

Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte

Principes et moyens thérapeutiques

Tome 1

Chez le même éditeur

Dans la même collection

Atlas d'anatomie implantaire, 2^e ed., par J.-F. Gaudy, B. Cannas, L. Gillot, T. Gorce, 2011, 224 pages.

Traitements parodontaux et lasers en omnipratique dentaire, par G. Rey, P. Missika, 2010, 192 pages.

Bilan preopératoire à visée implantaire, par A. Seban, P. Bonnaud, 2009, 324 pages.

Techniques analgésiques craniale-cervico-faciales, par J.-F. Gaudy, C.-D. Arreto, S. Donnadiou, 3^e édition, 2009, 264 pages.

Orthodontie de l'adulte, par P. Canal, A. Salvadori, 2008, 296 pages.

Greffes osseuses et implants, par A. Seban, 2009, 272 pages.

Implantologie non enfouie, par G. Aouate, 2008, 288 pages.

Photographie numérique médicale et dentaire, par L. Ben Slama, C. Chossegros, 2008, 206 pages.

L'efficacité en implantologie, par H. Berdugo, 2007, 176 pages.

Réussir les implants dentaires, par E. G. Bartolucci, C. Mangano, 2006, 224 pages.

Dans la collection Pratique dentaire

Guide clinique d'odontologie, par R. Zunzarren, 2011, 288 pages.

Guide pratique de chirurgie parodontale, par F. Vigouroux, 2011, 192 pages.

Odontologie du sujet âgé, spécificités et précautions, par V. Dupuis, A. Léonard, 2010, 192 pages.

Urgences odontologiques, par R. Tolédo-Arenas, V. Descroix, 2010, 176 pages.

Risques médicaux au cabinet dentaire en pratique quotidienne, par Y. Roche, 2010, 750 pages.

Autres ouvrages

Atlas d'anatomie clinique et chirurgicale des tissus superficiels de la tête et du cou, par J.-F. Gaudy, C. Vacher, 2010, 216 pages.

Manuel d'analgésie en odontostomatologie, par J.-F. Gaudy, Ch.-D. Arreto, 2005, 224 pages.

Codes de la relation dentiste-patient, par A. Amzalag, 2007, 136 pages.

Parodontologie, par H. F. Wolf, E. M. & K. H. Rateitschak, 2005, 544 pages.

Anatomie dentaire, par A. Lautrou, 1998, 272 pages.

Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte

Principes et moyens thérapeutiques

Tome 1

Marie-José Boileau

Professeur des Universités, praticien hospitalier en odontologie,
UFR d'Odontologie de l'université Bordeaux Segalen,
Spécialiste qualifiée en Orthodontie,
Responsable de la sous-section d'ODF et de l'enseignement du CECSMO et du DUO
Responsable de l'unité de médecine buccodentaire du groupe hospitalier Pellegrin, CHU de Bordeaux



ELSEVIER
MASSON



Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine universitaire, le développement massif du « photocopillage ». Cette pratique qui s'est généralisée, notamment dans les établissements d'enseignement, provoque une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que la reproduction et la vente sans autorisation, ainsi que le recel, sont passibles de poursuites. Les demandes d'autorisation de photocopier doivent être adressées à l'éditeur ou au Centre français d'exploitation du droit de copie : 20, rue des Grands Augustins, 75 006 Paris. Tél. 01 44 07 47 70.

Les dessins de l'encadré 2.1 ainsi que les figures 5.1 et 5.2 ont été réalisés par Annaïck Péron

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, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. 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 (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle).

© 2011, Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

ISBN : 978-2-294-70923-4

Elsevier Masson SAS, 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex www.elsevier-masson.fr

Mis en pages par SPI Publisher Services, Pondichéry, Inde

Imprimé en Italie par LegoPrint S.p.a, 38015 Lavis (Trento)

Dépôt légal : novembre 2011

À mes parents

Préface

Lorsque, en 1982, le *Manuel d'orthopédie dento-faciale* de F. Bassigny fut publié, nul ne pouvait imaginer que 29 ans plus tard, il ferait toujours autorité. Or, depuis 1982, les changements ont été nombreux : amélioration des moyens diagnostiques (notamment la céphalométrie), meilleure prise en compte de la croissance et des fonctions, évolution de la métallotechnie, des colles, des techniques, des disciplines associées (parodontologie, implantologie (minivis, mini-plaques) et avènement de la chirurgie orthognathique.

Il y avait donc nécessité à écrire un nouvel ouvrage.

Publier un livre est une grande aventure pour la personne qui écrit et /ou qui coordonne les chapitres des différents auteurs, requérant connaissances scientifiques, patience, courage et « pugnacité ». Nul doute que Marie-José Boileau possède toutes ces qualités.

Ce très bel ouvrage, au riche contenu scientifique, est par ailleurs bien iconographié et très joliment réalisé. Il comporte en outre un chapitre particulièrement intéressant dans lequel sont posées des questions essentielles sur la hiérarchie de la preuve clinique, l'intérêt de l'orthodontie fondée sur les niveaux de preuves permettant de répondre à des questions cliniques sur les articulations temporo-mandibulaires et l'ODF, l'efficacité d'une prise en charge précoce des classes III ou des classes II, etc. Bien sûr, cet aspect "scientifique" ne doit pas nous faire oublier le rôle essentiel de la clinique!

La publication de ce livre correspond à une nécessité et répondra parfaitement à l'attente des étudiants et des praticiens.

Pierre Canal

Avant-propos

L'orthodontie de l'enfant et du jeune adulte recouvre en fait toute l'orthodontie. Même si l'enfant et l'adolescent sont moins présents aujourd'hui dans les thèmes de nos congrès professionnels, ils bénéficient des remarquables progrès technologiques de notre discipline dans le respect des principes thérapeutiques fondamentaux.

Les techniques orthodontiques sont aujourd'hui très nombreuses et il était impossible de toutes les exposer dans cet ouvrage. Nous avons donc choisi, dans ces deux volumes, de privilégier l'approche clinique et les principes thérapeutiques sans détailler la mise en œuvre de ces techniques.

Ainsi, ce premier tome développe l'approche diagnostique, l'établissement du plan de traitement et les moyens thérapeutiques à notre disposition et précise leurs cadres scientifique et juridique. Le deuxième proposera leur application dans le traitement des différentes dysmorphoses et malocclusions.

Cet ouvrage sur un si vaste sujet ne pouvait être exhaustif. Nous espérons cependant qu'il répondra aux interrogations de tout praticien souhaitant s'informer ou se perfectionner en orthodontie tout en lui donnant l'envie de poursuivre sa formation dans la technique de son choix.

Marie-José Boileau

Remerciements

La rédaction d'un ouvrage est une aventure passionnante mais longue et difficile. Celui-ci n'aurait pu être mené à bien sans aide ni soutien. J'adresse donc mes plus vifs remerciements :

- à tous les co-auteurs de ce livre, pour leur réponse spontanée malgré leurs lourdes occupations et les délais impartis, témoignage de leur amitié. Leur contribution enrichit cet ouvrage de leur expérience clinique et de leur grande compétence;
- à Mademoiselle le Professeur Anne-Marie DUHART, pour son soutien constant, ses conseils et son travail de relecture;
- à Messieurs les Professeurs André PUJOL et Jean CASTEIGT pour leur enseignement et leur amitié qui ne s'est jamais démentie et qu'ils m'ont encore témoignée en me soutenant et en m'accompagnant dans cette aventure;
- à Monsieur le Professeur Pierre CANAL qui a initié ce projet, pour son amicale confiance;
- à tous les confrères et amis et aux étudiants du CECSMO et du DUO de Bordeaux qui ont contribué à l'iconographie de cet ouvrage ainsi qu'à Benoît Cros pour ses conseils en informatique;
- à toute l'équipe éditoriale des Éditions Elsevier Masson, tout particulièrement Madame Sophie GOBERT, dont la gentillesse n'a d'égale que sa compétence.

C'est aussi la transmission d'un savoir que l'on a reçu et mes remerciements vont donc tout naturellement aussi :

- à la mémoire du Professeur Jean DARQUE, pour m'avoir fait découvrir l'orthodontie et partager sa passion pour cette discipline. Que cet ouvrage soit le témoignage de ma sincère admiration et de ma profonde gratitude pour son amitié, son enseignement et toutes ces années de collaboration;
- au Professeur Harry DOUGHERTY et à l'équipe de l'USC Study Group of Europ ainsi qu'à celle de l'EPGET, pour avoir enrichi de leurs conseils mes débuts d'orthodontiste.

Je voudrais aussi remercier, pour m'avoir entourée et supportée :

- ma famille, pour son soutien indéfectible sans lequel rien n'aurait été possible;
- mes amis;
- mes collègues et le personnel de l'UFR d'Odontologie de Bordeaux;
- le personnel du service d'odontologie de l'hôpital Pellegrin du CHU de Bordeaux, pour son dévouement et son amitié;
- les étudiants et les anciens étudiants en Orthodontie de Bordeaux et de Cluj.

