montre qu'en fait c'est l'ensemble du système dentoalvéolaire qui participe à ce phénomène d'adaptation.

Si l'on compare ces deux jeunes femmes « normales », la première, avec un schéma squelettique classe II, présente une occlusion « optimale » avec des compensations dentoalvéolaires adaptées, dans les trois sens de l'espace, à ses relations squelettiques.

La seconde, avec un schéma squelettique tendance classe III, présente aussi une occlusion « optimale » et des compensations dentoalvéolaires adaptées, dans les trois sens de l'espace, à ses relations squelettiques.

Si on compare les images de ces deux cas en vue frontale on constate très nettement les différences de position des dents en fonction des rapports squelettiques transversaux :

– sur le schéma classe II, l'angulation positive des incisives est très marquée, alors que l'inclinaison (torque) des dents des secteurs latéraux est fortement négative ;

– sur le schéma tendance classe III, l'angulation des incisives est nettement moins marquée, sinon positive, alors que l'inclinaison (torque) des dents des secteurs latéraux est fortement positive.

En vue sagittale, les différences selon les typologies entre les inclinaisons incisives et les angulations des secteurs latéraux deviennent ici aussi évidentes :

– sur le schéma classe II, on peut constater l'adaptation des incisives au décalage sagittal et vertical (linguoversion des incisives supérieures, vestibuloversion des incisives inférieures, supraclusion incisive...).

Les canines supérieures sont très verticales alors que les canines inférieures sont sensiblement mésioversées ;

– sur le schéma normo divergent tendance classe III, on peut constater en revanche que l'adaptation des incisives au décalage sagittal et vertical est très différente (vestibuloversion des incisives supérieures, linguoversion des incisives inférieures, etc..).

Les canines supérieures sont très angulées alors que les canines inférieures sont plutôt verticales, etc.

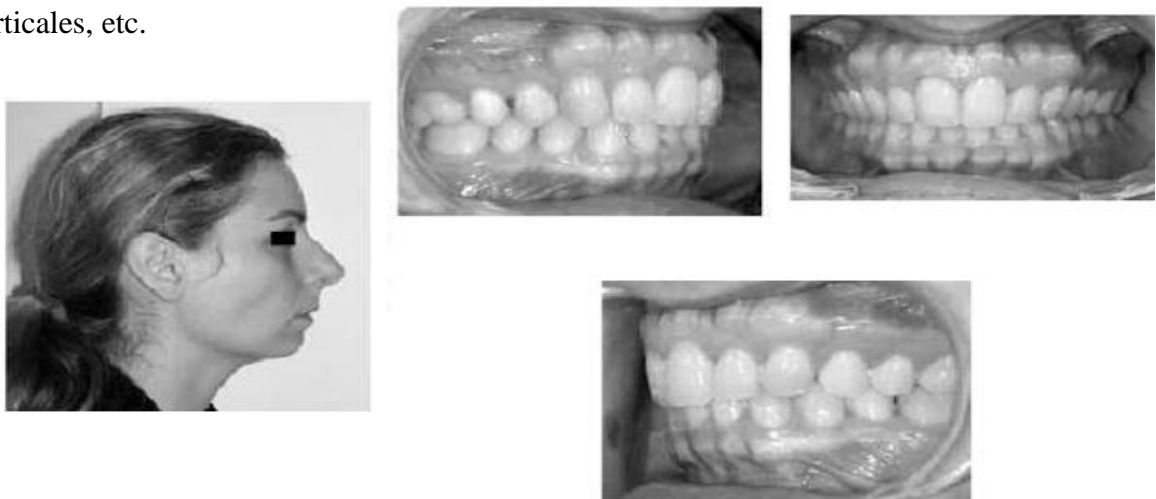


Figure 6 : jeune femme classe 2 squelettique avec compensations dentoalvéolaire associés

Peut-on penser qu'un set de brackets « moyens » type Andrews peut être appliqué sans risques à deux typologies aussi différentes ?

L'occlusion « optimale » d'Andrews, pour être réalisée, nécessite :

– une inclinaison suffisante du bloc incisif ;

– une angulation suffisante de la canine ;

– une angulation suffisante des secteurs latéraux. Sans un torque suffisant sur les incisives et sans une angulation suffisante des secteurs latéraux, il est difficile de réaliser cette occlusion « optimale ».

En fait, cette occlusion « optimale » ne peut s'installer que si le cadre squelettique et fonctionnel est lui aussi « optimal » ou rendu « optimal » par la

Croissance, par des extractions ou par la chirurgie.

La première nécessité est donc de reconnaître la typologie du patient et, si possible, son schéma de croissance.

Par exemple, voici les photographies de deux classe II division 2 dentaire et les portraits des deux patientes correspondantes : même si les compensations dentoalvéolaires sont identiques, les typologies faciales sont totalement différentes.

En rapport avec la forme du visage, les formes d'arcades sont évidemment différentes.

De la même façon que ces deux arcades sont différentes et nécessitent des formes d'arc différentes, les nécessités thérapeutiques, liées aux schémas de croissance sont différentes.

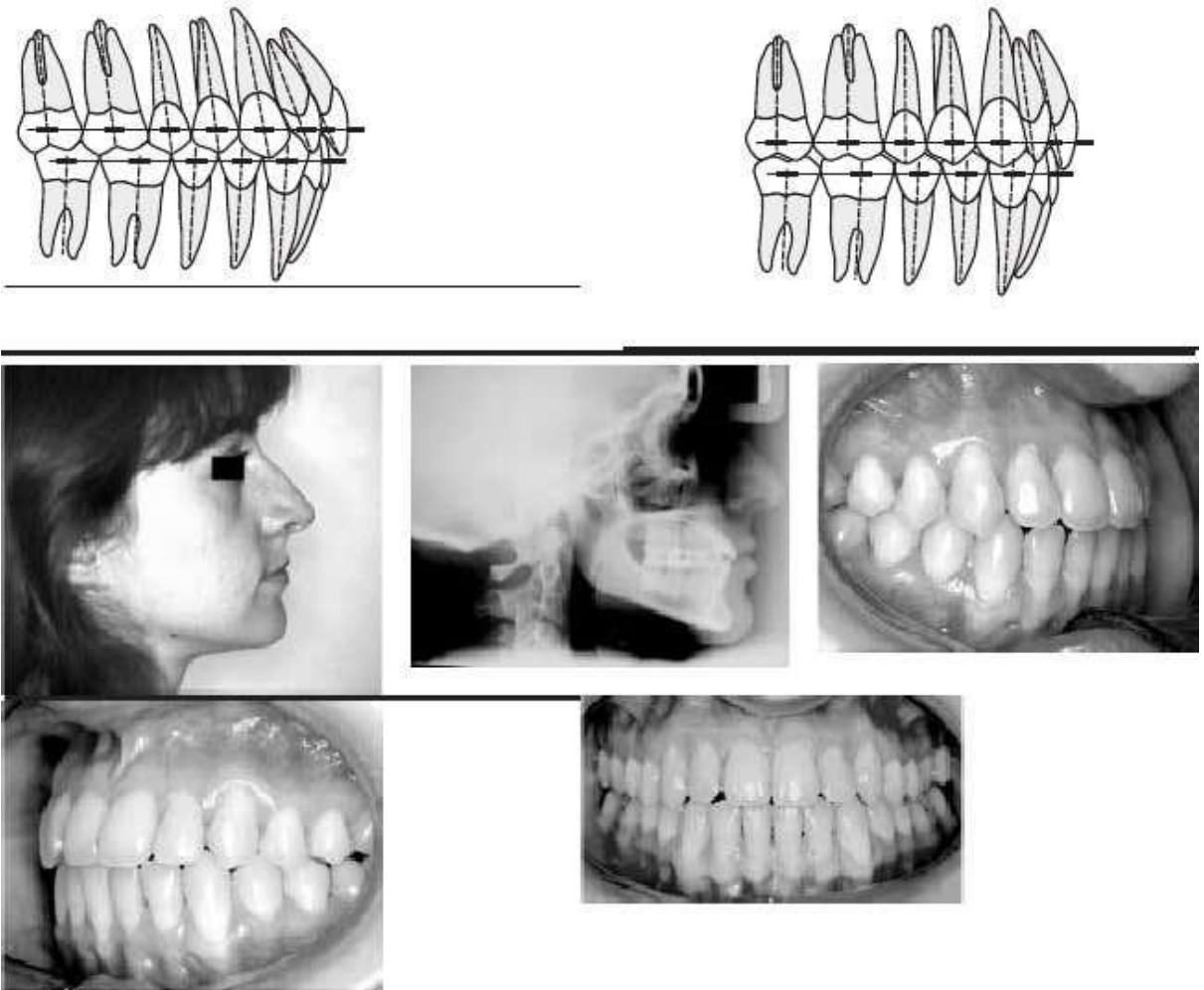
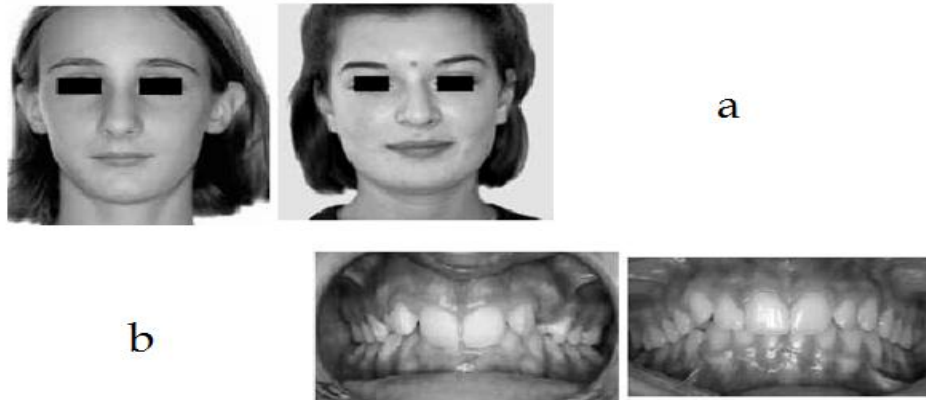


Figure 7:jeune femme tendance classe3 squelettique avec téléradiographie qui met en évidence le schéma squelettique et compensations dento-alvéolaires associés.



*Figure 8: a-classe deux 2 division dentaire caractéristique
b-deux typologies totalement différentes*

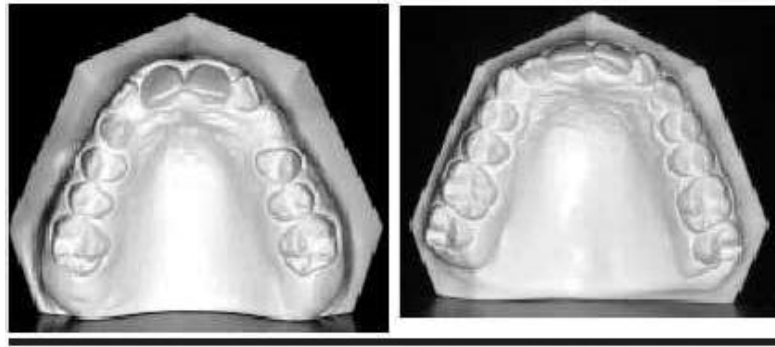


Figure 9: 2 formes d'arcades différentes

En technique préinformée, il faut disposer d'informations personnalisées à la place d'un jeu d'informations standard et universel.

Les technologies informatiques actuelles de reconnaissance de forme et de reconstruction 3D vont probablement apporter rapidement une solution à ce problème.

Dès maintenant, il est possible de scanner deux arcades et de réaliser des montages virtuels de l'occlusion finale envisagée, à partir desquels il est possible de faire tailler par une machine couplée à l'ordinateur des attaches parfaitement individualisées.

Il n'en reste pas moins que c'est le praticien qui doit garder la maîtrise de l'objectif de fin de traitement, en fonction de toutes ses compétences diagnostiques.

Il peut y être aidé par le développement des méthodes de diagnostic radiologique en 3D.

À titre d'exemple, nous pouvons voir ici des images (dues au Dr Treil de Toulouse), d'un patient « optimal » présentant des rapports squelettiques harmonieux et des compensations dentoalvéolaires « optimales ».

Le logiciel permet de mettre en évidence et de mesurer le parfait équilibre du système dentoalvéolaire dans les trois sens de l'espace.

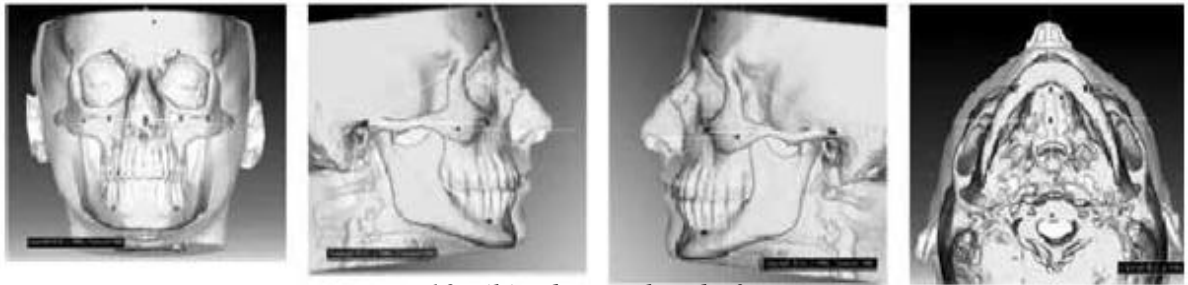


Figure 10:téléradiographie du futur

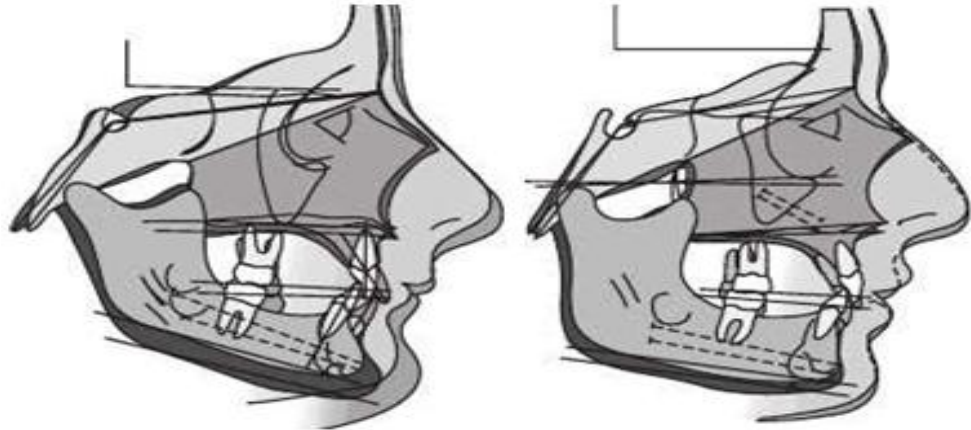


Figure 11:les schémas de croissance différente ont des besoins mécaniques différents

3. Concept et développement de la technique de l'arc droit :

De nouvelles méthodes orthodontiques se développent actuellement et en particulier la méthode de l'arc droit (" straight wire ") où l'arc rectangulaire ne porte aucune des courbures des trois ordres, l'arc formé à plat est simplement adapté à la forme générale et à la dimension de l'arcade. Les mouvements sont réalisés par des modifications de la position dans l'espace de la lumière des attachements :

- la distance variable selon les dents, du fond de la lumière à la base de l'attachement (" in-out ") remplace les courbures du 1er ordre.
- Les courbures de 2e ordre sont remplacées par l'angulation de la lumière par rapport au grand axe de la dent.
- Les courbures de 3e ordre sont remplacées par les variations d'angle d'insertion des lumières par rapport au plan d'occlusion.

Les brackets sont placés au milieu de la couronne dentaire dans tous les plans, Les arcs sont introduits sous forme de blank (préformés). Les déplacements se font par des mouvements de glissement.

Théoriquement cette méthode devrait éviter à l'opérateur la conformation manuelle des arcs. Des ajustements individualisés s'avèrent néanmoins nécessaires.

Les attaches pré-informées :

- autorisent l'utilisation d'arcs non façonnables permettant un contrôle précoce du torque et la suppression des boucles ;

Ce type d'attaches nécessite une individualisation des informations en fin de traitement. Mais cette méthode a l'avantage de pouvoir utiliser des arcs en alliages nouveaux aux extraordinaires qualités mécaniques.



Figure 12: exemple d'un appareil orthodontique avec la technique de l'arc droit.

3.1. Concept d'Andrews :

L'ambition d'Andrews a donc été fondamentalement, à l'origine, de mettre au point un appareil orthodontique apte à soulager le praticien de ces exercices considérés comme fastidieux.

D'un autre point de vue, cette simplification des procédures thérapeutiques trouvait sa justification, auprès du praticien, dans le développement considérable et universel de la spécialité : l'orthodontie, jusqu'alors réservée à quelques élus (un orthodontiste pratiquant l'edgewise aux alentours des années 1930-1940 n'envisageait pas de prendre plus de 100 patients en charge...) a connu, dès les années 1960-1970, une explosion de la demande de soins qui explique ce besoin d'allègement des procédures thérapeutiques.

On peut constater aussi que ce développement des techniques préinformées précédait de peu des innovations tout aussi révolutionnaires, comme le collage des brackets ou l'apparition des arcs à mémoire de forme, qui ont elles aussi largement participé au développement de la spécialité.

Face à ces besoins latents, Lawrence Andrews a eu le mérite d'aborder le problème d'une façon rationnelle et empirique.

Comme aucun consensus n'existait vraiment à l'époque sur les valeurs particulières à donner à l'angulation et à l'inclinaison de chaque dent, ni sur la

Position idéale du bracket sur la dent, il lui fallait établir, pour chaque type de dent, des normes de morphologie moyenne à partir d'une localisation précise des attaches, c'est-à-dire d'une position standardisée, aisément repérable, du bracket sur l'ensemble des dents.

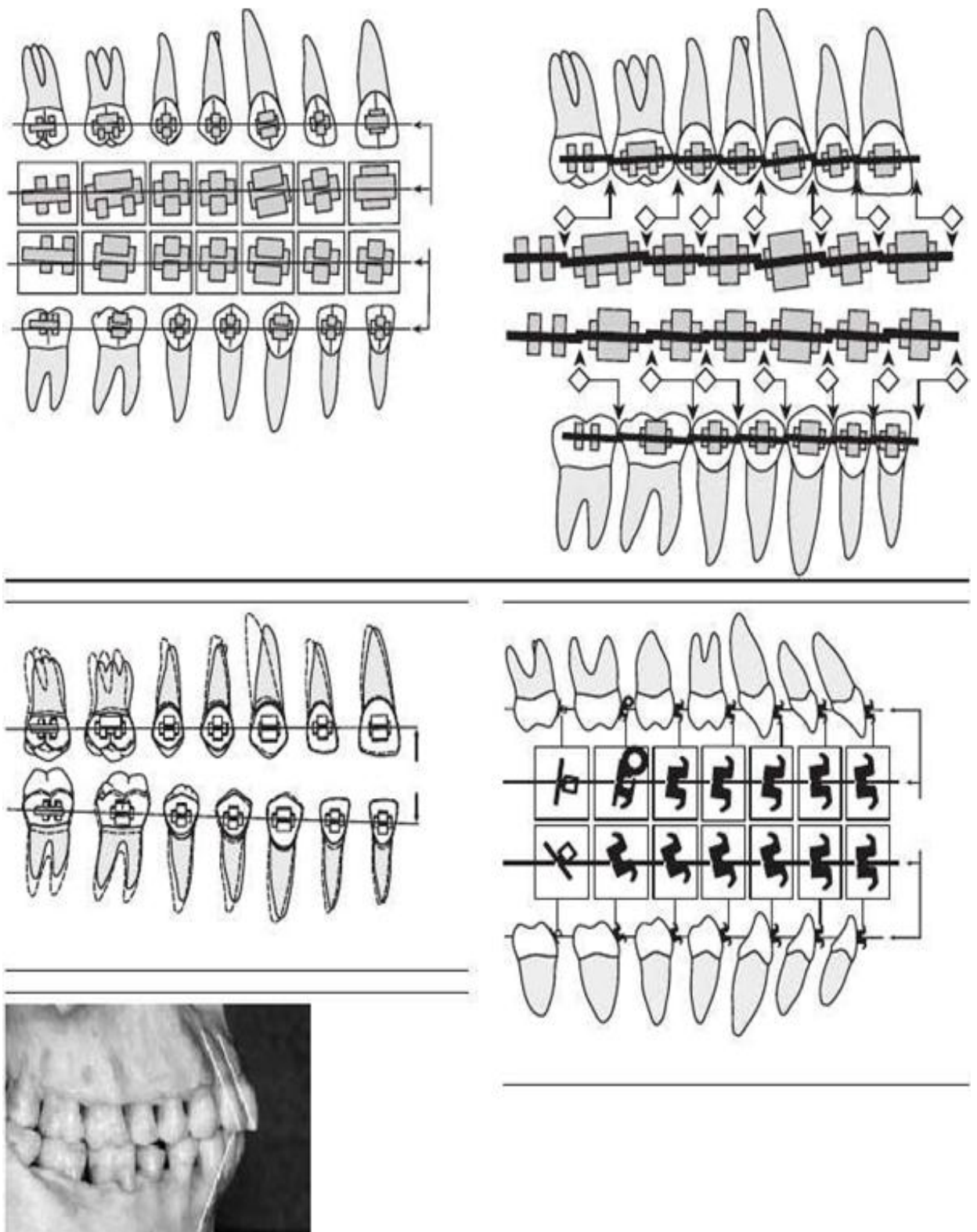


Figure 1: plan d'Andrews avec les brackets d'angle ; l'arc droit s'adapte à l'angulation et l'inclinaison de chaque dent.

4. Biomécanique des mouvements dentaires :

4.1. RAPPELS HISTOLOGIQUES : TISSU OSSEUX

4.1.1. Organisation du tissu osseux :

4.1.1.1. Eléments constituant le tissu osseux :

4.1.1.1.1. Les cellules :

***Les Ostéoblastes**

Ce sont des cellules ostéoformatrices cubiques situées à la surface externe et interne du tissu osseux en croissance. Ils sont reliés entre eux et avec les ostéocytes par des jonctions communicantes. Leur membrane plasmique renferme en abondance de la phosphatase alcaline. Les ostéoblastes élaborent les constituants organiques de la MEC

***Les Ostéocytes**

Ce sont des ostéoblastes différenciés, incapables de se diviser, entièrement entourés par la MEC osseuse minéralisée. Les ostéocytes siègent dans des logettes (ostéoplastes) d'où partent des canalicules anastomosés contenant leurs prolongements cytoplasmiques, fins, nombreux, plus ou moins longs, reliés entre eux par des jonctions communicantes.

***Les Ostéoclastes**

Ce sont des cellules post-mitotiques, très volumineuses, de 20 à 100 µm de diamètre, plurinucléées, hautement mobiles, capable de se déplacer à la surface des travées osseuses d'un site de résorption à un autre. Lorsqu'il est activé, l'ostéoclaste, cellule ostéorésorbante.

***Les cellules bourdantes**

Les cellules bourdantes sont des ostéoblastes au repos, susceptibles, s'ils sont sollicités, de redevenir des ostéoblastes actifs.

1.1.1.1.2. La matrice intercellulaire

Elle comprend une phase organique, comme toutes les matrices, et une phase minérale.

***La matrice organique**

La matrice osseuse organique est composée de microfibrilles de collagène I, de protéoglycanes, ainsi que de 3 molécules impliquées dans la minéralisation de la matrice

*** La phase minérale**

La phase minérale de la matrice osseuse est constituée de cristaux dont la composition chimique comprend de l'hydroxy-apatite (phosphate de calcium cristallisé) et du carbonate de calcium.

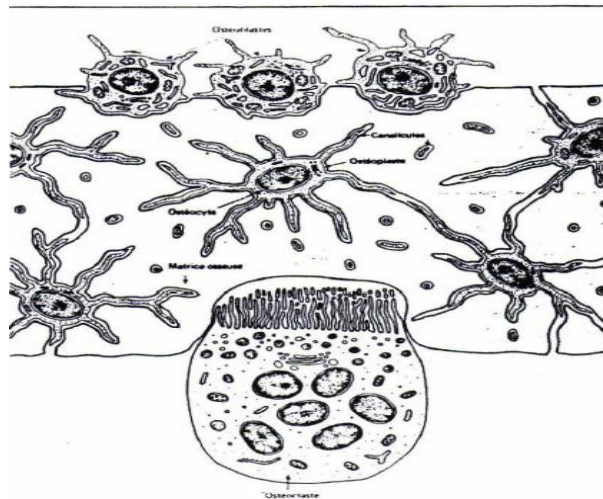


Figure 14 : Représentation de l'organisation histologique d'un tissu osseux.

