



RECOMMANDATIONS POUR LA PRATIQUE CLINIQUE

LES CRITÈRES D'ABOUTISSEMENT DU TRAITEMENT
D'ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

DÉCEMBRE 2003

Service des recommandations professionnelles

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit du présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'Anaes est illicite et constitue une contrefaçon. Conformément aux dispositions du Code de la propriété intellectuelle, seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées.

Ce document a été finalisé en décembre 2003. Il peut être commandé (frais de port compris) auprès de :
Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (Anaes) - Service des Relations institutionnelles et communication –
2, avenue du Stade de France 93218 Saint-Denis La Plaine cedex – Tél. : 01 55 93 70 00 - Fax : 01 55 93 74 00
© 2003. Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (Anaes)

AVANT-PROPOS

La médecine est marquée par l'accroissement constant des données publiées et le développement rapide de nouvelles techniques qui modifient constamment les stratégies de prise en charge préventive, diagnostique et thérapeutique des malades. Dès lors, il est très difficile pour chaque professionnel de santé d'assimiler toutes les informations nouvelles apportées par la littérature scientifique, d'en faire la synthèse critique et de l'incorporer dans sa pratique quotidienne.

L'Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (Anaes) a notamment pour mission de promouvoir la démarche d'évaluation dans le domaine des techniques et des stratégies de prise en charge des malades, en particulier en élaborant des recommandations professionnelles.

Les recommandations professionnelles sont définies comme « des propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à rechercher les soins les plus appropriés dans des circonstances cliniques données ». Leur objectif principal est de fournir aux professionnels de santé une synthèse du niveau de preuve scientifique des données actuelles de la science et de l'opinion d'experts sur un thème de pratique clinique, et d'être ainsi une aide à la décision en définissant ce qui est approprié, ce qui ne l'est pas ou ne l'est plus, et ce qui reste incertain ou controversé.

Les recommandations professionnelles contenues dans ce document ont été élaborées par un groupe multidisciplinaire de professionnels de santé, selon une méthodologie explicite, publiée par l'Anaes dans le document intitulé : « Les Recommandations pour la pratique clinique - Base méthodologique pour leur réalisation en France – 1999 ».

Le développement des recommandations professionnelles et leur mise en application doivent contribuer à une amélioration de la qualité des soins et à une meilleure utilisation des ressources. Loin d'avoir une démarche normative, l'Anaes souhaite, par cette démarche, répondre aux préoccupations de tout professionnel de santé soucieux de fonder ses décisions cliniques sur les bases les plus rigoureuses et objectives possible.

Alain COULOMB
Directeur général

Les recommandations sur «les critères d'aboutissement du traitement d'orthopédie dento-faciale » ont été réalisées à la demande de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés.

Elles font suite aux recommandations sur «les indications de l'orthopédie dento-faciale et dento-maxillo-faciale chez l'enfant et chez l'adolescent », finalisées par l'Anaes en juin 2002.

Elles ont été établies selon la méthode décrite dans le guide « Les Recommandations pour la pratique clinique – Base méthodologique pour leur réalisation en France », publié par l'Anaes en 1999.

Les sociétés savantes dont les noms suivent ont été sollicitées pour participer à ce travail :

- Association dentaire française ;
- Association française pour le développement de la stomatologie ;
- Board français d'orthodontie ;
- Board européen de stomatologie ;
- Collège français d'ORL et de chirurgie cervico-faciale ;
- Fédération nationale des orthophonistes ;
- Société française d'odontologie pédiatrique ;
- Société française d'orthopédie dento-faciale ;
- Société française de stomatologie, chirurgie maxillo-faciale et chirurgie plastique de la face ;
- Société francophone de chirurgie buccale ;
- Société médicale d'orthopédie dento-maxillo-faciale ;
- Société odontologique de Paris ;
- Société pluridisciplinaire d'odontologie ;
- Union nationale pour le développement de la recherche et de l'évaluation en orthophonie ;
- Union française pour la santé bucco-dentaire.

L'ensemble du travail a été coordonné par le P^f Rémy NIZARD, chef de projet, sous la direction du D^r Patrice DOSQUET, responsable du service des recommandations professionnelles.

La recherche documentaire a été effectuée par M^{me} Amal SINDONINO, documentaliste, avec l'aide de M^{lle} Sylvie LASCOLS, sous la direction de M^{me} Rabia BAZI, responsable du service documentation.

Le secrétariat a été assuré par M^{lle} Isabelle LE PUIL.

L'Anaes tient à remercier les membres du comité d'organisation, les membres du groupe de travail, du groupe de lecture et de son Conseil scientifique qui ont participé à ce travail.

COMITÉ D'ORGANISATION

D^f Catherine AUCLAIR-ASSAAD, stomatologiste, orthopédie dento-maxillo-faciale, Paris
D^f Claude BOURDILLAT-MIKOL, orthopédie dento-faciale, chirurgien-dentiste, Marly-le-Roi
D^f Hervé-Jacques BOURLIER, omnipraticien, Viroflay
P^f Odette DENEUVILLE, stomatologiste, orthopédie dento-maxillo-faciale, Saint-Cloud
D^f Christophe DUNGLAS, chirurgien-dentiste, Paris
M^{me} Catherine HÉNAULT, orthophoniste, Dives-sur-Mer
P^f André HORN, orthopédie dento-faciale, Montfort-l'Amaury

D^f Jean-Baptiste KERBRAT, stomatologiste, orthopédie dento-maxillo-faciale, Rouen
P^f Jean-Claude LIBERSA, chirurgien-dentiste, Lille
P^f Jean-Paul MONTEIL, oto-rhino-laryngologiste, chirurgie maxillo-faciale, Paris
D^f Estelle MOULIS, odontologie pédiatrique, Montpellier
D^f Jean-Pierre ORTIAL, orthopédie dento-faciale, Antibes
P^f Jean-Marc PÉRON, chirurgie maxillo-faciale, stomatologiste, Rouen
P^f Germain ZEILIG, chirurgien-dentiste, Paris

GROUPE DE TRAVAIL

Pr William BACON, orthopédie dento-faciale, Strasbourg – Président du groupe de travail
D^f Alain HUET, orthopédie dento-faciale, Lyon – Chargé de projet
P^f Rémy NIZARD, chef de projet, Anaes, Saint-Denis

D^f Éva AMEISEN, orthopédie dento-faciale, Paris
D^f Michel DANGUY, chirurgien-dentiste, orthopédie dento-faciale, Hénin-Beaumont
P^f Odette DENEUVILLE, stomatologiste, orthopédie dento-maxillo-faciale, Saint-Cloud
P^f Arlette DOUAL, orthopédie dento-faciale, Lille

P^f Joël FERRI, stomatologiste, chirurgie maxillo-faciale, Lille
P^f Jacques MERCIER, chirurgie maxillo-faciale, Nantes

GROUPE DE LECTURE

D^f Jean-Jacques AKNIN, orthopédie dento-faciale, Villeurbanne
D^f Daniel BANOUN, stomatologiste, orthodontiste, Paris
D^f François BARRUEL, stomatologiste, Paris
D^f Françoise BILLOT-CHIERET, stomatologiste, Lyon
D^f Alain BOILEAU, orthodontiste, Cambrai
D^f Claude BOURDILLAT-MIKOL, orthopédie dento-faciale, Marly-le-Roi

D^f Hervé Jacques BOURLIER, omnipraticien, Viroflay
P^f Marie-Laure BOY-LEFÈVRE, chirurgien-dentiste, Paris
P^f Pierre CANAL, orthopédie dento-faciale, Paris
D^f Jean CASTEIGT, chirurgie maxillo-faciale, Tarbes
D^f Martin CÈS, stomatologiste, Neuilly-sur-Seine
D^f Chantal DANGUY, orthopédie dento-faciale, Lille

D^r Michel-Henri DÉCOSSE, orthopédie dento-faciale, Melun
D^r Dominique DURIEZ, orthopédie dento-faciale, Cysoing
D^r Olivier ESNAULT, oto-rhyno-laryngologiste, chirurgie maxillo-faciale, Paris
M^{me} Maryvonne FOURNIER, kinésithérapeute, Paris
M^{me} Catherine HÉNAULT, orthophoniste, Dives-sur-Mer
D^r Jean-Michel KACZMAREK, chirurgie maxillo-faciale, stomatologiste, orthopédie dento-maxillo-faciale, Paris
D^r Jean-Baptiste KERBRAT, stomatologiste, orthopédie dento-maxillo-faciale, Rouen
D^r Jacqueline KOLF, orthopédie dento-faciale, Saint-Germain-sur-Morin
D^r Thieu-Duong LÊ-NGUYEN, stomatologiste, orthopédie dento-maxillo-faciale, Nogent-le-Rotrou
D^r Jean-Luc LÉGER, orthopédie dento-faciale, Lille
D^r Antoine LELIÈVRE, stomatologiste, Beauvais

M. Gilles LELOUP, orthophoniste, Levallois-Perret
P^r Jean-Paul LOREILLE, orthopédie dento-faciale, Verrières-le-Buisson
P^r Henry MAGLOIRE, sciences biologiques-odontologie, Lyon, membre du conseil scientifique de l'Anaes, Saint-Denis
D^r Marielle MARNEUR, stomatologiste, Rambouillet
D^r Estelle MOULIS, odontologie pédiatrique, Montpellier
D^r Anne-Véronique MONS-LAMY, stomatologiste, orthopédie dento-maxillo-faciale, Caen
D^r Jean-Pierre ORTIAL, orthodontiste, Antibes
P^r Jean-Marc PÉRON, stomatologiste, chirurgie maxillo-faciale, Rouen
D^r Fabrice POIRIER, chirurgie maxillo-faciale, stomatologiste, Paris
D^r Daniel ROLLET, orthopédie dento-faciale, Pontarlier
D^r Jean-Michel SALAGNAC, orthopédie dento-faciale, Nantes
P^r Germain ZEILIG, chirurgien-dentiste, Paris

SOMMAIRE

RECOMMANDATIONS	8
MÉTHODE DE TRAVAIL.....	10
I. Méthode générale d'élaboration des recommandations pour la pratique clinique.....	10
II. Cas particulier du présent travail.....	11
III. Stratégie de recherche documentaire.....	12
III.1. Sources d'informations.....	12
III.2. Stratégie de recherche.....	12
ARGUMENTAIRE.....	14
I. Introduction.....	14
II. Quelle est la fonction occlusale à laquelle il faudrait aboutir en denture définitive ?	17
II.1. Définition	17
II.2. Historique et concepts classiques de l'occlusion.....	18
II.3. Concepts actuels de l'occlusion.....	21
III. Quels sont les critères de bon positionnement des dents par rapport aux bases squelettiques en fin de traitement dans les trois dimensions de l'espace ?	22
IV. Quels sont les facteurs fonctionnels de stabilité du traitement ? (sont comprises dans cette question : fonction linguale, ventilation nasale, fonction masticatoire, occlusion labiale de repos et fonction phonatoire)	23
V. La contention est-elle nécessaire, indispensable ? Si oui, sous quelle forme et pendant combien de temps ? ..	25
VI. Quelles sont les complications du traitement susceptibles d'empêcher son aboutissement ?	29
VI.1. La rhizalyse orthodontique	30
VI.2. Les facteurs locaux et propres au traitement.....	31
VI.3. Les facteurs liés à l'hôte.....	31
ANNEXE. LES PRINCIPAUX CONCEPTS DE L'OCCLUSION ORTHODONTIQUE	33
RÉFÉRENCES	38

RECOMMANDATIONS

I. FONCTION OCCLUSALE À LAQUELLE IL FAUDRAIT ABOUTIR EN DENTURE DÉFINITIVE

L'occlusion fonctionnelle fait référence «aux contacts occlusaux des dents maxillaires et mandibulaires au cours des fonctions (mastication, déglutition et élocution) ».

Les concepts occlusaux classiques, essentiellement décrits en thérapeutique prothétique, n'ont pas démontré leur validité en orthopédie dento-faciale (ODF). Il existe une multitude d'occlusions possibles non pathogènes et efficaces.

Par consensus, il est considéré en l'absence de pathologie de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) que :

- le mouvement de fermeture doit se faire sans interférence et être rectiligne ;
- la distance entre les positions d'intercuspidation maximale (OIM) et l'occlusion centrée (OC) ne devrait pas être supérieure à 2 mm ;
- le chemin de fermeture mandibulaire, défini par le chemin suivi par la mandibule entre la position de repos et la position de fermeture habituelle, doit être rectiligne.

II. CRITÈRES DE BON POSITIONNEMENT DES DENTS PAR RAPPORT AUX BASES SQUELETTIQUES EN FIN DE TRAITEMENT DANS LES TROIS DIMENSIONS DE L'ESPACE

Il n'existe pas de critère systématique de bon positionnement des dents par rapport aux bases squelettiques. Chaque patient doit faire l'objet d'une étude individualisée pour déterminer les objectifs optimaux de fin de traitement dans les trois dimensions de l'espace.

III. FACTEURS FONCTIONNELS DE STABILITÉ DU TRAITEMENT

Par consensus, il est admis qu'un contexte d'harmonie fonctionnelle orale et nasale est nécessaire à la stabilité d'un traitement d'ODF. Toutefois, après tout traitement orthodontique :

- l'activité fonctionnelle crée un nouvel équilibre de la fonction occlusale et des orientations alvéolaires selon la répartition des contraintes subies par les dents et leur tissus de soutien au cours du déroulement de ces fonctions ;
- l'équilibre et la reconstruction osseuse varient dans le temps, suivant en cela l'évolution physiologique normale et naturelle due au vieillissement.

Le projet thérapeutique prendra en compte la rééducation fonctionnelle tout en sachant que, compte tenu des facteurs anatomiques et pathologiques, les anomalies fonctionnelles peuvent ne pas être corrigées ou ne l'être que partiellement.