Liste des collaborateurs

BARDINET ÉTIENNE, maître de conférences - praticien hospitalier, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen

BARTHET BERNARD, docteur en chirurgie dentaire, cabinet exclusif de parodontie et implantologie, ancien assistant hospitalo-universitaire, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen

BAZERT CÉDRIC, maître de conférences - praticien hospitalier, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen

CANAL PIERRE, professeur des Universités - praticien hospitalier, UFR d'Odontologie de Montpellier, Université Montpellier I

CASTEIGT JEAN, ancien professeur de 1^{er} grade, UFR d'Odontologie de Toulouse, Université Paul Sabathier Toulouse III

CHICHE-UZAN LAURENCE, assistante hospitalo-universitaire, UFR d'Odontologie de Marseille, Université de la Méditerranée

DELBOS YVES, maître de conférences - praticien hospitalier, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen

DENOST HÉLÈNE, assistant hospitalo-universitaire, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen, juriste spécialisé en droit médical et Santé publique

DUHART ANNE-MARIE, ancien professeur de 1^{er} grade, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen

DUNGLAS CHRISTOPHE, maître de conférences - praticien hospitalier, UFR d'odontologie de Paris V Montrouge, Université Paris V

EL AMRANI KAMAR, orthodontiste libérale, docteur en chirurgie dentaire, spécialiste qualifiée en orthopédie dento-faciale, ancienne assistante associée, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen

FRAPIER LAURE, maître de conférences - praticien hospitalier, UFR d'Odontologie de Montpellier, Université Montpellier I

HITMI LAILA, chirurgien - dentiste, spécialiste qualifiée en orthopédie dento-faciale, ancienne assistante universitaire, Université Paris Descartes, chargée d'enseignement au Diplôme Hospitalier d'Esthétique et d'Orthodontie Linguale (DHEO), Hôpital Bretonneau

LE GALL MICHEL, maître de conférences - praticien hospitalier, chef de l'unité fonctionnelle d'orthopédie dento-faciale de Marseille, assistance publique-hôpitaux de Marseille, UFR d'Odontologie de Marseille, Université de la Méditerranée

LEMASSON CLAUDE, orthodontiste spécialiste qualifié en orthopédie dento-faciale, Pau

MANIÈRE ARMELLE, professeur des universités - praticien hospitalier, UFR d'Odontologie de Nice, Université de Nice

ORTIAL JEAN-PIERRE, chirurgien-dentiste, spécialiste qualifié en orthopédie dento-faciale, Antibes

PHILIPPE-ALLIEZ CAMILLE, chirurgien-dentiste, assistante hospitalo-universitaire, UFR d'Odontologie de Marseille, Université de la Méditerranée

PIERRE PLANCHÉ, chirurgien-dentiste, chef de clinique à l'École odontologique de Paris, attaché de consultation à la Faculté de chirurgie dentaire de Paris VII, membre de la SFODF, président fondateur de la société d'Orthodontie TTD

PUJOL ANDRÉ, ancien professeur de 1^{er} grade, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen

RICHARD BÉATRICE, maître de conférences - praticien hospitalier, faculté d'Odontologie de Lyon, Université Claude Bernard Lyon I

ROUAS PATRICK, Maître de conférences, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen, PACEA, UMR 5199, Université Bordeaux I, praticien hospitalier, CHU de Bordeaux

RUIZ MARTIAL, docteur en chirurgie dentaire, spécialiste qualifié en orthopédie dento-faciale, praticien, chargé de cours en orthodontie, UFR d'Odontologie, Université Bordeaux Segalen

SALVADORI ANDRÉ, professeur des universités - praticien hospitalier, UFR d'Odontologie de Marseille, Université de la Méditerranée, chef du pôle d'odontologie, assistance publique des Hôpitaux de Marseille

SAMPEUR-VERGNE MAUD, maître de conférences - praticien hospitalier, UFR d'Odontologie de Bordeaux, Université Bordeaux Segalen

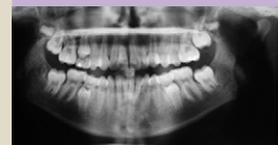
SAULUE PAUL, spécialiste qualifié en orthopédie dento-faciale à Agen, ancien assistant hospitalo-universitaire, UFR d'Odontologie, Université Bordeaux Segalen

SOULIÉ PIERRE-JEAN, ancien assistant de l'unité fonctionnelle d'orthopédie dento-faciale de Montpellier, UFR d'Odontologie, Université de Montpellier I

THILLARD ANTOINE, docteur en chirurgie-dentaire, spécialiste qualifié en orthopédie dento-faciale, assistant hospitalo-universitaire, UFR d'Odontologie, université Bordeaux Segalen

Chapitre

1



Approche diagnostique

Marie-José Boileau, Cédric Bazert,
Yves Delbos, Patrick Rouas

PLAN DU CHAPITRE

Bilan clinique	4
Examens complémentaires	22

En orthodontie dento-faciale (ODF), la démarche diagnostique est compliquée par l'évolution des dysmorphoses liée à la croissance faciale. L'estimation de la croissance résiduelle, en quantité et en direction, reste un élément fondamental pour l'établissement de la stratégie thérapeutique, mais sa difficulté et son imprécision nécessitent parfois des ajustements en cours de traitement.

La qualité et la précision du diagnostic sont des facteurs essentiels à la réussite du traitement. Il repose sur un examen clinique systématisé et sur l'analyse rigoureuse des examens complémentaires. La démarche diagnostique classique est rapportée ici. Les approches complémentaires spécifiques en cas de risques parodontaux ou articulaires sont développées dans le chapitre 2 lors de la prise en compte de ces atteintes dans l'établissement du plan de traitement.

Bilan clinique

Anamnèse

L'interrogatoire recherche essentiellement :

- les pathologies générales associées, particulièrement celles qui peuvent influencer sur le développement des dysmorphoses ou la conduite du traitement orthodontique. Ce sont surtout :
 - les pathologies générales avec retentissement sur le développement global de l'enfant (diabète, cardiopathies, cancers, déficits immunitaires...),
 - les pathologies générales avec répercussions directes sur la croissance craniofaciale :
 - maladies génétiques affectant le développement dentaire et osseux (dysplasie ectodermique, syndrome de Rieger, dysplasie cléidocrânienne, syndrome d'Apert, syndrome de Crouzon, syndrome de Treacher-Collins, séquence de Pierre-Robin...),
 - troubles hormonaux avec retard de croissance (différentes formes de rachitisme, insuffisance hypophysaire, syndrome de Prader-Willi, ostéodystrophie d'Albright...),
 - troubles du métabolisme phosphocalcique...;
- les pathologies en relation avec les troubles ventilatoires (asthme, rhinopharyngites, otites...),
- les allergies qui peuvent induire une ventilation buccale (poussières, acariens...) ou interdire l'utilisation de certains composants des appareils orthodontiques (nickel, chrome, résine méthacrylique, latex...);
- les habitudes alimentaires de l'enfant : type d'allaitement, alimentation mixée, consommation de sucre et de boissons sucrées, grignotage...;

- des indicateurs du développement psycho-affectif de l'enfant : âge d'acquisition de la marche, de la propreté, du langage, intégration et résultats scolaires, comportement (renfermé, hyperactif...);
- des antécédents familiaux : présence de dysmorphoses ou d'anomalies similaires chez les ascendants ou dans la fratrie et leur prise en charge orthodontique éventuelle;
- la motivation des parents et de l'enfant.

Examen clinique morphologique

Dès le début de la consultation, en l'observant lors de l'interrogatoire, le praticien développe une impression globale du comportement de l'enfant, de sa posture générale et céphalique mais aussi de l'harmonie ou de la disharmonie de son visage.

Examen clinique exobuccal

La tête doit être droite et orientée selon le plan de Francfort.

De face

On étudie la symétrie du visage, son développement transversal et vertical. La forme générale du visage, carrée, ronde ou au contraire allongée, donne déjà une idée de l'équilibre entre les développements transversal et vertical.

Symétrie et développement transversal (figure 1.1)

L'étude de la symétrie est effectuée au repos et en occlusion. La comparaison de ces deux examens permet de diagnostiquer les anomalies cinétiques de la mandibule de type latérodéviation. On observe dans un premier temps :

- **la forme de la ligne joignant les points médians du visage** : cette ligne est normalement rectiligne et constitue le plan sagittal médian, axe de symétrie de la face. Elle peut être brisée ou courbe mettant en évidence une asymétrie mandibulaire ou faciale;
 - **la situation du menton par rapport au plan sagittal médian ou à l'axe de symétrie vertical** : une déviation du menton par rapport à ce plan révèle, là encore, une asymétrie mandibulaire;
 - **la symétrie ou non de développement des deux hémifaces dans les dimensions transversale et verticale**;
 - **le parallélisme des lignes horizontales** joignant des points latéraux homologues de la face : lignes ophryaque, bipupillaire, bitraguiale, bicommissurale, bigoniaque. La convergence de ces lignes traduit une asymétrie de développement vertical de la face.
- Si des signes d'asymétrie sont dépistés en occlusion ou au repos, un examen plus poussé de l'asymétrie est mené.

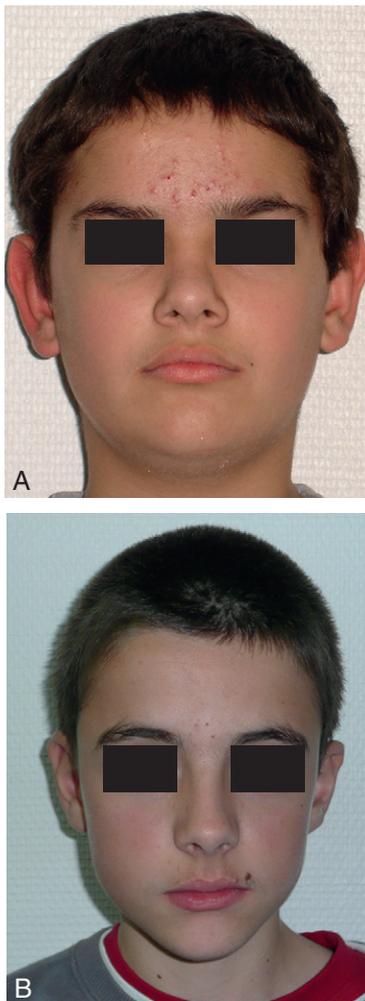


Fig. 1.1

Étude de la symétrie.

A. Sujet symétrique. B. Sujet asymétrique : déviation du menton vers la gauche, hypodéveloppement du côté gauche et convergence des lignes horizontales vers la gauche.



Fig. 1.2

Étude du développement vertical de face.

A. Sujet hypodivergent : diminution de l'étage inférieur, accentuation des plis faciaux. B. Sujet hyperdivergent : visage allongé, étage inférieur augmenté, effacement des plis faciaux et occlusion labiale forcée.

Ses principales étapes sont développées dans le tome 2, chapitre *Asymétries*.

Développement vertical (figure 1.2)

Après la première impression donnée par la forme générale du visage, l'exploration de la dimension verticale étudie :

- **l'égalité des étages ophryon – sous-nasal et sous-nasal – menton.** L'augmentation ou la diminution relatives de l'étage inférieur révèlent un déséquilibre vertical de type hyper- ou hypodéveloppement vertical antérieur;
- **les plis faciaux** : l'effacement des plis nasogéniens et du sillon labiomentonnière signe un développement vertical excessif, alors que leur accentuation traduit une insuffisance de développement vertical antérieur;
- **l'occlusion labiale** : obtenue normalement sans effort, cette occlusion peut nécessiter en cas d'excès vertical antérieur

une crispation du muscle mentonnier. L'inocclusion labiale au repos accompagne le plus souvent une ventilation buccale.