4.1.1.2. Formation et résorption du tissu osseux :

Pendant toute la vie, le tissu osseux est le siège d'un renouvellement permanent, Conséquence de la combinaison de processus constructifs et destructifs.

4.1.1.2.1. Formation du tissu osseux :

D'une façon générale, l'os néoformé apparaît sous forme de lamelles, se disposant encouches successives, parallèlement à la surface osseuse existante.

Dans certains cas, les nouvelles travées osseuses se présentent sous forme d'ostéophytes (fines trabécules perpendiculaires à la surface osseuse), on les observe fréquemment au cours de déplacements orthodontiques.

*Formation de la substance pré osseuse par les ostéoblastes

Les ostéoblastes synthétisent et sécrètent des glycoprotéines et mucopolysaccharides qui vont entrer dans la constitution de la substance fondamentale osseuse, ainsi que des molécules de tropocollagène qui vont s'assembler à l'extérieur de la cellule en fibres de collagène.

Cette matrice organique réalise la substance pré osseuse non encore minéralisée.

*Minéralisation

La première étape correspond au dépôt d'un sel phosphocalcique à l'intérieur des fibres de collagène et entre-elles.

La deuxième étape correspond à la constitution des cristaux d'hydroxy-apatite.

4.1.1.2.2. Résorption du tissu osseux

Deux processus entrent en jeu :

*Résorption ostéoclastique :

La résorption par les ostéoclastes est la plus importante, l'ostéoclaste excrète des ions H^+ qui vont dépolymériser les glycoprotéines et mucopolysaccharides ainsi que des collagénases qui vont attaquer les fibres de collagène.

=Résorption péri-ostéocytaire :

Certains ostéocytes ont une activité plus lytique que synthétique, ce qui entraîne la déminéralisation et la lyse du tissu osseux qui les entoure.

4.1.2. Réaction du tissu osseux alvéolaire face à l'action mécanique :

Dans le déplacement dentaire, tous les tissus réagissent à l'action mécanique. Nous observons des modifications osseuses alvéolaires qui assurent et fixent le déplacement, mais aussi des réactions des tissus durs et mous dentaires et péri dentaires.

Les phénomènes histologiques sont les mêmes que ceux du remaniement osseux :

- présence de résorption du côté où s'exerce la pression, du côté opposé se produit une néoformation osseuse. La répartition des zones de résorption et d'apposition varie suivant le déplacement recherché.

Dans un déplacement par version nous obtenons une résorption du côté lingual de la paroi sur les 2/3 coronaires de la racine et sur la paroi alvéolaire linguale au niveau du 1/3 apical de la racine, l'apposition a lieu à l'opposé de la résorption.

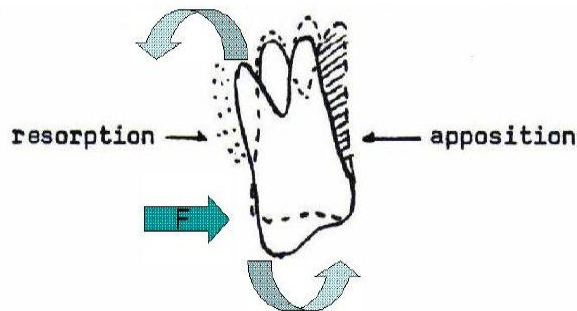


Figure 15 : Schématisation de la répartition des zones de résorption et d'apposition.

4.2. Rôle mécanique du tissu osseux et du tissu ligamentaire :

Ce rôle, basé sur les propriétés mécaniques de la substance osseuse et ligamentaire, est à la fois statique et dynamique.

4.2.1. Propriétés mécaniques du tissu osseux :

Ces propriétés sont de deux ordres :

4.2.1.1. Élasticité

C'est la propriété d'un corps à revenir à sa forme première dès que la force qui l'a déformé a cessé son action.

Au niveau de l'os, elle dépend surtout du feutrage des fibres de collagène de la substance osseuse, feutrage très développé chez l'enfant qui diminue à mesure que la croissance avance.

4.2.1.2. Plasticité

Il n'existe pas de plasticité physique au niveau de l'os. Par contre la plasticité biologique est une propriété essentielle du tissu osseux normal.

C'est par le jeu des matrices muqueuses que l'os se transforme et subit des remaniements nécessaires à sa vie biologique, l'absence de plasticité physique se traduit par deux propriétés importantes :

- * Dureté,
- * Ténacité.

La *dureté*, qui tient compte de la qualité de la substance osseuse protéique et calcaire, permet à l'os de résister à la pression.

C'est la propriété du tissu osseux périphérique, le tissu spongieux en est dépourvu.

La *ténacité*, qui dépend surtout de la trame de collagène et de la disposition architecturale de l'os, garantit la résistance à la traction et à la torsion.

4.2.2. Intervention du tissu ligamentaire :

4.2.2.1. Facteurs réglant le remodelage osseux :

4.2.2.1.1. Facteurs endogènes

Ces facteurs correspondent à l'activité circulatoire et hormonale.

4.2.2.1.2. Facteurs exogènes

Ces actions mécaniques fonctionnelles constituent le facteur essentiel de lamorphogenèse. Toute modification dans l'intensité ou la direction des forces tend à modifier à la fois la forme extérieure de l'os et son architecture interne.

Ces forces interviennent par leur intensité, leur direction et leur mode d'action.

4.2.2.2. Apposition et remodelage de l'os alvéolaire :

Chaque stimulus de pression va induire une formation osseuse qui tend à maintenir constante la largeur initiale du ligament parodontal .K. REITAN a signalé des appositions osseuses produisant un remodelage de la concavité de l'épine nasale antérieure ; il a noté aussi une apposition osseuse au niveau de la crête oblique externe lors d'expériences de version molaire chez le singe.

4.2.2.2.1. Rappels sur la migration physiologique :

A l'état normal, les tissus dentaires et péri dentaires sont soumis à la migration physiologique dont le processus est encore mal déterminé. Ici, la fonction occlusale aurait un rôle important.

Cette migration physiologique, due parfois au phénomène d'usure dentaire au niveau de leurs faces proximales, entraîne un remaniement permanent (ou turn-over) des cellules, des fibres, de la substance fondamentale, du desmodonte et de l'os alvéolaire ; elle se fait en direction mésiale chez l'homme, la face distale de l'alvéole sera globalement en apposition, la mésiale en résorption.

Les changements tissulaires en thérapeutique orthodontique sont principalement limités à l'os alvéolaire.

Il y a :

- * Pression du côté opposé à la force qui entraîne une résorption osseuse ;
- * Tension du côté de la force qui entraîne une apposition osseuse, cela afin de maintenir constante la largeur de l'espace alvéolo-dentaire. C'est cette plasticité qui permet les déplacements orthodontiques.

4.2.2.2. Résorption :

La résorption variera selon l'intensité de la force.

4.2.2.2.1. Résorption osseuse directe :

Pour cela, la force doit être légère et répartie uniformément sur la surface radiculaire.

Dans ce cas, le ligament ne subit que peu de compression et la circulation sanguine n'est pas entravée.

- Les cellules conjonctives augmentent rapidement dans le ligament et l'os sous-jacent.
- Apparition de nombreux ostéoclastes qui provoquent la destruction de l'os sous-jacent, directement au niveau de la lamina dura. Cette résorption débute rapidement au bout de quelques heures.

Si l'on garde les mêmes conditions, la résorption va se poursuivre et la dent va se déplacer sans retard.

Mais ces conditions idéales ne sont que rarement réalisées et le processus sera différent.

4.2.2.2.2. Résorption osseuse indirecte :

Le desmodonte n'est épais, au repos, que de 0,3 à 0,4 mm. Dès que la force augmente, il se trouve rapidement comprimé.

On observe divers phénomènes:

- 1) Dégénérescence des noyaux des cellules conjonctives
- 2) Disparition des cellules conjonctives, des ostéoclastes, des capillaires sanguins
- 3) Unification des fibres du desmodonte. Elles vont converger en une masse d'aspect hyalin = Hyalinisation.

Pendant cette phase, il n'y a pas de résorption osseuse, la vie cellulaire étant abolie, il n'y a plus d'ostéoclastes.

La hyalinisation débute environ au bout de 36 heures et peut durer de 10 jours à 3 ou 4 semaines, selon l'importance de la force et la réaction individuelle de l'os.

Elle a pour effet de retarder le déplacement.

- 4) Il n'y a pas de résorption de la lamina dura, elle aura lieu au niveau de l'os spongieux, dans les espaces médullaires, protégés de la pression trop élevée mais aussi sur la corticale, de part et d'autre de la zone de compression.

Progressivement, tout le mur osseux va être miné par cette résorption indirecte

Il est admis à l'heure actuelle, que des forces très légères ne provoquent aucune hyalinisation. La très faible diminution de l'espace desmodontal entraîne une résorption frontale directe. Cet état correspond à des conditions idéales de résorption.

D'autre part, le mouvement dentaire thérapeutique n'est possible que grâce au fait qu'elle seuil de résorption radiculaire est plus élevée que le seuil de résorption osseuse. Une trop grande compression provoque la résorption de la racine tout en maintenant active une partie de la résorption osseuse.

K. REITAN a mesuré expérimentalement le mouvement dentaire pendant la période initiale. Il a notamment observé :

- i) une compression graduée du ligament parodontal qui peut durer de 4 à 7 jours.
- ii) une période de hyalinisation qui peut durer de 4 à 5 jours et jusqu'à 2 mois ou davantage dans les expériences sur animaux à forte densité osseuse.

iii) la période secondaire, pendant laquelle il y'a principalement une résorption osseuse, si bien que la dent continue à se déplacer (Fig.3). Selon REITAN «il a été démontré qu'il est d'controlled, l'éliminati

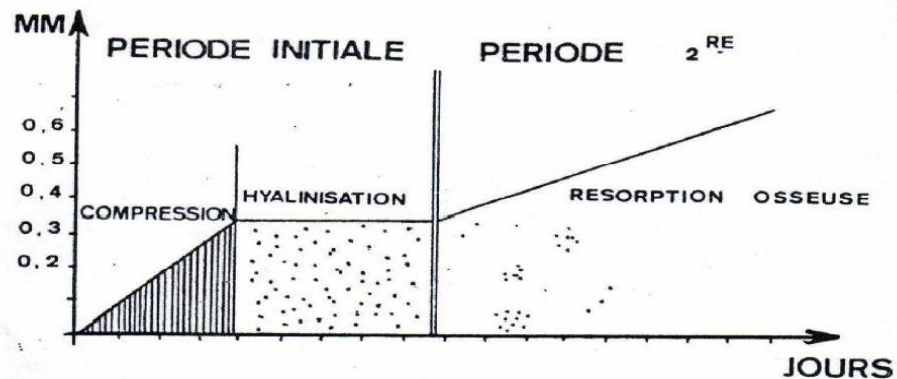


Figure 16 : Graphique du déplacement par rapport au temps; d'après REITAN

4.2.2.2.3. Résorption radiculaire :

Le cément peut se résorber, mais avec un seuil de réaction plus élevé que pour l'os. Il lui faut une force plus importante et de plus longue durée ;

Elle se fait dans les zones où il y a eu une hyalinisation intense.

On distingue :

- La résorption microscopique, presque inévitable,
- La résorption macroscopique, plus grave et décelable en radiographie :
 - * au 1/3 apical, il n'y aura pas de reconstruction
 - * aux 2/3 marginaux, les phénomènes de résorption sont moins étendus, ces résorptions pourront être réparées par du cément cellulaire.
- La résorption radiculaire est plus fréquente:
 - * chez les individus prédisposés,
 - * sur les incisives latérales maxillaires,
 - * lors de mouvement de version. (Fig. 4), rotation, ingression..

. La version est habituellement un mouvement coronaire autour du voisinage de l'apex.

Une force exercée sur la couronne dentaire déplace celle-ci du côté opposé à la force

. L'ingression est un processus de changement de relation d'une dent par rapport à l'os voisin, obtenu par un mouvement de réimplantation de la dent dans l'os alvéolaire.

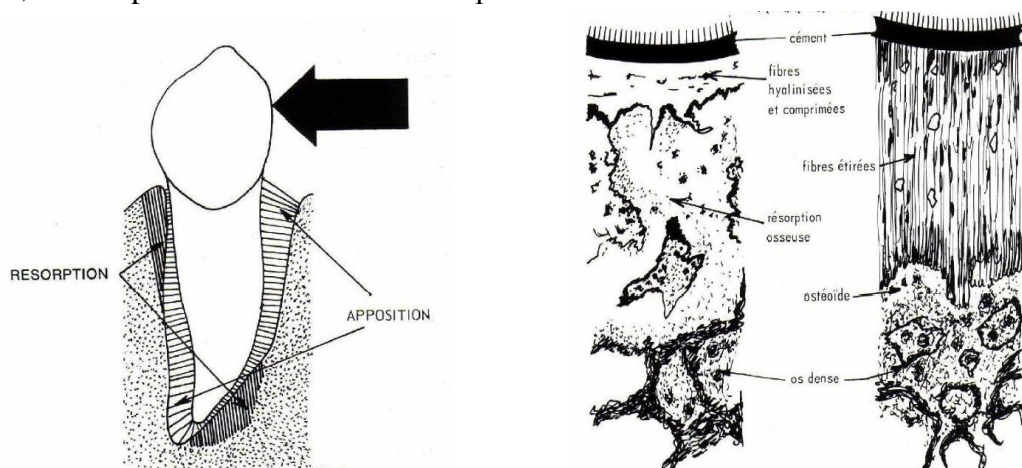


Figure 17 : Effet de pression et de tension sur os alvéolaire

4.2.2.2.3. Apposition :

4.2.2.2.3.1. Apposition osseuse directe :

De l'os néoformé se dépose sur la surface interne de l'alvéole, tendant à maintenir la largeur initiale du ligament.

L'apposition se fait sous forme de languettes osseuses le long des fibres étirées. Elle commence par la formation d'un tissu de transition appelé ostéoïde, sorte de matrice organique où se déposera ultérieurement la substance minérale.

La surface interne de l'alvéole se trouve continuellement tapissée par de l'ostéoïde fraîchement déposé ; les couches profondes montrent une ossification progressive.

Ce tissu ostéoïde n'est pas résorbable. Son rôle est de s'opposer à tout mouvement dentaire de retour.

Cette propriété est intéressante pour la traction extra orale dont le port est nocturne.

Dans la zone d'étirement, il n'y a pas de temps de latence, la dent ne peut pas revenir dans sa zone initiale pendant la journée.

4.2.2.2.3.2. Apposition osseuse externe :

Elle se fait dans la partie profonde de l'alvéole en voie de résorption, sous le périoste externe, pour maintenir constante l'épaisseur de l'os alvéolaire.

4.2.2.2.3.3. Apposition de ciment :

La traction des fibres entraîne la néoformation de ciment, sous forme de cémentoïde non calcifié.

Il peut retarder ou empêcher l'évolution de la dent et aussi provoquer la courbure des racines.

4.2.2.3. Facteurs individuels pouvant modifier les réactions tissulaires :

4.2.2.3.1. L'os alvéolaire :

Il peut être de densité variable. Si l'os est très dense (ce qui est rare), les espaces médullaires seront réduits et le tissu sera plus difficile à se résorber.

L'os est plus dense du côté vestibulaire et lingual des régions marginales et médianes de la racine; au niveau apical, l'os est perforé de nombreux espaces médullaires.

4.2.2.3.2. Le desmodonte :

Son étroitesse favorise la compression, donc la hyalinisation. C'est à la partie moyenne de la racine que le ligament est le plus mince.

4.2.2.3.3. La dent et ses voisines :

Plus la dent sera courte, plus la hyalinisation sera importante et de longue durée, même si la force initiale est légère.

Exemple :

Une canine réagira plus favorablement qu'une prémolaire à force égale, le déplacement sera plus rapide.

POSITION : une dent qui se déplace, en contact avec une ou deux voisines, exercera une contrainte moins forte sur son desmodonte. La pression sera répartie sur une plus grande surface radiculaire et on observera surtout le mode de résorption direct.

VITALITE PULPAIRE :

Selon REITAN , le dépulpage n'influence pas de manière perceptible la réaction tissulaire du desmodonte.

RAPPORTS OCCLUSAUX :

Les interférences cuspidiennes augmentent souvent les forces appliquées sur une dent.

Age du sujet :

Un sujet jeune, dont la croissance n'est pas terminée, possède un desmodonte en voie d'élaboration, donc en état de prolifération.

Chez un enfant de 12 ans, nous avons des conditions très favorables au déplacement.

Chez l'adulte, le tissu lamellaire est dense. La résorption et l'apposition osseuse débutent plus lentement et la résorption commence le plus souvent par une phase de hyalinisation.

Chez un sujet jeune, nous pouvons observer une apposition osseuse après un à deux jours ; chez l'adulte, ce délai est de huit jours.

4.3. Le déplacement dentaire :

4.3.1. Principes mécaniques :

La mécanique est la science qui a pour objet l'étude de l'état de repos ou de mouvement des corps soumis à l'action des forces.

Elle comporte trois parties : la statique, la cinétique et la résistance des matériaux.

- La statique décrit l'effet des forces sur les corps qui sont au repos ou en mouvement rectiligne à vitesse constante.

- La cinétique étudie les corps en mouvement lorsqu'ils sont soumis à l'action des forces, provoquant des changements de vitesse (accélération et décélération).

- La résistance des matériaux traite des relations entre contrainte et déformation à l'intérieur des différents matériaux et permet de sélectionner les plus aptes à délivrer une force particulière.

Le déplacement en orthodontie se fait grâce aux modifications tissulaires induites par les forces orthodontiques. On peut décrire schématiquement un moteur s'appuyant sur une structure d'ancrage et délivrant des forces motrices à un transmetteur, la dent, qui répartira l'action de ces forces dans le milieu dentaire environnant.

La biomécanique s'intéresse ainsi à deux niveaux : au système de forces appliquées sur les dents et à la réaction environnementale suite à cette application.

Ce sont BURSTONE et MULLIGAN qui sont les créateurs de la biomécanique ou mécanique appliquée au déplacement dentaire.

La mécanique étudie les effets des forces dans les trois sens de l'espace mais par simplification ces trois sens sont étudiés deux par deux dans un des deux plans perpendiculaires de référence.

L'observation du déplacement dentaire met en évidence deux mouvements principaux de la dent : la rotation avec son corollaire le centre de rotation et la translation.

Les principes de biomécanique s'appliquent donc à tout appareil orthodontique qu'il soit fixe ou amovible, à action orthopédique et/ou orthodontique.

Il est donc important de connaître ces principes car il existe des mouvements parasites qu'il vaut mieux prévoir que subir.

La connaissance de la mécanique et de ses effets permettra de choisir l'appareil, la technique (continue ou segmentée) et le système de forces le plus adapté en fonction du patient et du type de déplacement dentaire souhaité.

4.3.1.1. Revue de littérature :

Historiquement, les concepts fondamentaux de l'Edgewise ont été décrits par ANGLE en 1928. TWEED, et après STRANG établissent les principes mécaniques qui en découlent.

Dans les années 1940, d'autres praticiens proposent de nouvelles techniques utilisant des forces plus légères : JOHNSON et le « twin-arch », CROZAT.

Les travaux de STOREY et SMITH ont mis en évidence la nécessité de réduire les forces orthodontiques et développent la notion de « force optimale » censée déplacer les dents le plus rapidement possible sans douleur ni dommage pour les tissus parodontaux.

Leurs résultats ont été adoptés par BEGG et KESLING qui vont élaborer la théorie des « forces différentielles » utilisée depuis 1938 dans la technique d'arcs légers.

Les notions de force optimale et de forces différentielles ont été simultanément développées et critiquées :

Pour ANDREASEN et ZWANZIGER [1], la théorie des forces différentielles ne serait applicable qu'avec la technique de BEGG, c'est-à-dire lorsqu'un contact punctiforme entre l'arc et l'attache, donnant peu de friction, permet une version libre de la dent.

En technique Edgewise, où l'arc guide est générateur alternativement de mouvements de version et de redressement, les forces de friction sont plus importantes.

Les facteurs à prendre en considération dans la détermination de la force optimale sont nombreux :

- Forme de la dent et surface radiculaire, donc pression exercée par unité de surface.
- Type de mouvement (version ou gression), donc mode de distribution de la pression dans le ligament.
- Type de force (continue ou discontinue), donc rapport entre intensité et durée d'application.
- Qualité des tissus parodontaux.

La diversité de ces paramètres a donné naissance à une multitude de travaux de recherche pour définir « l'arc idéal ».

4.3.1.2. Les force :

4.3.1.2.1. Définition d'une force :

Une force est une action mécanique capable de déformer un corps ou de modifier la quantité de mouvement du corps.

La force appliquée doit être suffisante pour atteindre le seuil d'activation tissulaire, toute répondant à certaines conditions mécaniques afin d'effectuer un mouvement thérapeutique qui se rapproche du déplacement physiologique.

Elle est représentée par un vecteur déterminé par une direction, un sens, une intensité et un point d'application.

Son unité dans le système international est le newton (ou anciennement gramme-force).

Par convention et pour conserver les unités utilisées dans les articles, on parlera en g.

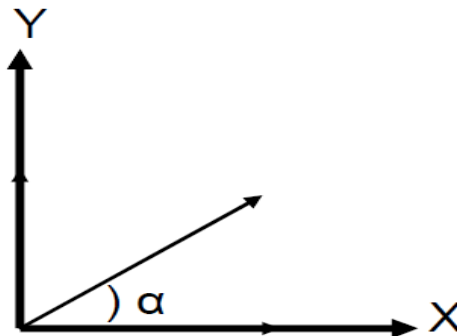
Toute force agissant sur un corps entraîne une réaction égale et directement opposée à son action, selon le 3ème principe de NEWTON : ACTION = REACTION.

A l'équilibre, la somme des forces est nulle.

Il faut également prendre en compte la durée et le rythme d'application de la force, ces deux facteurs n'influençant pas directement la mécanique.

4.3.1.2.2. Décomposition d'une force :

L'efficacité d'une force dépend de sa direction d'application. Ainsi lorsque l'angle tend vers zéro, la composante horizontale de la force tend vers un maximum.



$$F(x) = F \cdot \cos\alpha$$

$$F(y) = F \cdot \sin\alpha$$

Par exemple : dans le cas d'utilisation d'élastique intermaxillaire, la force obtenue peut être décomposée en une composante horizontale de gression et une composante verticale d'égression. En fonction de nos besoins il suffit de modifier la direction de ces élastiques en sachant que lorsque α tend vers 0° la gression tend vers un maximum, et lorsque α tend vers 90° l'égression tend vers un maximum.

4.3.1.3. Le centre de résistance :

Le centre de résistance est le point d'un solide quelconque par lequel il faut faire passer la ligne d'action de la force appliquée au solide, pour que le mouvement obtenu soit une translation.

Il dépend du solide et du milieu mais est indépendant du système de forces.

Si l'on applique à un corps libre dans l'espace une force passant par le centre de gravité, ce corps va subir un mouvement de translation. Tous les éléments du corps vont se déplacer parallèlement à eux même et à la direction de la force.

Lorsque ce corps n'est pas libre dans l'espace on parle de centre de résistance qui est alors l'équivalent du centre de gravité.

Position :

En pratique, sa position dépend :

- De la densité et de la hauteur alvéolaire (le milieu) donc de l'âge.

- De la morphologie radulaire et du nombre de dents (le solide).
 - Des résistances coronaires qui font intervenir la pente cuspidienne et la typologie.
- Ainsi plus la hauteur de la crête alvéolaire d'une dent diminue, plus son centre de résistance s'apicalise.

La détermination de sa position a fait l'objet de nombreux travaux et, parallèlement, fut étudié le système des forces utilisé au niveau des attaches qui favorise la localisation du centre instantané de rotation de la dent.

Une première étude de CHRISTIANSEN et BURSTONE de [14], consiste en une approche mathématique bidimensionnelle qui mène les auteurs à situer le centre de résistance de l'incisive centrale supérieure à $2/5$ de la hauteur alvéolaire en partant du sommet de la crête alvéolaire.

En 1980, BURSTONE et PRYPUTNIEWICZ utilisent l'holographie tridimensionnelle et localisent le centre de résistance de la même dent à $1/3$ de la hauteur alvéolaire en partant toujours du sommet de la crête alvéolaire.

En 1987, VAN DEN BULKE et BURSTONE concluent après une étude holographique sur crâne sec :

- Le centre de résistance migre apicalement quand le nombre de dents augmente.
- L'augmentation de la force appliquée a peu d'effet sur la position du centre de résistance.
- Si on regroupe les six dents antérieures, le centre de résistance de l'unité sera à 7 mm plus apical que le sommet de la crête alvéolaire.
- Si on regroupe uniquement les 4 incisives, le centre de résistance se situera à 5 mm du sommet de la crête en direction apicale.
- Si on regroupe les 2 incisives centrales maxillaires, le centre de résistance se situera à 3,5mm de la crête alvéolaire en direction apicale.