IV. CONTENTION. EST-ELLE NÉCESSAIRE, INDISPENSABLE ? SI OUI, SOUS QUELLE FORME ET PENDANT COMBIEN DE TEMPS ?

La revue de la littérature concernant la stabilité des résultats postorthodontiques révèle qu'une certaine quantité de récives est le lot commun de l'ODF. Ces résultats incitent à prendre des précautions pour garantir la stabilité du traitement orthodontique à défaut de parfaitement maîtriser les facteurs régissant la stabilité de ces résultats. La durée souhaitable pour la période de contention peut excéder les délais prévus par la nomenclature générale des actes professionnels (NGAP).

V. COMPLICATIONS DU TRAITEMENT SUSCEPTIBLES D'EMPÊCHER SON ABOUTISSEMENT

Supposé ou réel, le risque thérapeutique peut prendre diverses formes :

- état précaireux, caries liées à un déficit de coopération ;
- rhizalyses ;
- allergie ou intolérance aux produits orthodontiques ;
- atteintes parodontales ;
- désordres crânio-mandibulaires (DCM) ;
- traumatisme(s) ;
- maladie(s) grave(s).

Ces complications sont susceptibles de contrarier les objectifs du traitement ODF ; elles imposent une révision des objectifs de traitement, voire l'arrêt de ce traitement.

Il faut arrêter le traitement en présence :

- d'une rhizalyse d'une importance inattendue risquant de contrarier le pronostic du bon maintien des dents sur l'arcade dans de bonnes conditions fonctionnelles et esthétiques ;
- d'une allergie vraie au matériau utilisé pour le traitement ;
- d'une coopération insuffisante du patient.

MÉTHODE DE TRAVAIL

I. MÉTHODE GÉNÉRALE D'ÉLABORATION DES RECOMMANDATIONS POUR LA PRATIQUE CLINIQUE¹

Ces recommandations professionnelles ont été élaborées selon la méthode des recommandations pour la pratique clinique, publiée par l'Anaes en 1999. Les sociétés savantes concernées par le thème, réunies au sein du comité d'organisation, ont été consultées pour délimiter le thème de travail, connaître les travaux réalisés antérieurement sur le sujet et proposer des professionnels susceptibles de participer aux groupes de travail et de lecture. Les recommandations ont été rédigées par le groupe de travail, au terme d'une analyse de la littérature scientifique et d'une synthèse de l'avis des professionnels consultés.

L'Anaes a constitué un groupe de travail en réunissant des professionnels multidisciplinaires, ayant un mode d'exercice public ou privé, et d'origine géographique variée. Ce groupe de travail comprenait un président, qui en a coordonné les travaux, et un chargé de projet, qui a identifié, sélectionné, analysé et synthétisé la littérature scientifique utilisée pour rédiger l'argumentaire et les recommandations, discutées et élaborées avec le groupe de travail.

Un groupe de lecture, composé selon les mêmes critères que le groupe de travail, a été consulté par courrier et a donné un avis sur le fond et la forme des recommandations, en particulier sur leur lisibilité et leur applicabilité. Les commentaires du groupe de lecture ont été analysés par le groupe de travail et pris en compte chaque fois que possible dans la rédaction des recommandations.

Un chef de projet de l'Anaes a coordonné l'ensemble du travail et en a assuré l'encadrement méthodologique.

Une recherche documentaire approfondie a été effectuée par interrogation systématique des banques de données bibliographiques médicales et scientifiques sur une période adaptée à chaque thème. En fonction du thème traité, elle a été complétée par l'interrogation d'autres bases de données spécifiques et/ou économiques si besoin. Une étape commune à toutes les études consiste à rechercher systématiquement les recommandations pour la pratique clinique, conférences de consensus, articles de décision médicale, revues systématiques, méta-analyses et autres travaux d'évaluation déjà publiés au plan national et international. Tous les sites Internet utiles (agences gouvernementales, sociétés savantes, etc.) ont été explorés. Les documents non accessibles par les circuits conventionnels de diffusion de l'information (littérature grise) ont été recherchés par tous les moyens disponibles. Par ailleurs, les textes législatifs et réglementaires pouvant avoir un rapport avec le thème ont été consultés. Les recherches initiales ont été mises à jour jusqu'au terme du projet. L'examen des

¹ Ce chapitre résume la méthode complète de réalisation des recommandations pour la pratique clinique. L'ensemble de la méthode est détaillé dans le guide « Les Recommandations pour la pratique clinique – Base méthodologique pour leur réalisation en France », publié par l'Anaes en 1999.

références citées dans les articles analysés a permis de sélectionner des articles non identifiés lors de l'interrogation des différentes sources d'information. Enfin, les membres des groupes de travail et de lecture ont transmis des articles de leur propre fonds bibliographique. Les langues retenues sont le français et l'anglais.

Le chapitre « stratégie de recherche documentaire » présente le détail des sources consultées ainsi que la stratégie de recherche.

Chaque article sélectionné a été analysé selon les principes de lecture critique de la littérature à l'aide de grilles de lecture, ce qui a permis d'affecter à chacun un niveau de preuve scientifique. Sur la base de cette analyse de la littérature, le groupe de travail a proposé, chaque fois que possible, des recommandations. Selon le niveau de preuve des études sur lesquelles elles sont fondées, les recommandations ont un grade variable, coté de A à C selon l'échelle proposée par l'Anaes (voir tableau). En l'absence d'études, les recommandations sont fondées sur un accord professionnel. Cet accord a été établi en demandant à chacun des membres du groupe de travail et du groupe de lecture de coter de 1 à 9 si la recommandation est inappropriée ou appropriée. Le recueil des cotations a permis de faire apparaître les recommandations consensuelles.

Tableau. Grade des recommandations.

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature (études thérapeutiques)	Grade des recommandations
Niveau 1 Essais comparatifs randomisés de forte puissance Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés Analyse de décision basée sur des études bien menées	A Preuve scientifique établie
Niveau 2 Essais comparatifs randomisés de faible puissance Études comparatives non randomisées bien menées Études de cohorte	B Présomption scientifique
Niveau 3 Études cas-témoins	C
Niveau 4 Études comparatives comportant des biais importants Études rétrospectives Séries de cas	Faible niveau de preuve

II. CAS PARTICULIER DU PRÉSENT TRAVAIL

Ce travail fait suite aux recommandations sur les indications de l'orthopédie dento-faciale et dento-maxillo-faciale chez l'enfant et chez l'adolescent, finalisées par l'Anaes en juin 2002.

Le comité d'organisation a été réuni lors de la mise en route de ce premier travail et a été commun aux deux recommandations pour la pratique clinique.

Pour l'élaboration des présentes recommandations sur les critères d'aboutissement du traitement d'orthopédie dento-faciale, le comité d'organisation avait défini 5 questions auxquelles le groupe de travail devait répondre :

1. Quelle est la fonction occlusale à laquelle il faudrait aboutir en denture définitive ?
2. Quels sont les critères de bon positionnement des dents par rapport aux bases squelettiques en fin de traitement dans les trois dimensions de l'espace ?
3. Quels sont les facteurs fonctionnels de stabilité du traitement ? (sont comprises dans cette question : fonction linguale, ventilation nasale, fonction masticatoire, occlusion labiale de repos et fonction phonatoire)
4. La contention est-elle nécessaire, indispensable ? Si oui, sous quelle forme et pendant combien de temps ?
5. Quelles sont les complications du traitement susceptibles d'empêcher son aboutissement ?

III. STRATÉGIE DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE

III.1. Sources d'informations

Bases de données bibliographiques automatisées :

- Medline (*National library of medicine*, États-Unis)
- Embase (Elsevier, Pays-Bas)
- Pascal (CNRS-INIST, France).

Autres sources :

- *Cochrane Library* (Grande-Bretagne)
- *National guideline clearinghouse* (États-Unis)
- HTA Database (*International network of agencies for health technology assessment* - INAHTA)
- Sociétés savantes compétentes dans le domaine étudié
- BDSP (Banque de données en santé publique, Rennes)
- Internet : moteurs de recherche.

III.2. Stratégie de recherche

La recherche a été limitée à l'enfant et l'adolescent et a porté sur les types d'études ou sujets définis lors du comité d'organisation avec le chef de projet.

La stratégie d'interrogation de Medline, Embase et Pascal précise les termes de recherche utilisés pour chaque sujet ou type d'étude et la période de recherche.

Les termes de recherche sont soit des termes issus d'un thésaurus (descripteurs du MESH pour Medline), soit des termes du titre ou du résumé (mots libres).

Ils sont combinés en autant d'étapes que nécessaire à l'aide des opérateurs « ET » « OU » « SAUF ».

Une présentation synthétique sous forme de tableau reprend les étapes successives et souligne les résultats en termes de :

- nombre total de références obtenues ;
- nombre d'articles analysés ;
- nombre d'articles cités dans la bibliographie finale.

La recherche bibliographique a été effectuée par interrogation des banques de données Medline, Embase, Pascal et *Cochrane Library* et a été limitée aux publications de langue française ou anglaise. Seules les études portant sur l'enfant et l'adolescent ont été retenues.

Tableau 1. Stratégie de recherche documentaire.

Type d'étude/sujet	Termes utilisés	Période de recherche	Nombre de références
Recommandations		1991-2002	6
Étape 1 ET	<i>Orthodontics</i> OU <i>Malocclusion</i>		
Étape 2	<i>Guideline*</i> OU <i>Practice guideline</i> OU <i>Health planning guideline</i> OU <i>Recommendation</i> [titre] OU <i>Consensus development conference</i> OU <i>Consensus development conference, NIH</i> OU <i>Consensus conference</i> [titre] OU <i>Consensus statement</i> [titre]		
Méta-analyses, revues de littérature		1991-2002	13
Étape 1 ET			
Étape 3	<i>Meta analysis</i> OU <i>Review literature</i> OU <i>Literature review</i> OU <i>Systematic review</i>		
Études contrôlées randomisées		1991-2002	271
Étape 1 ET			
Étape 4	<i>Controlled clinical trial</i> OU <i>Randomized controlled trial*</i> OU <i>Double-blind method</i> OU <i>Double blind procedure</i> OU <i>Random allocation</i> OU <i>Randomization</i> OU <i>Random*</i> [titre] OU <i>Versus</i> [titre] OU <i>Controlled study</i> OU <i>Comparative study</i> OU <i>Comparison</i> [titre]		
Dépistage		1991-2002	16
Étape 1 ET			
Étape 5	<i>Screening</i> OU <i>Mass Screening</i>		
Diagnostic		1991-2002	58
Étape 6 ET	<i>Malocclusion/diagnostic</i>		
Étape 7	<i>Diagnostic Value</i> OU <i>Sensitivity and Specificity</i> OU <i>Quality Control</i> OU <i>Reference Standard</i> OU <i>Diagnostic Error</i> OU <i>False Negative Reaction</i> OU <i>False Positive Reaction</i> OU <i>Observer Variation</i> OU <i>Reproducibility of Result</i> OU <i>Predictive Value of Test</i> OU <i>Reproducibility</i> OU <i>Reliability</i> OU <i>Diagnostic Accuracy</i>		
Nombre total de références obtenues		514	
Nombre total d'articles analysés		218	
Nombre d'articles cités		123	

ARGUMENTAIRE

I. INTRODUCTION

L'Anaes a finalisé en juin 2002 et publié des recommandations pour la pratique clinique portant sur :

« l'indication de l'orthopédie dento-faciale et dento-maxillo-faciale chez l'enfant et l'adolescent ». Ces recommandations ont été élaborées par un groupe multidisciplinaire de professionnels de santé selon une méthodologie précise publiée par l'Anaes afin de refléter au mieux « l'état de l'art » sur le sujet tout en respectant les contraintes imposées par la rigueur scientifique.

Dans son introduction, l'orthopédie dento-faciale (ODF) y est définie comme une thérapeutique se « fixant 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 bon équilibre musculaire de l'appareil stomatognathique ;
- de bonnes conditions de fonctionnement de l'articulation temporo-mandibulaire ;
- d'une esthétique acceptable par le patient ;
- de la pérennisation des résultats ».

L'objectif des ces recommandations est d'établir les éléments à partir desquels l'observation clinique conduit à envisager l'intervention de l'orthodontiste et dans quelles conditions celle-ci doit être entreprise. Cette intervention est déclenchée à partir de la constatation de l'existence d'une ou plusieurs anomalies ; l'anomalie est alors considérée comme un facteur provoquant un handicap (psychique, esthétique ou fonctionnel) ou constituant un risque potentiel de survenue de ce handicap.

L'anomalie considérée comme contraire à la normalité implique un champ d'action très large pour la thérapeutique orthodontique. Ce champ d'action reste toutefois limité, d'une part, par l'existence d'un handicap induit et, d'autre part, par la « possibilité d'assurer à long terme la stabilité de la correction en fonction des données acquises de la science ». Il convient donc de citer là les recommandations édictées. Les anomalies devant être traitées sont celles 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.

On prendra également en considération les circonstances qui pourraient favoriser l'apparition de lésions carieuses et parodontales ou de troubles articulaires. »

Mais la définition de l'anomalie devant être traitée ne suffit pas car le traitement orthodontique est pratiqué sur un patient en cours de croissance auquel il est demandé une participation active, et le déplacement dentaire met en jeu des mécanismes biologiques nécessitant l'intégrité de l'organe dentaire et de ses structures de soutien. La programmation du traitement apparaît alors comme un paramètre important dans le

résultat thérapeutique, ce que les recommandations résument sous la notion d'âge optimal du traitement.

Pour déterminer l'âge optimal du traitement, ces recommandations précisent «d'autres facteurs», tels que l'état général, les conditions psychiques et sociales, l'âge dentaire, le stade de croissance et de maturation; les anomalies associées doivent être prises en compte.

À titre indicatif, les éléments cités ci-dessus étant supposés favorables, le groupe de travail, par consensus, estime 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 latérogliissements mandibulaires) ;
 - les anomalies d'inclinaison 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.

Dès lors que l'objet du traitement et ses modalités sont établis reste à en évaluer l'efficacité. En santé publique l'efficacité est le rapport entre les résultats observés d'un programme sanitaire dans une population donnée, et les résultats qui avaient été prévus lors du processus de planification. Il convient de faire la différence entre «efficacité» et «utilité», qui concerne le bénéfice que l'individu peut espérer du traitement reçu (1) ; le «rendement» est le rapport des moyens mis en œuvre pour assurer la réussite du traitement aux résultats effectivement obtenus.