De profil

L'examen de profil permet d'étudier le développement sagittal et l'équilibre vertical de la face.

Développement sagittal (figure 1.3)

Le praticien analyse l'équilibre du profil, les positions relatives du maxillaire et de la mandibule ainsi que la position des lèvres. Il s'intéresse donc à :

- **la profondeur faciale et au type de profil** : le type de profil peut être évalué selon la méthode d'Izard. Associée à l'étude de la profondeur faciale, cette analyse du type facial met en évidence la projection de la face dans le visage et parfois son insuffisance;

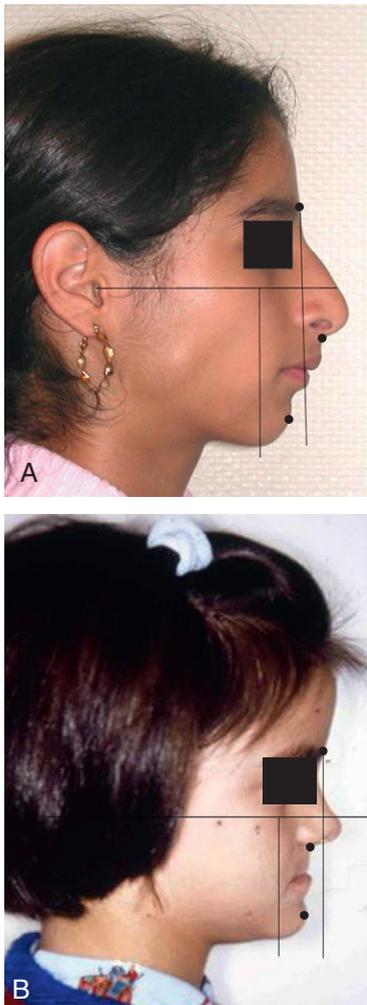


Fig. 1.3

Étude du développement sagittal de profil.

A. Patiente en classe II squelettique : profil fortement convexe, écart maxillomandibulaire augmenté, projection de la face supérieure et distance cervicommentonnaire courte. B. Patiente en classe III squelettique : profil général concave, symphyse en avant de la lèvre supérieure, distance cervicommentonnaire longue.

- **la convexité du profil** : c'est un des premiers éléments que l'on perçoit à l'observation du profil. Elle peut être quantifiée par l'angle ophryon – sous-nasal – pogonion (angle formé par les points noirs, [figure 1.3](#)). La convexité du profil normale chez le jeune enfant s'atténue avec la croissance. Son augmentation traduit un décalage de classe II, alors que sa disparition ou la concavité du profil signe une classe III;
- **la position relative du maxillaire et de la mandibule** : le décalage maxillomandibulaire peut être cliniquement évalué par la position relative de la lèvre supérieure et du menton entre eux et par rapport aux plans frontaux (plans verticaux perpendiculaires au plan de Francfort passant respectivement par la glabelle [plan frontal antérieur d'Izard] et par le point sous-orbitaire [plan frontal postérieur de



Fig. 1.4

Angle nasolabial ouvert en rapport avec l'orientation de la columelle malgré la projection de la lèvre supérieure.

Simon], [figure 1.3](#)). L'évaluation par palpation au niveau du point sous-nasal et du sillon labiomentonnière de l'écart de ces deux points complète cette approche clinique;

- **l'intégration du nez dans le profil et la forme de l'angle sous-nasal** : la projection du nez joue un rôle important dans l'équilibre du profil et la perception des lèvres. De plus, un grand nez est souvent associé à une croissance maxillaire importante pouvant conduire à une classe II. Bien que difficile à réaliser, l'estimation de sa croissance et ses conséquences esthétiques doit être tentée. L'angle nasolabial ([figure 1.4](#)), normalement de 100 à 110° chez les filles et de 90 à 95° chez les garçons, contribue à l'esthétique du profil sous-nasal et à l'intégration du nez. À côté de sa valeur intrinsèque, il faut analyser la participation au déséquilibre éventuel de ses deux composantes :

- la partie inférieure du nez qui échappe à l'orthodontiste,
- la lèvre supérieure, en relation directe avec les positions dentaires et donc sensible aux thérapeutiques. C'est un guide important pour le choix du repositionnement incisif. La lèvre doit être orientée en bas et en avant, au pire verticale, perpendiculaire au plan de Francfort;

- **la position du menton et la distance cervicommentonnaire** : la projection du menton dans le profil et la distance cervicommentonnaire permettent une évaluation de la longueur et de la position de la mandibule;

- **la forme du profil sous-nasomentonnière et le modelé labial** : l'esthétique de cette région, comme l'a souligné Philippe, dépend de l'équilibre entre les saillies et les dépressions. La proéminence des lèvres est analysée par rapport au nez et au menton qu'elles doivent équilibrer : plus ils sont importants, plus les lèvres doivent être protrusives ([figure 1.5](#)).



Fig. 1.5

Profil nasomentonnier harmonieux avec un équilibre entre les saillies et les dépressions.

L'angle nasolabial et le sillon labiomentonnier sont les dépressions qui séparent les saillies nasale, labiale et mentonnière. L'étude de leur profondeur et de leur forme est menée en fonction de ces références. Dans un second temps, on étudie la position relative des deux lèvres l'une par rapport à l'autre.

Développement vertical

Les critères d'appréciation du développement vertical antérieur, déjà évalués de face :

- **les hauteurs faciales antérieures totale, inférieure et supérieure;**
- **l'égalité des étages;**
- **l'aspect des plis faciaux;**

sont confirmés de profil. L'observation de profil permet d'étudier (figure 1.6) :

- **le développement de la face postérieure** : la hauteur faciale postérieure est évaluée entre le conduit auditif et l'angle mandibulaire visuellement et par palpation du bord postérieur du ramus;
- **l'inclinaison et la forme du bord mandibulaire** : le bord mandibulaire est plus ou moins incliné en bas et en avant. Il est normalement tangent à la partie inférieure de l'occipital qui peut être repérée à la palpation. Son inclinaison et sa forme sont des indicateurs de la direction de croissance.

Examen du sourire

L'examen clinique exobuccal au repos et en occlusion est complété par un examen du sourire de face et de profil qui permet de replacer la denture dans le contexte facial. Cette analyse est essentielle dans la détermination des divers objectifs de positionnement incisif.



A



B

Fig. 1.6

Étude du développement vertical de profil.

A. Sujet hypodivergent : hauteur faciale postérieure importante, plan mandibulaire peu incliné, étage inférieur diminué et accentuation des plis faciaux. B. Sujet hyperdivergent : hauteur faciale postérieure courte, plan mandibulaire fortement incliné, étirement des tissus mous.

De face (figure 1.7a)

On observe d'abord l'harmonie du sourire et son intégration dans le visage, en particulier dans le sens transversal, ainsi que la courbure de la lèvre inférieure et son parallélisme avec les bords libres des dents maxillaires. Puis on s'attache à l'étude des relations dentolabiales et de la position des dents dans le sourire en observant :

- **dans le sens transversal** :
 - la concordance du point interincisif maxillaire avec le plan sagittal médian,
 - la largeur de l'arcade maxillaire et l'existence ou non d'un corridor buccal, qui signe une insuffisance transversale de la denture dans le sourire,
 - les inclinaisons frontales des dents des secteurs latéraux maxillaires : leur convergence vers le bas contribue à

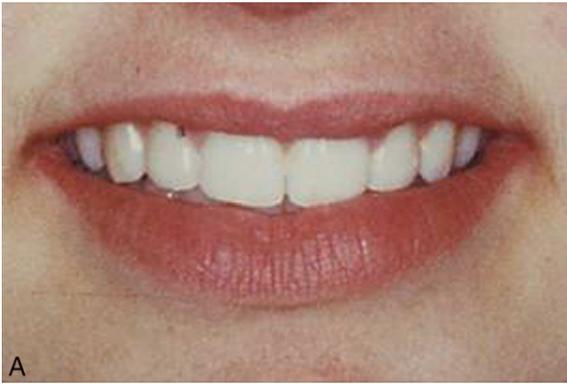


Fig. 1.7

Sourire harmonieux.

la sensation d'insuffisance de développement transversal de la denture dans le sourire;

• **dans le sens vertical :**

- la hauteur de la lèvre supérieure par rapport au collet des dents. Lors du sourire, la lèvre découvre normalement la totalité de la couronne des incisives maxillaires et affleure leur collet. Chez la fille, l'exposition de 1 mm de gencive est considérée également comme normale. Au-delà, le sourire est dit « gingival » et doit être corrigé (figure 1.8),
- l'exposition des dents mandibulaires qui, normalement, ne doivent pas être visibles surtout chez l'enfant et l'adolescent,
- le parallélisme de la lèvre inférieure avec le bord libre des incisives et canines maxillaires,
- la régularité des collets des incisives et canines maxillaires lorsqu'ils sont visibles.

De profil (figure 1.7b)

L'analyse du sourire de profil a été nettement moins étudiée. Elle donne cependant des indications intéressantes concernant :

- **le positionnement sagittal de la denture** dans le profil, particulièrement utile pour les chirurgiens;



Fig. 1.8

Sourire gingival.

- **l'inclinaison des faces vestibulaires des incisives** : la face vestibulaire des incisives doit être perpendiculaire au plan de Francfort. Une vestibuloversion de 5° par rapport à cette situation est également esthétiquement acceptable surtout dans les classes III. Mais le plus souvent, une linguoversion, même minime, est mal perçue. C'est un critère à prendre en compte pour le repositionnement incisif;
- **la profondeur du sourire** et l'exposition ou non des prémolaires lors du sourire.

Examen clinique endobuccal

Comme l'examen exobuccal, il est systématisé et hiérarchisé. Après une vision globale de la cavité buccale, il faut évaluer la forme des bases osseuses et des arcades alvéolaires, les relations occlusales dans les trois dimensions de l'espace et les différents problèmes dentaires.