TANNE et al. En 1988 utilisent les calculs mathématiques par éléments finis pour situer le centre de résistance de l'incisive centrale au $1/4$ de la hauteur radulaire en partant de la crête alvéolaire, d'où naît l'idée du « Power arm » canin.

PEDERSEN et al. en 1991 [64], réalisent une étude sur des pièces d'autopsie et concluent :

- Pour 2 incisives reliées, le centre de résistance est situé à 6,5mm au-dessus de la lumière des attaches et à 3mm en avant de la face distale des canines.
- Pour les 4 incisives solidarisées, le centre de résistance est à 5mm au-dessus de la lumière de l'attache de l'incisive centrale et à 3mm en avant de la face distale de la canine.
- Pour les 6 dents antérieures le centre de résistance est localisé à 6,5mm au-dessus de la lumière du verrou incisif central et à 3mm en arrière de la face distale de la canine.

TEUCHER localise, pour l'arcade maxillaire, le centre de résistance alvéolodentaire approximativement au tiers apical entre les premières et les secondes prémolaires.

Pour l'arcade mandibulaire il est situé au niveau du tiers apical de la première prémolaire.

WORMS situe le centre de résistance de la première molaire à la trifurcation des racines quand la seconde molaire n'est pas évoluée, et au niveau du collet de la dent lorsque la seconde molaire est évoluée.

Pour une dent sur l'arcade dans un milieu hétérogène, (cavité buccale pour la couronne, et os alvéolaire pour la racine) le centre de résistance est déplacé vers le milieu le plus dense, c'est à dire du côté apical.

Comme l'attestent les travaux des auteurs précédents, sa position dépend de la morphologie radiculaire, de la hauteur et de la densité d'os alvéolaire ainsi que du nombre de dents reliées.

La position du centre de résistance est aussi directement fonction (Fig. 5a, 5b et 5c):

- de la nature des structures parodontales,
- de la densité de l'os alvéolaire,
- de l'élasticité des structures desmodontales qui sont étroitement liées à l'âge du sujet.

Ceci amène VALET et PAGIN à parler de "centre de résistance associé à la dent plutôt que de centre de résistance de la dent".

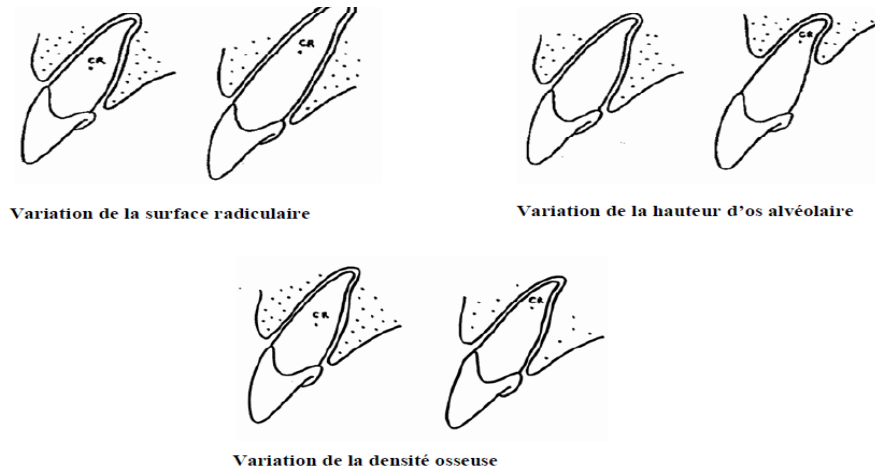


Figure 18 : Centre de résistance

Le centre de résistance du système est situé sur une ligne joignant les centres de résistance des dents considérées.

Si la valeur d'ancrage des deux unités dentaires est semblable, le centre de résistance se situera au milieu du segment reliant les deux centres de résistance.

Dans le cas où les valeurs sont différentes, le centre de résistance du système se déplacera le long de ce segment vers la dent dont la valeur d'ancrage est la plus grande.

Mais la position exacte du centre de résistance d'un système constitué de plusieurs unités dentaires est difficile à localiser cliniquement, bien que cette position influence directement l'intensité des forces [20].

Cliniquement, étant donné que la force des systèmes mécaniques unitaires vestibulaires ou linguaux ne s'applique jamais au niveau du centre de résistance, le système équivalent au centre de résistance comporte toujours un moment.

4.3.1.4. Le centre de rotation :

Un centre de rotation est le point autour duquel tourne un solide si on lui applique une force qui ne passe pas par son centre de résistance : il est dépendant du système de forces.

Le centre de rotation :

- Dépend du système de forces appliqué (plus la force est éloignée du centre de résistance, plus la rotation sera importante) ;

- Sa situation n'est pas une propriété du solide au milieu.

A la différence du centre de résistance, le centre de rotation n'est pas obligatoirement situé à l'intérieur de la dent et sa position par rapport au centre de résistance détermine le type de mouvement obtenu :

- S'il est éloigné de la dent, on obtient à l'extrême un mouvement de translation.
- S'il est confondu avec le centre de résistance, on obtient un mouvement de rotation pure.
- Entre ces deux positions extrêmes, on obtient des mouvements de roto translation.

On parle de centre instantané de rotation car il varie avec le déplacement dentaire et la désactivation du système orthodontique.

La détermination du centre de rotation globale d'un mouvement est théorique et assez difficile à définir.

Pour BURSTONE et PRYPUTNIEWICZ, dans une étude publiée en 1980 [12] :

- une force appliquée au niveau des attaches produit un centre de rotation plus apical que le centre de résistance.
- Le centre de rotation se déplace plus apicalement si la racine est plus longue ; le centre de rotation de la canine est situé plus apicalement que celui de l'incisive centrale.
- Le centre de rotation d'une dent se déplace plus apicalement en augmentant l'intensité de la force appliquée, ceci pour le même rapport M/F.

Dès qu'une dent se déplace, le système de forces n'est plus le même, on parle donc de « centre instantané de rotation ». BURSTONE décrit alors 4 mouvements spécifiques en fonction de sa localisation :

- Version incontrôlée (le centre de rotation se situe au niveau du centre de résistance),
- Version contrôlée (le centre de rotation se situe au niveau de l'apex de la dent),
- Gression pure (le centre de rotation se situe à l'infini),
- Mouvement de racine (le centre de rotation se situe au niveau du bord libre de la dent).

4.3.1.5. Le moment :

Quel que soit le niveau où l'on applique une contrainte, elle se trouve en tous points du mobile. Une force dont la ligne d'action ne passe pas par le centre de résistance d'un corps produit une rotation, qui se traduit au niveau de celui-ci par un moment (M).

Son intensité est égale au produit de l'intensité de la force (F) par la distance (d) perpendiculaire à la ligne d'action passant par le centre de résistance de ce corps (Fig.6).

L'unité du système international est le Newton x mètre (N.m) mais en orthodontie on utilise le plus souvent le gramme-force x mm (gf.mm)

Burstone démontre que ce n'est pas l'intensité de la force mais la valeur du rapport moment-force qui détermine le type de mouvement dentaire obtenu.

Le moment n'existe que par la force, en référence au centre de résistance. A l'équilibre, la somme des moments est nulle.

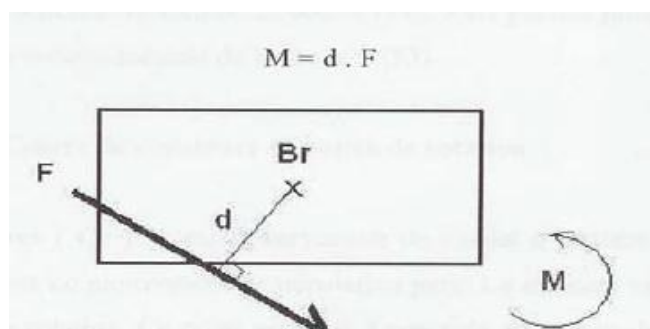


Figure 19 : Le moment

4.3.1.6. Le rapport moment / force :

Les différents types de mouvements dentaires décrits précédemment sont obtenus par l'application d'un système de force spécifique correspondant à l'application d'une force et d'un moment ; en effet c'est BURSTONE qui en 1962 a montré que ce n'est pas l'intensité de la force appliquée au niveau de l'attache mais la valeur du rapport moment-force qui détermine le type de mouvement dentaire résultant.

Ce rapport moment-force (M/F) est déterminé par le point d'application du système de force par rapport au centre de résistance (Fig. 7).

Quand le rapport M/F est égal à la distance du point d'application de la force au centre de résistance, la dent se déplace en gression (le centre de rotation se situe à l'infini).

Quand le rapport M/F est inférieur à cette distance, il se produit une version et le centre de rotation se déplace d'autant plus apicalement que le rapport M/F augmente

- Le mouvement est une version autour du centre de résistance : version in contrôlée.
- Le mouvement est une version autour de l'apex : version contrôlée.

Quand le rapport M/F est supérieur, le centre de rotation se déplace du bord occlusal vers le centre de résistance : on obtient un mouvement radulaire.

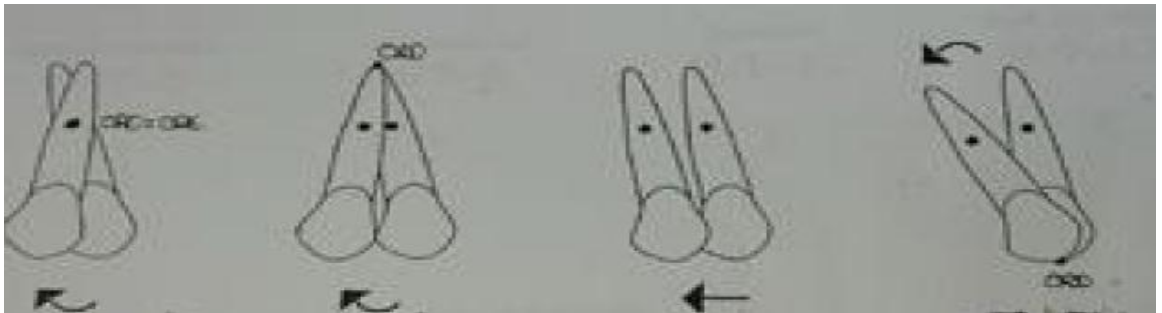


Figure 20 : Rapport moment – force et déplacement du centre de rotation

4.3.1.7. Le couple :

Le moment d'un couple (M_c) est un système libre qui produit des effets constants au niveau du centre de résistance (c'est-à-dire une rotation pure) quelle que soit la position de ce couple sur la dent. C'est un moment pur de translation.

Un couple est obtenu par l'utilisation de deux forces (F et F') :

- De même intensité,
- De lignes d'action parallèles,
- De sens opposés

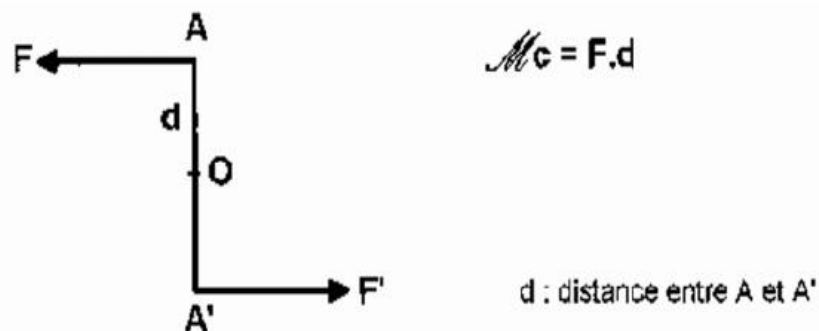


Figure 21 : Le couple des forces

Le moment de ce couple est égal au produit de l'intensité de l'une des forces par la distance perpendiculaire séparant les deux lignes d'action. Son efficacité dépend donc de la distance qui sépare les deux lignes d'action et de l'intensité des forces.

Le sens de rotation du couple est donné par la force qui passe le plus loin du centre de résistance.

4.3.1.8. Notion de travail et d'énergie :

Le travail est la mesure de la transmission du mouvement d'un corps à l'autre ou la mesure du transfert d'énergie d'un corps à l'autre. Il en découle un principe fondamental qui est celui de la conservation d'énergie.

La mesure de l'énergie transférée se fait par la mesure du travail des forces mises en jeu (produit scalaire de la force par le déplacement).

Energie potentielle de déformation.

Lorsqu'un corps se déforme sous l'action d'une force extérieure, le point d'application de la force de déformation se déplace. S'il est élastique il emmagasine l'énergie sous forme mécanique et est capable de le restituer lorsque la force déformante cesse. Cette énergie porte le nom d'énergie potentielle de déformation qui est à la base de la mécanique orthodontique. Ceci concerne les ressorts, boucles, élastiques qu'il faut activer par déformation pour obtenir les forces nécessaires au déplacement.

Cas d'un ressort hélicoïdal :

L'allongement x du ressort est proportionnel à l'intensité de la force.

$$F = ch.$$

K étant le coefficient de rigidité du ressort

Le travail T est le travail de la force extérieure F mais c'est aussi l'énergie emmagasinée par le ressort.

Le principe de conservation de l'énergie implique que cette énergie peut être restituée : c'est de l'énergie potentielle de déformation.

$$T = 1/2 kx^2$$

Pour un milieu élastique l'énergie emmagasinée sera proportionnelle au carré de la déformation.

Sous l'action des forces orthodontiques la dent va communiquer au desmodonte, milieu élastique, l'énergie du moteur. Mais le déplacement forcé de la dent oblige le desmodonte à absorber une énergie inhabituelle, qui entraîne l'apparition de tensions et de déformations.

Il y a équilibre tant que l'énergie de déformation n'est pas absorbée par la transformation osseuse mais cet équilibre finit par se rompre, avant qu'un nouvel état d'équilibre tension/déformation apparaisse le mouvement dentaire n'est pas continu, c'est une succession d'état d'équilibre.

La loi sur la conservation de l'énergie implique que l'énergie transmise à l'environnement dentaire soit de même intensité que celle nécessaire au remaniement osseux. Lorsqu'elle est très importante le surplus doit être stocké dans les structures péri-dentaires. L'absorption d'énergie étant proportionnelle au carré de la déformation, le desmodonte doit augmenter son volume afin d'en absorber le plus possible avant de le



redistribuer à l'os .Celui-ci se transforme alors pour que le ligament conserve le volume nécessaire à l'absorption d'énergie.

La transformation osseuse est homothétique du déplacement de la dent dans le milieu ligamentaire.

Si l'apport d'énergie du moteur dépasse les capacités d'absorption du ligament et de l'environnement dentaire, que ce soit sur l'ensemble de cet environnement ou localement (dans les zones de compression limitées; induites par des mouvements dentaires non contrôlés), les transformations ne se font plus sous forme de résorption/apposition mais sous forme de hyalinisation, plus résistante au déplacement.

4.3.1.9. Equilibre d'un système de force :

Comme cela a été rappelé précédemment, tout système de force est régi par la troisième loi de Newton : lorsqu'une force est exercée sur un corps, il apparaît au niveau du point d'appui une force égale et opposée : c'est le principe de l'action - réaction.

L'équilibre d'un système de force impose que la somme algébrique des forces et des moments calculée autour d'un point quelconque soit nulle.

BURSTONE et KOENING en 1974 ont étudié les forces engendrées par la mise en place d'un arc droit dans les attaches de deux dents présentant des angulations variables ou un arc plié dans des attaches non angulées.

Ils ont ainsi défini trois situations clés (toutes les situations intermédiaires existant) qui sont :

- Le V symétrique
- Le V asymétrique
- La situation en escalier.

MULLIGAN (1983) [56] utilise les expressions de « courbure centrée » et « courbure décentrée » pour exprimer les deux premières relations.

Une même situation peut être obtenue, soit en introduisant l'arc plan dans les attaches saignées, soit en plaçant une courbure sur l'arc introduit dans les attaches situées sur un même plan.

4.3.1.9.1 Le V symétrique :

Les angles que font les attaches avec le fil sont égaux et de sens opposés. (Fig.9)

Le système de force se réduit à deux moments de valeurs égales et de sens opposés.

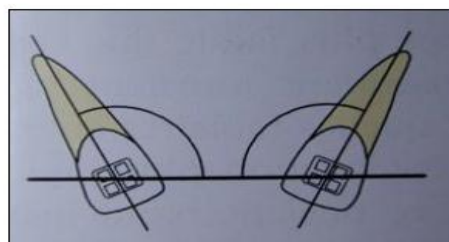


Figure 22 : Le V symétrique

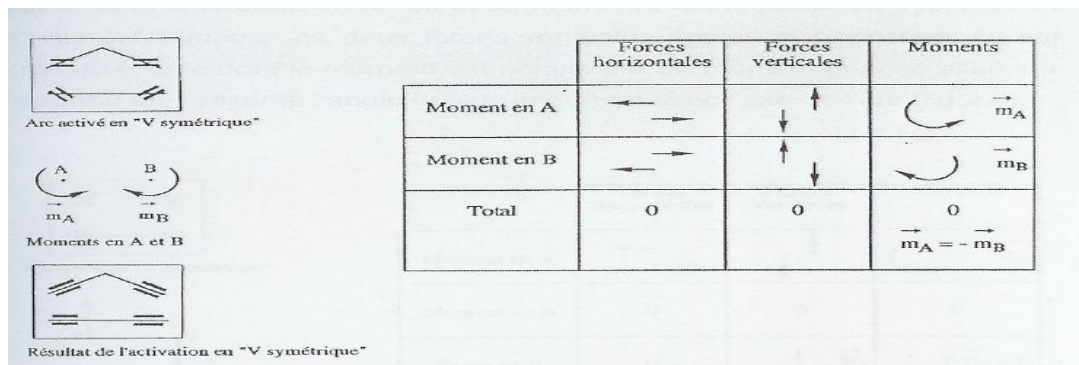


Figure 23 : Les dents sont notées A et B ; D est la distance qui les sépare. A est considéré comme le point de référence.

Le tableau d'équilibre permet de noter l'ensemble des forces horizontales, verticales et les moments existants.

La somme des forces et la somme des moments doivent être nulles. Le système est en équilibre sans déploiement de forces ; les couples créés par l'angulation symétrique de l'arc avec les attaches donnent des moments de même amplitude et de sens opposé à chaque extrémité (FONTENELLE).

4.3.1.9.2. Le V asymétrique

Les angles que font les attaches avec l'arc sont inégaux et de sens opposé. (Fig. 11)

Il existe deux moments sur les deux dents, dont l'un est plus important que l'autre : par simplification, on considère le moment le plus faible comme nul, car c'est la différence entre les deux moments qui importe.

Le système de forces est composé de deux forces verticales égales et opposées, ce qui crée un couple dont le moment est annulé par un moment opposé situé sur le verrou qui présente l'angle le plus important avec l'axe de l'arc.

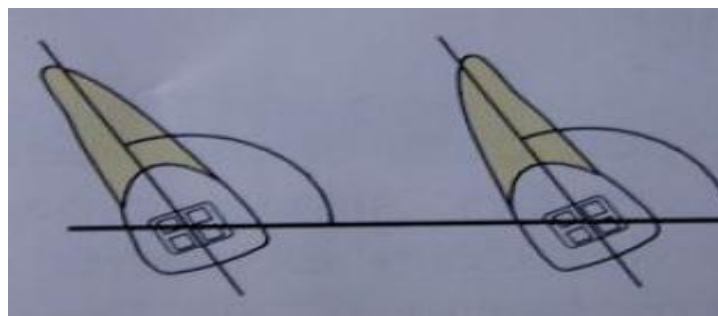


Figure 24 : Le V asymétrique

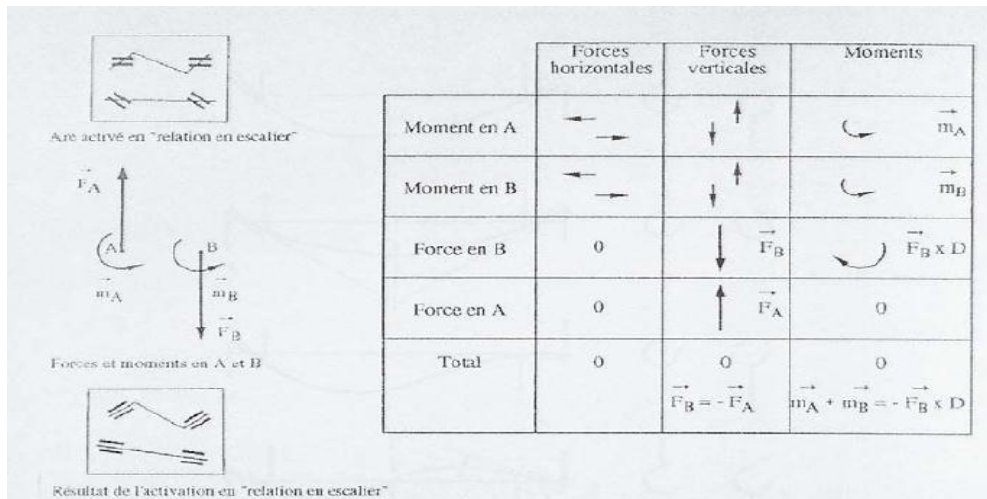


Figure 25 : Les dents sont notées A et B ; D est la distance qui les sépare. A est considéré comme le point de référence.

Le tableau d'équilibre permet de noter l'ensemble des forces horizontales, verticales et les moments existants.

La somme des forces et la somme des moments doivent être nulles. Il y a, à l'équilibre, une force verticale en B dirigée vers le bas, qui autour de A donne un moment annulant m_A . Cette force sera elle-même annulée en A par une force F_A de même intensité et de sens opposé (FONTENELLE).

4.3.1.9.3. La situation en escalier :

L'arc est rectiligne et les deux verrous sont parallèles entre eux. (Fig. 13)

Il apparaît deux forces verticales opposées. Le moment du couple ainsi créé est compensé par deux moments égaux et de même sens agissant sur chacun des verrous.

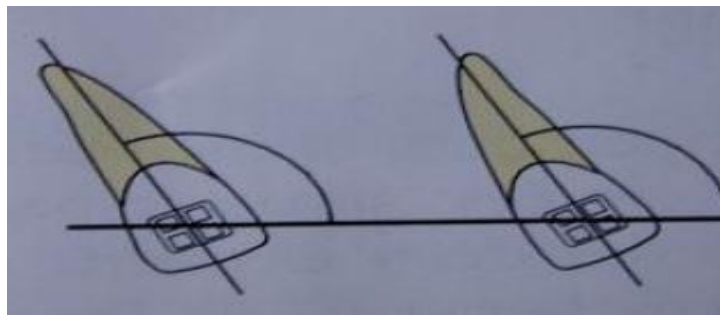


Figure 26 : La situation en escalier

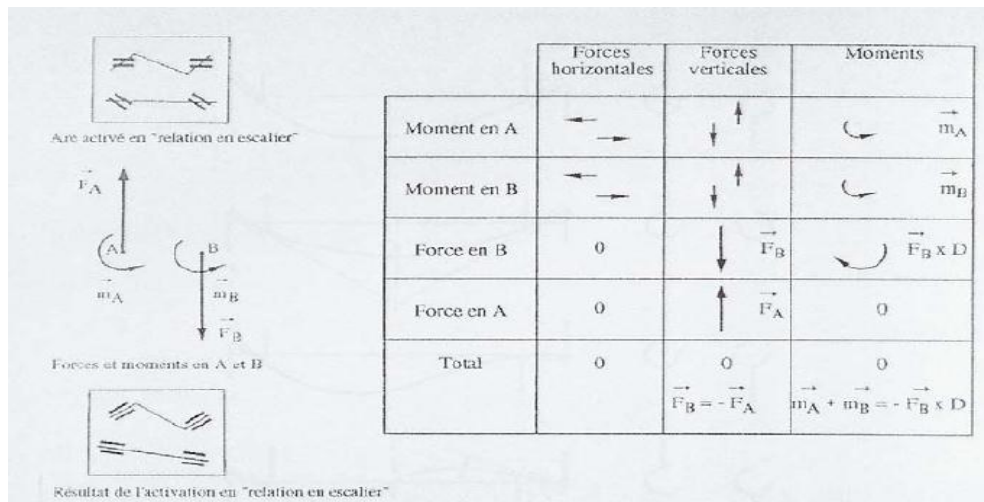


Figure 27 : Situation de « relation en escalier ». Cette situation engendre les plus grandes forces (d'après FONTENELLE).