Si l'utilité du traitement orthodontique peut être aisément établie parce qu'elle est basée sur l'appréciation de critères descriptifs objectifs, l'efficacité et le rendement sont plus difficiles à appréhender par l'approche métrique qu'ils sous-entendent. Les recommandations sur les indications de l'ODF permettent de constater que la définition et la quantification de la dysmorphose ne constituent pas en elles-mêmes un problème, mais l'évaluation objective du besoin en soins orthodontiques dans un contexte de santé publique est plus sujette à caution. En effet, elle s'avère dépendante de la définition de la limite à partir de laquelle on considère que la demande doit être honorée ; or soit cette limite est liée à la politique de santé suivie par le prescripteur de l'étude soit son imprécision la rend inopérante.

Évaluation du besoin en traitement ODF et détermination de critères d'achèvement du traitement d'orthodontie ne dépendent pas forcément des mêmes paramètres. La détermination de critères d'achèvement du traitement d'orthodontie correspond plus à l'évaluation de son utilité, c'est-à-dire à l'évaluation des modifications apportées par le traitement au regard de la comparaison entre un état de départ (préthérapeutique) et un état d'arrivée (post-thérapeutique) après la phase thérapeutique. Cette évaluation permet de dire si l'objectif fixé au départ du traitement est atteint ou non. L'achèvement du traitement représente alors l'atteinte de l'objectif. Son évaluation repose sur l'examen de critères objectifs qui peuvent aussi être qualitatifs ou quantitatifs, permettant de caractériser l'efficacité et le rendement du traitement.

Il convient ici de bien préciser que l'objectif thérapeutique est fixé par le praticien traitant en accord avec le patient dont il aura préalablement reçu le consentement éclairé. Le rôle des « recommandations pour la pratique clinique » est de fournir des « propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à rechercher les soins les plus appropriés dans des circonstances cliniques données ». En d'autres termes, ces recommandations se placent dans un cadre idéal où, l'anomalie étant clairement identifiée, il est fait abstraction des paramètres psychosociaux ou liés aux politiques de santé qui peuvent biaiser la recherche de l'optimal thérapeutique.

Les indices orthodontiques constituent la parfaite illustration de ce biais ; développés dans le cadre de programmes de santé publique pour évaluer le besoin en traitement orthodontique en vue d'une prise en charge par les autorités de santé, ils apparaissent sensibles aux politiques de santé dans leur utilisation bien que leur méthodologie soit rigoureuse.

Ces indices, initialement basés uniquement sur des critères occlusaux, furent modifiés pour tenir compte du paramètre esthétique mais l'aspect fonctionnel n'est que peu ou pas pris en compte (seul un indice, l'indice du ministère de la santé suédois, le prend partiellement en compte).

Les indices orthodontiques permettent cependant la qualification et la quantification à minima de paramètres dentaires et occlusaux. Cette démarche, bien qu'incomplète, offre toutefois un système de mesure objectif et reproductible de la situation dentaire et occlusale instantanée, elle prend tout son sens lorsqu'il s'agit d'évaluer l'évolution de ces paramètres dans le temps sur une même population ce qui est, par définition, le cas lorsque l'on cherche à faire une évaluation de l'aboutissement d'un traitement orthodontique.

Dans le cadre de cette étude, il est prévu de rechercher les éléments les plus pertinents permettant d'évaluer la situation dentaire et occlusale malgré sa variabilité, tout en répondant aux questions posées :

1. Quelle est la fonction occlusale à laquelle il faudrait aboutir en denture définitive ?
2. Quels sont les critères de bon positionnement des dents par rapport aux bases squelettiques en fin de traitement dans les trois dimensions de l'espace ?
3. Quels sont les facteurs fonctionnels de stabilité du traitement ? (sont comprises dans cette question : fonction linguale, ventilation nasale, fonction masticatoire, occlusion labiale de repos et fonction phonatoire)

4. La contention est-elle nécessaire, indispensable ? Si oui, sous quelle forme et pendant combien de temps ?

5. Quelles sont les complications du traitement susceptibles d'empêcher son aboutissement ?

II. QUELLE EST LA FONCTION OCCLUSALE À LAQUELLE IL FAUDRAIT ABOUTIR EN DENTURE DÉFINITIVE ?

II.1. Définition

Clark et Evans (2) définissent l'occlusion comme « tout contact statique entre une ou plusieurs dents mandibulaires et une ou plusieurs dents maxillaires », l'occlusion fonctionnelle fait référence « aux contacts occlusaux des dents maxillaires et mandibulaires au cours des fonctions (mastication, déglutition et élocution) », enfin la position d'intercuspidation concerne les dents en engrènement maximal et est synonyme des termes « occlusion habituelle » ou « occlusion acquise ».

Ash et Ramfjord (3) définissent l'occlusion fonctionnelle comme « une occlusion favorable à la fonction » qui se « réfère à un état de l'occlusion » conduisant à une « fonction harmonieuse » ; ces auteurs font la différence entre cette occlusion physiologique et l'occlusion « idéale » qui est un but théorique à atteindre indépendamment des possibilités thérapeutiques réelles. Pour ces auteurs le paramètre fonctionnel de l'occlusion est tout à fait indépendant du caractère esthétique et se définit par l'absence d'interférence en fin ou en début de mouvement mandibulaire (en relation centrée) et par la qualité de la stabilité occlusale induite par les rapports occlusaux.

Ces définitions sont basées uniquement sur les articulations dento-dentaires. Or les dents sont disposées sur des supports osseux maxillaires dont les positions relatives sont elles-mêmes sous la dépendance de la relation entre condyles temporaux et mandibulaires.

Cette description géométrique précise (4) doit s'adapter à la réalité physiologique ; la notion « d'axe terminal » ou « axe charnière », bien que théorique, correspond toutefois à une position de référence considérée comme reproductible et nécessaire à l'élaboration du diagnostic occlusal et à la réhabilitation occlusale.

Sa localisation précise fut sujette à controverse mais sa réalité ne l'est plus (5,6) et l'on admet par consensus que bien que différente de la position la plus haute et la plus reculée des condyles mandibulaires, elle en est très voisine, de même qu'il est admis généralement qu'une différence de 0,5 mm à 1,5 mm existe entre l'occlusion dite « en relation centrée » (occlusion centrée) et l'occlusion habituelle (occlusion en intercuspidation maximale) (2).

Par fonction occlusale on entend ce qui concerne le mode de fonctionnement des mâchoires dans les activités oro-faciales. La fonction occlusale prend en compte :

- le calage de la mandibule en position (d'occlusion) d'intercuspidation maximale (OIM) ;
- le calage réciproque des couples de dents antagonistes ;
- le guide des déplacements mandibulaires ;

- les actes de préhension, la section, le calage et le broyage du bol alimentaire ;
- les forces musculaires transmises aux récepteurs parodontaux.

Les concepts de guidage sont en général énoncés par des praticiens œuvrant dans le cadre de la reconstitution prothétique et sont inférés à partir de l'observation fine de la cinématique mandibulaire mais la démonstration de la réalité physiologique de ces concepts n'est pas faite.

II.2. Historique et concepts classiques de l'occlusion

L'étude de l'occlusion tient compte des rapports morphologiques existant entre les faces occlusales dentaires tant du point de vue statique que dynamique. Mais son étude et sa description furent avant tout faites dans un but de réhabilitation prothétique par des praticiens postulant que la modélisation des caractéristiques anatomiques naturelles était de nature à assurer une cinématique mandibulaire apte à permettre un fonctionnement normal de l'appareil manducateur.

Par la suite le constat des échecs thérapeutiques a mis en évidence l'importance de la fonction neuromusculaire au moment où l'orthodontie, bien que suivant une évolution propre, restait encore très influencée par les dogmes occlusaux classiques pour élaborer les fondements conceptuels qui gouvernent l'orthodontie récente. Une description suivant les schémas classiques, eux-mêmes reflets de l'évolution de la pensée scientifique de ce domaine, est proposée.

II.2.1. L'occlusion statique

Classiquement on décrit l'occlusion dentaire humaine comme étant du type « engrenant », c'est-à-dire que chaque dent s'articule avec deux dents antagonistes par leurs faces occlusales qui présentent des élévations coronaires marquées appelées « cuspides » à l'exception des incisives centrales inférieures et des troisièmes molaires supérieures. Cet arrangement qui ménage un contact cuspidien sur les crêtes marginales de deux dents opposées reste le plus fréquent. Un autre mode d'engrènement moins fréquent peut être observé lorsque le contact cuspidien se fait, non plus avec les crêtes marginales de deux dents opposées, mais avec une fosse antagoniste, ce qui correspond parfois à l'existence d'une dysharmonie dento-dentaire.

La description de l'occlusion dentaire a conduit différents auteurs à énoncer des principes régissant la répartition spatiale des contacts dento-dentaires en vue de la reconstitution prothétique mais rien ne démontre que l'application de ces principes dans le cadre de l'orthodontie puisse être faite comme le démontrent les travaux d'Anderson et Myers (7). Ces auteurs ont analysé les rapports occlusaux en OIM chez 32 adultes en parfaite santé et sans troubles fonctionnels, ils concluent « qu'aucune des 947 dents examinées ne présente une occlusion statique idéale et que les désordres morphologiques constatés n'entraînent aucun désordre fonctionnel. Il semble alors difficile, dans ces conditions, de ne pas évoquer l'existence de facteurs de compensation comme la migration dentaire, les ajustements neuro-musculaires et l'abrasion. »

II.2.2. Anatomie occlusale et occlusion dynamique

Tout déplacement d'un élément du corps humain est sous le contrôle et la régulation d'un système intégrant les informations générées par une série de capteurs nerveux variés, les propriocepteurs, afin de fournir les commandes appropriées aux muscles moteurs. Le système stomatognathique n'échappe pas à cette règle.

Tous les éléments du complexe musculo-odonto-articulaire sont pourvus de nombreuses terminaisons nerveuses, spécifiquement dévolues à la régulation de la cinématique mandibulaire. Parmi les capteurs nerveux, certains sont plus particulièrement chargés de renseigner le système nerveux central sur la position spatiale de la mandibule lorsque les dents ne sont pas en contact (propriocepteurs des articulations temporo-mandibulaires, fuseaux neuromusculaires, etc.) (8). D'autres, comme les propriocepteurs desmodontaux, interviennent plus spécifiquement en fin de mouvement d'occlusion, or l'anatomie occlusale n'est concernée que lors de la fin des mouvements occlusaux physiologiques. Pour Marguelles-Bonnet et Yung (5), le rôle protecteur de la zone antérieure « est plus proprioceptif que mécanique » et la proprioception desmodontale va en décroissant de l'incisive centrale à la dernière molaire alors que la contrainte mécanique subie va en augmentant lors de la mastication.

Au cours de la mastication, la mandibule effectue d'abord un mouvement d'abaissement puis se déplace ensuite latéralement du côté du bol alimentaire et enfin retourne vers l'intercuspidie. Là encore, c'est dans la partie terminale du cycle qu'interviennent les différentes morphologies dentaires en antagonisme fonctionnel. Le côté impliqué est celui vers lequel s'effectue le déplacement mandibulaire (côté travaillant). Du côté opposé, il n'existe aucune relation de contact interarcades (côté non travaillant) (9).

Pour Slavicek (10), la taille, l'implantation radiculo-osseuse, la situation au changement d'orientation de l'arcade et la proprioception desmodontale confèrent aux canines un rôle important dans les mouvements de diduction. Elles contractent les premiers contacts dento-dentaires du mouvement d'intercuspidation. D'autres unités dentaires peuvent accompagner la canine dans la trajectoire mandibulaire terminale.

Lorsque les canines interviennent seules dans la partie terminale du mouvement fonctionnel, et qu'aucune autre dent n'entre en relation de contact au cours de l'intercuspidie, la relation cinétique est dite de type « protection canine ».

Philippe et Loreille (11), s'appuyant sur les travaux de Slavicek, insistent sur le rôle des faces fonctionnelles incisives tant pour la propulsion que dans les mouvements de latéralité en conjonction avec la pente condylienne. Ces auteurs expliquent comment l'existence d'un angle fonctionnel entre la face vestibulaire de la canine mandibulaire et la face linguale de la canine maxillaire se révèle utile en explicitant la notion « d'angle de liberté » de Slavicek qui exprime la divergence minimale souhaitable devant exister nécessairement entre la direction du mouvement mandibulaire et la (ou les) surface(s) qui guide(nt) le déplacement de la mandibule ; cette divergence facilite son déplacement, de la même façon qu'il faut, en mécanique, prévoir un jeu minimal entre les pièces ajustées pour éviter tout grippage de l'ensemble constitué par l'assemblage de ces mêmes pièces.

Pour des raisons similaires, au niveau des unités cuspidées, un angle fonctionnel se révèle utile entre les faces vestibulaires mandibulaires et les versants centraux des cuspidés vestibulaires maxillaires.

Au cours du mouvement de latéralité une ou plusieurs incisives homolatérales peuvent accompagner les canines : il s'agit alors d'une fonction de groupe antérieur.

Par définition, si une ou plusieurs unités cuspidées accompagnent la canine, la relation cinématique fonctionnelle est alors une protection de groupe postérieur. La protection de groupe postérieur est totale lorsque sont associées toutes les unités cuspidées. Dans le cas inverse, la protection de groupe postérieur est partielle.

II.2.3. Types d'occlusion et orthodontie

S'il est aisé de visualiser des modifications somatiquement perceptibles en orthopédie dento-faciale, la démonstration scientifique de l'efficacité thérapeutique de ces modifications est un problème constant. Moore (12) évoque des raisons méthodologiques avec en particulier la difficulté à constituer des échantillons statistiquement appropriés pour conclure.

Kokich (13) explique qu'il n'y a pas de relation démontrée entre l'ajustement occlusal, le traitement du bruxisme et plus généralement des troubles de l'appareil manducateur, mais qu'en revanche le stress s'avère être un facteur déterminant. Dans un autre article, cet auteur (14), relatant les résultats d'une étude conduite sur 3 033 sujets comprenant un tiers d'adolescents en cours de croissance, note que la diminution d'un surplomb ou d'un recouvrement incisif important ne peut être évoquée pour assurer la prévention des troubles de l'appareil manducateur.