Cavité buccale

Dès l'ouverture de la cavité buccale, le praticien a une première impression concernant l'hygiène du patient, son état carieux et parodontal et l'apparente sévérité de la malocclusion. Cette première approche renseigne sur la motivation du patient et de ses parents pour sa santé buccodentaire. Elle permet aussi de dépister certaines lésions buccales. Leur diagnostic et leur prise en charge doivent être effectués avant tout traitement orthodontique.

Bases osseuses maxillaire et mandibulaire et arcades dentaires

On examine :

- **la forme de la voûte palatine**, sa hauteur, sa largeur et le développement vertical et transversal des procès alvéolaires (figure 1.9). Une voûte palatine étroite et haute signe une insuffisance de développement transversal du maxillaire et une insuffisance de l'action modelante de la langue à son niveau;



Fig. 1.9

Voûte palatine profonde avec des remparts alvéolaires épais au niveau palatin.



Fig. 1.11

Convergence des procès alvéolaires maxillaires vers le bas signant une endo-alvéolie maxillaire.

- **la forme de l'arc mandibulaire**, sa largeur, sa profondeur, ses relations avec la langue;
- **la forme des arcades dentaires et leur concordance.** Le plus souvent paraboliques, elles peuvent être carrées, en V, pincées au niveau des prémolaires (figure 1.10) reflétant dans ces cas le comportement fonctionnel des sangles musculaires environnantes. Des formes d'arcade maxillaire et mandibulaire non concordantes conduisent le plus souvent à l'établissement de verrous occlusaux lors de la croissance;
- **la symétrie des dents au sein de chaque arcade** qui est confirmée sur les moulages;
- **l'orientation des procès alvéolaires** qui assurent le lien entre la base osseuse et l'arcade dentaire. Elle matérialise souvent la présence de compensations alvéolaires qui sont étudiées avec les relations occlusales (figure 1.11).

Relations occlusales

Elles sont examinées dans les trois dimensions de l'espace, au niveau molaire, canin et incisif.



Fig. 1.10

Arcade maxillaire en forme de lyre, pincée au niveau de la région prémolaire.

Relations occlusales sagittales

Elles correspondent aux classes occlusales d'Angle et traduisent les différents décalages sagittaux des arcades dentaires entre elles. Normalement, l'arcade mandibulaire est mésialée d'une demi-cuspide par rapport à l'arcade maxillaire (classe I). Toute situation plus distale de l'arcade mandibulaire par rapport à cette situation est qualifiée de classe II (figure 1.12).



Fig. 1.12

Occlusion de classe II.
A. Classe II division 1. B. Classe II division 2.



Fig. 1.13

Occlusion de classe III.

Au contraire, toute situation plus mésiale traduit une classe III (figure 1.13). Lorsque les relations sont normales d'un côté et en classe II (ou classe III) de l'autre, on parle de classe II (ou III) subdivision du côté concerné par l'anomalie. L'évaluation du surplomb, normal (2 mm environ), augmenté, diminué ou inversé, complète cette étude.

Relations occlusales verticales

Au niveau des secteurs latéraux, on recherche les béances uni- ou bilatérales. Elles sont rares et dues le plus souvent à une interposition linguale ou à des ankyloses dentaires. On évalue aussi l'espace libre physiologique au niveau molaire en position de repos.

Au niveau du secteur incisivocanine, le recouvrement est mesuré. Il est normalement de 2 à 2,5 mm, soit environ un tiers de l'incisive mandibulaire; son augmentation signe une supraclusion (figure 1.14) et sa diminution une infraclusion.

En cas de béance (figure 1.15), son amplitude verticale mais aussi son étendue (limitée aux incisives ou étendue au-delà des canines) ainsi que les inclinaisons des axes inci-



Fig. 1.14

Supraclusion incisive.



Fig. 1.15

Béance incisive.

A. Béance fonctionnelle limitée au secteur incisif. B. Béance d'origine squelettique intéressant aussi la région canine et prémolaire.

sifs doivent être analysées. Lorsque la béance est limitée aux incisives, surtout si elles sont vestibuloversées, une étiologie fonctionnelle est à privilégier. Lorsqu'elle s'étend au-delà des canines, voire jusqu'aux molaires, une participation squelettique de type hyperdivergence est à redouter.

Relations occlusales transversales

Au niveau des secteurs latéraux, l'arcade maxillaire circonscrit normalement l'arcade mandibulaire établissant à ce niveau des contacts entre la gouttière occlusale des dents maxillaires et les cuspidés vestibulaires des dents mandibulaires. Les anomalies transversales rencontrées dans la majorité des cas correspondent à une insuffisance relative de l'arcade ou de la base maxillaire se traduisant par une occlusion inversée (figure 1.16) ou, dans les cas peu sévères, par une « occlusion en bout à bout cuspidien » uni- ou bilatérale. Ce type de relation instable conduit le plus souvent à une latérodéviations mandibulaire qui rétablit le contact cuspide-fosse en position d'intercuspitation maximale avec une occlusion inversée unilatérale. Beaucoup plus rarement, ou suite à des expansions iatrogènes, on peut observer des occlusions dites « exagérées » ou « en ciseaux » également appelées syndrome de Brodie (figure 1.17).



Fig. 1.16

Occlusion inversée du secteur latéral droit.



Fig. 1.17

Syndrome de Brodie : exclusion exagérée des secteurs latéraux maxillaires.

Au niveau des incisives, la concordance des milieux interincisifs entre eux et avec leur base respective est étudiée. En cas de discordance, le ou les milieux responsables doivent être identifiés et le décalage est mesuré (figure 1.18).



Fig. 1.18

Discordance des points interincisifs par déviation du milieu incisif maxillaire vers la droite.

Inclinaisons des procès alvéolaires

Les inclinaisons anormales des dents et des procès alvéolaires doivent être recherchées. Elles reflètent la compensation alvéolaire au décalage des bases squelettiques sous l'effet de l'environnement musculaire et de la fonction ou, au contraire, dans certains cas, l'influence d'anomalies fonctionnelles sur le développement des arcades.

Dans un **décalage squelettique antéropostérieur**, les compensations alvéolaires s'effectuent par vestibuloversion des incisives à l'arcade la plus distale (arcade mandibulaire en classe II, arcade maxillaire en classe III) et linguoversion à l'arcade opposée (figure 1.19a).

Dans une **discordance transversale entre le maxillaire et la mandibule**, les compensations alvéolaires tendent à rétablir une occlusion fonctionnelle par vestibuloversion des secteurs latéraux à l'arcade la plus étroite et linguoversion à l'arcade la plus large (figure 1.19b).

L'hyperdivergence mandibulaire peut être compensée antérieurement par égression des incisives.



Fig. 1.19

Compensations alvéolaires.

A. Sagittales par proalvéolie maxillaire dans une classe III squelettique. B. Frontales par palatoversion des secteurs latéraux maxillaires dans une discordance transversale maxillomandibulaire.

Dents et parodonte

L'objectif de cet examen est de dépister les anomalies dentaires et les malpositions mais aussi d'évaluer l'état dentaire et parodontal du patient.

Formule dentaire

L'établissement de la formule dentaire permet d'estimer l'âge dentaire et sa concordance avec l'âge civil.

Il permet aussi de repérer des anomalies de dentition et leurs conséquences éventuelles :

- perte prématurée ou persistance de dents temporaires (figure 1.20);
- dents absentes avec suspicion d'agénésie ou d'inclusion.

Les anomalies de nombre sévères (To index multiples ou dents surnuméraires) comme les anomalies de l'émail doivent faire suspecter et rechercher une éventuelle maladie génétique associée.

Dystopies dentaires

Le manque ou l'excès de place sont évalués à chaque arcade. Les malpositions dentaires, en relation ou non avec une insuffisance de place sur l'arcade, sont notées (figure 1.21).

Hygiène et état dentaire

L'hygiène dentaire est contrôlée afin, si nécessaire, de mettre en place une motivation à l'hygiène avant tout traitement.

La présence de caries ou d'obturations, les dents extraites pour raisons endodontiques ou perdues par traumatismes sont recherchées.

Ces différents éléments peuvent influencer sur les choix thérapeutiques orthodontiques. De plus, pour la plupart, ils révèlent une susceptibilité à la carie avec un risque carieux élevé qu'il convient de prendre en compte et, si possible, d'abaisser avant le traitement orthodontique.

État parodontal

L'examen parodontal peut mettre en évidence d'éventuelles atteintes du parodonte :

- gingivites, le plus souvent en relation avec une insuffisance de brossage;
- récessions gingivales, associées parfois à certaines dystopies dentaires (figure 1.22);
- parodontite agressive du jeune, surtout chez l'adolescent.

Comme chez l'adulte, le parodonte doit être assaini avant tout déplacement orthodontique.

Les caractéristiques du parodonte du patient (épaisseur du parodonte superficiel et profond, hauteur de gencive attachée) sont évaluées et les risques parodontaux sont estimés. Leur prévention ou leur traitement doivent être intégrés au plan de traitement orthodontique (cf. chapitre 2).



Fig. 1.20

Égressions et dystopies dentaires consécutives à la perte prématurée des dents temporaires.



Fig. 1.21

Dystopies dentaires.



Fig. 1.22

Récession gingivale associée à une occlusion inversée antérieure.

Freins et brides

On regarde leur épaisseur, leur hauteur d'insertion et leur répercussion sur les arcades dentaires et le parodonte marginal (figure 1.23).



Fig. 1.23

Frein labial maxillaire épais et inséré très occlusalement.

Examen clinique fonctionnel

La musculature joue un rôle essentiel sur la morphogénèse du squelette facial et sur le développement des arcades dentaires. Elle intervient au repos et lors des différentes fonctions. L'examen clinique fonctionnel doit donc préciser les caractéristiques de ces sangles musculaires et explorer le déroulement des différentes fonctions et les activités musculaires associées.

Environnement musculaire

*Musculature cervicale et posture*¹

L'extrémité céphalique est une véritable cagoule musculaire au sein de laquelle s'équilibrent les activités des muscles de la nuque et du cou, des muscles faciaux, masticateurs et de la langue. La musculature nucale, intimement liée à celle du dos (muscles trapèzes, spinaux...), participe à l'extension de la tête et, à distance, au soutien de l'arbre trachéobronchique, en complément des muscles élévateurs de la mandibule. La musculature du cou, impliquée dans la rotation et la flexion de la tête, contrebalance en partie l'activité des muscles nucaux. Au sein de cet ensemble, les structures du squelette céphalique s'organisent en fonction des forces auxquelles elles sont soumises par adaptation morphologique et positionnelle du fait des nombreuses articulations présentes (cervicales, craniocervicales, craniomandibulaires).