En 1996, FAURE décrit les différentes situations d'un arc placé entre deux attaches partant de l'étude théorique de la forme de l'arc :

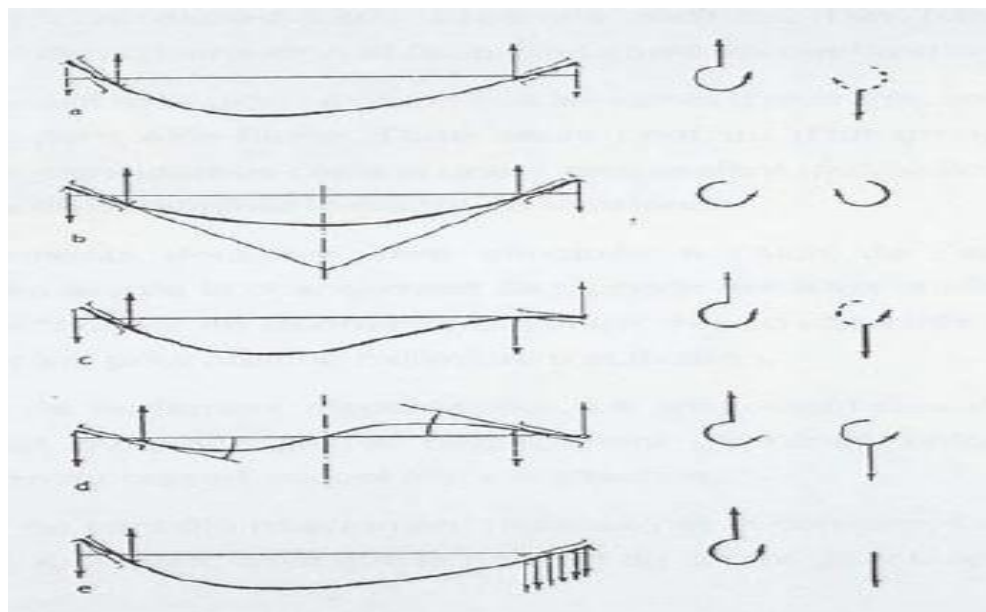


Figure N° 15 Les différentes situations mécaniques selon FAURE.

- a : « V »
- b : « V symétrique pur »
- c : « S »
- d : « S symétrique pur »
- e : « V asymétrique pur »

Situation en V : Le fil ne présente qu'une seule concavité, les moments exercés sur les attaches sont de sens contraires. Le cas théorique idéal est le « V symétrique pur »

Situation en S : Le fil présent deux concavités opposées, les moments exercés sur les attaches sont de même sens. Le cas théorique idéal est le « S symétrique pur » et il correspond à la « relation en escalier ».

Situation en « V asymétrique pur » : Il s'agit d'un intermédiaire entre les deux situations précédentes. Le fil ne présente qu'une seule concavité au voisinage de l'une des attaches, au niveau de l'autre attache il n'est au contact que d'une seule paroi de la gorge et exerce donc des forces de même sens le long de cette paroi.

4.3.2. Les mouvements dentaires provoqués

Les mouvements dentaires provoqués peuvent être contrôlés ou non. En thérapeutique orthodontique, pour avoir la maîtrise des mouvements, il faut avoir le contrôle des centres de rotation des dents concernées. Pour cela, il faut employer la quantité efficace et adaptée du produit moment force.

Les différents types de mouvements dentaires peuvent aussi être classés selon "la quantité d'ancrage nécessaire pour pouvoir effectuer ces déplacements".

La pression (F/mm²) nécessaire pour effectuer les différents mouvements a été quantifiée par PROFFIT [66] :

Version: 50 gr

Translation: 100 gr

Torque : 75 gr

Extrusion (égression) : 50 gr

Intrusion (ingression) : 150 gr

Toutefois, la pression varie suivant le type de dent considérée.

Par exemple, il sera plus difficile d'effectuer un mouvement au niveau d'une molaire qu'au niveau d'une incisive.

Ces valeurs permettent de donner des indications et ne reflètent pas une vérité absolue puisque tous les paramètres ne sont pas pris en compte.

Nous allons décrire les différents types de mouvements dentaires par l'identification de leur centre de rotation :

4.3.2.1. Version :

Les mouvements de version peuvent être non contrôlés ou contrôlés.

La version non contrôlée est un mouvement dentaire qui s'effectue autour d'un centre de rotation situé proche du centre de résistance de la dent concernée. Cliniquement, on constate alors le déplacement de la couronne dentaire dans un sens et le déplacement de l'apex de cette même dent dans le sens contraire C'est le type de mouvement effectué par une dent quand seule une force est exercée sur sa couronne.

La version contrôlée correspond à une rotation de la dent autour d'un centre de rotation qui se situe au niveau de l'apex de la dent. Ce type de déplacement s'effectue lorsque sont exercés de façon concomitante une force efficace sur la couronne dentaire de manière à provoquer le déplacement de cette couronne dans un sens et un moment permettant d'empêcher le mouvement de la racine dans le sens opposé.

Le mouvement de racine s'effectue lorsqu'une dent se déplace autour d'un centre de rotation au niveau ou très près du bord occlusal de la dent.

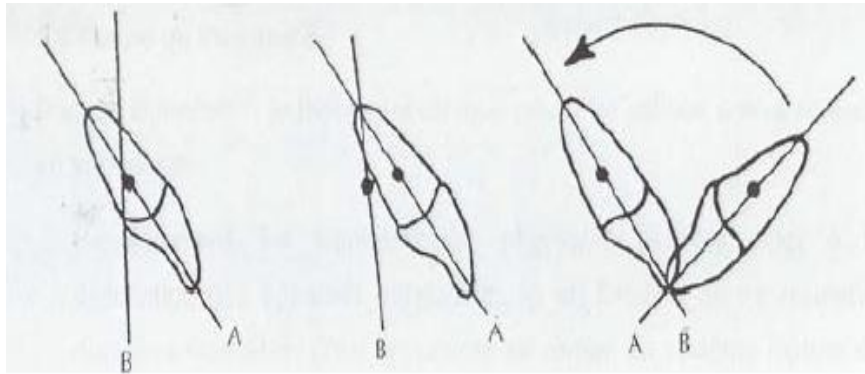


Figure 28 : Les mouvements de version contrôlée et non contrôlée

4.3.2.2. Ingression :

C'est un mouvement qui s'effectue selon le grand axe de la dent. Le centre de rotation est très éloigné du centre de résistance, on peut considérer qu'il n'y a pas de mouvement de rotation parasite. C'est une sorte de translation axiale.

Le mouvement d'ingression rencontre le maximum de résistance de la part de la dent car toutes les fibres sont étirées et l'ensemble du système hydraulique est sous pression. Il est donc impératif d'utiliser un appareillage et un ancrage actif très importants, la valeur d'ingression étant supérieure à la valeur d'égression des dents piliers (nécessité d'augmenter le nombre de piliers). D'après THUROW, l'ingression se réalise plus facilement en association avec d'autres mouvements.

4.3.2.3. Rotation :

A la différence de la version, lors d'une rotation pure, le centre de résistance et de rotation sont confondus. L'axe de rotation peut être horizontal ou vertical. Si l'axe est horizontal, la couronne va se déplacer dans un sens et l'apex dans le sens opposé. Si l'axe est vertical, la dent tournera sur elle-même.

4.3.2.4. Translation :

La translation a lieu lorsque le centre de rotation se situe à l'infini. Elle se manifeste par un déplacement physique dans lequel chaque point de la dent évolue selon des lignes droites, parallèles, dans la direction de la force.

Elle permet de vestibuler, lingualer, mésialer ou distaler la ou les dents.

Si plusieurs dents sont rigidement associées, on peut les assimiler à une dent pluriradiculée. Les mouvements dentaires au sein d'une arcade entière non segmentée ne peuvent plus être décrits individuellement du fait de l'interdépendance des mouvements qui se crée.

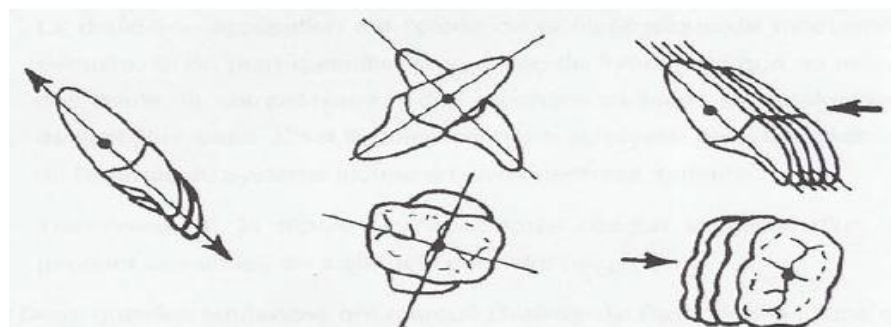


Figure 29 : Les différents mouvements dentaires provoqués

4.3.2.5. Notion de frottements :

Le frottement désigne les phénomènes qui naissent dans les zones superficielles de deux corps s'appuyant l'un sur l'autre, lorsqu'ils se déplacent l'un par rapport à l'autre. Il dépend de la topologie des surfaces en contact et de leurs propriétés physicochimiques.

Les techniques orthodontiques multi-attaches imposent dans certaines étapes de traitement, le glissement des verrous sur l'arc, ou même le glissement des arcs dans les tubes guides. Il en résulte des frottements qui peuvent nuire à la bonne marche du traitement.

Lorsqu'on applique une force parallèle au plan d'occlusion, perpendiculaire à l'axe de l'adent et dont le point d'application se situe à distance du centre de résistance associé à la dent, 2 cas vont alors se présenter :

- la dent se déplace par glissement le long de l'arc. Ce dernier, suivant sa nature, se déformera plus ou moins.
- la dent ne se déplace pas ou peu, le glissement n'a pas lieu. Il y a blocage par arc-boutement avec déformation plus ou moins importante de l'arc.

Elle peut aller jusqu'au phénomène de flambage et entraîner des déplacements parasites néfastes et incontrôlables.

Les frottements en orthodontie jouent un rôle perturbateur dans les mécaniques de glissement. Pour en réduire les effets, il faut utiliser des fils et attaches avec les coefficients de frottement les plus faibles possibles, des brackets larges, des fils rectangulaires qui permettent un certain jeu du fil dans la lumière de l'attache et avec une rigidité suffisante pour éviter le flambage ; un système de ligature provoquant le moins de frottement possible, et appliquer la force motrice le plus près possible du centre de résistance de la dent.

4.3.3. Histophysiologie du déplacement dentaire :

Les dents sont en situation d'équilibre à la fois intra et inter-arcade. Si cet équilibre est amené à être rompu, un mouvement dentaire physiologique tendra à retrouver une nouvelle position d'équilibre.

L'application de forces sur une ou plusieurs dents provoque un mouvement non plus physiologique mais thérapeutique ; le résultat est un déplacement obtenu grâce à un remodelage ligamentaire et alvéolaire.

Aussi, sur une même dent, il pourra être appliqué plusieurs forces dont la résultante sera une force unique complexe.

Cette force devra être maintenue pendant un temps suffisant pour éviter l'arrêt des phénomènes d'ostéoclasie et permettre l'action des cellules spécialisées produites durant la phase initiale. Mais, il sera également nécessaire de respecter un temps de repos pour obtenir la maturation des tissus synthétisés. La durée relative de ces deux périodes permet de distinguer trois types de forces :

- Les forces intermittentes qui se caractérisent par une alternance journalière de périodes de travail et de repos. Pour être efficace, ce type de force doit respecter certaines règles : la durée du temps de travail doit être au moins de 6 heures par jour sinon le déplacement ne peut s'effectuer et la durée du temps de repos ne doit pas excéder le temps de latence d'arrêt ostéoclasique.

- Les forces discontinues sont des forces dont l'intensité diminue dès que la dent s'est déplacée. Il s'en suit une période de repos sans récurrence. Si la force reste légère et que les moments d'activation ne sont pas trop rapprochés, le mouvement se fait uniquement par résorption directe, donc sans phénomène de hyalinisation.
- Les forces continues sont des forces dont l'intensité est maintenue constante durant la période de travail. Des auteurs ont proposé d'appliquer d'abord une force légère qui va induire une résorption directe puis dès que cette résorption aura commencée d'augmenter l'intensité de la force afin d'accélérer la vitesse du déplacement dentaire

4.3.3.1. Réaction lors de l'application d'une force :

La chronologie de la réponse physiologique du ligament selon la durée et l'intensité des forces a été établie par PROFFIT

Dans le cadre de l'application d'une force continue :

- Inférieure à 1 seconde: les fluides ligamentaires étant incompressibles, l'os alvéolaire se déforme, et des signaux piézo-électriques sont émis.
- 1 -2 secondes: le fluide est expulsé de la zone compressée, la dent se déplace dans l'espace ligamentaire.

Dans le cadre de l'application de forces légères :

- 3 -5 secondes: les vaisseaux sanguins du ligament sont partiellement comprimés du côté dit "en pression", et dilatés du côté dit "en tension" ; les fibres et les cellules sont déformées par la pression exercée.
- Plusieurs minutes: le flux sanguin est altéré, le taux d'oxygène commence à se modifier, les prostaglandines et les cytokines sont libérées.
- Plusieurs heures: changements métaboliques : les messagers chimiques s affectent l'activité cellulaire, les concentrations enzymatiques changent.
- Environ 4 heures: augmentation du taux de AM PC (adénosine mono- phosphate cyclique) détectable, la différenciation cellulaire commence dans le ligament.
- Environ 2 jours: le déplacement de la dent commence avec le modelage de l'alvéole par les ostéoblastes / ostéoclastes .

Dans le cadre de l'application de forces lourdes :

- 3-5 secondes : les vaisseaux sanguins du ligament sont oblitérés du côté dit «en pression»
- Minutes : le flux sanguin est arrêté dans le ligament comprimé
- 3-5 jours : différenciation cellulaire dans les zones adjacentes, début de la résorption indirecte
- 7-14 jours: la résorption indirecte remplace la lamina dura adjacente à la zone comprimée, le déplacement de la dent commence.

Pour le biologiste, lorsque le cap des réactions initiales donc des latences cellulaires de division et de différenciation est franchi, il faut entretenir un niveau suffisant de forces pour se maintenir au-dessous du seuil cellulaire, de façon à utiliser pleinement le pool de cellules spécialisées (ostéoclastes, ostéoblastes) déjà produit.

L'interruption de la force pendant une durée supérieure à la latence de différenciation cellulaire (durée suffisante pour la cessation d'activité et la disparition des ostéoclastes) va entraîner inévitablement une nouvelle phase initiale avec hyalinisation du côté comprimé et arrêt du mouvement dentaire souhaité.

Deux étapes sont donc majeures dans le déplacement dentaire : la hyalinisation du ligament et le remodelage de l'os.

4.3.3.2. La hyalinisation :

L'application d'une force provoque le déplacement de la dent dans son alvéole, immédiatement suivie d'une fuite des fluides ligamentaires de la zone en compression.

Si la force est assez importante, on assiste à une compression ligamentaire et des vaisseaux sanguins, ainsi qu'à une inflammation des terminaisons nerveuses : le processus de hyalinisation commence alors.

4.3.3.2.1. Formation des zones hyalines :

La venue et la formation d'ostéoclastes sont empêchées par l'excès de pression dans une zone du ligament. La résorption directe ne peut alors plus avoir lieu et celle-ci est alors remplacée par des réactions dégénératives des tissus qui commencent après quelques heures.

Le terme de hyalinisation employé pour décrire ces réactions est dû à l'aspect vitrifié et acellulaire que l'on peut observer sur les coupes histologiques.

Ce processus dégénératif persiste tant que la pression est maintenue et, ce faisant, empêche la recolonisation des tissus lésés par les cellules des tissus environnants intacts.

Le déplacement dentaire s'arrête tant que l'os adjacent n'est pas résorbé.

La hyalinisation débute durant la phase initiale qui suit l'application de la force orthodontique. Elle est éliminée après une période de 3 à 5 semaines si l'on n'effectue qu'une réactivation douce.

Le ligament « post hyalin » est plus large qu'au départ ; si l'on cesse d'appliquer toute force, la largeur initiale est rapidement retrouvée comme l'a montré BARAT.

4.3.3.2.2. Elimination des zones hyalines :

Selon les travaux de RYGH , la zone hyaline est formée de tissu nécrotique aseptique, localisé dans le ligament. Une réaction inflammatoire se développe à sa périphérie.

Les tissus comprimés sont envahis et éliminés par des cellules provenant des vaisseaux sanguins qui pénètrent dans cette zone : cellules endothéliales et monocytes/macrophages dérivant des cellules pro génitrices du sang.

Les cellules de type fibroblastique semblent engagées dans le processus d'élimination et de synthèse à la périphérie de la zone hyaline, à la frontière des premières cellules qui envahissent cette zone.

L'élimination de la zone hyaline se fait par :

La résorption de l'obstacle principal, à savoir l'os contre lequel la dent est pressée, par les ostéoclastes qui se différencient dans les espaces médullaires en retrait, dans l'os cortical sur les surfaces ou à la périphérie du ligament demeuré intact.

Son invasion par des cellules et des vaisseaux sanguins provenant des zones intactes du ligament.

Les zones hyalines disparaissent simultanément avec l'invasion cellulaire et vasculaire.

Ces cellules envahissantes possèdent la capacité de pénétrer la zone hyaline en poussant leurs extensions cellulaires dans ces zones.

Les structures filamenteuses environnant les premières cellules envahissantes sont probablement le produit de la dégradation du collagène. L'inclusion de fibrilles de collagène dans le cytoplasme de ces cellules indique qu'elles absorbent des matériaux extracellulaires pour la résorption active.

Des portions de cellules restantes, de collagène hyalinisé et autres débris sont retrouvés dans les macrophages nécrophages, décomposés par la phagocytose, bien que certaines observations impliquent également les fibroblastes dans ce rôle.

Les ostéoblastes semblent dérivés des cellules transportées par les vaisseaux sanguins tandis que les fibroblastes et les ostéoclastes sont issus des cellules locales.

Les fibres du côté en pression sont totalement reconstituées après disparition des fibres anciennes et formation de faisceaux nouveaux. Ceci n'est pas retrouvé du côté en tension où les fibres étirées se reconstituent par le changement de leurs fibres originales.

1.3.3.3. Le remodelage osseux :

Pendant longtemps, la littérature orthodontique a décrit les phénomènes d'apposition /résorption osseuse comme étant une suite d'évènements équilibrés à court terme comme à long terme.

BRIDGES, en 1988, a montré dans ses études qu'au contraire ce remodelage osseux avait plutôt lieu avec des phases d'apposition / résorption plus ou moins actives ; ce que l'expérience clinique confirme par la mobilité des dents déplacées et l'élargissement du ligament desmodontal.

Au début des années 90, KING et al ont réalisé de nombreuses études sur la dynamique du déplacement dentaire chez le rat. Ils ont constaté qu'à court terme la résorption et l'apposition osseuses passaient par plusieurs phases :

- une période sans ou avec peu de changements (1 à 3 jours)
- suivie par une période où la résorption est prédominante (jusqu'aux 5^e – 7^e jours)
- puis par une phase appositionnelle (des 5^e – 7^e jours jusqu'à la fin de la période expérimentale : 14 jours).

Si l'expérience se poursuit, un second cycle de remodelage se produit.

FONTENELLE montre que le déplacement dentaire provoqué peut s'effectuer selon deux modalités :

- soit au travers de l'os de soutien en contact avec la dent : résorption directe
- soit plus en périphérie, au niveau cortical : résorption indirecte

Cette dernière modalité permet à la dent de se déplacer par apposition périostée dans une zone où l'os alvéolaire avait disparu.

Néanmoins, ce type de déplacement ne peut se réaliser que si trois conditions sont réunies :

- mécaniques : la force orthodontique doit être constante et de faible intensité pour éviter la hyalinisation, et permettre ainsi la résorption directe et l'apposition périostée qui conservent une épaisseur constante d'os alvéolaire.
- anatomiques : le parodonte doit être complet et sain.
- physiologiques : absence totale d'inflammation car elle est responsable de la destruction des tissus en cours de remodelage, gênant ainsi la progression du complexe alvéolo-dentaire.

L'orthodontiste ne déplace donc pas une dent comme un élément mobile traversant des tissus fixes. Il déplace et remodèle l'ensemble du complexe dento-parodontal : dent, ligament desmodontal, os de soutien et tissus de recouvrement (muqueuse gingivale).

Ainsi, certaines situations cliniques nécessitant l'apport de gencive attachée pour une raison ou une autre peuvent trouver une solution orthodontique.

5. Les six clés de l'occlusion optimale :

5.1. Clé n°1 :

Précise les relations inter arcades, elle comporte sept points parmi lesquels:

- ✓ La cuspide mésiovestibulaire de la première molaire permanente maxillaire vient en occlusion dans le sillon vestibulaire de la première molaire mandibulaire, entre les cuspides mésiale et médiane.

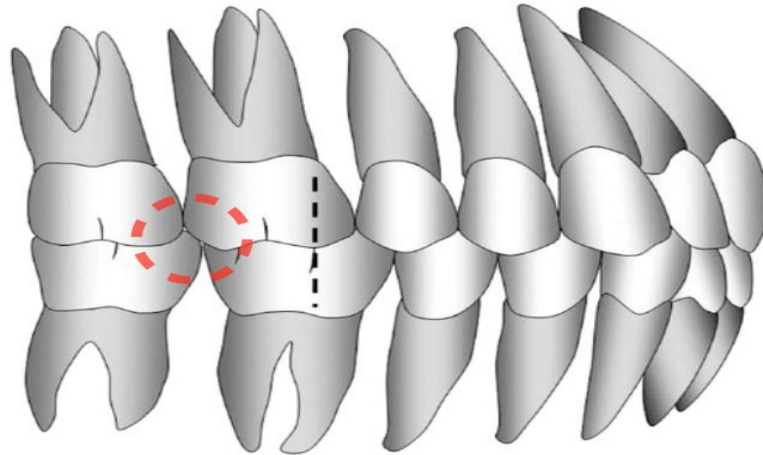


Figure 30 : Relation molaires en classe 1



Figure 31 : Relation molaires en classe 1

- ✓ le bord marginal distal de la première molaire maxillaire vient en contact du rebord marginal mésial de la seconde molaire mandibulaire, ce qui impose une position plus distale de la première molaire maxillaire que celle décrite par Angle.

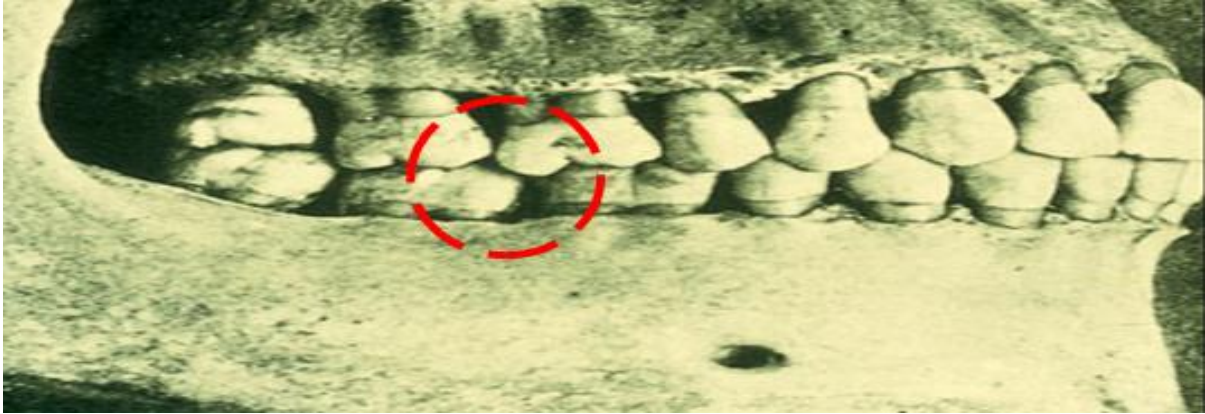


Figure 32 : Relation molaires en classe 1

- ✓ la cuspide mésiolinguale de la 1^{ère} molaire maxillaire vient en occlusion dans la fosse centrale de la 1^{ère} molaire mandibulaire.
- ✓ les cuspides vestibulaires des prémolaires maxillaires s'emboîtent entre les cuspides vestibulaires des prémolaires mandibulaires.
- ✓ les cuspides linguales des prémolaires maxillaires ont une relation cuspides-fosse avec les prémolaires mandibulaires.



Figure 33 : Relation prémolaires en classe 1

- ✓ La canine maxillaire à un rapport cuspide-embrasure avec la canine et la prémolaire mandibulaire, la pointe de la cuspide étant légèrement mésialée par rapport à l'embrasure.



Figure 34 : Relation canines en classe 1

- ✓ Les incisives maxillaires surplombent les incisives mandibulaires et il y a une concordance des milieux.



Figure 35 : Relation incisifs

5.2.La clé n°2 :

Détermine l'angulation des couronnes :

Toutes les couronnes de l'échantillon ont une version mésiale, cette version étant similaire pour chaque type de dents.