En 2001, Davies *et al.* (15) expliquent qu'en absence de preuves scientifiques, seule l'amélioration esthétique du patient conduisant à une meilleure insertion sociale reste véritablement justifiée. Ces auteurs effectuèrent une analyse de la littérature sur le thème « orthodontie et occlusion », ils constatent l'absence d'éléments scientifiquement démontrés justifiant la définition d'un objectif occlusal idéal et relèvent que la présence d'une différence importante entre OC et OIM ne doit pas être un objectif de fin de traitement et que l'examen de l'occlusion doit prendre en compte l'occlusion dynamique et la position relative des bases osseuses en relation centrée.

Pour Sarver *et al.* (16), le but de l'orthodontie est d'obtenir des contacts dentaires optimaux dans un cadre fonctionnel et physiologique normal, une amélioration esthétique acceptable ainsi qu'une stabilité des résultats acceptable. Les critères de réussite du traitement sont ramenés à l'énoncé d'une liste de problèmes résolus en fonction d'objectifs fixés en accord avec le patient sans que l'aspect thérapeutique ne soit mis en avant.

Proffit et Fields (17,18) qui exposaient dès 1986 cette position insistent sur la différence qui existe entre le diagnostic basé sur la vérité scientifique et le plan de traitement qui relève de l'opinion communément admise et du consensus entre praticien et patient.

Si l'occlusion a été au départ étudiée pour fiabiliser la reconstruction prothétique, les orthodontistes utilisent également une référence occlusale pour conduire leur traitement ; ces références sont avant tout le fruit de l'expérience clinique des auteurs et demeurent arbitraires d'un point de vue scientifique. Elles ne tiennent généralement pas compte de la physiologie du système dentaire. Ceci concerne le concept d'Angle, l'occlusion selon Tweed, selon Ricketts, selon Andrews et l'articulation dento-dentaire selon Slavicek. Chaque praticien est libre de choisir l'une ou l'autre, tout ou partie de ces références occlusales.

Les principes énoncés par ces auteurs (Angle, Tweed, Ricketts, Andrews et Slavicek) ont marqué l'orthodontie et sont encore utilisés. Ces concepts furent inspirés de l'expérience clinique, ils sont supposés pérennes d'un bon « fonctionnement » du patient, mais leurs fondements n'ont pas été validés selon des méthodes scientifiques rigoureuses et appropriées. Ces concepts restent des concepts d'auteurs, pour cette raison, ils sont énoncés en *annexe* en suivant un ordre chronologique.

II.3. Concepts actuels de l'occlusion

Gola *et al.* (6) relatent « l'incompréhension réciproque entre les multiples écoles occlusodentiques » malgré une approche commune de la physiologie. Ils expliquent que cet état de fait est, pour eux, lié à l'existence de démarches thérapeutiques distinctes qui favorise cette incompréhension. Ce mode de fonctionnement imprégna aussi le domaine orthodontique où la validation de la pratique clinique passait par l'appropriation des seules données physiologiques utiles à sa justification. Il faut cependant remarquer que la convergence récente des techniques orthodontiques tend à gommer les différences et que dans ce domaine un consensus *a minima* tend à apparaître.

Ingervall (19) rappelle que les dents « doivent être arrangées de telle sorte qu'elles maintiennent l'harmonie entre la forme et la fonction :

- le mouvement de fermeture doit se faire sans interférence ;
- la distance entre les positions mandibulaires déterminées par l'occlusion en intercuspidation maximale (OIM) et l'occlusion centrée (OC) est généralement inférieure à 1 mm, peu de personnes présentent une stricte coïncidence ou une différence supérieure à 2 mm ;
- l'absence d'interférence occlusale en relation centrée ne peut être obtenue que si le patient présente une occlusion avec des contacts bilatéraux sans mouvement latéral entre OC et OIM, en d'autres termes lors du mouvement terminal de fermeture il ne doit pas y avoir de déplacement latéral mandibulaire ;
- lors du mouvement de fermeture terminale, la mandibule doit être stabilisée par les contacts occlusaux de telle sorte que les forces s'exercent en direction axiale et que seule l'activité musculaire strictement nécessaire soit mise en jeu, lors des mouvements de latéralité il ne doit y avoir que des contacts du côté travaillant. »

L'obtention d'une position mandibulaire stable et équilibrée passe aussi par l'absence de troubles de la cinématique mandibulaire, les éventuels troubles doivent être dépistés et réduits avant ou au cours du traitement (20) et l'équilibre neuromusculaire de l'appareil manducateur se traduit par une position condylienne correcte (21,22).

Clark et Evans (2) effectuèrent une revue de littérature pour faire apparaître les critères de l'occlusion fonctionnelle idéale. Ces auteurs dressent un constat d'échec en écrivant « qu'aucune définition pertinente de l'occlusion idéale ne peut être établie de façon concluante ». Seule apparaît une convergence des auteurs sur quelques principes concourant à l'obtention d'une bonne occlusion :

- celle-ci doit assurer des contacts bilatéraux en occlusion de relation centrée (ORC) ;
- une différence inférieure à 1 mm entre ORC et OIM est acceptable ;
- les contacts dans les mouvements de latéralité doivent être assurés uniquement côté travaillant soit avec les canines (fonction canine), soit avec au moins 2 couples de dents adjacentes latéralement au niveau prémolo-molaire (fonction de groupe) sans aucun contact côté non travaillant.

III. QUELS SONT LES CRITÈRES DE BON POSITIONNEMENT DES DENTS PAR RAPPORT AUX BASES SQUELETTIQUES EN FIN DE TRAITEMENT DANS LES TROIS DIMENSIONS DE L'ESPACE ?

L'énoncé des critères du bon positionnement des dents par rapport aux bases squelettiques ne peut se faire que s'il existe des normes anthropométriques qualitatives ou quantitatives régissant la position relative des éléments constitutifs de la face (dents, arcades dentaires, structures osseuses et tissus mous). La très grande variabilité de la morphologie individuelle rend cette tâche impossible comme l'explique Miethke (23). Cet auteur relate l'incapacité d'un de ses maîtres, scientifique reconnu, qui avait étudié 400 pièces anatomiques (crânes osseux) à Berlin avec l'analyse de Schwartz, à établir des règles susceptibles de l'aider à poser un diagnostic individualisé.

En France, Bouvet (24) nota aussi la très grande variabilité des structures faciales. Bouvet et son équipe (25-28) montrent également la grande variabilité de l'étage alvéolaire lié à son rôle adaptatif. Dans le même esprit une structure anatomique parfaitement identifiée comme l'incisive centrale supérieure peut être sous des influences différentes selon Danguy et al. (29,30).

Les variations, adaptations ou compensations naturelles observées au niveau de l'édifice dento-maxillaire sont le reflet d'une tendance naturelle à maintenir des relations occlusales normales ou acceptables, malgré les variations des relations intermaxillaires. Le but manifeste de ces adaptations est de permettre aux arcades dentaires d'entrer en contact efficace et d'être en mesure d'accomplir la fonction masticatrice. Le rôle des tissus mous ou des facteurs fonctionnels dans ces variations compensatoires est essentiel.

Pour se convaincre de l'importance des variations possibles des structures dento-faciales, il suffit d'observer l'importance des écarts-types dont sont assorties les moyennes des principales variables céphalométriques utilisées pour décrire la forme de la face et des relations dento-maxillaires.

Les modèles d'association possibles entre variables dento-alvéolaires et maxillo-faciales ont été discutés et décrits par de nombreux auteurs au rang desquels on peut citer Björk (31), Solow (32), Šmahel et Škvarilová (33,34), Casko et Shepherd (35). Ces associations peuvent être de nature topographique ou concerner des variables indépendantes. Ainsi, variables typologiques, prognathie faciale, décalage des bases maxillaires, inclinaison du plan d'occlusion ou encore variations de la position des incisives peuvent présenter un certain degré d'association dans leurs fluctuations. Mais des schémas individuels autres, inhabituels ou exceptionnels de relations dento-maxillaires peuvent également exister sans être nécessairement pathologiques, d'autant que le « normal biostatistique » appliqué à la céphalométrie n'est pas la référence la mieux appropriée pour évaluer le « normal fonctionnant ».

Il s'avère donc impossible de donner des règles qui ne souffrent pas d'exceptions pour ce qui concerne le bon positionnement des dents par rapport aux bases squelettiques dans les trois dimensions de l'espace. Il est utile de rappeler que le praticien n'est tenu par la nomenclature qu'à la correction des dysmorphoses corrigibles et que dans tous les

cas où certains aspects de la dysmorphose ne seraient pas corrigibles, des compromis individuels seront nécessairement de règle.

Face à la multitude des adaptations ou compromis possibles on ne peut énoncer les critères du bon positionnement des dents par rapport aux bases squelettiques.

IV. QUELS SONT LES FACTEURS FONCTIONNELS DE STABILITÉ DU TRAITEMENT ? (SONT COMPRIS DANS CETTE QUESTION : FONCTION LINGUALE, VENTILATION NASALE, FONCTION MASTICATOIRE, OCCLUSION LABIALE DE REPOS ET FONCTION PHONATOIRE)

Les arcades dentaires sont placées entre, côté médial, la langue et, côté latéral, une sangle musculaire constituée par les muscles des joues et des lèvres ; cette notion fut résumée par Chateau (36) sous le nom de « couloir dentaire ». Les dents sont donc en équilibre entre deux parois musculaires, « chez l'individu normal les positions d'équilibre musculaire sont les mêmes au repos et en fonction de telle façon que les dents ne subissent aucune force résultante perpendiculaire à leur axe. En cas d'anomalies musculaires de repos ou de fonction, l'équilibre musculaire n'existe plus et nous avons mesuré à l'aide de jauges d'extensiométrie des forces de 20, 30, et parfois même 40g/cm² », disent Deneuille et al. (37) ; ces auteurs en concluent que « les anomalies musculaires de déglutition et de phonation, qui ne perturbent pas les sons eux-mêmes, provoquent des troubles de la morphologie des arcades dentaires ... » puisque les musculatures linguales et labiales sont directement impliquées dans ces fonctions.

Pour Ackerman et Proffit (38), la position d'équilibre de l'arcade dentaire mandibulaire dans le couloir dentaire est maintenue avec une fluctuation maximale comprise entre 2 à 3 mm maximum dans le sens de l'expansion.

La durée cumulée de la pression de la langue lors de la déglutition est de quelques minutes par 24 heures à comparer aux 4 à 6 heures nécessaires pour initier le mouvement dentaire (39) ce qui relativise son importance. Par contre, la position de la langue au repos a une réelle influence sur l'équilibre musculaire du couloir dentaire et donc un rôle modelant sur les arcades dentaires et leur support (18). Toute habitude conduisant sur une longue période à exercer une contraction musculaire de la sangle labio-jugale et de la langue peut influencer la forme des arcades dentaires et de leur support (18,36,39,40).

Si la littérature fait une distinction entre activité musculaire linguale et labio-jugale au repos et en fonction pour des motifs diagnostiques, la rééducation ne s'intéresse qu'aux mouvements volontaires effectués par les muscles en fonction en posant pour principe que « fréquemment répétés ils deviennent automatiques », disent Deneuille et al. (37). La rééducation de la déglutition et de la phonation trouvent alors leur justification, même si un auteur comme Bonnet (41) préconise un appareil passif, « l'enveloppe linguale nocturne – ELN- pour éduquer la langue vers une motricité secondaire qui s'adapte au cadre anatomique précorrigé ».

Quoi qu'il en soit, il apparaît que les troubles articulatoires, audibles ou non, en rapport avec des malocclusions provoquent des mécanismes compensatoires pour avoir une

phonation et une déglutition aussi correctes que possible (42) et tout doit être mis en œuvre pour que leur disparition aille de pair avec le rétablissement d'une occlusion normale.

Raberin (43) dit que si on ne peut affirmer qu'il y a adaptation de la fonction au cadre anatomique ou son contraire, force est de constater qu'il semble y avoir au moins interdépendance des deux ; seule l'aptitude à évoluer plus ou moins rapidement peut permettre de statuer : à court terme, la fonction semble s'adapter au cadre anatomique et à long terme, l'anatomie suit la fonction. Quoi qu'il en soit, selon cet auteur, les points clés restent la motivation et les conditions psychoaffectives favorables du patient, l'élimination des dysmorphies sévères qui sont un préalable à la rééducation et enfin la réhabilitation ventilatoire nasale.

L'absence de ventilation nasale normale est mise en avant dans l'étiologie d'anomalies maxillo-faciales et dento-alvéolaires (44) pour des raisons didactiques ces notions furent rassemblées sous les termes de « syndrome d'insuffisance respiratoire nasale » bien que le terme syndrome soit impropre en raison de l'incapacité qu'il y a à regrouper la réalité clinique sous la forme d'une entité nosologique bien identifiée.

Si l'implication directe avec la respiration buccale dans l'étiologie du syndrome d'excès vertical de la face n'est pas démontrée scientifiquement, dit Klein (45) en 1986 dans sa revue de bibliographie, on ne peut cependant pas nier leur concomitance comme l'illustre parfaitement un cas présenté par McNamara (46) étudié sur 57 mois après pharyngoplastie. Bien qu'il relativise la portée de son étude en raison de la faiblesse de l'échantillon, cet auteur réalisa une étude randomisée sur 106 sujets âgés de 6 à 13 ans (âge moyen 9 ans), patients devant être traités orthodontiquement ; cette étude confirma les conclusions de l'étude bibliographique.

Il précise aussi que la détermination de l'origine de l'insuffisance nasale respiratoire est nécessaire pour déterminer la conduite thérapeutique, or cette détermination relève du sens clinique et non de critères strictement scientifiques ; il y a donc là un biais fondamental dans lequel tombent toutes les études sur le sujet. L'indication de l'adénoïdectomie illustre parfaitement cette position, elle relève avant tout d'une indication médicale et non purement orthodontique.