Relation entre posture et morphologie craniocervicale

La morphologie faciale peut être influencée par la posture craniocervicale. Plusieurs études ont ainsi montré des liaisons entre hypodivergence mandibulaire, prognathisme

facial, flexion de la tête sur le rachis et accentuation de la lordose cervicale. Les individus hyperdivergents, et particulièrement les respirateurs buccaux, présentent des caractéristiques inverses.

La posture craniocervicale est, pour sa part, influencée par la posture générale qui conditionne l'émergence du rachis cervical.

Examen clinique de la posture

L'examen de la posture craniocervicale et de la posture générale doit compléter l'examen clinique classique.

De profil

Lors de l'examen clinique de profil de la posture générale, les plans scapulaire et fessier doivent être alignés, les flèches lombaire et cervicale étant profondes d'environ 5 et 7 cm. Une position plus postérieure du corps et une atténuation des courbures vertébrales (notamment cervicales) accompagnent ainsi fréquemment les patients présentant une classe III squelettique, dont l'appui au sol est aussi plus postérieur. Les sujets présentant les pieds plats sont, quant à eux, plus fréquemment associés à un profil rachidien avec courbures accentuées et hypodivergence mandibulaire.

Dans le plan frontal

Les associations trouble postural-développement facial sont plus aisément mises en évidence dans le plan frontal. À l'examen clinique, il faut regarder l'équilibre des épaules dans le sens vertical (horizontalité) et dans le sens antéropostérieur. Un décalage vertical ou antéropostérieur, traduisant respectivement une inclinaison ou une rotation du rachis et/ou du bassin, est un déséquilibre fréquemment observé chez les patients scoliotiques ou présentant une attitude scoliotique (figure 1.24). L'appui des pieds peut alors, lui aussi, être asymétrique. Les anomalies posturales du plan frontal peuvent participer à la formation d'une asymétrie faciale. Environ un tiers des patients scoliotiques (contre environ 15 % des autres patients) montrent ainsi l'un ou plusieurs des troubles suivants : asymétrie squelettique-latérogathie mandibulaire essentiellement (figure 1.25), occlusion inversée unilatérale, asymétrie marquée des classes molaires (figure 1.26). L'orthodontiste peut ainsi être amené à dépister une scoliose. La recherche d'une gibbosité (figure 1.27) – différenciant la scoliose de l'attitude scoliotique – peut être effectuée facilement en faisant se pencher en avant le patient, les bras dirigés vers le sol.

Incidences sur la prise en charge thérapeutique

La mise en évidence d'un trouble postural doit inciter à correspondre avec les différents spécialistes concernés (orthopédiste fonctionnel, podologue, kinésithérapeute, ostéopathe, orthoptiste, posturologue...).

1 Contribution de C. Bazert.



Fig. 1.24

Jeune patiente présentant une attitude scoliotique.



Fig. 1.26

Asymétrie de l'occlusion dans un cas de scoliose.

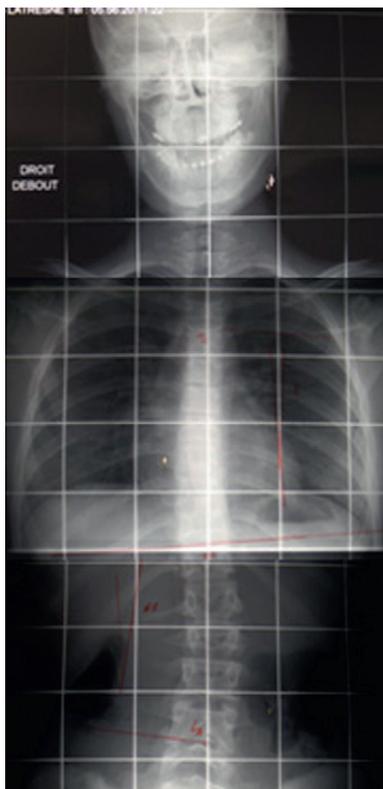


Fig. 1.25

Radiographie d'une patiente présentant une scoliose et une asymétrie faciale associées.



Fig. 1.27

Mise en évidence d'une gibbosité.

Des examens radiologiques, stabilométriques voire électromyographiques peuvent alors être nécessaires.

L'âge de traitement orthodontique coïncide avec l'âge d'apparition et d'aggravation des pathologies posturales du fait de leurs rapports étroits avec la période de croissance pubertaire, moment de choix pour la plupart des traitements. Le patient à risque postural doit donc être identifié si possible avant de débiter le traitement orthodontique pour que ses objectifs puissent s'intégrer dans une thérapeutique globale de la pathologie posturale, qu'il soit non iatrogène et stable dans le temps, de nombreuses récurrences pouvant apparaître si le cadre postural n'est pas stabilisé.

Muscles masticateurs

Ils interviennent sur le développement vertical et antéro-postérieur de la face et sur l'équilibre vertical des arcades.

Leur activité peut être évaluée cliniquement par palpation du masséter et du temporal lorsque le patient serre fortement les dents. Cette palpation permet, au niveau du masséter, de préciser sa situation plus ou moins antérieure sur le corps mandibulaire et son inclinaison en haut et en avant. Ces caractéristiques ont, en effet, un impact important sur son action morphogénétique.

Lèvres

Aspect et posture

L'observation des lèvres fournit de nombreuses indications sur leur tonicité, leur comportement et, par suite, leur influence sur les arcades dentaires.

Aspect et forme des lèvres (figure 1.28)

Les lèvres peuvent être fines ou charnues, tendues traduisant une tonicité importante ou, au contraire, éversées et atones. Des lèvres gercées accompagnent souvent une ventilation buccale.

Posture labiale au repos

Au repos, les lèvres sont normalement jointes sans effort ou ne laissent qu'un très faible espace entre elles. Leur point de jonction ou stomion est normalement situé 2 mm au-dessus du bord libre des incisives maxillaires. Plus il est haut situé, plus l'influence de la lèvre inférieure sur les incisives maxillaires est importante.

En l'absence d'occlusion labiale normale, on peut observer diverses postures adaptatives en relation avec des dysfonctions (ventilation buccale), des para-fonctions (suction de la lèvre inférieure ou interposition de la lèvre inférieure entre les arcades) ou une occlusion forcée obtenue par contraction du muscle mentonnier et élévation de la lèvre inférieure (figure 1.28c). Cette occlusion labiale forcée ne peut être maintenue pendant le sommeil et accompagne alors le plus souvent une ventilation buccale. Ces postures adaptatives modifient aussi l'action des lèvres sur les arcades dentaires.

Évaluation de la tonicité labiale

La palpation des lèvres au niveau de leur bord charnu donne une indication sur leur tonicité, mais il faut aussi palper l'épaisseur et les tensions au niveau de la zone d'attache de la lèvre supérieure et de la partie basse de la lèvre inférieure, en relation avec les positions incisives.

On peut compléter cette évaluation par différents tests : résistance à l'écoulement de l'air lorsque l'on appuie sur les joues gonflées, opposition à l'écartement des commissures par deux doigts du praticien.



Fig. 1.28

Aspect et posture des lèvres.

A. Lèvre supérieure fine, lèvre inférieure éversée et inoclusion labiale. B. Lèvre supérieure courte avec inoclusion labiale caractéristique d'une ventilation buccale. C. Fermeture labiale forcée par contraction du muscle mentonnier.

Langue

L'influence de la langue sur le développement des arcades dentaires et les inclinaisons des dents dépend de plusieurs facteurs associés : son volume, sa position au repos, sa mobilité, son tonus et son comportement fonctionnel.

Volume lingual

Le volume normal de la langue est difficile à évaluer. L'observation de la langue dans la cavité buccale et en protraction en permet une approche. Certains éléments



Fig. 1.29

Macroglossie : fissure médiane et indentations sur les bords de la langue.

qui accompagnent souvent la macroglossie (figure 1.29) doivent être recherchés pour compléter cette évaluation même s'ils ne sont pas toujours présents :

- présence de plis au niveau de la muqueuse labiale;
- empreintes des dents sur les bords de la langue;
- étalement de la langue sur l'arcade mandibulaire...

Position de la langue au repos

Antérieure dans la petite enfance, la langue recule au cours de sa maturation. En position normale, elle occupe le palais, ses bords étant au contact des collets dentaires. Les principales anomalies de position linguale au repos sont une position basse, la langue déshabitant la voûte palatine (figure 1.30), ou des interpositions antérieures ou latérales de la langue entre les arcades. La posture linguale au repos est examinée en écartant délicatement les lèvres.

Mobilité linguale

Elle est étudiée lors de la protraction et de l'élévation linguales en faisant rechercher un contact de la langue avec les lèvres, les joues, le nez et le menton. Une mobilité réduite



Fig. 1.30

Langue en position basse et incidence sur l'arcade mandibulaire (diastèmes).

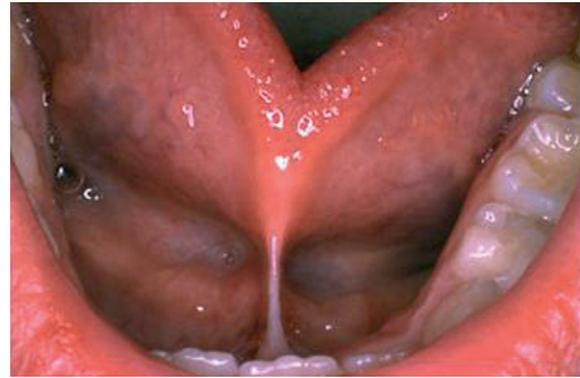


Fig. 1.31

Frein labial court.

est souvent liée à un frein lingual court qui tend au repos à maintenir la langue en position basse au voisinage des incisives mandibulaires (figure 1.31).

Tonicité linguale

Elle est évaluée par palpation.

Examen des fonctions

Ventilation

La ventilation normale est nasale de jour et de nuit. La ventilation buccale ou même mixte perturbe le développement craniofacial et général de l'enfant. Son dépistage est basé sur l'interrogatoire et l'examen clinique.