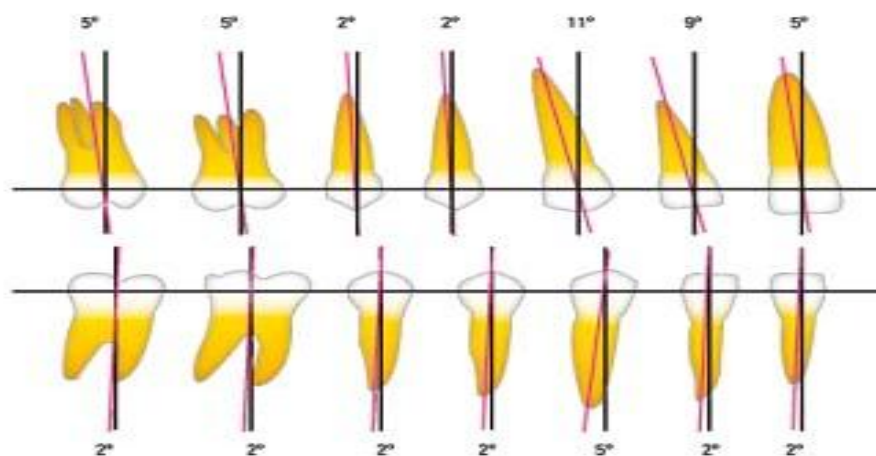


Figure 36 : Angulation des couronnes

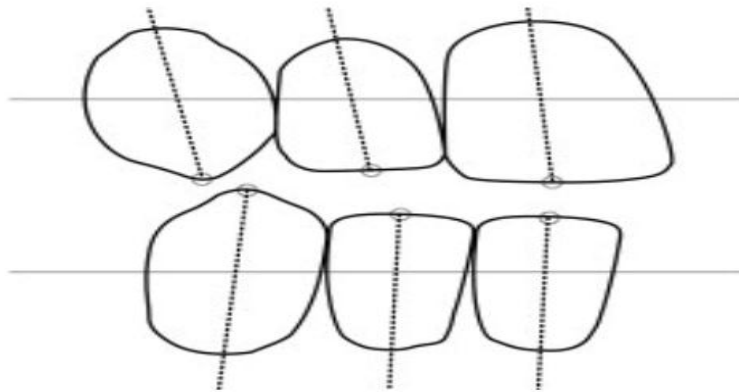


Figure 37 : Angulation des couronnes

5.3.La clé n°3 :

Détermine l'inclinaison des couronnes (torque), ANDREWS fait les constatations suivantes:

- l'inclinaison est positive sur la plupart des incisives maxillaires, c.à.d. qu'elles présentent un torque coronovestibulaire.
- l'inclinaison est légèrement négative sur les incisives mandibulaires, c.à.d. qu'elle présente un torque coronolingual.

Figure 38 :
Inclinaison des
couronnes

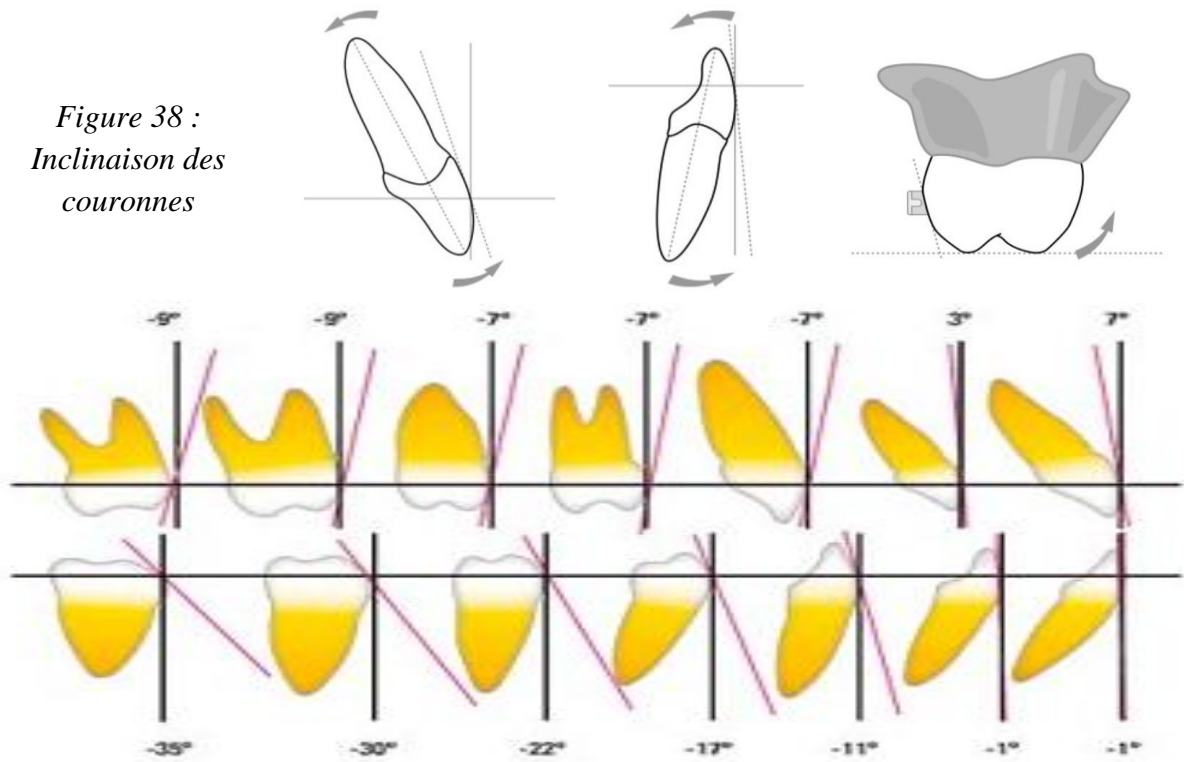


Figure 39 : Inclinaison des couronnes

5.4.La clé n°4 :

- ✓ Absence de rotations.

5.5.La clé n°5 :

- ✓ Absence de diastèmes s'il n'y a pas de dysharmonie dento-dentaire.

5.6.La clé n°6 :

- ✓ C'est une courbe de Spee plate ou légèrement concave.

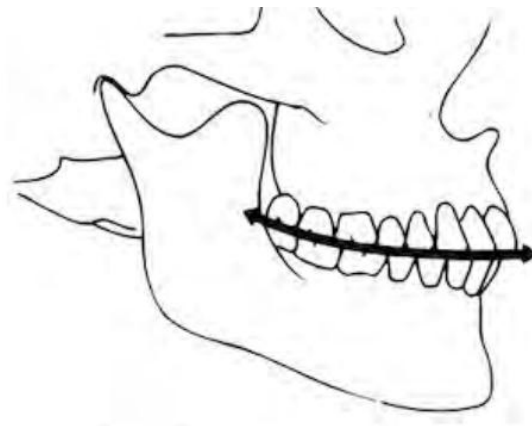


Figure 40 : Courbe de Spee

A partir de là, ANDREWS mesure:

- ✓ l'inclinaison(ou torque) des couronnes c.à.d. l'angle formé par une ligne perpendiculaire au plan d'occlusion avec une ligne tangente et parallèle au FACC au niveau du point médian de la couronne FA (point médian sur l'axe coronaire de chaque dent).

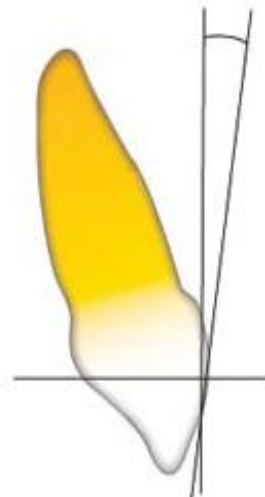


Figure 41 : Torque d'une couronne

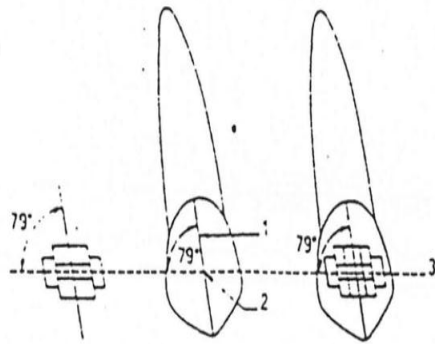


Figure 42 : Angulation moyenne par Andrews incorporée dans les brackets

L'angulation moyenne définie par Andrews est incorporée dans le bracket : l'axe du cracket est dans l'alignement de l'axe de la couronne.

1. AVCC : axe vestibulaire de la couronne clinique.
2. PCAV : point central de l'axe vestibulaire.
3. Plan median transversal d'Andrews.

Il établit des moyennes pour chaque type de dents :

❖ Au niveau des informations du 1^{er} ordre :

Il n'y a pas de système anti-rotation sur aucune dent sauf un distal offset de 10° sur les molaires maxillaires, adapté simplement à l'anatomie particulière des faces vestibulaires de ces dents.

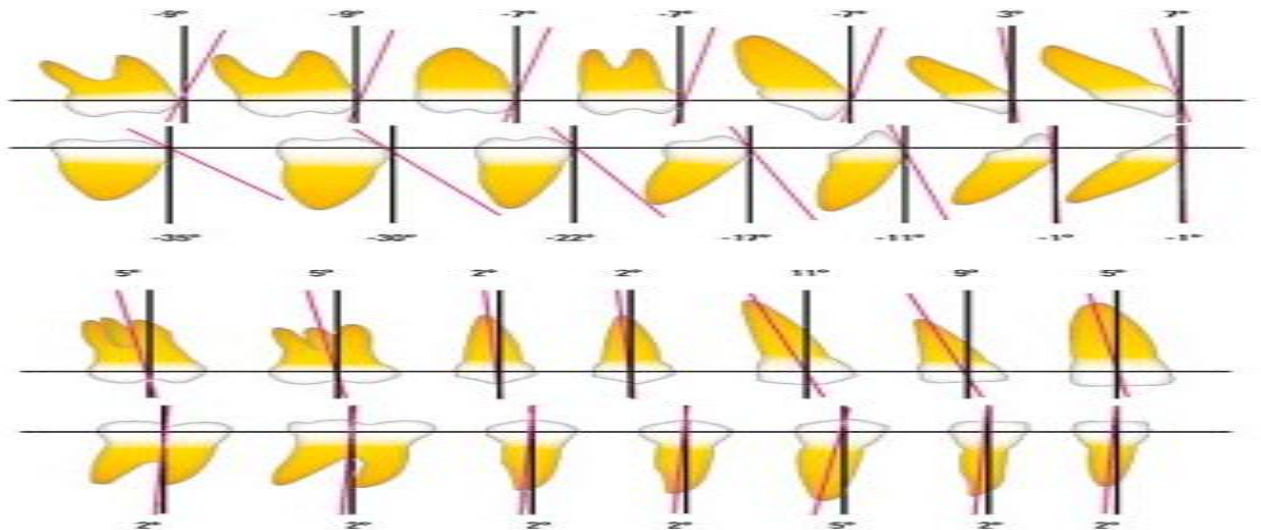


Figure 43 : Informations du 1^{ère} ordre

❖ Au niveau des informations du 2^{ème} ordre :

Les dents des secteurs latéraux présentent toutes une angulation positive c.à.d. qu'elles sont en situation de mésioversion, plus marquée au niveau des 1^{ère} et 2^{ème} molaires maxillaires.

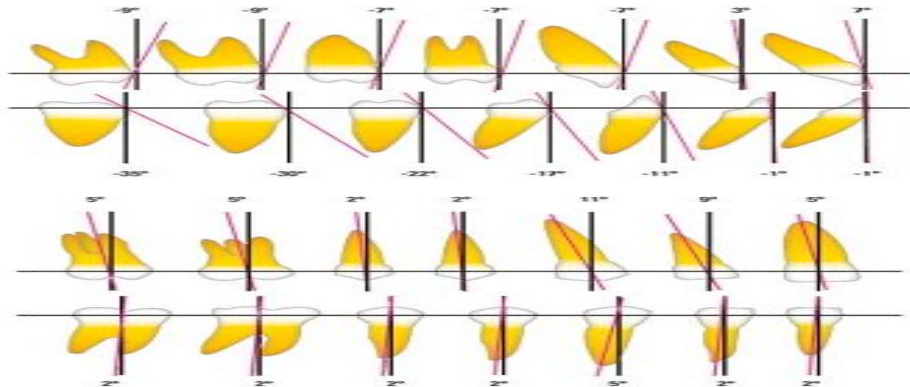


Figure 44 : Informations du 2eme ordre

❖ Au niveau des informations du 3^{ème} ordre:

A l'arcade maxillaire:

- l'incisive sup. n'a qu'un torque de 7°;
- La canine sup. à un torque négatif de -7° identique à celui des PM,
- Le torque est légèrement plus marqué sur les molaires.

A l'arcade mandibulaire:

Les torques des secteurs latéraux sont progressifs, de la canine à la 2^{ème} molaire.

Tabela 1 - Prescrição de Andrews.

SUPERIORES	Torque	Angulação	Rotação
inc. central	+7°	+5°	0°
inc. lateral	+3°	+9°	0°
canino	-7°	+11°	0°
1° pré-molar	-7°	+2°	0°
2° pré-molar	-7°	+2°	0°
1° molar	-9°	+5°	10°
2° molar	-9°	+5°	10°
INFERIORES			
inc. central	-1°	2°	0°
inc. lateral	-1°	2°	0°
canino	-11°	5°	0°
1° pré-molar	-17°	2°	0°
2° pré-molar	-22°	2°	0°
1° molar	-30°	2°	0°
2° molar	-35°	2°	0°

Figure 45 : Les moyennes d'Andrews

« Ces moyennes déterminent les normes, qui lui servent à la mise au point de son nouvel appareil qu'il appelle le *Straight Wire Appliance*. »

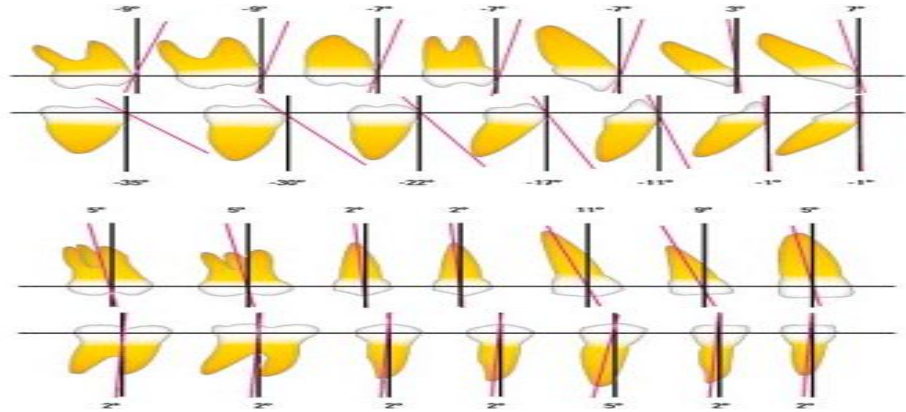


Figure 46 : Informations du 3eme ordre

6. Les étapes d'un traitement avec la technique de l'arc droit :

6.1. Contrôle de l'ancrage:

Lorsque les arcs étaient insérés dans les brackets préinformés, les couronnes des incisives et des canines avaient fortement tendance à verser mésialement par suite de l'angulation (tip) programmée dans les brackets antérieurs. Cette version vestibulaire des dents antérieures amena beaucoup d'orthodontistes à se plaindre de cette technique qui « brûlait de l'ancrage ».

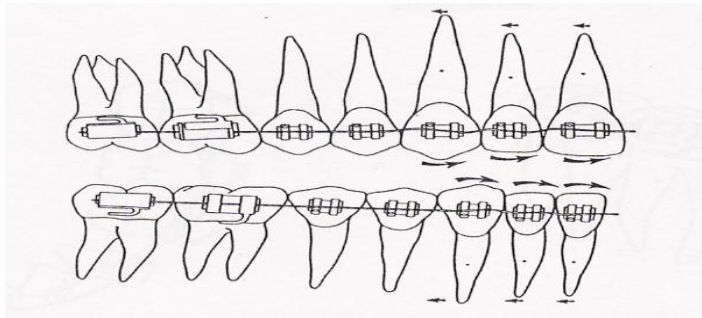


Figure 47 :
Contrôle de l'ancrage

Certains associèrent le principe de la boucle oméga d'Edgewise en butée, les ligatures molaires pour contrôler la position des canines et des incisives, tout en contrôlant les molaires supérieures par un arc transpalatin et une FEO, les molaires inférieures par des arcs linguaux et indirectement par des élastiques de classe III.

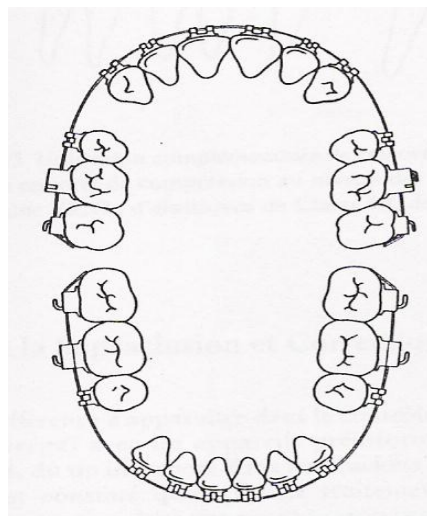


Figure 48 :
Rabattre les arcs en arrière
de la molaire baguée
la plus distale

D'autres choisirent de rabattre les arcs immédiatement en arrière de la molaire baguée la plus distale

6.2. Nivellement et alignement:

Les auteurs ont pu constater que quel que soit le système utilisé, il apparaît une version indésirable dès l'application des forces élastiques sur les canines au début du nivellement.

Pour essayer d'éliminer cet effet, ils ont supprimé l'utilisation de ces forces au début de traitement

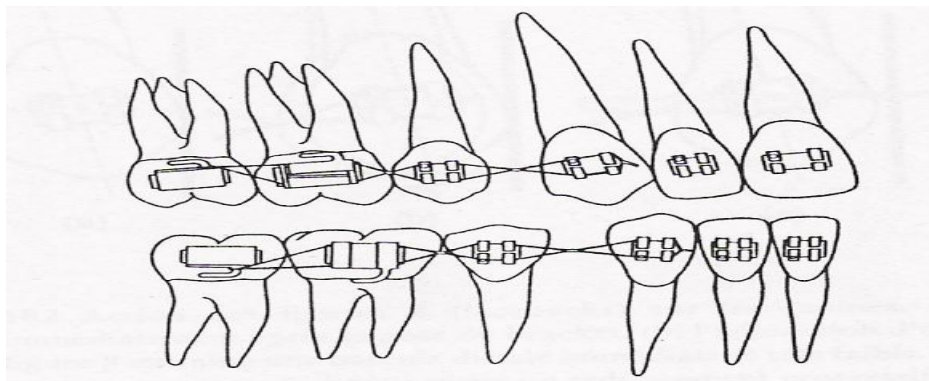


Figure 49 : Ligatures en 8 de la molaire baguée la plus distale à la canine

Remplacées dans chacun des quadrants par des ligatures métalliques en « 8 » allant de la molaire baguée la plus distale à la canine, ces ligatures sont utilisées dans tous les cas avec ou sans extractions, où une version mésiale des couronnes canines n'est pas souhaitable.

- Pour essayer de réduire la version incisive, les arcs sont rabattus en distal de la dernière molaire baguée.
- On a constaté que cette technique permettait la création en 6mois, d'un espace de 6 à 7mm dans les secteurs antérieurs.
- Si le cas présentait un encombrement supérieur à 6 ou 7mm, les dents les plus en malposition n'étaient pas collés et des ressorts à boudin de compression légère placés dans ces régions assuraient la création d'un espace supplémentaire.

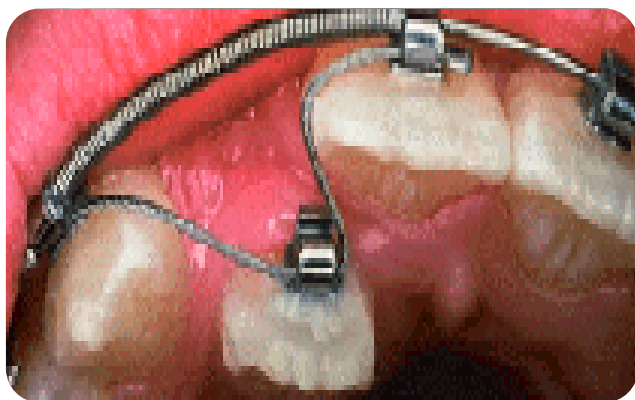


Figure 50 : Correction de la version incisive

6.3. Contrôle de la supraclusion (overbite) et du surplomb (over jet);

En présence de canines très verticales ou distovertées, la déformation des arcs provoque l'égression des incisives et l'augmentation de la supraclusion.

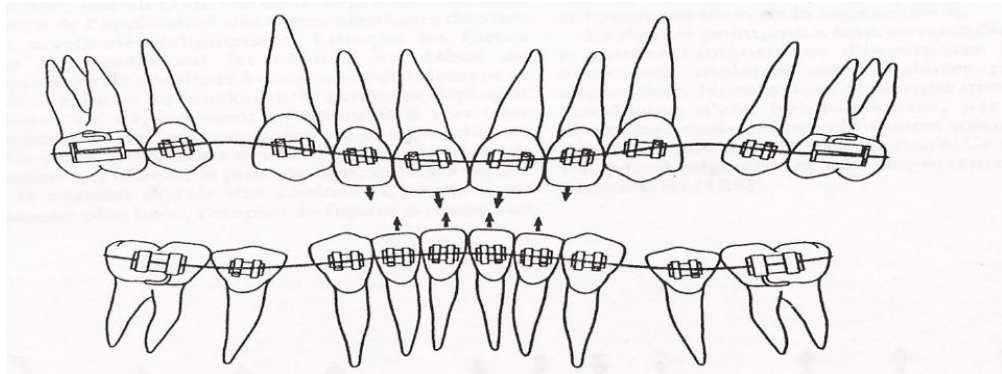


Figure 51 : Contrôle de la supraclusion et de surplomb

Pour mieux contrôler la supraclusion, il est recommandé d'incorporer le plus tôt possible la 2^{ème} molaire inférieure pendant le nivellement.

Nous avons remarqué que l'ouverture complète de l'occlusion n'est pas habituellement possible avant que les 2^{èmes} molaires inf soient baguées.

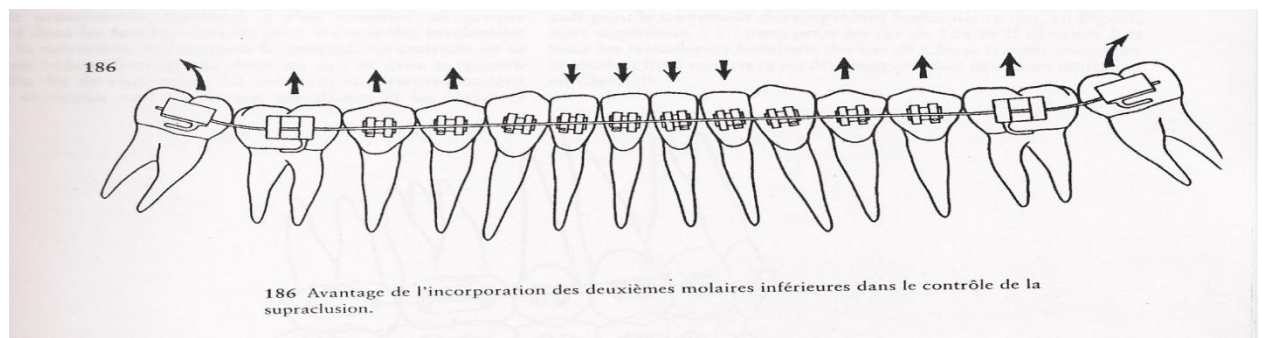


Figure 52 : Avantages de l'incorporation des deuxièmes molaires inf dans le contrôle de la supraclusion

Pour la correction du surplomb il a été établi que la plupart des principes de l'appareil Edgewise standard s'appliquent aux appareils préinformées; une différence entre ces deux techniques est notamment marquée au début du traitement, la tendance à la version antérieure des incisives supérieures et inférieures avec les appareils pré informés; d'où la nécessité d'une meilleure gestion des ancrages à ce stade du traitement.

6.4. Fermeture des espaces:

La différence la plus significative entre les mécaniques de l'Edgewise standard et les mécaniques des appareils préinformées concerne la fermeture des espaces.

La présence des déformations du 1^{er}, 2^{ème} ordre sur les arcs rectangulaires de l'Edgewise standard ne leur permettent pas réellement de pouvoir glisser au travers des rainures des brackets postérieurs une fois que le patient a quitté le cabinet.

C'est pourquoi l'orthodontiste utilise des arcs avec des boucles de fermeture qu'il active en ouvrant la boucle et en faisant glisser l'arc au travers de la rainure du bracket postérieur.