La perturbation claire de la perméabilité nasale est rare pour Caers et al. (42) qui effectuèrent une étude sur une population orthodontique (282 patients, 123 garçons et 159 filles d'âge compris entre 5 ans et 26 ans) ; dans 90 % des cas une ventilation nasale exclusive forcée par l'examineur se faisait sans aucune gêne du patient.

Cependant Deniaud et al. (47), dans les cas d'insuffisance nasale respiratoire, insistent sur l'approche multidisciplinaire nécessaire à l'optimisation des formes et fonctions de la face en particulier dans les cas d'étiologie allergique et constatent le rôle négatif de la ventilation nasale anormale dans la stabilité des résultats du traitement orthodontique. Talmant et al. (48) ont expliqué comment la ventilation influe sur la posture crânio-mandibulaire en développement au cours de la croissance.

Talmant (49) insiste sur l'importance de la ventilation buccale dans la récurrence or il est intéressant de noter que lors d'une étude statique effectuée par Charron (50) sur 1 483

patients pour rechercher des facteurs pronostiques du résultat du traitement au travers de 52 éléments diagnostiques et 7 informations thérapeutiques, seules 7 variables diagnostiques se sont avérées prédictives dont 2 paramètres concernant les tissus mous, la protrusion labiale supérieure et les amygdales.

Pour Delaire (51), les phénomènes musculaires accompagnant la perturbation de la ventilation nasale sont à l'origine d'un « ensemble dysmorphofonctionnel » au niveau des structures maxillo-faciales facilitant l'apparition ou l'aggravation des dysmorphoses.

Proffit et Fields (18) résument la situation actuelle des connaissances sur le sujet :

- les observations faites chez l'homme et l'animal montrent que l'obstruction nasale totale perturbe la croissance faciale et entraîne des malocclusions, les respirateurs buccaux sont plus nombreux dans les populations constituées par des sujets porteurs d'un excès vertical antérieur ;
- la majorité des sujets porteurs d'un excès vertical antérieur ne présentent pas d'obstruction nasale ;
- la ventilation buccale peut n'être qu'un facteur aggravant de la malocclusion en raison des postures mandibulaires et musculaires (sangle labio-jugale, langue) qu'elle induit.

V. LA CONTENTION EST-ELLE NÉCESSAIRE, INDISPENSABLE ? SI OUI, SOUS QUELLE FORME ET PENDANT COMBIEN DE TEMPS ?

Pour Joondeph (52), la contention est « le maintien des dents dans une position fonctionnelle et esthétique idéale ». Cet auteur énumère les 9 principes de base qui justifient la contention :

- une dent déplacée tend toujours à reprendre sa position initiale ;
- la suppression de l'étiogénie de la malocclusion prévient la récurrence ;
- l'hypercorrection est un facteur de sécurité ;
- une bonne occlusion est un gage de stabilité ;
- les tissus de soutien de la dent doivent pouvoir se réorganiser dans la nouvelle position dentaire ;
- le redressement des incisives inférieures garantit la stabilité de l'alignement ;
- les corrections faites en dehors d'une période de croissance sont moins sujettes à récurrence ;
- plus le déplacement est important moins la récurrence est grande ;
- la forme d'arcade ne peut que rarement être modifiée de façon pérenne, particulièrement à la mandibule.

En 1999, Le Gall, dans le rapport effectué pour le compte de la Société française d'orthopédie dento-faciale (53), énonce un certain nombre d'objectifs qui, selon lui, font l'unanimité. L'existence :

- « d'un équilibre facial pour une harmonie des structures osseuses et d'une fonction normale des tissus mous ;
- d'une relation interarcade dans les normes d'Angle, de Tweed ou d'Andrews ;
- d'une coordination parfaite de la relation centrée et de l'occlusion centrée pour un espace articulaire adéquat, une fonction asymptomatique et atraumatique... » ;

- mais tout en énonçant ces principes l'auteur poursuit en écrivant que « ... les objectifs ne sont pas toujours atteints... » et que « les compromis paraissent acceptables à l'ensemble de la profession... » mais que « des querelles persistent » quant à « la hiérarchie des compromis acceptables ».

Le Gall fait aussi la différence entre rechute et récurrence et entre vieillissement et récurrence tout en distinguant la récurrence dans l'année de contention, la récurrence hors traitement de contention immédiate et la récurrence à long terme, évoquant comme éléments de controverse la distance intercanine, la position de l'incisive mandibulaire et la possibilité d'utiliser le déplacement de la première molaire supérieure. Il ne range pas non plus dans les cas de récurrence les cas de malocclusion ayant seulement un retentissement esthétique sur lesquels une ou plusieurs dysfonctions apparaissent.

Talmant et Deniaud (54) définissent la récurrence comme la réapparition d'une affection dont le patient était guéri et la rechute comme la réapparition des symptômes du processus morbide après un premier épisode de même nature sans qu'il y ait eu guérison.

La durée de la contention est directement liée à l'évolution des structures environnant les arcades dentaires ; les fibres desmodontales se réorganisent en 3 à 4 mois, les fibres gingivales le font en 4 à 6 mois minimum ; l'enfant n'a pas terminé sa croissance, tout ceci suppose une contention de 1 an dès lors que la croissance est terminée pour Proffit et Fields. (18). Pour Bassigny (55) avec une Classe I avec DDM 1 an suffit, 2 ans avec une Classe II et jusqu'à la fin de la croissance pour une Classe III à la condition que le fonctionnement de l'enveloppe neuromusculaire soit optimisé.

Pour de nombreux auteurs la récurrence intervient toujours (21,22,49,56), et Bassigny (55) dit qu'« il faut considérer la récurrence comme un phénomène biologique par nature », reprenant en cela les principes énoncés par Philippe (57).

Si la récurrence correspond à un retour à une situation antérieure par rapport au but atteint à l'issue de la phase active du traitement, il convient toutefois d'en apprécier l'ampleur et de la comparer à l'objectif fixé (58) ; par ailleurs, en hypercorrigeant le praticien utilise la récurrence.

Cette notion devient particulièrement sensible lors de l'apparition d'un faible encombrement incisif antérieur lors de la phase terminale de croissance mandibulaire et de la maturation du système nerveux. Il apparaît maintenant (59) que les dents de sagesse n'entraînent pas la poussée mésialante qui leur fut longtemps attribuée et que la cause de la tendance à la mésialisation de l'arcade inférieure est à chercher ailleurs. La méta-analyse conduite par BeGole et Sadowsky (56) pour évaluer l'encombrement antérieur inférieur montre qu'il n'existe pas de méthode d'évaluation fiable de l'encombrement antérieur, dans ces conditions il ne peut y avoir de prévision ; le sens clinique et l'expérience des cliniciens y pallient avec des méthodes qui améliorent la stabilité à long terme, la connaissance empirique vient au secours de la technique scientifique.

La notion de place disponible évolue comme le fait remarquer Proffit (60) en relatant la pratique des extractions au cours du traitement orthodontique dans son service

hospitalo-universitaire d'orthodontie à l'université américaine de Caroline du Nord où le taux de cas traités avec 4 extractions de prémolaires était en 1953 de 10 %, 50 % en 1963 pour se stabiliser entre 35 % et 45 % au cours des années 80 pour revenir en 1993 à un niveau voisin de celui des années 50. Zachrisson (61) fait cependant remarquer que si les extractions ne sont pas un gage de stabilité l'expansion transversale antérieure ne l'est pas non plus.

Les auteurs du rapport de 1999 sur la récurrence (57) rappellent que les études de Riedel et Little à Seattle (Université de Washington, États-Unis), conduites sur des cas suivis pendant 20 ans après la fin du traitement, révélaient que des encombrements antérieurs étaient observables dans 2 cas sur 3 après 10 ans et dans 9 cas sur 10 après 20 ans, que la longueur d'arcade mandibulaire diminuait avec le temps, que la position de l'incisive mandibulaire initiale semblait la plus stable et enfin qu'une diminution du périmètre d'arcade avec une augmentation de l'encombrement mandibulaire au cours du temps était normale chez l'homme.

L'encombrement antérieur est aussi lié à la récurrence de la dimension verticale, disent Danguy et Danguy-Derot (30) et Zachrisson (61).

Pour Orthlieb et Laurent (62), la stabilité axiale des dents monocuspidées mandibulaires semble optimale lorsque les contraintes occlusales sont strictement axiales, toute déviance par rapport à cette règle serait de nature à porter atteinte à leur stabilité.

Reitan (63) et Graber et Vanarsdall (39) ont démontré que la récurrence était immédiate car liée aux conditions du remaniement osseux à l'origine du déplacement de la dent.

Edwards, lors d'études effectuées sur le chien (64), a montré qu'il y avait une réorganisation encore incomplète de la gencive attachée 5 mois après le déplacement dentaire. Ces éléments pourraient expliquer la récurrence fréquente de dents ayant subi une rotation.

La position des dents est donc le reflet d'un équilibre musculaire et fonctionnel. Or, le passage de la période de traitement à la fin de traitement se caractérise par la disparition des fortes contraintes mécaniques de l'appareil qui minimisaient les facteurs environnementaux, laissant ainsi les dents sous la totale dépendance de ces facteurs (65). Toute apparition ou persistance de dysfonction peut avoir un effet sur la stabilité du traitement ce qui conduit soit à rechercher au cours du traitement l'éradication de la (ou des) dysfonction(s), soit à la mise en place d'un dispositif de nature à en neutraliser les effets dentaires, soit à l'abstention thérapeutique et l'acceptation des conséquences de cette abstention (49).

Les facteurs fonctionnels ne doivent cependant pas occulter l'effet de la croissance des bases osseuses sur la récurrence ; la croissance est un phénomène continu qui persiste au cours de la vie même très faiblement après la période pubertaire.

Après la période pubertaire, elle se traduit plus par un remodelage de la masse osseuse que par une croissance stricto sensu ; cependant la croissance mandibulaire peut se poursuivre tardivement.

Des auteurs comme Bjork et Skieller (66), Enlow (67), Delaire et al. (68), Petrovic et al. (69) et Chateau (70) ont largement contribué à faire progresser la connaissance des structures osseuses faciales et montré comment la croissance osseuse adaptative et le remodelage pouvaient suppléer à une croissance déficiente des bases, mais cette compensation a des limites que seule la chirurgie orthognatique peut prendre en charge dans certains cas. Il apparaît aussi que si à l'échelle d'une population une modélisation de la croissance en temps et en intensité pouvait être envisagée cela s'avérerait totalement impossible non seulement au niveau de l'individu mais aussi des patients ayant un schéma de croissance déviant par rapport à la moyenne ; ces derniers cas étant précisément ceux où la récurrence est particulièrement importante.

Dans un sondage de 1999 sur la contention fait à la demande de la Société française d'orthopédie dento-faciale (49) effectué auprès des 1 610 orthodontistes membres de la Société française d'orthodontie (575 réponses) et un questionnaire individuel adressé à tous les responsables des sous-section d'ODF des facultés d'odontologie françaises et à quelques orthodontistes français et étrangers connus de tous (23 envois 17 réponses), l'examen des réponses faites au questionnaire individuel et au sondage fait apparaître pour tous la contention comme étant nécessaire et indispensable, mais selon des modalités qui diffèrent considérablement.

Lorsqu'elle est nécessaire, pour tous la contention doit être individualisée en fonction du patient et de la dysmorphose.

Pour les praticiens ayant répondu aux questionnaires individualisés, le concept de contention à vie semble de plus en plus prégnant, mais tout en restant controversé ; il semble nécessaire de citer ici la réponse faite par P. Planché à la question « que pensez-vous du concept de contention à vie ? » : « Le concept de la contention à vie est lié aux exigences de la société qui transparaissent à travers les exigences du patient : on rejoint ici une approche philosophique. Accepter une contention à vie, c'est en quelque sorte vendre son âme au diable pour conserver ses dents de 20 ans en empêchant des ans l'irréparable outrage ... ». Un consensus semble cependant se dégager pour justifier son utilisation chez « l'adulte mûr », pour reprendre la réponse de P. Canal, et éviter son utilisation chez le jeune dont les dents sont amenées à se déplacer au cours de sa croissance et de son développement. Pour tous ces praticiens la récurrence est une constante à laquelle il faut se plier. Le taux de récurrences est très variable et le plus souvent élevé. À la question « quelle doit être la durée de la contention ? » un minimum de 1 an semble s'avérer nécessaire pour les cas simples. La contention devrait le plus souvent durer jusqu'à la fin de la croissance. La prise en compte de l'évolutivité du complexe dento-alvéolaire rend les praticiens très prudents dans leur réponse.

À titre indicatif la réponse au sondage ne fait pas apparaître un type d'appareil de contention prédominant mais pour une majorité de praticiens la durée de contention est de 1 an (276 réponses) même si pour de nombreux orthodontistes elle doit être maintenue jusqu'à la fin de la croissance (210 réponses) voire à vie (183 réponses) essentiellement chez les adultes (125 réponses).

VI. QUELLES SONT LES COMPLICATIONS DU TRAITEMENT SUSCEPTIBLES D'EMPÊCHER SON ABOUTISSEMENT ?

Tout traitement orthodontique comporte un risque pour le patient car le risque zéro n'existe pas (71). Lorsque s'engage le contrat de soins, le patient doit être informé sur les risques thérapeutiques et le praticien reçoit alors le consentement éclairé du patient. Ce contrat de soins (72) implique pour le praticien une obligation de moyens en matière de soins et une obligation de résultats en matière de sécurité tenant tant à la conception de l'appareil qu'à ses conditions d'utilisation (Cour de cassation du 22/11/1994). Il faut aussi signaler que la loi du 4 mars 2002 (73) oblige le praticien à communiquer au patient les informations contenues dans son dossier médical (74).

Le risque thérapeutique, parfois impossible à détecter en cours de traitement, peut prendre diverses formes :

- état précaireux, caries ;
- rhizalyses ;
- allergie ou intolérance aux produits orthodontiques ;
- atteintes parodontales.

Les allergies les plus fréquentes s'observent avec le nickel présent dans le matériel orthodontique métallique, mais peu d'études ont été faites sur la biocompatibilité des matériaux orthodontiques. Si ces études montrent un comportement biologique satisfaisant de ces matériaux la connaissance sur ce sujet reste limitée (75).