Interrogatoire

Il recherche :

- les antécédents rhinopharyngés et leur éventuelle prise en charge (traitements médicamenteux, amygdalectomie ou adénoïdectomie);
- l'existence d'allergies;
- l'existence de ronflements;
- des troubles du sommeil liés à la perturbation de la thermorégulation cérébrale qui accompagne la ventilation buccale (réveils, sueurs, sensation de soif) et leurs conséquences diurnes (fatigue, difficulté de concentration ou hyperactivité chez certains enfants...).

Facès de l'enfant dit « facès adénoïdien » (figure 1.32a)

Le ventilateur buccal a le plus souvent un aspect caractéristique en relation avec la fatigue due au manque de sommeil et aux conséquences morphologiques de sa dysfonction :

- son visage est allongé, pâle, souvent inexpressif et figé;
- ses paupières sont lourdes, son regard est triste, ses yeux sont cernés;
- les lèvres souvent gercées l'hiver sont en inoclusion et adoptent une posture adaptative (cf. figure 1.29). L'occlusion



Fig. 1.32

Signes exobuccaux de ventilation buccale.

A. Faciès adénoïdien. B. Empâtement de la région sous-mentonnaire.

labiale est obtenue par contraction du muscle mentonnier. Les narines sont étroites, afunctionnelles et pincées;

- sa posture céphalique est modifiée pour faciliter le passage de l'air : l'enfant projette sa tête en avant et adopte une posture céphalique en extension;
- la région mentonnaire est parfois empâtée en relation avec l'hypotonie musculaire et la position basse de la langue ([figure 1.32b](#)).

Signes endobuccaux

La présence d'une gingivite chronique sur le bloc incisivo-cannin signe la ventilation buccale. La langue adopte une posture basse, adaptative pour laisser le passage à l'air. Les amygdales palatines peuvent être hypertrophiées ([figure 1.33](#)). Le palais est profond, étroit.

Examen fonctionnel

- **La perméabilité des narines** peut être observée grâce au **test du miroir de Glatzel**. Lors de l'expiration, un miroir préalablement refroidi placé sous les narines se charge normalement de buée. L'importance des traces de buée et leur



Fig. 1.33

Amygdales palatines hypertrophiées.

symétrie permettent d'évaluer la perméabilité nasale et sa symétrie.

- **L'épreuve de Rosenthal** teste la capacité du sujet à ventiler par le nez. L'enfant doit effectuer 15 ventilations bouche fermée. S'il ouvre la bouche avant la fin de l'exercice ou que son pouls s'accélère, l'enfant est un ventilateur buccal vrai.

- **Le test de Gudin** explore le réflexe nasaire. Le patient ayant la bouche fermée, le praticien pince ses narines pendant deux secondes avant de les relâcher. Si le réflexe nasaire est présent, les narines doivent battre et s'ouvrir. Si elles restent pincées, ce test met en évidence une hypotonie des muscles dilatateurs.

En cas de troubles, un bilan complet doit être effectué par un ORL, qui pratique une rhinoscopie ou une fibroscopie pour observer les voies aériennes supérieures, et si nécessaire, un allergologue. Des explorations fonctionnelles complémentaires – en particulier une rhinomanométrie qui mesure la résistance nasale ou un examen à l'aide d'un aérophonoscope qui détermine et compare les flux aériens d'origine nasale et buccale – peuvent être réalisées.

La ventilation buccale est un facteur de risque de développement d'un syndrome d'apnée-hypopnée obstructive du sommeil chez l'adulte. Ce syndrome existe aussi chez l'enfant, son diagnostic, sa prise en charge et son incidence sur les décisions thérapeutiques sont évoqués dans le chapitre 2 (p. 42).

Déglutition

La déglutition normale s'effectue arcades en occlusion, la mandibule étant stabilisée par le contact dentaire lié à la contraction des muscles élévateurs, sans participation des orbiculaires des lèvres, la pointe de la langue appuyée sur la papille rétro-incisive. Le passage de la déglutition du nourrisson (ou déglutition infantile), caractérisée par une forte



Fig. 1.34

Examen de la déglutition atypique.

A. Contrôle par la palpation de l'activité des différentes sangles musculaires. B. Observation de la position linguale.

contraction des muscles labiaux et jugaux qui stabilisent la mandibule et une interposition de la langue entre les arcades en inoclusion, s'effectue normalement vers 18 mois suite à la maturation de l'enfant et aux modifications anatomiques (évolution des dents temporaires qui supprime le contact labiolingual et réduction de la macroglossie relative par la croissance faciale). Cependant cette maturation est progressive et de nombreux enfants présentent une déglutition dite transitionnelle qui conserve certaines caractéristiques de la déglutition infantile. Cette déglutition atypique après 6–7 ans (voire 10 ans selon les auteurs) est considérée comme anormale et qualifiée de dysfonctionnelle.

L'examen clinique de la déglutition recherche donc la présence des signes caractéristiques de la déglutition adulte ou de la déglutition infantile en examinant lors de la déglutition d'une gorgée d'eau ou de la salive :

- l'activité labiale;
- la contraction des élévateurs;
- la position linguale.

Cette observation est menée sur plusieurs déglutitions entrecoupées de période de repos. En regardant l'enfant déglutir, on contrôle l'absence de crispation labiale et l'élé-

vation du dôme lingual grâce à la forme de l'angle cervico-mandibulaire qui est alors droit.

Les différents événements de la déglutition peuvent aussi être suivis par palpation (figure 1.34a). Enfin l'interposition linguale antérieure ou latérale est recherchée en écartant les lèvres rapidement à la fin de la déglutition (figure 1.34b).

Phonation

L'exploration de la phonation vient compléter la recherche d'une interposition ou d'une pulsion linguales. Elle est basée sur la prononciation de mots courts comportant des phonèmes impliquant la langue comme :

- « dînette », « tartine », « lait » qui permettent d'étudier la prononciation correcte des dentales et des palatales (D, T, L, N) et de vérifier la position normale de la pointe de la langue sur la papille rétro-incisive sans contact dentaire ni interposition antérieure;
- « saucisson », « chien », « chat » qui correspondent respectivement aux sifflantes et aux chuintantes susceptibles de s'accompagner d'une interposition latérale de la langue.

Le comportement des lèvres est lui aussi étudié lors de la prononciation de certains phonèmes : « mamama », « ve ».

Mastication

Pour favoriser une croissance harmonieuse et symétrique, la mastication doit être unilatérale, alternée avec des déplacements latéraux suffisants.

L'exploration de cette fonction repose sur :

- **l'interrogatoire** à la recherche du côté préférentiel de mastication (« de quel côté manges-tu ? ») le plus souvent méconnu, mais surtout des habitudes alimentaires passées et actuelles (âge du dernier biberon, alimentation mixée, consommation de viande...);
- **l'observation de la mastication** d'un chewing-gum, par exemple : mastication avec des cycles verticaux parfois accompagnés de mouvements de succion ou mastication avec des déplacements mandibulaires latéraux plus importants;
- **la valeur des angles fonctionnels masticateurs de Planas (AFMP)** (figure 1.35) : ils mesurent l'inclinaison par rapport au plan d'occlusion du trajet du point interincisif mandibulaire lors de mouvements de latéralité à droite et à gauche maintenant le maximum de contacts dentaires. Une différence entre les AFMP droit et gauche signe une mastication unilatérale dominante du côté de l'angle le plus faible. La valeur de ces angles traduit aussi l'usure dentaire due à la mastication. Elle doit être analysée en fonction de l'âge du patient et du stade de dentition. Ainsi, en fin de



Fig. 1.35

Mise en évidence des angles fonctionnels masticateurs de Planas (AFMP).

denture temporaire, une valeur élevée des AFMP signe une insuffisance d'abrasion de la denture par insuffisance des mouvements latéraux au cours de la mastication;

- **l'observation des facettes d'usure et de leur répartition;**
- **la recherche des signes d'asymétrie en relation avec une mastication unilatérale dominante :** un corps mandibulaire plus long du côté non mastiquant avec une déviation du menton et du point interincisif vers le côté mastiquant, une arcade dentaire mandibulaire plus distale et un développement plus important de l'hémi-maxillaire du côté mastiquant.

Dynamique mandibulaire

Cet examen recherche essentiellement :

- **les anomalies cinétiques de la mandibule en relation avec des interférences occlusales :** en étudiant l'amplitude et la direction du glissement entre les positions de relation centrée et d'intercuspidation maximale ou le passage de la position de repos à la position d'intercuspidation maximale;
- **les signes de prédisposition ou de présence d'un dysfonctionnement temporomandibulaire;**
- **les mouvements** d'ouverture–fermeture, de propulsion et de latéralité qui sont observés. On note :
 - leur amplitude,
 - leur rectitude ou la présence de déviation ou de ressaut,
 - la symétrie des mouvements de latéralité;
- **l'absence ou la présence de bruits articulaires ou de douleur.**

L'ensemble de cet examen est détaillé lors de la prise en charge des risques articulaires dans l'établissement du plan de traitement (*cf.* chapitre 2, p. 67).

Parafonctions

Ces conduites ou habitudes orales sont des déviations ou des exagérations des praxies normales qui ne correspondent pas à des fonctions de nutrition ou de relation. À côté de la succion du pouce ou d'un doigt, il existe de nombreuses autres parafonctions chez l'enfant : succion d'une tétine ou d'un « doudou », succion des joues, succion ou mordillement de la lèvre inférieure, tétée de la langue..., mais aussi bruxisme et onychophagie.

Les habitudes de succion sont considérées comme normales chez le jeune enfant mais ne doivent pas perdurer au-delà de 4 à 5 ans. Ces parafonctions ont, en effet, une influence déformante sur le cadre dento-alvéolaire qui favorise le maintien des dysfonctions orales auxquelles elles sont très souvent associées. Elles doivent donc être recherchées et si possible éliminées. Cette suppression cependant doit être prudente et prendre en compte le développement psycho-affectif de l'enfant.

Lors de l'examen clinique, on recherche les traces de succion sur le pouce ou les ongles rongés, la présence d'un « doudou » dans les mains de l'enfant, les mimiques pouvant laisser suspecter des habitudes de succion linguale ou labiale et enfin des usures dentaires anormales traduisant la présence d'un bruxisme souvent révélé par les parents alertés par les grincements.