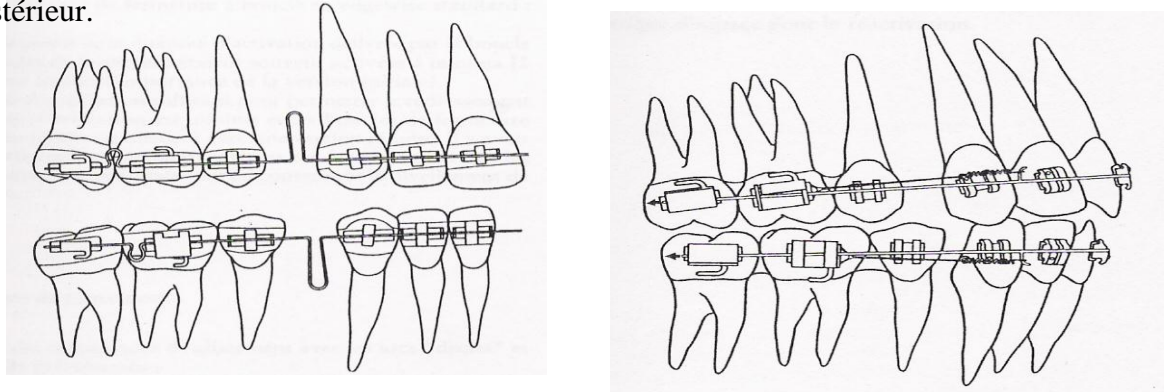


Figure 53 : Fermeture des espaces

6.5.Finition:

La véritable supériorité des appareils préinformés devient encore plus évidente au cours de la finition; plus l'appareil est précis, moins il faut d'effort et de temps pour cette étape.

Les valeurs de tip, de torque et de in-out permettent à l'orthodontiste de passer moins de temps aux déformations du 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} ordre.

Il est toutefois nécessaire d'effectuer des déformations sur les arcs pour compenser les variations de forme et de taille des dents, pour compenser un mauvais positionnement des brackets et pour compenser ou surcorriger les différents mouvements dentaires.

7. Avantages et inconvénients du système :

7.1. Avantages du système :

-Aujourd'hui, nos patients nous demandent de leur donner non seulement un traitement dentaire de la plus haute qualité, mais également un traitement qui soit " esthétique". De plus en plus, nos patients nous disent combien ils sont préoccupés par l'apparence de leur sourire, et ils nous posent quantité de questions sur la manière d'obtenir de belles dents et un sourire attractif. En tant que dentistes, nous pouvons leur donner des réponses telles qu'un blanchiment, ou un blanchiment combiné avec des couronnes ou des facettes en porcelaine pour " redessiner le sourire ", des obturations ou des inlays en composite pour remplacer les " plombages noirs " disgracieux. Des dents manquantes peuvent être remplacées par un bridge en porcelaine ou par des implants. Mais que pouvez-vous proposer par exemple à ces patients dont les dents sont vraiment

sévèrement encombrées, ou si les molaires sont tellement versées ou en supra-éruption qu'à cause de cela le résultat du traitement, qu'il soit restaurateur ou esthétique, serait vilainement compromis ?

Ce sont là des situations où la connaissance des possibilités d'un traitement orthodontique est d'une très grande importance, et encore plus importante la capacité à utiliser un appareil orthodontique fixe comme « L'Appareil Arc Droit ». Avec le SWA, les malocclusions et les encombrements peuvent être traités en premier lieu, et il est alors possible d'obtenir de bien plus beaux résultats, ainsi qu'une occlusion optimale.

Ce système est 100% plus facile à apprendre et à utiliser que les systèmes plus anciens (Au lieu d'obliger le dentiste à faire trois courbes différentes dans l'arc rectangulaire pour chaque dent, le bracket a déjà ces effets préprogrammés) mais les résultats sont aussi nettement supérieurs.

À partir des valeurs moyennes ainsi établies, il devenait donc en principe possible de mettre en place, dans une grande variété de cas, des arcs exempts de déformations, avec l'avantage d'une information éminemment reproductible, sans ajustements aléatoires d'un arc à l'autre.

L'information étant maintenant dans le *bracket*, le *Straight-wire* permettait et permet toujours de soulager considérablement le praticien dans la confection de ses arcs, les ajustements parfois nécessaires pour une meilleure individualisation étant grandement facilités puisque réalisés sur un arc plat sans déformations préalables.

Au niveau du premier ordre, l'information programmée dans le *bracket* permet d'effectuer une grande partie du traitement sans déformations de l'arc.

Au niveau du deuxième ordre, l'angulation des dents est directement programmée et rapidement mise en place dès les premiers arcs.

L'information moyenne ainsi incorporée permet en principe de conserver l'angulation physiologique de la dent, même pendant les mouvements de translation.

Pour respecter cette angulation, l'axe du bracket doit être parfaitement superposé à l'axe de la couronne clinique. Toute erreur de placement entraîne une modification de l'angulation programmée.

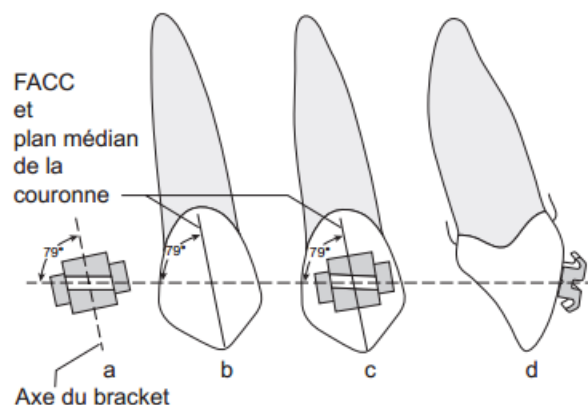


Figure 54 : Angulation de canine supérieure programmée avec les premiers bracket d'Andrews. FACC : facial axis of the clinical crown.

Au niveau du troisième ordre, l'inclinaison des dents est fixée par une information programmée qui est lue progressivement par l'augmentation du calibre des arcs. La position de l'incisive centrale supérieure, par exemple, est déterminée géométriquement :

- l'angle entre le grand axe de l'incisive centrale et une ligne tangente à la face vestibulaire (FACC) au point médian (FA) est pour Andrews de 18° .
- si nous admettons que l'axe de l'incisive centrale d'un adulte fait en moyenne, par rapport au plan d'occlusion, un angle de 65° , il s'ensuit que l'axe de cette incisive fait un angle de 25° par rapport à la perpendiculaire abaissée au plan d'occlusion.
- nécessairement, la valeur de l'inclinaison (troisième ordre) incorporée dans le *bracket* doit être de : $90^\circ - (65^\circ + 18^\circ) = 7^\circ$, pour que la gorge du *bracket* soit parallèle au plan d'occlusion et que l'inclinaison de la dent soit respectée .

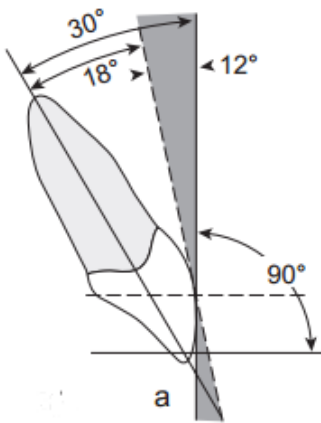


Figure 55 :

Calcul de l'information de troisième ordre incorporée en fonction de l'inclinaison programmée de l'incisive supérieure par rapport au plan d'occlusion. D'après Andrews.

Pour une incisive centrale mandibulaire, l'angle entre le grand axe de l'incisive centrale et la tangente à la face vestibulaire (FACC) au point médian (FA) est, pour Andrews, de 16° :

- si l'axe de l'incisive centrale inférieure d'un patient adulte fait en moyenne, par rapport au plan d'occlusion, un angle de 75° , l'axe de cette incisive doit faire un angle de 15° par rapport à la perpendiculaire abaissée au plan d'occlusion .
- nécessairement, la valeur de l'inclinaison (troisième ordre) incorporée dans le *bracket* doit être de : $90^\circ - (75^\circ + 16^\circ) = 1^\circ$, pour que la gorge du *bracket* soit parallèle au plan d'occlusion et que l'arc puisse être mis en place « edgewise » (par le côté), à plat, sans déformation .

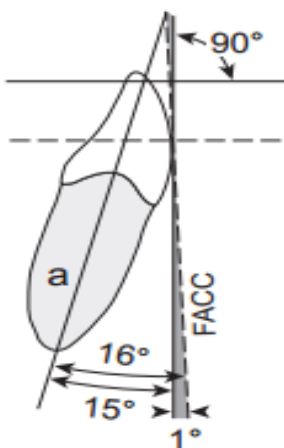


Figure 56 :

Calcul de l'information de troisième ordre incorporée en fonction de l'inclinaison programmée de l'incisive inférieure par rapport au plan d'occlusion. D'après Andrews. A : axe longitudinal de la dent.

Un autre avantage de l'arc droit est que, quelle que soit la taille de la couronne, la valeur de l'inclinaison reste identique si le bracket est correctement placé au point FA .

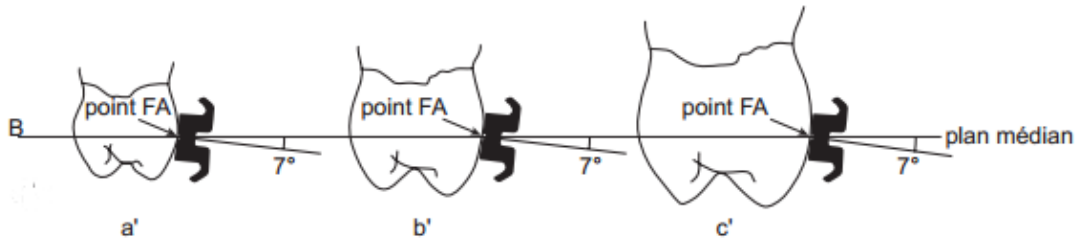


Figure 57 :

Quand un bracket est placé au point facial axis (FA) sur des dents de même type mais avec des hauteurs de couronne différentes, petite (a), moyenne (b) ou grande (c), l'inclinaison de chaque gouttière par rapport au plan médiotransversal reste identique. D'après Andrews.

Pour plus de rigueur dans la valeur de l'information programmée, Andrews définit aussi le principe du « torque dans la base », qui consiste à aligner sur le même plan médian le centre de la gorge du bracket, le centre de la base du bracket et le centre de la couronne clinique (point FA).

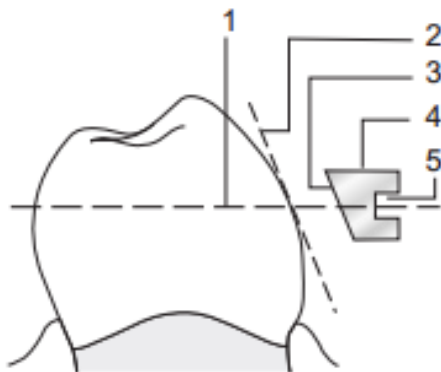


Figure 58 :

Principe du torque dans la base selon Andrews.

1. plan médian de la gorge, de la base et de la couronne ;
2. inclinaison de la couronne ; 3. inclinaison de la base ; 4. base du bracket ; 5. gorge du bracket. D'après Andrews.

7.2. Les inconvénients du système :

Ce nouveau concept et ce nouvel appareil ont donc été à l'époque très favorablement accueillis. Les premiers résultats furent cependant relativement décevants car ce premier *Straight-wire* se révéla mal adapté aux contraintes thérapeutiques. La démarche initiale d'Andrews présentait en effet un certain nombre d'inconvénients.

– Difficulté d'un placement précis pour conserver la valeur des informations programmées, et en particulier du torque. En effet, comme toujours en *edgewise*, la valeur de l'information de troisième ordre est déterminée par la face vestibulaire, c'est-

à-dire par l'angle que fait le grand axe de la dent avec la tangente à cette face vestibulaire. Toute modification de cet angle en fonction de la hauteur de placement du *bracket* ou de la courbure de la face vestibulaire entraîne une modification de la valeur effective du torque incorporé.

La même constatation peut être faite pour toutes les dents, avec pour certaines des différences d'informations potentielles considérables.

Comme l'ont montré Germane [13] ou Vardimon [23], la hauteur de placement de l'attache a donc une influence directe sur la valeur effective de l'inclinaison de la dent mais, à cause de la différence de signe du torque incorporé, la réaction n'est pas identique selon le secteur dentaire concerné.

– Les moulages collectés par Andrews et à partir desquels il définissait ses informations étaient essentiellement des moulages d'adultes, sélectionnés uniquement sur des critères d'occlusion statique (les six clefs), sans tenir compte d'autres critères tels que la typologie faciale, l'âge, etc.

Or on sait, par exemple, comme l'a fait remarquer Björk, que l'inclinaison des incisives est beaucoup plus marquée chez les enfants que chez les adultes et que les incisives se redressent avec l'âge.

Tableau II. – Moyennes de Björk.

	Moyennes		SD	
	12 ans	Adultes	12 ans	Adultes
Angle interincisif	128	137	9	12
Grand axe de l'incisive supérieure plan d'occlusion	58	64	5	7
Grand axe de l'incisive inférieure plan d'occlusion	70	74	6	8

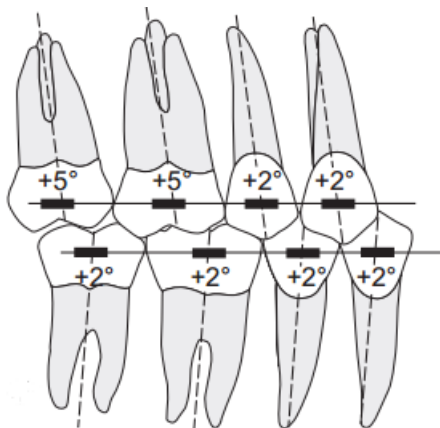
Figure 59 : Moyennes de Bjork

Pour le traitement d'un enfant de 12 ans, par exemple, 7° d'inclinaison sur l'incisive centrale étaient donc insuffisants, surtout pendant les phases dynamiques du traitement où la perte d'information de torque est importante à cause du phénomène du jeu. D'autre part, le torque négatif important sur les secteurs latéraux supérieurs, en particulier sur les canines, créait quelquefois des problèmes occlusaux à cause d'un verrouillage latéral trop important.



Figure 60 : Exemple d'occlusion d'Andrews.

– Pendant les étapes de fermeture d'espaces ou la mise en œuvre de mécaniques interarcades, les dents des secteurs latéraux qui présentaient une angulation positive et étaient donc en situation de mésioversion ne constituaient pas un ancrage très valable.



*Figure 61 :
Mésioversion des secteurs latéraux
mandibulaires.*

De même, les molaires mandibulaires, sollicitées pendant les phases de rétraction intra- ou interarcades, n'étaient pas soutenues par un système d'antirotation.



Figure 62 : Absence de dispositif anti rotation sur les molaires mandibulaires.

Le système d'Andrews eut donc très vite la réputation d'être un « dévoreur d'ancrage »...

Cette première approche, grâce à ses insuffisances, allait cependant permettre une prise de conscience plus nette des besoins thérapeutiques au niveau des informations.

8. Les différentes techniques de l'arc droit :

Principe de base (Edgewise classique d'angle) :

Réalisée en (1930) faisant une révolution car permettait un contrôle tridimensionnel du déplacement dentaire que ne permettaient ni les appareils amovibles ni les divers appareils fixes en usage. cette technique Edgewise classique, est une technique

extrêmement exigeante , et le bracket d'angle est un bracket uniplot sans angulation donc nécessite que l'arc choisie soit adapté a la situation clinique.



Figure 63: l'angulation dentaire particulière par rapport au plan d'occlusion

8.1. Concept de Lawrence Andrews :

L'appareil d'arc droit a été introduite par Lawrence Andrews en 1970 , l'information n'est pas donné par le fil mais s'est incorporée dans le bracket évitant de faire des pliures dans l'arc et l'orientation des dents va dépendre de la gorge du bracket seulement simplifiant l'appareil fixe et soulageant l'orthodontiste et surtout permettant a ce dernier d'atteindre les «six clés» de l'occlusion normale de manière efficace , car elle requis un minimum de flexion du fil et permet une bonne finition du cas clinique.

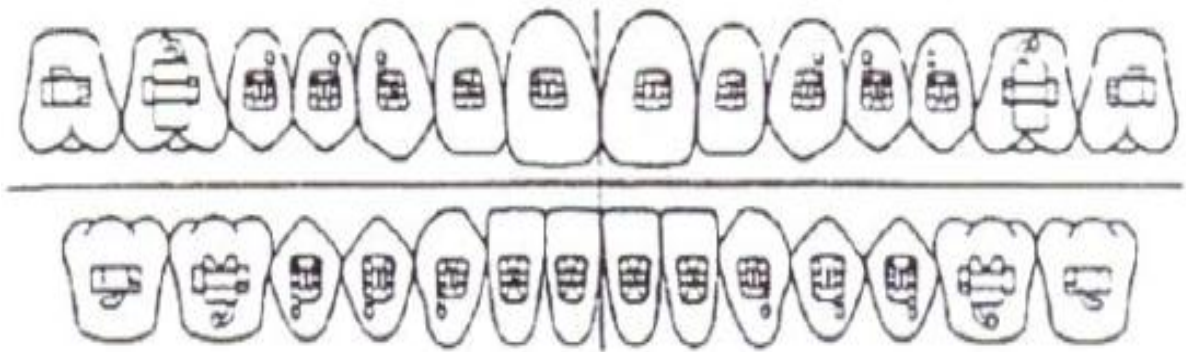


Figure 64 : Positionnement des brackets

Conception d'arc droit :

En 1971 , Andrews met un axe vestibulaire correspond aux couronnes cliniques (FACC) et un point médian de l'axe (FA) , et mis une épaisseur une inclinaison et un torque et les concluent avec des normes qui définit son nouvel appareillage d'arc droit avec des normes de au niveau de chaque dents séparément .morphologie de chaque type de dents mettant de positionnement standardisé des brackets

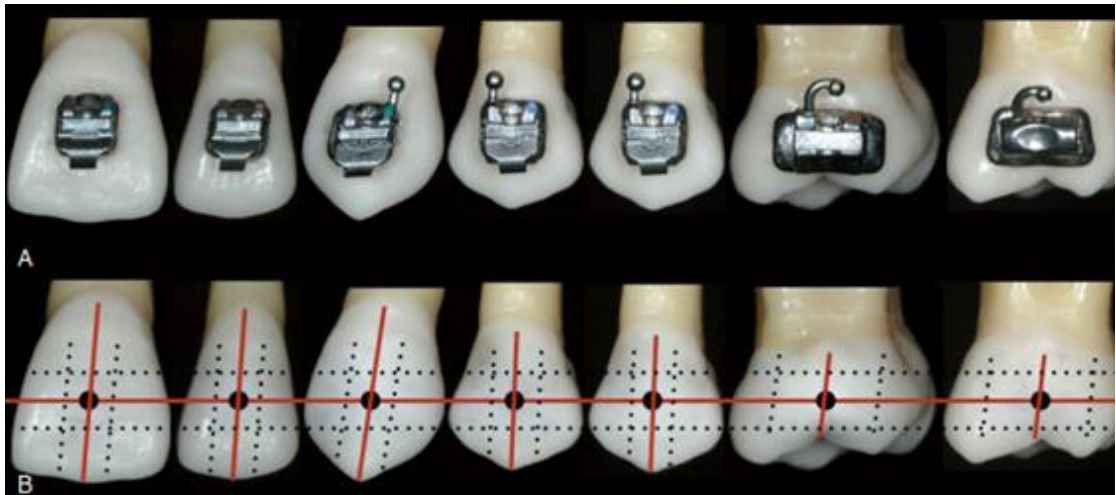


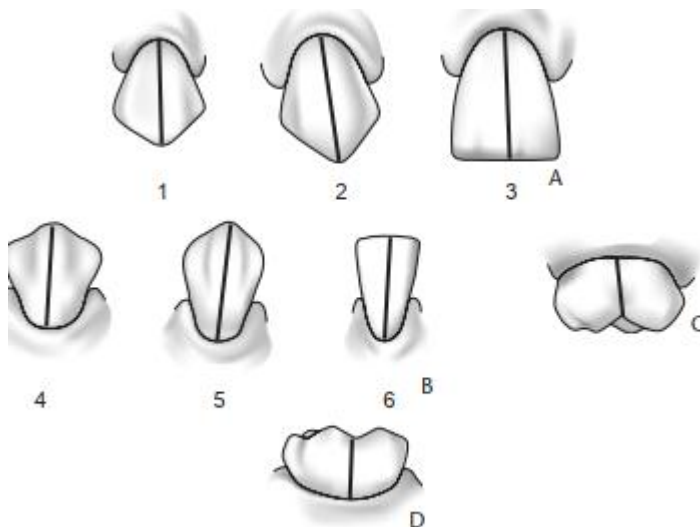
Figure 65 : Alignement des brackets selon le principe d'Andrews

L'appareil d'arc droit doit comporter les critères suivants ;

Tout d'abord, chaque bracket doit être dent spécifiques et ayant un torque intégré, tip, in/out, et pour les molaires un propre offset.

. Deuxièmement, le torque doit être intégré à la base du bracket, et la pointe dans la face de la fente. Ces conditions sont très importantes pour obtenir un alignement correct du centre de la fente, du centre de la base et de la référence point (milieu de la couronne clinique occluso-gingival le long de l'axe longitudinal du visage de la couronne) pour toutes les dents à la fin de traitement.

Troisièmement, la base du bracket doit être profilée en mésiodistal et occluso gingivale. Ceci a été appelé «contour composé », et il permet au bracket de s'adapter fermement à la convexité de la surface labiale de chaque dent, aidant l'orthodontiste a obtenir un placement optimal du bracket.



Axes vestibulaires. D'après Andrews [5].

Figure 66
Axe vestibulaire d'après
Andrews

8.2. Evolution des systèmes préinformés :

Afin de renforcer mécaniquement l'odf met un deuxième pas dans ce domaine des informations préprogrammées ;

8.2.1. Configuration Roth en 1974 :



Figure 67 : BDJ Clinician's Guides; roth brackets

Ronald H. Roth a combiné certaines des valeurs de prescription de la fourchette standard avec certains des valeurs surcorrigées pour créer la «configuration Roth». La configuration Roth est devenue la prescription droite la plus populaire au monde.

Roth l'a réalisé parce que la taille des brackets à ce moment-là a causé le bracket interférences, il était pratiquement impossible de placer chaque dent dans sa position finale idéale. Il a également observé que lorsque les appareils ont été enlevés, les dents rebondissaient et se déposaient donc récurrence. Par conséquent, il a légèrement surcorrigé certaines des valeurs originales d'Andrews dans les 3 plans de l'espace (l'angulation, l'inclinaison et la contre rotation) laisser les dents s'installer correctement dans la position finale idéale après retrait des appareils. Donc un meilleur contrôle de la partie antérieure de l'arcade et un renfort d'ancrage.

Après la prescription Roth, un grand nombre de cliniciens sont sortis avec de petites variations soit à la Prescription Andrews ou prescription Roth. La plupart de ces modifications ont été apportées à des fins commerciales, afin de compenser les erreurs inconnues dans la position des brackets, ou pour convenir à un particulier type de mécanique de l'orthodontiste.

Aujourd'hui, il existe un grand nombre d'appareils pré-informés appelé à tort d'arc droit uniquement parce qu'ils ont un couple intégré, et tip in out. Cependant, s'ils ne sont pas fabriqués avec les fonctionnalités spécifiées précédemment, l'appareil ne transférera pas les informations intégrées correctement aux dents.

8.2.2. Le système Terell Root :

Terell Root, ancien Président de la fondation Tweed, réalise en 1981 l'ancrage par niveau s'inspirant des tweedistes, divisé en 2 :

L'ancrage moyen et ancrage maximal.

- Le système d'alexander
- Système de hilgers
- Système de bennett et mclaughlin
- Le système de ricketts

8.2.3. Fully programmed translation brackets :

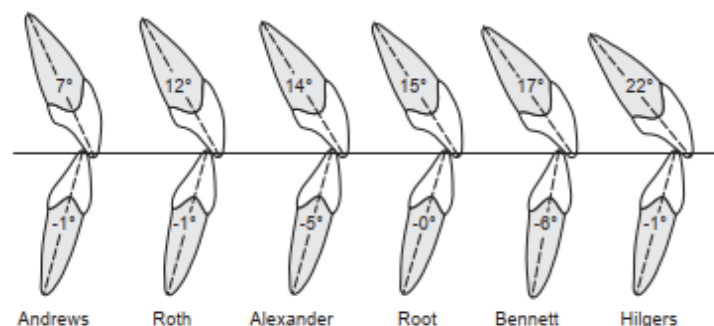
Fait par Andrews aussi proposant une gamme nouvelle de brackets et de tubes portant des informations différentes en fonction des besoins mécaniques de chaque traitement pour pallier aux insuffisances du premier principe ; comporte des informations adaptées aux nécessités mécaniques de 12 protocoles thérapeutiques particuliers.