Mais l'énoncé de ces risques potentiels ne doit pas occulter la responsabilité directe du patient comme une hygiène ou une coopération déficientes, une anomalie parodontale ou dentaire, une pathologie régionale et générale, toutes choses étant ou non préexistantes au traitement ; le rôle du praticien est de savoir évaluer ces paramètres, sachant que la durée du traitement est directement liée à la coopération du patient (76,77) et au charisme de l'équipe soignante (78).

La relation entre traitement orthodontique et dysfonction crânio-mandibulaire (DCM) a été longtemps discutée.

Les DCM peuvent s'observer chez l'enfant (79) bien que leur prévalence augmente nettement avec l'âge et que l'existence d'une symptomatologie ne signifie pas pathologie. L'étiologie multifactorielle des DCM (79) explique l'instabilité de leur traitement pour Carano et al. (80) après avoir réalisé une étude clinique effectuée sur 52 patients.

En 1987, Dibbets et van der Weele (81) montrent l'absence de lien entre DCM et orthodontie sur une population de 135 patients traités dans un service d'orthodontie universitaire hollandais suivis pendant 10 ans après arrêt du traitement.

McNamara et al. (82,83) effectuèrent une revue systématique de la littérature sur la relation pouvant exister entre le traitement orthodontique (avec ou sans extractions) et l'apparition des DCM ; ces auteurs constatent que le traitement n'a aucune influence démontrée sur la survenue des DCM, un résultat occlusal incomplet (ne répondant pas à

des critères occlusaux idéaux) ne provoque pas de DCM et lorsque des signes de DCM existent un traitement simple en vient à bout chez la plupart des patients.

En 2002, Kim et al. (84) réalisent une méta-analyse sur le même sujet : sur 960 articles seuls 31 rentrent dans le champ de l'étude, l'absence de règles méthodologiques, de classification largement admises, fait apparaître que toute conclusion scientifiquement admissible est impossible.

En 2003, l'étude d'Egermark et al. (85) effectuée sur un échantillon randomisé de 402 enfants entre 7 et 15 ans dont 320 sujets furent réexaminés 20 ans plus tard ne fait apparaître aucune différence d'apparition de signes de DCM entre sujets traités et non traités mais les sujets porteurs de malocclusion présentent plus souvent des symptômes de DCM que les sujets à l'occlusion parfaite.

Si l'orthodontie contribue au maintien d'un environnement propice à la conservation d'un parodonte sain (86), la présence des dispositifs orthodontiques complique le maintien d'une bonne hygiène bucco-dentaire et implique une attention accrue du patient, dans le cas contraire une perte d'attache marginale et d'os alvéolaire est à craindre (87). Le traitement orthodontique peut aussi entraîner un risque pour le parodonte (88) : le meulage interproximal augmente le risque de proximités radiculaires, la fermeture de sites d'extraction peut s'accompagner de l'apparition de fentes gingivales à l'origine de récurrence (81), une déhiscence osseuse peut apparaître et provoquer une déhiscence gingivale, enfin la résorption radiculaire (rhizalyse) reste un des risques majeurs dans ce cas.

Les leucomes précarieux ou les caries sont liés à la présence de plaque dentaire et à un contrôle insuffisant de l'hygiène bucco-dentaire et non directement au traitement orthodontique.

VI.1. La rhizalyse orthodontique

La rhizalyse est « la résorption physiologique ou pathologique d'une racine dentaire » (dictionnaire médical Garnier Delamare 1989).

La rhizalyse ne peut progresser qu'à partir d'une zone cellulaire et irriguée, où les échanges cellulaires et vasculaires sont possibles. Le ciment qui recouvre la racine est une zone cellulaire dans sa portion superficielle et fait partie du cycle du calcium. À ce titre on observe à son niveau un turn-over physiologique d'apposition/résorption. Les phénomènes de cémentolyse sont difficilement décelables cliniquement ou radiologiquement mais s'observent à l'examen microscopique (89-91). Lorsque la cémentolyse atteint des proportions exagérées, elle précède la lyse dentinaire. La lyse dentinaire est irréversible car la dentine ne fait pas partie du cycle du calcium : il peut y avoir cicatrisation cémentaire mais il ne peut y avoir réparation des lésions dentinaires propres. La résorption des dents permanentes avec résorption dentinaire est toujours pathologique. Les mécanismes qui aboutissent à la résorption radiculaire sont de même nature que ceux qui sont responsables de la résorption osseuse. Le seuil d'initiation ou de manifestation du phénomène est alors variable, selon les conditions locales, la nature du tissu concerné et les facteurs spécifiques de résistance aux agents responsables de la résorption des tissus minéralisés qui sont associés à ce tissu.

La résorption radiculaire met en jeu les mécanismes de l'inflammation, des facteurs systémiques, ainsi que de nombreux médiateurs de l'activité cellulaire tels que neurotransmetteurs, facteurs de croissance, prostaglandines et autres cytokines, etc.

En pratique tous les traitements d'orthodontie sur dents matures s'accompagnent d'une certaine « quantité » de rhizalyse. Cet événement prévu et en général cliniquement insignifiant affecte davantage les incisives maxillaires que les autres dents.

En termes de biostatistiques, la résorption moyenne au niveau des incisives supérieures lors d'un traitement orthodontique varie, selon les auteurs, de 1 à 2 mm, avec un écart-type de 0,8 à 1,5 (92-100). Ainsi, à titre d'exemple et selon les standards de soins actuels, une réduction de 4 mm de la longueur radiculaire d'une incisive lors d'un traitement peut encore être considérée comme inscrite dans l'enveloppe du normal.

On peut distinguer deux groupes de facteurs pouvant affecter les phénomènes de rhizalyse orthodontique : les facteurs locaux et propres au traitement ainsi que les facteurs liés à l'hôte.

VI.2. Les facteurs locaux et propres au traitement

Le rôle exact des différents facteurs liés au traitement fait encore l'objet de débats et de discussions. Les revues récentes sur ce thème (97,101-109) confirment les difficultés de prévoir la quantité de résorption radiculaire qui risque d'accompagner un traitement orthodontique.

Pour l'essentiel on retiendra que la rhizalyse peut apparaître indépendamment du type de force utilisé ou du type de mouvement dentaire. Le facteur temps fait l'objet de controverses tandis que la quantité de déplacement apical semble davantage corrélée à la résorption. La résorption serait plus sévère lorsque la dent est déplacée dans un os dense (cortical) ; des périodes de « repos orthodontique » peuvent être profitables à l'intégrité radiculaire, le ciment cicatriciel néoformé serait plus résistant à la résorption. Les dents immatures sont moins sensibles à la rhizalyse que les dents adultes. Les dents ayant subi un traitement endodontique résistent mieux que les dents vivantes. Les dents avec un passé traumatique sont davantage sujettes à la résorption radiculaire orthodontique tout comme les dents aux racines courtes, en pipette ou d'aspect mousse. Le stress intermittent sur les cellules ligamentaires entretenu par l'éventuelle persistance de dysfonctions oro-faciales a été cité comme un facteur pouvant aggraver le risque de rhizalyse orthodontique. Le phénomène de rhizalyse est détectable dès les 9 premiers mois du traitement et une surveillance radiologique régulière de l'intégrité des incisives est recommandée. La rhizalyse s'arrête après la disparition du stress ligamentaire et la résorption du tissu hyalin.

VI.3. Les facteurs liés à l'hôte

La rhizalyse se manifeste dans les deux sexes et aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant.

Des arguments en faveur d'une susceptibilité génétique à la rhizalyse ont récemment été mis en évidence (110,111). D'autre part certains individus peuvent présenter, en l'absence de tout traitement orthodontique, des signes inhabituels de résorption radiculaire. Chez ces patients particuliers il est probable qu'une rhizalyse considérable

apparaisse avec un traitement (112). Certains dérèglements systémiques, affectant notamment le système immunitaire, seraient de nature à interférer avec l'apparition de rhizalyses pathologiques (113-117). Enfin, la présence de signes d'instabilité de développement des dentures ou de déficiences constitutionnelles telles que des altérations de la formule dentaire, des dents incluses, des éruptions atypiques, des dents malformées, peut être associée à des rhizalyses orthodontiques d'amplitude inattendue (118,119).

Il ressort des multiples études réalisées sur ce sujet que les mécanismes précis qui contrôlent et régulent la résorption radiculaire orthodontique sont encore mal connus et qu'il existe une très grande variabilité interindividuelle à la susceptibilité à ce phénomène. Les observations contradictoires ne sont pas rares. Comme continuent de le préciser les revues les plus récentes (97,104,105,108,109), dans le contexte des connaissances actuelles sur les causes de la rhizalyse orthodontique, il est difficile de définir un concept de prévention pour éliminer le phénomène. Chez tout patient un diagnostic précis de l'intégrité radiculaire avant, pendant et après le traitement est souhaitable pour évaluer l'éventuel effet inattendu du traitement sur les racines et adapter une stratégie orthodontique appropriée dans les cas où se manifesterait une résorption inattendue et excessive de certaines racines dentaires.

Lors d'un traitement orthodontique, une altération imprévue de l'intégrité des racines dentaires, fragilisant les dents, peut avoir un effet préjudiciable sur leur pronostic de maintien sur les arcades. Une réduction anormale et excessive des racines dentaires avec le traitement peut amener à réévaluer les objectifs de ce traitement afin d'éviter que la réduction radiculaire n'atteigne des proportions potentiellement dangereuses pour l'avenir des dents. La recherche d'un compromis est alors de règle et pourra nécessiter une interruption de la thérapeutique avant que les objectifs prévisionnels du traitement ne soient atteints.

ANNEXE. LES PRINCIPAUX CONCEPTS DE L'OCCLUSION ORTHODONTIQUE

Le concept d'ANGLE (120)

Angle au début du XX^e siècle définit la normalité (Classe 1 d'Angle) par le contact entre la cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire supérieure avec le sillon situé entre les cuspidés mésio-vestibulaire et centro-vestibulaire de la première molaire inférieure. Ainsi, la première molaire mandibulaire est placée une 1/2 cuspide en avant par rapport à la première molaire maxillaire. Par extension on définit la Classe 1 canine comme étant marquée par la position de la pointe cuspidienne canine maxillaire dans l'embrasure entre canine et première prémolaire maxillaire.

L'occlusion de TWEED (39,121)

L'occlusion de fin de traitement selon Tweed est une occlusion thérapeutique. Elle est caractérisée par une hypercorrection qui n'est pas une occlusion idéale. Elle est considérée comme une étape de traitement précédant une occlusion équilibrée s'établissant naturellement et sans contrainte.

L'occlusion selon Tweed est censée replacer la denture dans le complexe squeletto-musculaire comme prévu lors de l'établissement du plan de traitement, la définition du plan de traitement doit respecter le principe du triangle facial de Tweed (basé sur l'analyse céphalométrique) et le calcul de la dysharmonie dento-maxillaire. Cette occlusion est recherchée quelle que soit la pathologie initiale.

L'occlusion de Tweed implique :

- un repositionnement de l'incisive inférieure ;
- un contrôle de la dimension verticale au cours du traitement ;
- une stabilité de l'angle formé par le plan d'occlusion défini par Downs et le plan de Frankfort, le respect de la relation centrée.

Sagittalement :

- la clé de l'occlusion de Tweed est la 2^e prémolaire supérieure, la pointe de la cuspide vestibulaire de la prémolaire supérieure est située en face du contact interproximal prémolo-molaire inférieur, ou dans une position un peu plus distale si l'hypercorrection l'exige, les contacts occlusaux se situent dans cette zone moyenne de la denture ;
- la canine maxillaire présente un contact avec son antagoniste moins marqué tout en prenant en charge les mouvements de latéralité, les premières molaires le sont par leur partie mésiale avec un contact minimal ;
- les canines sont en Classe I et les molaires distoversées, les 2^{es} molaires sont en inoclusion en position préfonctionnelle, comme au cours de leur évolution sur l'arcade, les canines prennent en charge les mouvements de latéralité ;
- le plan d'occlusion mandibulaire est plat, le plan d'occlusion supérieur présente une courbure à concavité supérieure exagérée ;
- dans la zone antérieure l'hypercorrection entraîne une légère diminution de la supraclusion ;
- les diamètres transversaux intercanins et intermolaires sont conservés au cours du traitement, l'inclinaison vestibulo-linguale (torque) des dents cuspidées est normale.

L'occlusion de RICKETTS (122) :

- en vue occlusale les molaires supérieures sont orientées de telle manière que les cuspides disto-vestibulaire et mésio-palatine soient alignées avec le versant distal de la canine controlatérale ;
- les canines supérieures sont légèrement linguoversées et les inférieures vestibuloversées ;
- le versant mésial de la cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire inférieure et le versant distal de la cuspide vestibulaire de la deuxième prémolaire supérieure entrent en contact, ce qui suppose une légère distorsion de la molaire supérieure qui positionne la pointe de la cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire supérieure légèrement distale par rapport au sillon de la première molaire mandibulaire ;
- la position et l'orientation de l'incisive inférieure sont déterminées par rapport à une ligne céphalométrique (A-pogonion) tracée entre deux points antérieurs maxillaire (A) et mandibulaire (pogonion).

L'occlusion selon ANDREWS (123)

Andrews a posé pour principe six clés définissant la bonne occlusion après avoir sélectionné, d'une part, 120 moulages de dentures adultes ne nécessitant pas selon lui de traitement orthodontique et, d'autre part, 1 150 moulages réalisés après traitement orthodontique présentés lors de congrès par des spécialistes reconnus. Après l'observation des premiers modèles, il détermina les paramètres indispensables à l'obtention d'une bonne occlusion et constata que l'absence de l'une de ces six clés entraînait une finition incomplète du cas concerné.

CLÉ 1 - Relation molaire

La surface distale de la cuspide disto-vestibulaire de la première molaire supérieure est en rapport avec la surface mésiale de la cuspide mésio-vestibulaire de la deuxième molaire inférieure. Ceci entraîne une distorsion radiculaire de la première molaire supérieure et une position légèrement plus reculée de cette dent que dans la Classe I.