Approche psychologique²

Enfance

L'enfance correspond à la période de développement comprise entre la naissance et la puberté qui marque l'entrée dans l'adolescence. Elle se subdivise en différentes parties en fonction de l'âge, du développement psychologique ou de critères sociaux comme l'entrée à l'école primaire, ce qui explique certaines variations suivant les approches des auteurs :

- première enfance jusqu'à 3 ans (nouveau-né de 0 à 30 jours, nourrisson jusqu'à 2 ans);
- deuxième ou petite enfance de 3 à 6 ans;
- troisième ou moyenne enfance de 7 ans à 12–13 ans, sachant que les deux années qui précèdent la puberté sont souvent désignées sous le terme de préadolescence.

Hors le cas particulier de certains syndromes malformatifs, comme les fentes faciales, l'orthodontiste est rarement en contact avec de petits enfants, aussi nous limitons notre propos à l'enfant à partir de 4 ans.

² Contribution de Y. Delbos.

Enfant entre 4 et 6 ans

Chez l'enfant préscolaire entre 4 et 6 ans, la socialisation est en cours, le langage est maîtrisé, donc le dialogue possible, mais l'intellect est dominé par la pensée magique avec un fonctionnement animiste basé sur la perception (période dite sensori-motrice). L'enfant est naturellement curieux et recherche des explications, mais aussi des règles car il commence à intégrer le sens moral. Les psychanalystes ont souligné l'importance du rapport au sexe opposé au travers du complexe d'Œdipe chez le garçon ou d'Électre chez la fille. C'est aussi l'âge des rivalités familiales imaginées sous le complexe de Caïn. Le praticien doit toujours tenir compte du contexte familial, des rapports au sein de la fratrie, de la maturité de l'enfant pour faire accepter ses traitements d'interception.

Enfant à partir de 7 ans

À partir de 7 ans, c'est l'« âge de raison », le stade des opérations concrètes : l'enfant devient capable de logique et peut s'interroger sur ses perceptions. Il ne faut plus raconter d'histoires : il ne croit plus au Père Noël mais a vu Pinocchio. Il connaît et reconnaît le mensonge. Pour le praticien, il est toujours préférable de dire la vérité, en prenant soin de choisir son vocabulaire, avec bienveillance et empathie sans renoncer à la fermeté. Plus l'enfant grandit, plus il s'autonomise, plus il échappe à l'autorité parentale et plus sa coopération et son avenir dépendent de nous.

Enfant à partir de 11 ans

Le stade suivant, à partir de 11 ans, correspond à celui de l'installation de la pensée abstraite (stade des opérations formelles de Piaget) où l'on peut privilégier une relation responsable si l'environnement familial est favorable. L'enfant grandit et devient adolescent...

Adolescence

La reconnaissance d'un statut propre à l'adolescent est une préoccupation récente de nos sociétés. Suivant une organisation traditionnelle, il existe toujours une transition entre l'enfance et l'âge d'homme qui se matérialise par un rite de passage, une initiation. Le temps n'est pas si loin encore où la communion solennelle assortie de la montre offerte à cette occasion consacrait l'entrée chez les grandes personnes... Sans doute faut-il chercher dans l'allongement des études ou une entrée plus tardive dans la vie active l'origine de cette préoccupation.

Adolescence, le temps de la conquête de soi...

C'est le temps de « la conquête soi » qui s'intercale entre celui de l'innocence et celui des responsabilités.

Cette construction implique une rupture avec le monde de l'enfance, mais aussi avec l'ordre établi par les adultes. Elle dure autant que nécessaire : ses contours sont flous, de la puberté à la majorité légale, avec des variations individuelles, ethniques, sociétales...

D'une façon générale, l'adolescence se caractérise aussi par une autonomie relative ou partielle : le plus souvent juridiquement mineur, l'adolescent ne peut contracter librement mais il bénéficie d'aménagements spécifiques du droit comme la majorité sexuelle, le secret médical... L'adolescent est généralement dépendant de sa famille pour sa subsistance et, même dans le cas où il exerce une activité rémunérée, il reste sous la tutelle d'un adulte pour de nombreuses opérations financières.

L'adolescent attardé ou adulescent est celui qui poursuit des comportements jugés immatures alors qu'il est déjà adulte. Quelques explications ont été proposées pour justifier cette situation, plus fréquemment rencontrée dans les milieux aisés, et qui a été popularisée par le film *Tanguy* d'Étienne Chatiliez ou par des séries TV comme *Friends* :

- « cocooning », refus de quitter le confort du nid familial... ;
- repli sur soi, peur d'affronter le monde extérieur... ;
- déni du temps qui passe, volonté d'un monde immuable...

Cette phase incontournable de maturation, en principe transitoire, peut déboucher sur une forme pathologique qui s'ancre dans la pérennité, décrite sous le nom de « syndrome de Peter Pan » par le psychiatre Dan Killey (1983) en référence au personnage de l'écrivain écossais Sir James Matthew Barrie, qui ne voulait pas grandir.

Physiquement, l'adolescence est marquée par le rapport au corps et ses changements liés à la croissance staturale et à l'acquisition des caractères sexuels. Il s'agit bien d'une période charnière cruciale pour le développement de l'individu, dominée par le doute (« suis-je normal, suis-je beau ? »), la découverte de la séduction puis de la sexualité.

Ces transformations du corps s'accompagnent de changements psychologiques. C'est une période de contrastes, de contradictions : besoin de séparation (désidéologisation des parents, où l'imitation cède la place à l'opposition), d'appartenance (recherche d'un modèle et d'identification au héros : star, maître à penser), d'intimité (goût du secret) et de partage (phase de l'ami unique confident exclusif ou de l'appartenance au groupe).

L'adolescence alterne des phases de repli narcissique et d'affirmation de soi avec le désir de briller, d'hypersensibilité optimiste ou pessimiste. L'exaltation et le désir d'absolu peuvent se radicaliser en non-conformisme, révolte, voire déviance et addiction...

Intellectuellement, l'adolescent quitte le domaine de la pensée magique pour celui de la pensée formelle grâce à l'acquisition de capacités d'abstraction et du raisonnement déductif. En l'absence d'une véritable expérience pratique, cette merveilleuse possibilité est souvent déconnectée du sens des réalités, mais c'est une période très créative et très féconde où l'adolescent peut refaire le monde.

Tout ce qui précède a déjà fait l'objet d'une littérature abondante mais peut se résumer dans la métaphore proposée par Françoise Dolto, celle du homard qui change de carapace : une promesse de vie suspendue à un temps d'une extrême fragilité.

Adolescence, la consultation...

La construction de « *l'image de soi* » est essentielle pour la construction de tout individu. Elle passe initialement par l'affection et l'amour de l'entourage dans la prime enfance qui détermine la confiance en soi, se conforte par la perception de soi, par nature très subjective, mais qui nécessite la confrontation à autrui. C'est ainsi que s'élabore une représentation mentale du « schéma corporel » : nous devenons ce que nous sommes en intégrant ce que nous percevons être et ce que nous renvoient un regard extérieur ou des critères sociaux. Il s'agit d'une phase dynamique, avec ses périodes fastes et des moments en creux qu'il faut savoir accompagner. Il faut s'en souvenir lorsque l'on s'engage dans un traitement, par essence toujours trop long pour celui qui le subit...

Les motivations du patient adolescent sont soit directement inspirées par les parents ou l'entourage familial, soit plus personnelles ou en rapport avec le jugement des pairs qui, nous l'avons rappelé, est capital à cette période.

Dans les deux cas, la demande esthétique est souvent très présente. Elle est plus rarement fonctionnelle. Pour les parents ce peut être une question de normalité, voire de standing, illustrant un certain conformisme social, ou de soins par procuration, n'ayant pu eux-mêmes bénéficier de ce traitement dans leur jeunesse. Il est clair que l'adolescent ne partage pas toujours ce point de vue, mais à l'exception bien évidente du dernier argument, les motivations esthétiques de l'adolescent renvoient aussi à cette normalité ou au mimétisme lié à l'appartenance au groupe. Un sourire parfait est un gage de réussite dans une société concurrentielle où les pages de magazine reproduisent

à l'envie les standards du moment. C'est aussi espérer plaire et séduire : au-delà d'aspirations purement narcissiques, il s'agit d'une préoccupation bien légitime pour rencontrer d'éventuels partenaires. Notre condition d'humain est inscrite sur notre visage et le sourire est le premier signal d'une communication réussie.

Le praticien doit prendre en compte le patient dans sa globalité, avec sa personnalité et son profil psychologique conforme à sa tranche d'âge. La première rencontre ne doit pas seulement servir à recueillir les données cliniques de base mais aussi chercher à sonder les motivations propres de l'adolescent, et les croiser avec celles des parents. Ne pas se contenter de deviner mais inviter les acteurs à s'exprimer clairement, de façon à sceller le pacte entre soignant et soigné : cette petite perte de temps initiale est largement compensée par la suite. Il ne faut pas hésiter à s'y référer si des moments plus difficiles se présentent par la suite.

Lors de l'entretien, il est souvent préférable d'être suggestif (« ne penses-tu pas que... »), plutôt que directif (tu devrais..., il faut que...). Une participation active dans le raisonnement est utile pour une meilleure motivation : par exemple énoncer les conséquences possibles de telle ou telle conduite et laisser l'adolescent choisir la réponse la plus pertinente. Le problème de l'hygiène est un sujet récurrent pour les récriminations, tant il semble attaché à la période adolescente. Quel discours tenir : « Comme cela se passe pour toi quand tu oublies de te brosser les dents ? tu te sens mieux ? tu n'as pas l'impression d'avoir mauvaise haleine au bout de quelques jours... » Le tutoiement ou le vouvoiement peuvent être employés indifféremment suivant le contexte : le « vous » impose une distance mais le « tu » doit être consenti... La présence des parents n'est pas toujours souhaitable, surtout si leur discours est contre-productif par rapport à notre approche. Il est très important que nous soyons perçus comme celui qui détient un savoir utile que nous sommes disposés à mettre à son service, un adulte bienveillant, mais pas un parent moralisateur. Nous ne sommes pas des juges mais des docteurs.