Admettons par exemple qu'après une extraction de première prémolaire supérieure, nous appliquons une force de rétraction à la canine ; cette force induit des mouvements parasites tels qu'une distorsion et une rotation distopalatine de la dent. Ces mouvements parasites sont d'autant plus marqués que le recul de la canine est plus important, en fonction de l'encombrement antérieur et de la rétraction incisive souhaitée.

La même démarche s'applique à l'ancrage postérieur : plus le praticien souhaite reculer le bloc antérieur, plus il a besoin de renforcer l'ancrage postérieur par des moyens mécaniques sur les molaires et prémolaires. C'est ainsi qu'en fonction du plan de traitement établi, le praticien peut dorénavant disposer d'attaches comportant des valeurs d'angulation, de torque et de contre rotation variant en fonction des besoins nécessaires de l'ancrage intra-arcades.

Donc l'évolution de ces systèmes a été en faveur d'augmentés les valeurs de torque surtout supérieurement parce que c'est au niveau du jeu existant entre la gorge et l'arc que les valeurs des torques sont les plus touchées de perte et de variations donc.

De tous ces systèmes, c'est le système de Roth qui a connu le succès le plus universel. Sachant que malgré ces petites variantes on dispose d'un même jeu de brackets en terme pour ces traitements mécanisés d'arc droit.



30 Les torques incisifs varient selon les auteurs mais ont cependant connu une augmentation progressive.

Figure 68 : Les torques incisifs varient selon les auteurs

8.2.4. La tip-edge technique :

Introduite par P. Kesling, en 1988 par chanfreinage de l'Edgewise classique

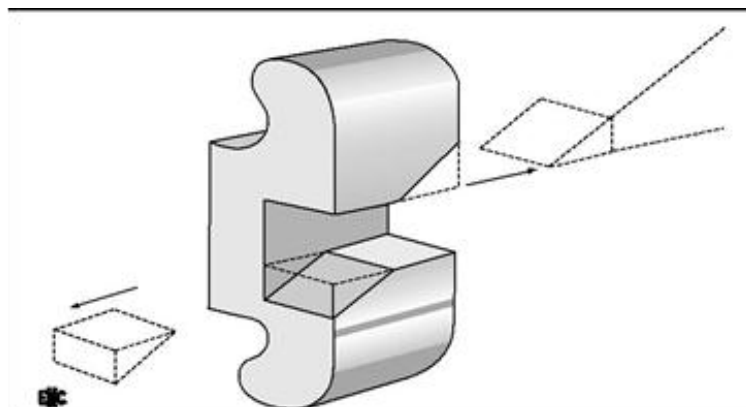


Figure 69 : attache Edgewise modifiée donnant le bracket tip-edge

Est basé sur la philosophie Begg une sorte d'évolution qui utilisait des fils ronds qui sans serrer dans une fente verticale du bracket, permettant ainsi aux dents de basculer librement. Des auxiliaires étaient nécessaires pour réaliser des mouvements apicaux et rotationnels, mais au fait que le bracket est préinformé donc est une technique d'arc droit.

Elle est intéressante par la diminution des frictions engendrées par l'emploi de forces légères pour régler le surplomb et le recouvrement incisif dans le dispositif mécanique de la classe II, sans avoir recours aux extractions aux différents cas cliniques.

8.2.5. Les brackets autoligaturants et l'arc droit :

Les brackets autoligaturants ont été classés comme «actifs» ou "Passive", les brackets actifs ont un clip avec un effet ressort qui exerce pression sur l'arc, en le poussant sur la base de la fente du bracket.

Cette pression est basée sur la taille de l'arc et / ou le bracket et la configuration de l'arc. En revanche, les appareils passifs ont une porte qui s'ouvre et se ferme passivement sans exercer une pression sur l'arc. Les passifs ont également été décrits comme des tubes.

C'est très important de connaître que non tous les brackets autoligaturants actifs sont considérés d'arc droit mais qu'il faut qu'ils présentent les critères précédemment décrites d'arc droit d'Andrews.

Chapitre 3

Cas Cliniques

1. Traitement par technique de l'Arc droit sans extractions :

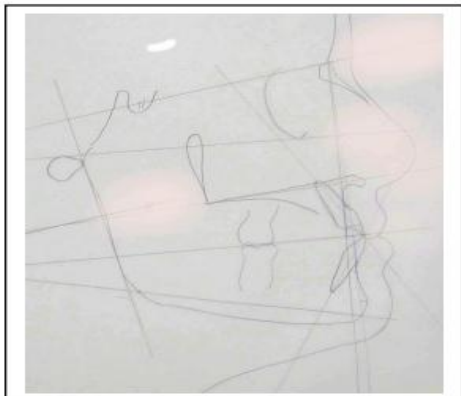
1.1. Cas N°01 :



Figure 70 : Enfant âgé de 13 ans – Classe III dentaire – Classe III squelettique



Figure 71 : Hypodéveloppement Maxillaire – Cross bite antérieure et postérieure –
DDM Max et Man par macro-dentie relative Manque d'espace 14 mm



SNA	81
SNB	83
ANB	-4
GO-GN to SN	32°
Mx1 to NA	24° & 5mm
Md1 to NB	29° & 6mm
Md1 to A-Pog	+2
Wits	-3



Figure 72 : 1^{er} Mois : Max : fil en NITI (14HA) plus molaires expander (6 mm) pour stabiliser le plan occlusal



Figure 73 : 3eme Mois : Max : nouveau fil NITI (16HA) – Man : Brackets plus fils NITI (14HA)



*Figure 74 : 7eme Mois : Max : nouveau fil 19*25 – enlever molaires expanders*

*Man : nouveau fil 19*25*

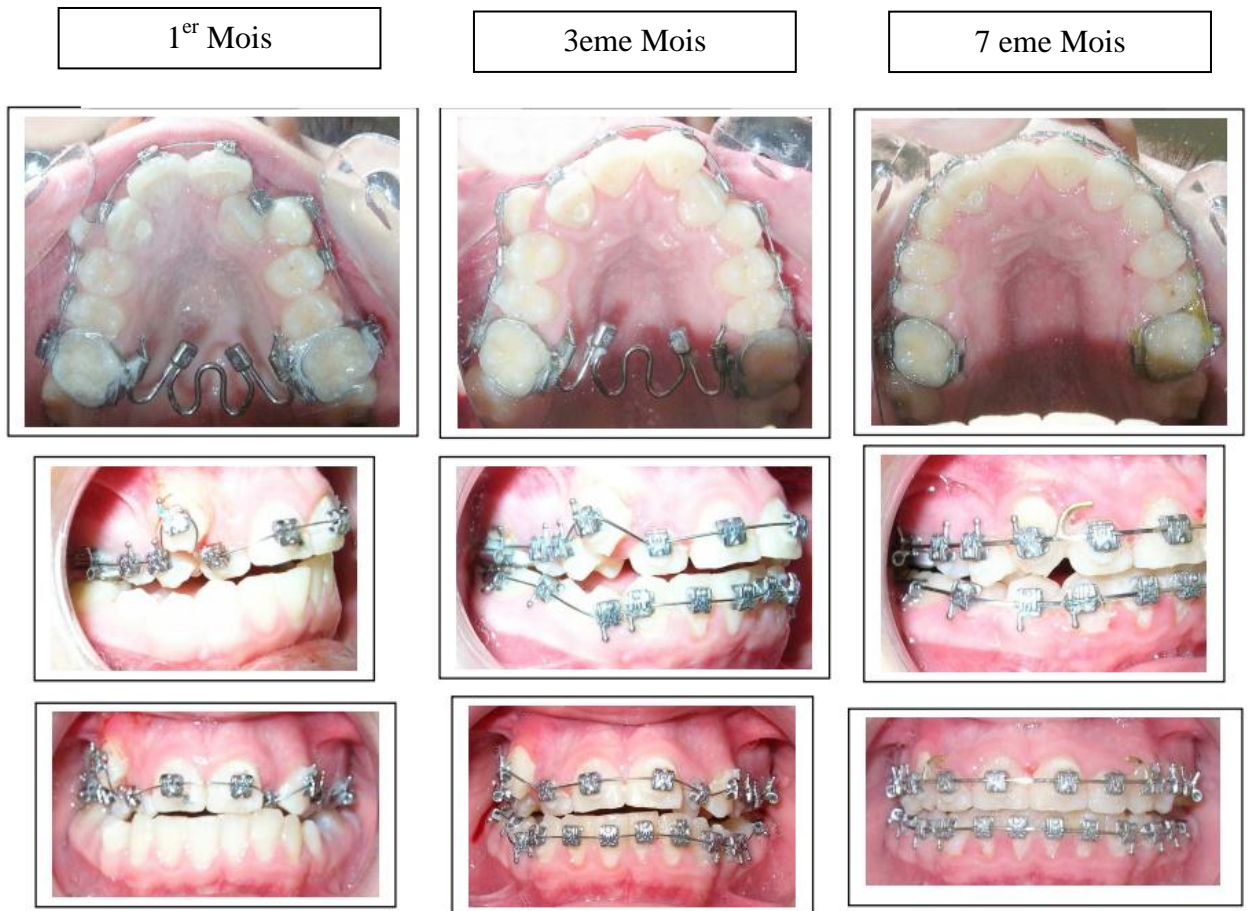


Figure 75 : Progression du traitement pendant 7 mois



Figure 76 : 9eme Mois : Max et Man : 21*25 NITI

1.2.Cas N°02 :



Figure 77 : Fille de 10 ans - Classe II squelettique – Classe II div 1 dentaire – Retro-mandibulie – DDM Max et Man par macro-dentie relative – OJ = 15 / OB = 8 – deep bite



SNA = 82° Mdi to A-pog = -2
 SNB = 75° GO-GN to SN = 35°
 Mxi to NA = 34° & 10mm. Wits = +5
 Mdi to NB = 21° & 3mm.

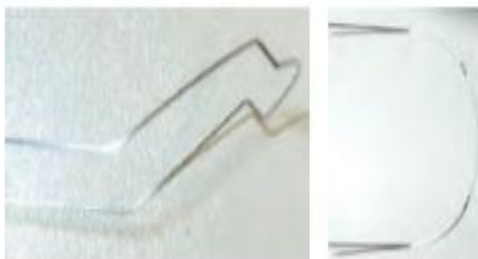
Figure 78 : Résultats analyses céphalométrique



*Figure 79 : 1^{er} Mois : Max : fil NITI 16HA
Plus molaires expander*



*Figure 80 : 3eme Mois : Max : fil 16*22
plus tip back
Man : fil 16HA NITI*



*Figure 81 : Max : molaires expander
partiellement ouvert*





*Figure 82 : 5eme Mois
 Max et Man : fil d'intrusion
 BETA-TI
 16*22
 Molaires expander ouvert
 complètement*

*Figure 83 : 15eme mois
 Max : brackets sur 24.25.14.15
 Fil 20*20 NITI
 Man :brackets sur 33.34.13.14
 Fil 20*20 NITI*



*Figure 84 :19eme Mois
Max : fil 19*25 Man : fil
19*25
Elastiques de Cl II 10mm
8H/jour*



*Figure 85 :21eme Mois :
Ouverture de bite
Classe I*



*Figure 86 :24eme Mois :résultats
finales*



1.3.Cas N°03 :

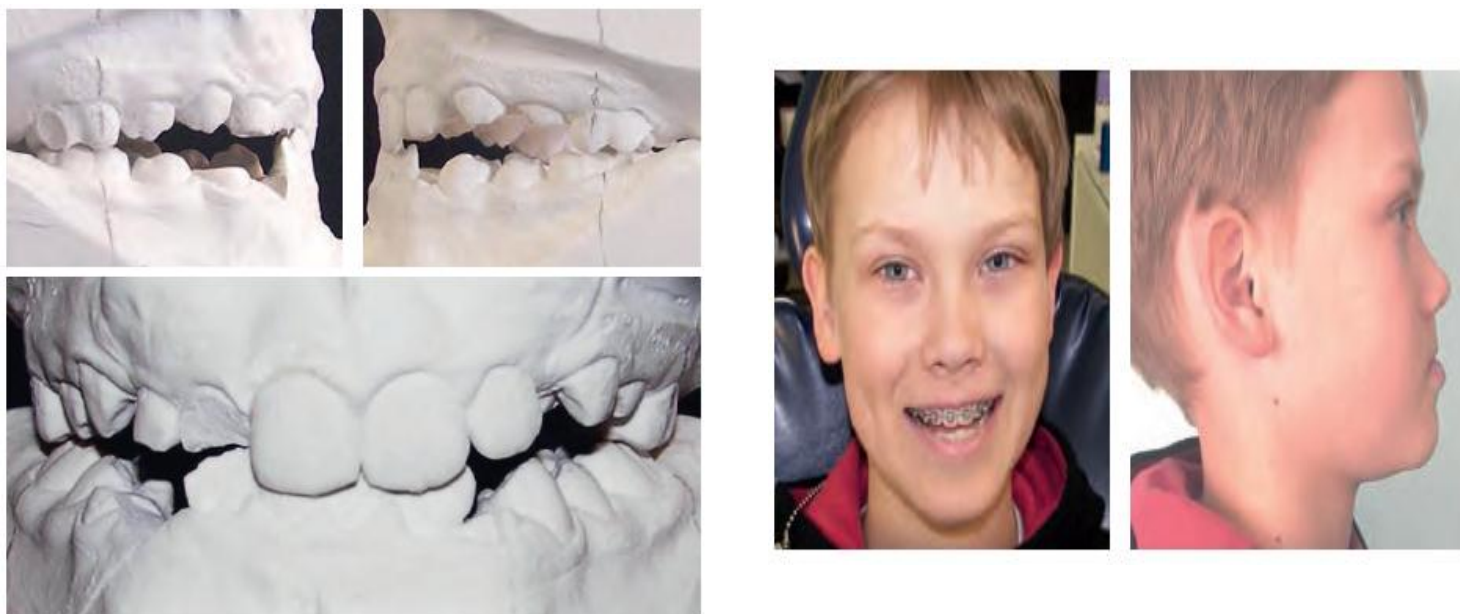


Figure 87 : Enfant âgé de 13 ans-Cl III squelettique et dentaire- retro-maxillie - articule inverse –DDM par macrodentie relative



Figure 88 : Résultats analyses céphalométriques

SNA	78°	MdI – NB	9 & 36°
SNB	82°	MdI to A-pog	+9
ANB	-4°	MPA	32°
MxI – NA	9 & 36°	Wits	-5.5



Figure 89 : 1^{er} Mois : Max : fil NITI plus molaires expander

*Figure 90 : 6eme Mois
Max et Man : fil 19*25 NITI*



*Figure 91 : 8eme Mois
Max :fil 19*25 plus chainette élastomérique du 23 au 13
Man : fil 19*25 – chainette élastomérique du 36 au 46 – stripping 33 et 43
Elastiques du Cl III du 16-26 au 33-43*



Figure 92 : 15eme Mois
Max : le même fil
*Man : fil 19*25 avec un torque lingual*
de 20°



Figure 93 : 24eme Mois
Résultats finales
Enlever le SWA
Contention linguale fixe



2. Traitement par technique de l'Arc droit avec extractions :

2.1. Cas N°01 :

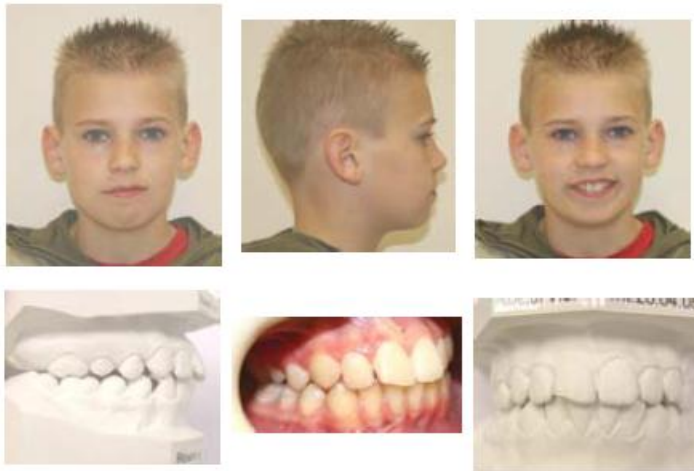


Figure 94 : Garçon de 13 ans
Occlusion de CLI dentaire et squelettique, protrusion dentoalvéolaire bimaxillaire excessive (BiPRO), procédure avec extractions pour réduire la protrusion des lèvres d'environ 3 à 4 mm

Figure 95 : résultats d'analyses céphalométriques



SNA	82.5
SNB	78.7
ANB	3.8
Mx 1 - NA	<u>10.7</u>
Mx 1 - NA Angle	26.2
Md 1 - NB	<u>11.9</u>
Md 1 - NB Angle	<u>35.1</u>
Interincisor Angle	114.9
PO - NB	1.7
GO - GN - SN	35.0
Md1 - APg	<u>7.7</u>
AO - BO Wits	-0.3
Y axis	67.4



Figure 96 : 6ème mois : les dents sont alignées. Après l'évaluation esthétique, il a été déterminé que les segments antérieurs doivent être rétractés de 3mm. Les dents 14, 24, 34 et 44 ont été extraites. Les 6mm d'espace restants de l'extraction dans chaque quadrant seront fermés par: Fermeture d'espace réciproque CLI en utilisant les forces CLI des ressorts fermés NITI 200 gr qui sont attachés aux crochets des lères molaires et puis étirés et accrochés aux crochets sur les arc 19x25 en – les segments antérieurs seront rétractés de 3mm “en masse”, alors que les segments postérieurs seront également et en même temps protractés de 3mm



Figure 97 : 8ème Mois: Photos de la progression - le segment antérieur de 6 dents a approximativement la même surface radicaire que les 2 segments postérieurs rassemblés de 4 dents au total. Ainsi la force est « ressentie » de manière égale des deux côtés des espaces d'extraction et donc les segments dentaires se déplacent également (réciproquement) l'un vers l'autre de la même distance avec un « mouvement de translation » d'environ 1 à 1.5 mm par mois.

Figure 98 : 10ème mois: les espaces d'extraction ont été fermés.



Figure 99 : Enlèvement de l'appareil et contention : Après les finitions finales avec l'arc de finition et l'engrainement de l'articulé, l'appareil est enlevé, des arcs de contentions fixes et des plaques de contention amovibles sont faites.

2.2.Cas N°02 :

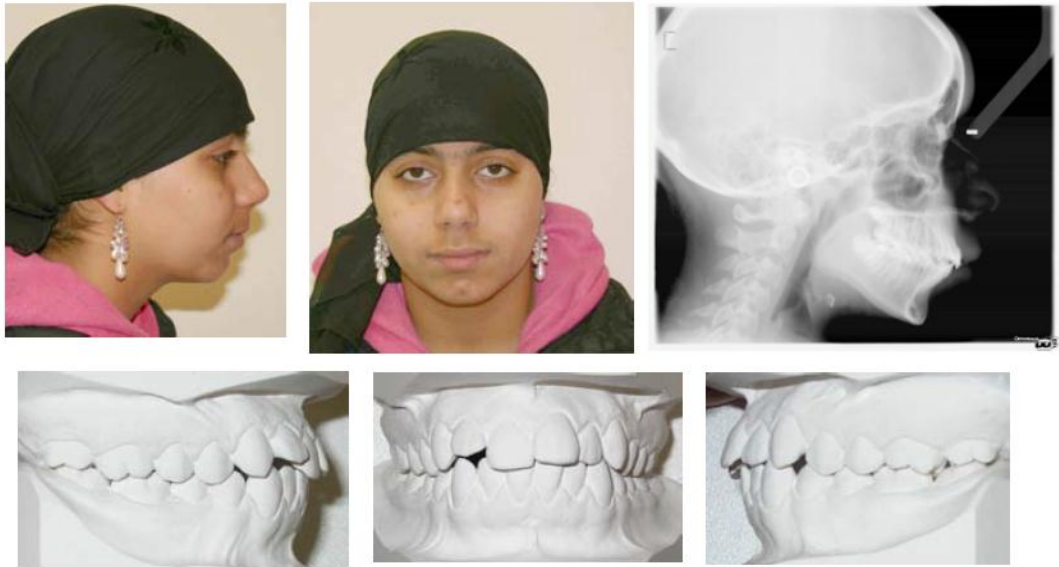


Figure 100 : Adolescente : CLI dentaire/squelettique , Protrusion Bimaxillaire dentoalvéolaire (BiPro); Extraction de 14, 24,34, 44; Mécaniques de glissement, ancrage quasi maximum.

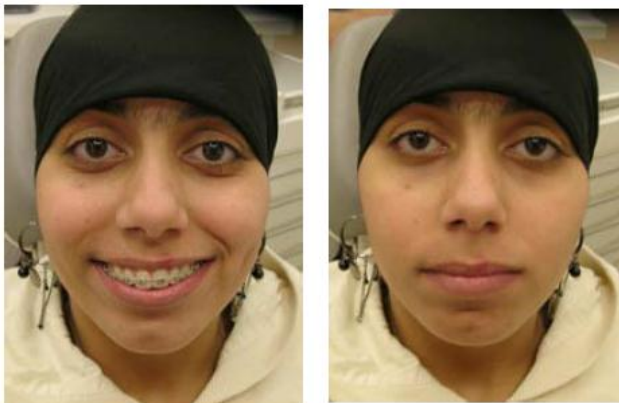


Figure 101 : après 4 mois de nivellement “Lèvres trop charnues”, “dents trop proéminentes”, Profil Convexe. R.D.V. Pour extractions de 14, 24, 34, 44

Figure 102 : 5eme Mois :
 arc 19x25 acier posted.
 Segments postérieurs sont
 “arrêtés” avec les lock-
 stops, et puis les canines
 sont
 “Distalisées d’abord”.
 Ressorts-fermés NITI de
 200gramme NITI.
 Elastiques de 6mm (forces
 CLI) sont portés 12/24



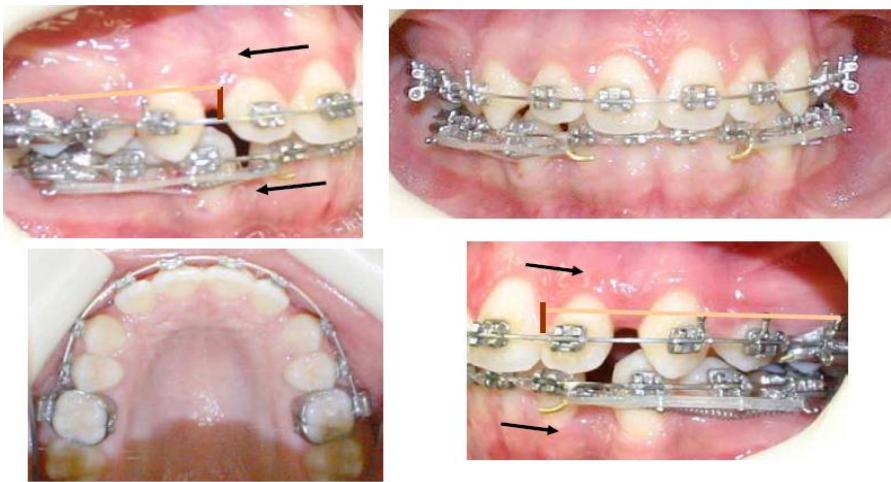


Figure 103 :
8eme Mois : Les canines ont été distalisées, les lock-stops enlevés. MAX: arc 20X20 HA NITI. MAND: arc 19x25 acier posted ; commencé fermeture d'espace en masse – ressorts-fermés de 200 et élastique CLI de



6mm attaché

Figure 104 : 13eme Mois : Phase des Finitions (re-bracketing, renouvellement)



Figure 105 : Fin de traitement: enlèvement de l'appareil; contention fixe et amovible; blanchiment des dents

Conclusion

L'ambition d'Andrews a donc été fondamentalement, à l'origine, de mettre au point un appareil orthodontique apte à soulager le praticien de ces exercices considérés comme fastidieux.

La même ambition était déjà partagée par d'autres comme Holdaway, Jarabak, et surtout Ricketts qui avait, dès 1960, proposé un appareil en grande partie programmé.

D'un autre point de vue, cette simplification des procédures thérapeutiques trouvait sa justification, auprès du praticien, dans le développement considérable et universel de la spécialité : l'orthodontie, jusqu'alors réservée à quelques élus (un orthodontiste pratiquant l'Edgewise aux alentours des années 1930-1940 n'envisageait pas de prendre plus de 100 patients en charge...) a connu, dès les années 1960-1970, une explosion de la demande de soins qui explique ce besoin d'allègement des procédures thérapeutiques.