CLÉ- 2 - Angulation des couronnes dentaires dans le sens mésio-distal

Lorsque l'on trace le grand axe vertical des faces corono-vestibulaires de chaque dent, la portion gingivale de cet axe est plus distale que la portion occlusale.

Les couronnes de toutes les dents présentent une mésio-version plus ou moins marquée. Cette version impose une place disponible sur l'arcade dentaire qui influe sur la place disponible pour les incisives dépendant de l'importance des courbures artistiques antérieures (courbures de deuxième ordre).

CLÉ - 3 - L'inclinaison vestibulo-linguale des dents

La dent est orientée par Andrews selon un axe tangent à la face vestibulaire de la dent passant par un point (point -LA-) figurant le centre de cette face (axe et point -LA- permettent aussi le positionnement du boîtier orthodontique). Son inclinaison est déterminée par rapport à une droite perpendiculaire au plan d'occlusion.

Au niveau des incisives supérieures, plus le torque corono-vestibulaire est grand, plus les points de contact sont en position antérieure et la ligne passant par les points de contact de ces dents a une situation antéropostérieure qui dépend de leur inclinaison.

Les incisives inférieures ne présentent pas de torque.

De la canine à la seconde molaire supérieure, on observe un torque corono-lingual, plus marqué au niveau des premières et secondes molaires.

De la canine à la seconde molaire inférieure le torque corono-lingual augmente progressivement.

Il convient de noter qu'Andrews, tout en ne donnant aucune norme précise d'angulation, explique là comment une erreur d'angulation peut être prise pour une dysharmonie dento-dentaire.

CLÉ - 4 - Absence de rotation

L'encombrement mésio-distal de la dent cuspidée est augmenté par sa rotation, ceci entraîne un trouble occlusal.

CLÉ - 5 - Absence de diastème

Les points de contact doivent être serrés, une dent atypique impose un réaménagement coronaire prothétique et dans ce cas l'orthodontiste n'a pas à fermer systématiquement les diastèmes aux dépens d'une bonne occlusion.

CLÉ - 6 - Courbe de compensation absente ou faible

Le plan d'occlusion est plat ou présente une légère courbe de compensation sagittale (courbe de SPEE).

L'occlusion selon SLAVICEK (10)

Slavicek décrit l'articulation dento-dentaire en relation avec l'articulation temporo-mandibulaire en observant la position des dents sur chaque arcade et dans leur environnement.

L'organisation dentaire mandibulaire

Les incisives, la canine et la première prémolaire inférieure sont situées approximativement, en vue occlusale, sur un cercle dont le centre se trouve sur une droite joignant les points de contact mésiaux des premières molaires inférieures, leurs axes longitudinaux convergent vers le bas et vers l'arrière.

Indépendamment de la relation squelettique individuelle, le bord incisif inférieur est naturellement situé un peu en avant du plan de Ricketts A-pog.

Il existe une inclinaison corono-vestibulaire du groupe incisivo-canin inférieur qui découle de la cinématique mandibulaire pour permettre à l'arcade mandibulaire de glisser par rapport à l'arcade maxillaire, de façon non traumatique en propulsion ou en latéralité.

La seconde prémolaire est le point de transition vers la zone de contrainte de l'appareil masticateur.

Il existe trois courbes de compensation au niveau des dents mandibulaires, une positive dans la région antérieure, une négative dans la région molaire, une neutre dans la région intermédiaire.

Au cours de l'éruption, la position des premières molaires est déterminante ; sa cuspide centrale est un support de force et une clé de l'articulation avec la fosse médiane supérieure. Dans sa conformation, la première molaire inférieure porte l'empreinte de sa fonction et semble faite pour la Classe I.

Les incisives inférieures présentent une inclinaison corono-vestibulaire, l'axe de la canine inférieure est également incliné positivement d'environ 10° par rapport à un plan perpendiculaire au plan d'occlusion, sa pointe cuspidienne étant située dans la région du cercle antérieur.

La première prémolaire inférieure a une inclinaison qui est encore positive et peut être considérée fonctionnellement comme une seconde canine.

La deuxième prémolaire a un axe vertical, elle se situe dans une région de transition vers la zone de pression et de contrainte. La courbe de Spee s'infléchit, devenant concave. La courbe de Wilson est neutre, voire légèrement positive.

Au niveau de la première molaire, la courbe de Spee est à concavité supérieure de même que la courbe de Wilson. Les axes convergent vers le haut et vers le milieu. C'est la zone de pression par excellence où la transmission des forces se fait axialement vers la voûte palatine.

L'organisation dentaire maxillaire

Lorsque les relations squelettiques sont normales, les dents antéro-supérieures s'orientent par rapport au bord libre des incisives inférieures, angulation et positionnement sont déterminés par des facteurs dynamiques.

Dans des conditions normales, il existe un espace libre entre la face vestibulaire inférieure et la face linguale supérieure, permettant une fonction libre. Cet espace libre est appelé angle d'ouverture intracronaire. Il diminue ou disparaît entièrement lorsque les groupes antérieurs sont trop verticalisés, entraînant ainsi une situation traumatogène. L'angle d'ouverture intracronaire garantit une fonction antérieure atraumatique.

Les deux prémolaires représentent une partie importante de l'architecture du maxillaire, en contribuant par leur position axiale et leur rotation à l'harmonie de l'arcade. Les lignes passant par les cuspides vestibulaires et linguales des première et des deuxième prémolaires passent par la cuspide disto-vestibulaire de la molaire du côté opposé, lorsqu'elle est correctement placée.

Seule une arcade comportant toutes ses prémolaires peut présenter une architecture convenable. D'où le fait de poser l'indication des extractions des prémolaires avec soin et circonspection.

La première molaire supérieure occupe une place clé dans l'occlusion : les deux cuspides vestibulaires délimitent avec la cuspide mésio-linguale une fosse médiane, dans laquelle va se placer, en occlusion de Classe I, la cuspide centrale vestibulaire de la première molaire inférieure.

La deuxième molaire supérieure continue la forme de l'arcade, dans de nombreux cas, elle ne présente qu'une cuspide palatine valable, qui est visible en vue latérale, entre les cuspides vestibulaires.

Les règles

La fonction occlusale est optimale en Classe I et en occlusion 1 dent sur 2 dents.

Les incisives inférieures représentent une position clé stable.

Les bords libres du groupe incisif inférieur sont positionnés légèrement en avant du plan A-pog.

L'orientation du groupe incisif inférieur est satisfaisante du double point de vue fonctionnel et mécanique lorsqu'elle s'intègre au mouvement de la mandibule autour de l'axe charnière.

L'orientation du groupe incisif inférieur et des procès alvéolaires compense les dysharmonies squelettiques.

Le segment antéro-inférieur, compris entre la première prémolaire droite et la première prémolaire gauche, présente obligatoirement une inclinaison positive par rapport à un axe perpendiculaire au plan occlusal.

En vue occlusale, les bords incisifs inférieurs ainsi que les pointes cuspidiennes vestibulaires des secteurs latéraux sont situés sur un arc de cercle dont le centre est le milieu de la distance comprise entre les points de contact mésiaux des premières molaires.

Les secondes prémolaires inférieures sont verticales.

En vue frontale, le groupe antéro-inférieur s'inscrit sur une courbe de compensation à convexité supérieure.

Dans le sens sagittal, le segment prémolaire ne présente aucune courbe de compensation.

Les molaires inférieures présentent individuellement une courbe de compensation sagittale à concavité supérieure.

À partir de la seconde prémolaire inférieure, on peut observer une courbe de compensation (Wilson) concave vers le haut. Pour la première prémolaire inférieure, il ne faut pas prendre en considération la cuspide linguale, puisque la dent est presque toujours caniniforme.

En occlusion centrée « passive », la disposition des dents antéro-supérieures correspond à celle de l'arc antéro-inférieur.

Pour être fonctionnel, l'arc antéro-inférieur doit être situé dans la partie basse de la concavité linguale.

Les bords libres des incisives supérieures sont placés entre 4 et 6 mm, en avant du plan A-pog.

L'inclinaison des incisives supérieures présente une grande variation. Elle dépend, d'une part, des différences morphologiques et, d'autre part, des adaptations aux divergences squelettiques.

Il y a une corrélation significative entre l'inclinaison des faces linguales et la pente condylienne.

Assimilée à une droite, la pente des faces linguales est environ de 10° plus forte que la pente condylienne.

L'inclinaison de la canine supérieure est nettement positive.

La surface guide de la canine supérieure est peu concave ; l'angle qu'elle forme avec l'axe de la dent est de 48°. Les variations sont moins importantes qu'au niveau du groupe incisif.

L'axe de la première prémolaire supérieure est légèrement positif. L'inclinaison de sa surface guide vestibulaire est environ de 8° plus faible que celle de la canine.

En occlusion centrée les points d'appui des cuspidés mandibulaires sur les prémolaires supérieures se situent au niveau des crêtes marginales.

À partir de la deuxième prémolaire, la courbe de Wilson s'accroît légèrement.

La courbe de Wilson de l'arcade supérieure doit être appréciée au niveau des contacts cuspidiens transversaux. Elle se modifie de manière continue, de l'avant vers l'arrière.

La courbe de Spee doit être considérée comme une courbe composite avec, au maxillaire, un tracé en vue vestibulaire, une courbe tracée par les cuspidés dites « passives », et un tracé relatif aux cuspidés dites « actives ». Ces trois courbes ont un caractère différent.

La rotation des prémolaires : ces dents sont installées de telle sorte que le prolongement de leur axe cuspidien coupe l'angle vestibulo-distal de la première molaire du côté opposé.

La crête transverse et la cuspide mésio-linguale de la première molaire sont situées sur la ligne de fuite des prémolaires du côté opposé.

Les arcades dentaires sont divisées en trois secteurs, l'arc de cercle antérieur, le secteur prémolaire, le secteur molaire.

La courbe de Spee et la courbe de Wilson s'accroissent légèrement au niveau de la deuxième et de la troisième molaire. Ceci est surtout en rapport avec l'anatomie de ces dents.

Les fonctions dynamiques, telles que la phonation et la mastication, devraient pouvoir s'effectuer sans interférence occlusale, antérieure ou latérale. L'angle d'ouverture intracoronaire doit garantir un espace fonctionnel suffisant.

Les mouvements de proglissement devraient être guidés dans la région antérieure et ce, dès les premières prémolaires mandibulaires vers les canines maxillaires.

Lors des mouvements de latéralité, il ne devrait y avoir de contacts que du côté travaillant à secteurs molaires exclus. Il n'y a pas d'opposition entre guide canin et fonction de groupe, du côté travaillant.

Lors des mouvements de latéralité et de protrusion les contacts et les précontacts guides doivent être évités du côté balançant.

RÉFÉRENCES

1. Monnier J, Deschamps JP, Fabry J, Manciaux M, Raimbault AM. Santé publique : santé de la communauté. Villeurbanne: Simep; 1980.
2. Clark JR, Evans RD. Functional occlusion. I. A review. *J Orthod* 2001;28(1):76-81.
3. Ash MM, Ramfjord SP. Manuel d'occlusion pratique. Paris: Masson; 1984.
4. Dawson PE. Les problèmes de l'occlusion clinique. Évaluation, diagnostic et traitement. Paris: Éditions CdP; 1992.
5. Marguelles-Bonnet R, Yung JP. Pratique de l'analyse occlusale et de l'équilibration. Paris: CdP; 1984.
6. Gola R, Chossegros C, Orthlieb JD. Syndrome Algo-Dysfonctionnel de l'Appareil Manducateur (SADAM). Paris: Masson; 1992.
7. Anderson JR, Myers GE. Nature of contacts in centric occlusion in 32 adults. *J Dent Res* 1971;50(1):7-13.
8. Woda A. Abrégé de physiologie oro-faciale. Paris: Masson; 1983.
9. Gibbs CH, Lundeen HC. Jaw movements and forces during chewing and swallowing and their clinical significance. In: Lundeen HC, Gibbs CH, ed. *Advances in occlusion*. Boston: John Wright PSG Inc; 1982. p. 2-32.
10. Slavicek R. Les principes de l'occlusion. *Rev Orthop Dento-Faciale* 1983;17:449-90.
11. Philippe J, Loreille JP. Analyse céphalométrique simplifiée. *Encycl Méd Chir Odontologie-Stomatologie* 2000;23-455-D-10.
12. Moore RN. Principles of dentofacial orthopedics. *Semin Orthod* 1997;3(4):212-21.
13. Kokich V. What's new in dentistry. *Angle Orthod* 2001;71(6):423-4.
14. Kokich V. What's new in dentistry. *Angle Orthod* 2002;72(3):189-90.
15. Davies SJ, Gray RMJ, Sandler PJ, O'Brien KD. Orthodontics and occlusion. *Br Dent J* 2001;191(10):539-49.
16. Sarver DM, Proffit WR, Ackerman JL. Diagnosis and treatment planning in orthodontics. In: *Orthodontics. Current principles and techniques*. Saint Louis: Mosby; 2000. p. 3-115.
17. Proffit WR, Fields HW. *Contemporary orthodontics*. Saint Louis: Mosby; 1986.
18. Proffit WR, Fields HW. *Contemporary orthodontics*. Saint Louis: Mosby; 2000.
19. Ingervall B. Functionally optimal occlusion: the goal of orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1976;70(1):81-90.
20. Deblock L, Petitpas L. Thérapeutique orthodontique et stabilité articulaire. Luxations discales et trajets mandibulaires. Part.1. *Orthod Fr* 2000;71(3):207-13.
21. Spahl TJ. The 10 great laws of orthodontics. Part II. Laws VI-X. *Funct Orthod* 1996;13(1):5-19.
22. Spahl TJ. The 10 great laws of orthodontics. Part I. Laws I-V. *Funct Orthod* 1995;12(4):14-26.
23. Miethke RR. Possibilities and limitations of various cephalometric variables and analyses. In: Athanasiou AE, ed. *Orthodontic cephalometry*. London: Mosby-Wolfe; 1995. p. 63-103.
24. Bouvet JM. Variation des rapports anatomiques des maxillaires. Différentes formes et leur fréquence. *Rev Stomatol* 1973;74(7):525-31.
25. Bouvet JM. Le mouvement des incisives pendant la seconde dentition. *Rev Stomatol* 1972;73(8):613-9.
26. Bouvet JM. Évolution des inclinaisons compensatrices des procès alvéolaires. *Rev Stomatol* 1978;79(6):443-50.
27. Coutand A, Bouvet JM. Pathogénie des modifications tardives spontanées des arcades dentaires. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1984;85(4):273-5.
28. Lozé F, Coutand A, Bouvet JM. Étude statistique de l'inclinaison des procès alvéolaires. Analyse des téléradiographies de la tête en incidences sagittale et verticale de 1 600 enfants adressés à une consultation spécialisée d'orthopédie dento-faciale. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1981;82(6):325-32.
29. Danguy M, Danguy-Derot C, Doual JM. Contribution à la détermination de la situation verticale