On peut constater aussi que ce développement des techniques préinformées précédait de peu des innovations tout aussi révolutionnaires, comme le collage des brackets ou l'apparition des arcs à mémoire de forme, qui ont elles aussi largement participé au développement de la spécialité.

Face à ces besoins latents, Lawrence Andrews a eu le mérite d'aborder le problème d'une façon rationnelle et empirique.

Comme aucun consensus n'existait vraiment à l'époque sur les valeurs particulières à donner à l'angulation et à l'inclinaison de chaque dent, ni sur la position idéale du bracket sur la dent, il lui fallait établir, pour chaque type de dent, des normes de morphologie moyenne à partir d'une localisation précise des attaches, c'est-à-dire d'une position standardisée, aisément repérable, du bracket sur l'ensemble des dents.

La liste des tableaux et figures

<i>Num de figure</i>	<i>Titre de figure</i>	<i>Num de page</i>
01	<i>Etudes des moulages</i>	7
02	<i>Téléradiographie de profil</i>	8
03	<i>Radiographie de la main</i>	11
04	<i>le torque incisif</i>	14
05	<i>Les torques incisifs et les différents systèmes de torque</i>	15
06	<i>jeune femme tendance classe 3 squelettique avec téléradiographie qui met en évidence le schéma squelettique et compensations dento-alvéolaires associés.</i>	18
07	<i>une femme classe 2 squelettique avec compensations dentoalvéolaire associés</i>	19
08	<i>a-classe deux 2 division dentaire caractéristique b-deux typologies totalement différentes</i>	19
09	<i>2 formes d'arcades différentes</i>	20
10	<i>téléradiographie du futur</i>	20
11	<i>les schémas de croissance différente ont des besoins mécaniques différents</i>	21
12	<i>exemple d'un appareil orthodontique avec la technique de l'arc droit.</i>	22
13	<i>plan d'Andrews avec les brackets d'angle ; l'arc droit s'adapte à l'angulation et l'inclinaison de chaque dent.</i>	23
14	<i>Représentation de l'organisation histologique d'un tissu osseux.</i>	25
15	<i>Schématisme de la répartition des zones de résorption et d'apposition.</i>	26
16	<i>Graphique du déplacement par rapport au temps; d'après REITAN</i>	29
17	<i>Effet de pression et de tension sur os alvéolaire</i>	29
18	<i>Centre de résistance</i>	35
19	<i>Le moment</i>	36
20	<i>Rapport moment – force et déplacement du centre de rotation</i>	37
21	<i>Le couple des forces</i>	37
22	<i>Le V symétrique</i>	39
23	<i>Les dents sont notées A et B ; D est la distance qui les sépare. A est considéré comme le point de référence.</i>	39

24	<i>Le V asymétrique</i>	40
25	<i>Les dents sont notées A et B ; D est la distance qui les sépare. A est considéré comme le point de référence.</i>	40
26	<i>La situation en escalier</i>	41
27	<i>Situation de « relation en escalier ». Cette situation engendre les plus grandes forces (d'après FONTENELLE).</i>	42
28	<i>Les mouvements de version contrôlée et non contrôlée</i>	43
29	<i>Les différents mouvements dentaires provoqués</i>	44
30	<i>Relation molaires en classe 1</i>	48
31	<i>Relation molaires en classe 1</i>	49
32	<i>Relation molaires en classe 1</i>	49
33	<i>Relation prémolaires en classe 1</i>	50
34	<i>Relation canines en classe 1</i>	50
35	<i>Relation incisifs</i>	50
36	<i>Angulation des couronnes</i>	51
37	<i>Angulation des couronnes</i>	51
38	<i>Inclinaison des couronnes</i>	52
39	<i>Inclinaison des couronnes</i>	52
40	<i>Courbe de Spee</i>	53
41	<i>Torque d'une couronne</i>	53
42	<i>Angulation moyenne par Andrews incorporée dans les brackets</i>	53
43	<i>Informations du 1 ère ordre</i>	54
44	<i>Informations du 2 eme ordre</i>	54
45	<i>Les moyennes d'Andrews</i>	55
46	<i>Informations du 3 eme ordre</i>	55
47	<i>Contrôle de l'ancrage</i>	56
48	<i>Rabattre les arcs en arrière de la molaire baguée la plus distale</i>	56
49	<i>Ligatures en 8 de la molaire baguée la plus distale a la canine</i>	57
50	<i>Correction de la version incisive</i>	57
51	<i>Contrôle de la supraclusion et de surplomb</i>	58
52	<i>Avantages de l'incorporation des deuxièmes molaires inf dans le contrôle de la supraclusion</i>	58
53	<i>Fermeture des espaces</i>	59
54	<i>Angulation de canine supérieure programmée avec les premiers bracket d'Andrews. FACC : facial axis of the clinical crown.</i>	60

55	<i>Calcul de l'information de troisième ordre incorporée en fonction de l'inclinaison programmée de l'incisive supérieure par rapport au plan d'occlusion. D'après Andrews.</i>	61
56	<i>Calcul de l'information de troisième ordre incorporée en fonction de l'inclinaison programmée de l'incisive inférieure par rapport au plan d'occlusion. D'après Andrews. a : axe longitudinal de la dent.</i>	61
57	<i>Quand un bracket est placé au point facial axis (FA) sur des dents de même type mais avec des hauteurs de couronne différentes, petite (a), moyenne (b) ou grande (c), l'inclinaison de chaque gouttière par rapport au plan médiotransversal reste identique. D'après Andrews.</i>	62
58	<i>Principe du torque dans la base selon Andrews. 1. plan médian de la gorge, de la base et de la couronne ; 2. inclinaison de la couronne ; 3. inclinaison de la base ; 4. base du bracket ; 5. gorge du bracket. D'après Andrews.</i>	62
59	<i>Moyennes de Bjork</i>	63
60	<i>Exemple d'occlusion d'Andrews.</i>	63
61	<i>Mésioversion des secteurs latéraux mandibulaires</i>	64
62	<i>Absence de dispositif anti rotation sur les molaires mandibulaires.</i>	64
63	<i>l'angulation dentaire particulière par rapport au plan d'occlusion</i>	65
64	<i>Positionnement des brackets</i>	65
65	<i>Alignement des brackets selon le principe d'Andrews</i>	66
66	<i>Axe vestibulaire d'après Andrews</i>	66
67	<i>BDJ Clinician's Guides; roth brackets</i>	67
68	<i>Les torques incisifs varient selon les auteurs</i>	68
69	<i>attache Edgewise modifiée donnant le bracket tip-edge</i>	69
70	<i>Enfant âgé de 13 ans – Classe III dentaire – Classe III squelettique</i>	71
71	<i>Hypodéveloppement Maxillaire – Cross bite antérieure et</i>	71

	<i>postérieure – DDM Max et Man par macro-dentie relative Manque d'espace 14 mm</i>	
72	<i>1^{er} Mois : Max : fil en NITI (14HA) plus molaires expanders (6 mm) pour stabiliser le plan occlusal</i>	72
73	<i>3^{eme} Mois : Max : nouveau fil NITI (16HA) – Man : Brackets plus fils NITI (14HA)</i>	72
74	<i>7^{eme} Mois : Max : nouveau fil 19*25 – enlever molaires expanders - Man : nouveau fil 19*25</i>	73
75	<i>Progression du traitement pendant 7 mois</i>	73
76	<i>9^{eme} Mois : Max et Man : 21*25 NITI</i>	74
77	<i>Classe II squelettique – Classe II div 1 dentaire – Retro-mandibulie – DDM Max et Man par macro-dentie relative – OJ = 15 / OB = 8</i>	74
78	<i>Résultats analyses céphalométrique</i>	75
79	<i>1^{er} Mois : Max : fil NITI 16HA Plus molaires expanders</i>	75
80	<i>3^{eme} Mois : Max : fil 16*22 plus tip back Man : fil 16HA NITI</i>	75
81	<i>Max : molaires expanders partiellement ouvert</i>	75
82	<i>5^{eme} Mois : Max et Man : fil d'intrusion BETA-TI</i>	76
	<i>15^{eme} mois</i>	
	<i>Max : brackets sur 24.25.14.15</i>	
83	<i>Fil 20*20 NITI</i>	76
	<i>Man : brackets sur 33.34.13.14</i>	
	<i>Fil 20*20 NITI</i>	
	<i>19^{eme} Mois</i>	
84	<i>Max : fil 19*25 Man : fil 19*25 Elastiques de Cl II 10mm 8H/jour</i>	77
	<i>21^{eme} Mois :</i>	
85	<i>Ouverture de bite</i>	77
	<i>Classe I</i>	
86	<i>24^{eme} Mois : résultats final</i>	77
87	<i>Enfant âgé de 13 ans-Cl III squelettique et dentaire-retro-maxillie - articule inverse –DDM par macrodentie relative</i>	78
88	<i>Résultats analyses céphalométriques</i>	78
89	<i>1^{er} Mois : Max : fil NITI plus molaires expanders</i>	79
90	<i>6^{eme} Mois Max et Man : fil 19*25 NITI</i>	79
91	<i>8^{eme} Mois Max : fil 19*25 plus chaînette élastomérique du 23 au 13 Man : fil 19*25 – chaînette élastomérique du 36 au 46 – stripping 33 et 43. Elastiques du Cl III du 16-26 au 33-43</i>	79

92	<i>15eme Mois Max : le même fil Man : fil 19*25 avec un torque lingual de 20°</i>	80
93	<i>24eme Mois Résultats finales Enlever le SWA Contention linguale fixe</i>	80
<i>Garçon de 13 ans</i>		
94	<i>95Occlusion de CLI dentaire et squelettique, protrusion dentoalvéolaire bimaxillaire excessive (BiPro), procédure avec extractions pour réduire la protrusion des lèvres d'environ 3 à 4 mm</i>	81
95	<i>résultats d'analyses céphalométriques</i>	81
96	<i>6ème mois :les dents sont alignées. Après l'évaluation esthétique, il a été déterminé que les segments antérieurs doivent être rétractés de 3mm. Les dents 14, 24, 34 et 44 ont été extraites. Des mécaniques d'ancrage modéré seront utilisées. Les 6mm d'espace restants de l'extraction dans chaque quadrant seront fermés par: Fermeture d'espace réciproque CLI en utilisant les forces CLI des ressorts fermés NITI 200 gr qui sont attachés aux crochets des lères molaires et puis étirés et accrochés aux crochets sur les arc 19x25 en – les segments antérieurs seront rétractés de 3mm “en masse”, alors que les segments postérieurs seront également et en même temps protractés de 3mm</i>	81
97	<i>8ème Mois: Photos de la progression - le segment antérieur de 6 dents a approximativement la même surface radiculaire que les 2 segments postérieurs rassemblés de 4 dents au total. Ainsi la force est « ressentie » de manière égale des deux côtés des espaces d'extraction et donc les segments dentaires se déplacent également (réciproquement) l'un vers l'autre de la même distance avec un « mouvement de translation » d'environ 1 à 1.5 mm par mois.</i>	82
98	<i>10ème mois: les espaces d'extraction ont été fermés</i>	82
99	<i>Enlèvement de l'appareil et contention : Après les finitions finales avec l'arc de finition et l'engrainement de l'articulé, l'appareil est enlevé, des arcs de contentions fixes et des plaques de contention amovibles sont faites.</i>	82
100	<i>Adolescente : CLI dentaire/squelettique , Protrusion Bimaxillaire dentoalvéolaire (BiPro); Extraction de 14, 24,34, 44; Mécaniques de glissement, ancrage quasi maximum.</i>	83
101	<i>après 4 mois de nivellement “Lèvres trop charnues”,</i>	83

	<i>“dents trop proéminentes”, Profil Convexe. R.D.V. Pour extractions de 14, 24, 34, 44</i>	
102	5eme Mois : arc 19x25 acier posted. Segments postérieurs sont “stoppés” avec les lock-stops, et puis les canines sont “Distalisées d’abord”. Ressorts-fermés NITI de 200gramme NITI. Elastiques de 6mm (forces CLI) sont portés 12/24	83
103	8eme Mois : Les canines ont étaient distalisées, les lock-stops enlevés. MAX: arc 20X20 HA NITI. MAND: arc 19x25 acier posted ; commencé fermeture d’espace en masse – ressorts-fermés de 200 et élastique CLI de 6mm attaché	84
104	13eme Mois : Phase des Finitions (re-bracketing, renouvellement)	84
105	Fin de traitement: enlèvement de l’appareil; contention fixe et amovible; blanchiment des dents	84

Références Bibliographiques

- 1- Shadi S Samawi .straight wire orthodontics 2014.
- 2- Dr Larry Brown .L'appareil arc droit expliqué (le journal du dentiste, Belgique)
- 3- Dr Larry Brown. art of orthodontics
- 4- Andrews LF .The six keys to normal occlusion
- 5- Histoire de l'orthodontie (SFODF)
- 6- Dr Larry Brown .Utilisation de l'arc droit pour le traitement des malocclusions de classe 3, traitement non extractions (le journal du dentiste).
- 7- Dr Laurent A Richard. Une évaluation de la dimension de la lumière de boitier 0,018 provenant de quatre différents manufacturiers, existe –t-il un standard dans l'industrie ?
- 8- Kesavan veerasamy et hugues lawniczak .Les fils et les arcs.
www.orthodfr.org
- 9- Lucile fourquet .Finition, stabilité et harmonie
- 10- www.orthodfr.org
- 11- Indications de l'orthopédie dento faciale et dento maxillo faciale chez l'enfant et l'adolescent
- 12- L'orthodontie (UFSBD. www.ufsbd.fr).
- 13- C Chabre .Récidive et contention .2008
- 14- Darqué, casenave, ellouze L'orthodontie de demain 2010.
- 15- Biomécanique orthodontique.
- 16- Techniques multiattaches EMC 28-655-M-10
- 17- Technique originale d'arc droit EMC :23-490-D-35.

- 18- Techniques multiattaches EMC :23-490-C-10.
- 19- Francis Bassigny .les techniques multibagues ou multiattaches (p148) manuel d'orthopédie dento-faciale.
- 20- Biomécanique orthodontique et notion de force légère EMC :28-655-K-10.
- 21- Andrews Lf.the straight –wire appliance : syllabus of philosophy and techniques
- 22- Andrews Lf.the straight –wire appliance explained and compared.j clinorthod 1976 ; 10 :174-195
- 23- Andrews Lf.the straight –wire appliance ; the concept and appliance.los Angeles : well co 1989.

Résumé

L'ambition d'Andrews a donc été fondamentalement, à l'origine, de mettre au point un appareil orthodontique apte à soulager le praticien de ces exercices considérés comme fastidieux.

A l'état normal, les tissus dentaires et péri dentaires sont soumis à la migration physiologique dont le processus est encore mal déterminé. Ici, la fonction occlusale aurait un rôle important. Les changements tissulaires en thérapeutique orthodontique sont principalement limités à l'os alvéolaire.

Il y a :

- * Pression du côté opposé à la force qui entraîne une résorption osseuse ;

- * Tension du côté de la force qui entraîne une apposition osseuse

Les dents sont en situation d'équilibre à la fois intra et inter-arcade. Si cet équilibre est amené à être rompu, un mouvement dentaire physiologique tendra à retrouver une nouvelle position d'équilibre.

L'application de forces sur une ou plusieurs dents provoque un mouvement non plus physiologique mais thérapeutique ; le résultat est un déplacement obtenu grâce à un remodelage ligamentaire et alvéolaire.

Les forces intermittentes qui se caractérisent par une alternance journalière de périodes de travail et de repos

Les forces discontinues sont des forces dont l'intensité diminue dès que la dent s'est déplacée

Les forces continues sont des forces dont l'intensité est maintenue constante durant la période de travail Le déplacement de la dent commence.

Depuis sa mise au point par L Andrews en 1970, l'« arc droit » est devenu une technique universellement répandue.

Avec ses avantages et ses inconvénients, ce nouvel « Edgewise » a facilité le développement considérable de l'orthodontie à travers le monde.

Toutefois, en 30 ans, l'arc droit original d'Andrews a progressivement évolué. Il est devenu plus performant sur le plan mécanique et s'est adapté aux diverses « écoles » orthodontiques.

Il lui faudra probablement évoluer encore davantage pour dépasser la notion de « moyennes » sur laquelle était fondé le concept d'Andrews et revenir à une prescription plus personnalisée des informations.

Cette nécessité d'individualisation dans le traitement de chaque patient particulier est de plus en plus ressentie comme nécessaire et sera, grâce aux technologies nouvelles, un avantage majeur dans l'utilisation des techniques orthodontiques préinformées.

Lawrence Andrews présente un dispositif avec des informations orthodontiques intégrées dans la gorge du bracket facilitant l'accès aux six clés de l'occlusion, positionnant également les brackets en fonction des groupes dentaires.

quant à ses stades sont bien définis au début en nivelant la courbe de spee en déplaçant les couronnes individuellement et en préparant l'étape de travail qui suit par la coordination des 2 arcs en termes d'intercuspidation et de surplomb et ensuite vient la réduction de l'overbite par intrusion antérieure ou l'extrusion postérieure vient juste après, les fermetures des espaces en

cas d'extraction des dents, enfin vient les finitions pour les occlusions et nous mettons notre contention préservant les résultats cliniques.

il y a plusieurs techniques qui émergent après cela, la plus connue est celle de Roth, corrigeant l'angulation, l'inclinaison et la contre-rotation pour le positionnement idéal des dents après le retrait de l'équipement, concernant le fully programmed par andrews est adaptée selon les besoins de chaque type cliniques en offrant des tubes et des brackets différents, aussi certains appareil d'arc droit ont la fonction d'auto-ligature mais doivent répondre aux critères du dispositif d'origine d'Andrews.

ملخص

كان الطموح الأصلي لأندروز هو تطوير جهاز تقويم الأسنان القادر على إراحة ممارس هذه التمارين التي تعتبر مملة.

في الحالة الطبيعية ، تنتقل الأسنان و الأنسجة الداعمة للأسنان بطريقة طبيعية ، والتي لا تزال عملية تحديدها ضعيفة. هنا ، سيكون لدالة الإطباق دور مهم. تقتصر التغييرات في الأنسجة في علاج تقويم الأسنان بشكل أساسي على العظم السنخي. يوجد :

- * الضغط على الجانب المقابل للقوة التي تؤدي إلى ارتشاف العظام ؛
- * شد على جانب القوة مما يؤدي إلى تراكم النسيج العظمي.

الأسنان في حالة توازن داخل القوس وفيما بينها. إذا تسبب هذا التوازن في الانزعاج ، فإن حركة الأسنان الفسيولوجية تميل إلى استعادة وضع توازن جديد.

يؤدي تطبيق القوى على أسنان واحدة أو أكثر إلى حركة لم تعد فسيولوجية ولكنها علاجية ؛ والنتيجة هي النزوح الذي تم الحصول عليه بفضل الرباط وإعادة تشكيل الحويصلات. أيضا، على نفس السن، يمكن تطبيق العديد من القوى ، والتي ستكون النتيجة قوة معقدة واحدة. يجب الحفاظ على هذه القوة لفترة كافية لتجنب توقف ظاهرة تلين العظام والسماح بعمل الخلايا المتخصصة. - القوى المتقطعة التي تتميز بالتناوب اليومي لفترات العمل والراحة -القوى المتقطعة هي قوى تقل شدتها بمجرد تحرك السن -القوى المستمرة هي القوى التي تبقى شدتها ثابتة خلال فترة العمل يبدأ إزاحة السن. بالنسبة لعلم الأحياء، عندما يتم تجاوز عتبة التفاعلات الأولية وبالتالي انقسام الخلايا وكمون التمايز، فمن الضروري الحفاظ على مستوى كاف من القوى للبقاء تحت العتبة الخلوية، وذلك لاستخدام مجموعة الخلايا المتخصصة بشكل كامل. (بانيات العظم) المنتجة بالفعل. إن مقاطعة القوة لفترة أطول من الكمون التمايز للخلايا (الوقت الكافي لوقف النشاط واختفاء بانيات العظم) سيؤدي حتماً إلى مرحلة أولية جديدة مع التحلل على جانب الجهاز اللوحي ووقف حركة الأسنان المطلوبة.

منذ تطويره من قبل أندروز في عام 1970، أصبح "القوس المستقيم" تقنية مستخدمة عالمياً. بفضل مزاياها وعيوبها ، سهلت هذه Edgewise الجديدة التطور الكبير لتقويم لأسنان حول العالم.

ومع ذلك، في غضون 30 عامًا، تطور قوس أندروز الأصلي المستقيم تدريجياً. أصبح أكثر كفاءة ميكانيكياً ومتكيف مع مختلف "مدارس" تقويم الأسنان. ربما سيتعين عليها أن تتطور أكثر لتتجاوز فكرة "المتوسطات" التي استند إليها مفهوم أندروز والعودة إلى وصفة أكثر تخصيصاً للمعلومات. هذه الحاجة للتخصيص في علاج كل مريض بعينه تزداد الحاجة إليها وستكون، بفضل التقنيات الجديدة، ميزة رئيسية في استخدام تقنيات تقويم الأسنان المسبقة. يقدم لورانس أندروز جهازاً يحتوي على معلومات لتقويم الأسنان مدمجة في حلق القوس مما يسهل الوصول إلى المفاتيح الستة للإغلاق ، كما يضع الأقواس وفقاً لمجموعات الأسنان أما مراحلها فهي محددة جيداً في البداية عن طريق تسوية منحني عن طريق تحريك التيجان بشكل فردي وإعداد مرحلة العمل التي تليها تنسيق القوسين من حيث التداخل والتدلي ثم يأتي تخفيض تأتي اللدغة عن طريق التسلل الأمامي أو البيثق الخلفي بعد ذلك مباشرة ، إغلاق المساحات في حالة قلع الأسنان ، يأتي أخيراً في حالات الانسداد ونضع ضغطنا للحفاظ على النتائج السريرية

هناك العديد من التقنيات التي ظهرت بعد ذلك ، أشهرها هو الروث ، تصحيح الزوايا ، الميل والدوران المضاد من أجل مع احتياجات كل نوع سريري اندروز الوضع المثالي للأسنان بعد إزالة المعيدات ، فيما يتعلق بالبرمجة الكاملة يتم تكييف من خلال تقديم أنابيب وأقواس مختلفة ، لذا فإن بعض أجهزة القوس المستقيمة لها وظيفة الربط الذاتي ولكن يجب أن تستوفي معايير الجهاز الأصلي

Abstract

The original ambition of Andrews was therefore to develop an orthodontic appliance capable of relieving the practitioner of these exercises considered to be tedious.

In the normal state, dental and peri-dental tissues are subjected to physiological migration, the process of which is still poorly determined. Here, the occlusal function would have an important role.

Tissue changes in orthodontic therapy are mainly limited to the alveolar bone.

There is :

- * Pressure on the side opposite to the force that causes bone resorption;
- * Tension on the side of the force which results in bone apposition

The teeth are in a situation of balance both intra and inter-arch. If this balance is caused to be upset, physiological tooth movement will tend to regain a new position of balance.

The application of forces to one or more teeth causes movement that is no longer physiological but therapeutic; the result is a displacement obtained through ligament and alveolar remodeling.

Intermittent forces which are characterized by a daily alternation of periods of work and rest
Discontinuous forces are forces whose intensity decreases as soon as the tooth has moved
Continuous forces are forces whose intensity is kept constant during the period of work. The movement of the tooth begins.

Since its development by L Andrews in 1970, the "straight bow" has become a universally used technique.

With its advantages and disadvantages, this new "Edgewise" has facilitated the considerable development of orthodontics throughout the world. However, over the course of 30 years, Andrews' original straight bow has gradually evolved. It has become more efficient mechanically and has adapted to the various orthodontic "schools". It will probably need to evolve even further to move beyond the notion of "averages" on which Andrews' concept was based and to return to a more personalized prescription of information.

This need for individualization in the treatment of each particular patient is felt more and more as necessary and will be, thanks to new technologies, a major advantage in the use of pre-informed orthodontic techniques.

Lawrence Andrews presents a device with orthodontic information integrated in the bracket groove facilitating access to the six bite keys, also positioning the brackets according to the dental groups. as for its stages are well defined at the beginning by leveling the curve of spee by moving the crowns individually and by preparing the working step which follows by the coordination of the 2 arcs in terms of intercuspitation and overhang and then comes the reduction of the overbite by anterior intrusion or the posterior extrusion comes just after, the closures of the spaces in the event of tooth extraction, finally comes the finishes for the occlusions and we put our restraint preserving the clinical results. there are several techniques that emerge after this, the best known is that of Roth, correcting the angulation, tilt and counter-rotation for the ideal positioning of the teeth after removal of the equipment, concerning the fully programmed by Andrews is adapted to the needs of each clinical type by offering different tubes and brackets, so some straight arch devices have the function of self-ligating but must meet the criteria of the original Andrews device.