- de l'incisive centrale supérieure. *Orthod Fr* 1994;65(2):287-92.
30. Danguy M, Danguy-Derot C. À propos d'une analyse céphalométrique architecturale orthodontique. *Orthod Fr* 2002;73(4):363-73.
31. Björk A. Cranial base development. *Am J Orthod* 1955;41:198-225.
32. Solow B. The pattern of craniofacial associations. *Acta Odontol Scand* 1966;24 Suppl 46:1-174.
33. Šmahel Z, Škvarilová B. Roentgencephalometric study of cranial interrelations. *J Craniofac Genet Dev Biol* 1988;8(4):303-18.
34. Šmahel Z, Škvarilová B. Multiple correlations between craniofacial characteristics: an x-ray study. *Am J Phys Anthropol* 1988;77(2):221-9.
35. Casko JS, Shepherd WB. Dental and skeletal variation within the range of normal. *Angle Orthod* 1984;54(1):5-17.
36. Chateau M. Orthopédie Dento-Faciale. Tome 1. Bases scientifiques : croissance, embryologie, histologie, occlusion, physiologie. Paris: Éditions CdP; 1993.
37. Deneuve O, Ameisen-Costa E, Rolland ML. Phonation et orthodontie. *Encycl Méd Chir Stomatologie-Odontologie* 1995;22-009-B-10.
38. Ackerman JL, Proffit WR. Soft tissue limitations in orthodontics: treatment planning guidelines. *Angle Orthod* 1997;67(5):327-36.
39. Graber TM, Vanarsdall RL. Orthodontics. Current principles and techniques. Saint Louis: Mosby; 2000.
40. Raberin M. Incidences cliniques des postures de la zone orolabiale. *Encycl Méd Chir Odontologie* 1997;23-474-B-10.
41. Bonnet B. Un appareil de reposturation : l'Enveloppe Linguale Nocturne (E.L.N.). *Rev Orthop Dento-Faciale* 1992;26:329-47.
42. Caers G, Baudinet V, Walgraeve A. Otorhinolaryngologie et orthopédie maxillo-faciale. *Acta Stomatol Belg* 1993;90(1):5-36.
43. Raberin M. Traitement en denture mixte et équilibre musculaire. Conclusion. *Orthod Fr* 2001;72(1-2):195-8.
44. Doual JM, Doual-Bissier A, Brulin-Sauvage F. Ventilation nasale : bases anatomophysiologiques. *Encycl Méd Chir Odontologie* 1995;23-474-C-10.
45. Klein JC. Nasal respiratory function and craniofacial growth. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1986;112(8):843-9.
46. McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod* 1981;51(4):269-300.
47. Deniaud J, Dubreil Y, Talmant J, Nivet MH, Mounsi B. À propos des allergies respiratoires en orthopédie dento-faciale. *Rev Orthop Dento-Faciale* 2002;36:223-47.
48. Talmant J, Rouvre M, Thibult JL, Turpin P. Contribution à l'étude des rapports de la ventilation avec la morphogénèse crânio-faciale. Dédutions thérapeutiques concernant l'O.D.F. *Orthod Fr* 1982;53(1):1-266.
49. Reflet national de la notion de contention. *Orthod Fr* 1999;70(1):151-96.
50. Charron C. Recherche de facteurs pronostiques du résultat de traitement au travers des éléments diagnostiques et thérapeutiques. *Orthod Fr* 1991;62 Pt 2:535-48.
51. Delaire J. Un exemple de chirurgie physiologique : la réhabilitation "primaire" du prémaxillaire dans les fentes labio-maxillaires. *Rev Orthop Dento-Faciale* 1991;25(4):453-75.
52. Joondeph DR. Retention and relapse. In: Orthodontics. Current principles and techniques. Saint Louis: Mosby; 2000. p. 985-1012.
53. Le Gall M. De la récurrence. *Orthod Fr* 1999;70(1):1-129.
54. Talmant J, Deniaud J. Ventilation nasale et récurrence. *Orthod Fr* 2000;71(2):127-41.
55. Bassigny F. Manuel d'orthopédie dento-faciale. Paris: Masson; 1991.
56. BeGole EA, Sadowsky C. Methodologies for evaluating long-term stability of dental relationships after orthodontic treatment. *Semin Orthod* 1999;5(3):142-50.
57. Philippe J. 50 ans de récurrence. *Orthod Fr* 2000;71(2):87-93.
58. Kalia S, Melsen B. Interdisciplinary approaches to adult orthodontic care. *J Orthod* 2001;28(3):191-6.
59. Samspon WJ. Current controversies in late incisor crowding. *Ann Acad Med Singapore* 1995;24(1):129-37.

60. Proffit WR. Forty-year review of extraction frequencies at a university orthodontic clinic. *Angle Orthod* 1994;64(6):407-14.
61. Zachrisson BU. L'excellence en orthodontie. *Orthod Fr* 2000;71(4):317-24.
62. Orthlieb JD, Laurent M. Influence de l'inclinaison sagittale des dents mandibulaires et de l'orientation du plan d'occlusion sur la dérive mésiale des arcades. *Orthod Fr* 2000;71(4):287-94.
63. Reitan K. Principles of retention and avoidance of posttreatment relapse. *Am J Orthod* 1969;55(6):776-90.
64. Edwards JG. A study of the periodontium during orthodontic rotation of teeth. *Am J Orthod* 1968;54(6):441-61.
65. Huet AP. Élastomères et positionneurs "élastodontie". *J Edgewise* 1998;37:69-90.
66. Bjork A, Skieller V. La croissance du maxillaire dans les trois dimensions, comme le révèle radiographiquement la méthode des implants. *Rev Orthop Dento-Faciale* 1984;18:281-98.
67. Enlow DH. Facial growth. 3^d ed. Philadelphia: Saunders; 1990.
68. Delaire J, le Diascorn H, Lenne Y. La croissance de la face. *Rev Odonto-Stomatol* 1972;19(5):363-91.
69. Petrovic A, Stutzmann J, Gasson N. La taille définitive de la mandibule est-elle, comme telle, prédéterminée génétiquement ? *Orthod Fr* 1979;50(2):751-67.
70. Chateau M. Orthopédie Dento-Faciale. Tome 2. Clinique : diagnostic, traitement, orthognathie, orthodontie, stabilisation. Paris: Éditions CdP; 1993.
71. Missika JM, Béry A. Réactions allergiques et principe de précaution. *Rev Orthop Dento-Faciale* 2002;36:169-85.
72. Béry A. Conditions requises pour la formation du contrat de soins. *Rev Orthop Dento-Faciale* 1990;24(1):111-7.
73. Loi n° 2002-303 du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé. *Journal Officiel* 5 mars 2002;4118.
74. Béry A. Information du patient et accès au dossier médical. *Actual Odonto-Stomatol* 2002;219:359-68.
75. Grosgeat B, Pernier C, Schiff N, Comte V, Huet A. Résistance à la corrosion et biocompatibilité des fils orthodontiques. *Orthod Fr* 2003;74(1):115-21.
76. Beckwith FR, Ackerman RJ, Cobb CM, Tira DE. An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;115(4):439-47.
77. Sahn G, Bartsch A, Witt E. Reliability of patient reports on compliance. *Eur J Orthod* 1990;12(4):438-46.
78. Tayer BH, Burnes H. Patient empowerment: the young patient. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993;103(4):365-7.
79. Tallents RH, Catania J, Sommers E. Temporomandibular joint findings in pediatric populations and young adults: a critical review. *Angle Orthod* 1991;61(1):7-16.
80. Carano A, Leone P, Carano A. Orthodontic finalization strategies in dysfunctional adult patients. *J Craniomandib Pract* 2001;19(3):195-213.
81. Dibbets JMH, van der Weele LT. Orthodontic treatment in relation to symptoms attributed to dysfunction of the temporomandibular joint. A 10-year report of the University of Groningen study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987;91(3):193-9.
82. McNamara JA, Seligman DA, Okeson JP. Occlusion, orthodontic treatment, and temporomandibular disorders: a review. *J Orofac Pain* 1995;9(1):73-90.
83. McNamara JA, Arbor A. Orthodontic treatment and temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;83(1):107-17.
84. Kim MR, Graber TM, Viana MA. Orthodontics and temporomandibular disorder: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002;121(5):438-46.
85. Egermark I, Magnusson T, Carlsson GE. A 20-year follow-up of signs and symptoms of temporomandibular disorders and malocclusions in subjects with and without orthodontic treatment in childhood. *Angle Orthod* 2003;73(2):109-15.
86. Gazit E, Lieberman M. Occlusal and orthodontic considerations in the periodontally involved dentition. *Angle Orthod* 1980;50(4):346-9.
87. Duhart AM, Bardinet E, Bequain D, Darque F, Dorignac D. Biomécanique orthodontique et notion de « force légère ». *Encycl Méd Chir Odontologie* 1997;23-490-B-10.
88. Diedrich PR. Orthodontic procedures improving periodontal prognosis. *Dent Clin N Am* 1996;40(4):875-87.

89. Rygh P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. *Angle Orthod* 1977;47(1):1-16.
90. Harry MR, Sims MR. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *Angle Orthod* 1982;52(3):235-58.
91. Owman-Moll P, Kurol J. Root resorption pattern during orthodontic tooth movement in adolescents. In: Davidovitch Z, Mah, J, ed. *Biological mechanisms of tooth eruption, resorption, and replacement by implants*. Boston: Harvard Society for the Advancement of Orthodontics; 1997. p. 415-24.
92. Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod* 1983;5(3):173-83.
93. Boyd RL, Baumrind S. Root length and interproximal bone height changes associated with fixed orthodontic treatment in adults and adolescents: design and preliminary findings of a retrospective, radiographic study. In: Davidovitch Z, ed. *The biological mechanisms of tooth movement and craniofacial adaptation*. Columbus: the Ohio State University; 1992. p. 401-21.
94. Mirabella AD, Artun J. Prevalence and severity of apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Eur J Orthod* 1995;17(2):93-9.
95. Taithongchai R, Sookkorn K, Killiany DM. Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996;110(3):296-302.
96. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996;110(3):311-20.
97. Vlaskalic V, Boyd RL, Baumrind S. Etiology and sequelae of root resorption. *Semin Orthod* 1998;4(2):124-31.
98. Parker RJ, Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998;114(6):677-83.
99. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption. Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119(5):505-10.
100. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption. Part II. Treatment factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119(5):511-5.
101. Bacon W, Rezaciner V, Tschill P. Le point sur la rhizalyse. Le risque de résorption radiculaire est-il en relation avec la typologie de la face ? *Orthod Fr* 1989;60(2):559-73.
102. Canal P. Les résorptions radiculaires d'origine orthodontiques. *Rev Odonto-Stomatol* 1995;9-30.
103. Rupp R. Root resorption related to orthodontics and other factors: a review of the literature. *J Gen Orthod* 1995;6(3):25-9.
104. Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. *Semin Orthod* 1999;5(2):128-33.
105. Mah J, Carvalho R, Bumann A. Current status of root resorption. In: Davidovitch Z, Mah J, ed. *Biological mechanisms of tooth movement and craniofacial adaptation*. Boston: Harvard Society for the Advancement of Orthodontics; 2000. p. 195-200.
106. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment. Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993;103(2):138-46.
107. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment. Part 1. Literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993;103(1):62-6.
108. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: the basic science aspects. *Angle Orthod* 2002;72(2):175-9.
109. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: the clinical aspects. *Angle Orthod* 2002;72(2):180-4.
110. Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997;111(3):301-9.
111. Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM *et al*. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;123(3):242-52.
112. Harris EF, Robinson QC, Woods MA. An analysis of causes of apical root resorption in patients not treated orthodontically. *Quintessence Int* 1993;24(6):417-28.
113. McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External apical root resorption of posterior teeth in asthmatics after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;116(5):545-51.
114. Davidovitch Z, Nicolay OF, Ngan PW, Shanfeld JL. Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin N Am* 1988;32(3):411-35.

115. Davidovitch Z. Tooth movement. *Crit Rev Oral Biol Med* 1991;2(4):411-50.
116. Davidovitch Z, Lee YJ, Counts AL, Park YG, Bursac Z. The immune system possibly modulates orthodontic root resorption. In: Davidovitch Z, Mah J, ed. *Biological mechanisms of tooth movement and craniofacial adaptation*. Boston: Harvard Society for the Advancement of Orthodontics; 2000. p. 207-17.
117. Owman-Moll P, Kurol J. Root resorption after orthodontic treatment in high- and low-risk patients: analysis of allergy as a possible predisposing factor. *Eur J Orthod* 2000;22(6):657-63.
118. Kjaer I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 1995;16(1):25-34.
119. Ericson S, Kurol J. Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: a CT study. *Angle Orthod* 2000;70(6):415-23.
120. Angle EH. *Treatment of malocclusion of the teeth and fractures of the maxillae. Angle's system*. Philadelphia: The S.S. White Dental Manufacturing Company; 1900.
121. Tweed CH. *Clinical orthodontics*. Saint Louis: Mosby; 1966.
122. Ricketts RM. The functional diagnosis of malocclusion. *Trans Eur Orthod* 1958;42-67.
123. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 1972;62(3):296-309.