Il est fréquent que l'adolescent teste son interlocuteur, le provoque pour le faire réagir, pour chercher des limites, comme il le fait habituellement avec ses parents. Notre réaction peut lui paraître inhabituelle, puisque nous ne sommes pas ses parents, elle ne doit surtout pas être interprétée comme un accord tacite ou une approbation. Il est préférable de chercher ensemble une explication positive, en fonction de la maturité intellectuelle du sujet : « Je ne partage pas ton avis... Tu crois que c'est en faisant ceci ou cela que... Voyons ce qui se passe dans ces conditions... (décrire les conséquences possibles). C'est cela que tu souhaites ? Non, c'est autre chose... alors comment y parvenir... »

La prise en compte de la douleur ou de l'inconfort n'est pas à négliger elle participe à la réussite du traitement. Une plainte ne doit pas être niée, une douleur ne doit pas être déniée. Tout praticien se doit de faire la part des choses entre l'excès de nociception et la composante psychogène, souvent liée à l'anxiété. Certes, il existe des filles « chichiteuses » ou des garçons « douilleteux », mais nous savons que le déplacement dentaire ou la pose d'un appareillage peut engendrer une douleur dès les premières heures avec un point culminant dans les 24 heures. La douleur peut être augmentée par la mastication. Il convient d'être particulièrement vigilant en cas de conduite alimentaire perturbée ou pathologique. Le praticien doit toujours anticiper les crises douloureuses : informer, rassurer, traiter...



À retenir

Trouver la parole juste, choisir le moment juste, adopter le comportement juste : les enfants ne sont pas tous pareils mais sont sensibles à nos explications et n'ont pas besoin de jargon ; ils peuvent entendre des choses désagréables quand ils y sont préparés ; ils nous observent et vérifient que nos mots se superposent bien à nos actes...

Le rapport au temps, le rapport au corps, le rapport à la douleur conditionnent notre pratique quotidienne. Il faut de nombreuses années pour apprécier la notion de temps et ce mot n'a pas la même signification suivant l'âge que l'on a. De même qu'un enfant se construit lorsqu'il mange (alors qu'un adulte passe à table), un corps trouve son identité (et inversement) durant la période critique où nous sommes censés intervenir... Enfin, n'oublions pas que faire du bien peut faire mal, mais que tout le monde ne peut pas le comprendre ou l'accepter...

C'est le défi qu'il nous faut relever ! La technique s'apprend et se maîtrise, mais c'est souvent plus difficile en ce qui concerne le relationnel...

Examens complémentaires

Ces examens complètent et précisent l'examen clinique en permettant de mesurer et de quantifier les différentes anomalies observées.

Ils constituent une référence objective pour suivre l'évolution du patient en fonction de la croissance et des effets du traitement.

Imagerie

Orthopantomogramme

Cet examen de dépistage, indispensable dans le dossier orthodontique, fournit une vision globale des arcades dentaires et des structures environnantes.

Après avoir recherché des images radio-claires ou radio-opaques laissant suspecter une pathologie de type kyste, tumeur..., on étudie en particulier :

- **les sinus et les fosses nasales** : à la recherche d'une opacité sinusienne, trace d'une sinusite, d'une déviation de la cloison nasale ou tout autre signe pouvant expliquer une ventilation buccale ;
- **les articulations temporomandibulaires** (figure 1.36) : même si cette radiographie ne donne pas une image très précise de cette région, elle permet d'étudier la symétrie de ces deux structures et la présence d'une morphologie condylienne anormale ou remaniée ;
- **la morphologie des deux héli-mandibules et leur symétrie** (cf. figure 1.36) : la hauteur et la largeur des branches montantes, la hauteur et la longueur des deux héli-corps peuvent être observées sur l'orthopantomogramme ; leur asymétrie traduit la présence d'une latérogathie ;
- **la formule dentaire** (figure 1.37) : l'orthopantomogramme renseigne sur l'âge dentaire du patient et sa concordance avec l'âge civil. Il précise les inclusions ou les agénésies dentaires suspectées à l'examen clinique. Cependant, les dents très dystopiques, lorsqu'elles sont hors du plan de coupe, peuvent disparaître de l'image ou être très difficilement visibles ;
- **l'état et la morphologie dentaires** : l'état carieux et les obturations coronaires et surtout radiculaires sont visualisés sur ce cliché ainsi que les lésions apicales. La morphologie radiculaire est examinée à la recherche de signes prédisposant aux résorptions radiculaires : racines courtes ou effilées, apex coudés ou en sucette... (figure 1.38).

Téléradiographies

Intérêts et limites de la téléradiographie

Réalisées avec une distance foyer-objet importante (initialement supérieure à 4 m), ces radiographies donnent une image du crâne et de la face avec une déformation minimale permettant la céphalométrie. De plus, grâce à la standardisation des conditions de prise du cliché et d'orientation de la tête, il est possible de comparer des clichés entre eux et donc d'étudier la croissance du patient ou les effets thérapeutiques.

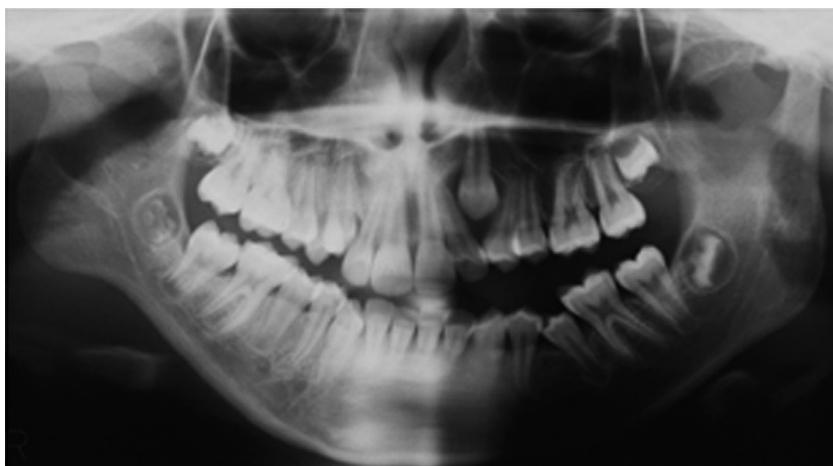


Fig. 1.36

Signes d'asymétrie mandibulaire sur la radiographie panoramique.

Asymétrie morphologique des deux condyles et des rami, hauteur ramale réduite à droite, présence d'une échancrure prégoniaque marquée à droite et augmentation de la longueur du corps mandibulaire gauche.

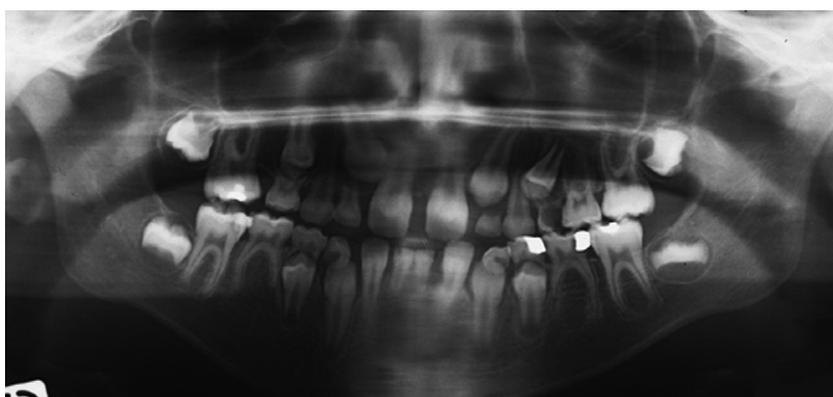


Fig. 1.37

Orthopantomogramme d'un patient présentant des agénésies multiples.

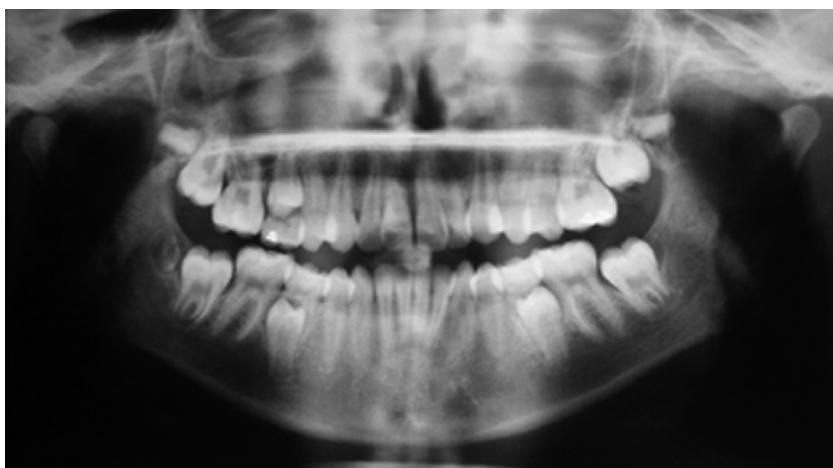


Fig. 1.38

Apex très effilés pouvant faire redouter un risque de résorption radiculaire lors du déplacement dentaire.

Trois incidences sont utilisées en orthopédie dentofaciale :

- la téléradiographie de profil en *norma lateralis*;
- la téléradiographie de face en *norma frontalis*;
- la téléradiographie basale en *norma axialis*.

Ces trois incidences sont orthogonales entre elles et donnent une vision des anomalies du patient dans les trois dimensions de l'espace, particulièrement utile dans les cas d'asymétrie faciale. Elles restent cependant des images bidimensionnelles d'une structure tridimensionnelle et la correspondance entre ces trois clichés peut être parasitée par des erreurs de positionnement de la tête dans le céphalostat.

Malgré les progrès de la qualité des clichés liés, notamment, à la numérisation, la superposition de structures et l'impact de leur orientation par rapport au rayon incident sur leur image radiologique rendent la localisation de certaines structures parfois difficile.

Analyse diagnostique de la téléradiographie de profil

Elle est conduite en deux étapes :

- l'observation directe de la téléradiographie permettant une analyse morphologique et structurale;
- la réalisation d'une analyse céphalométrique afin de préciser le diagnostic et de quantifier l'importance des dysmorphoses.

Analyse morphologique et structurale

Cette étape ne doit pas être négligée car elle apporte des éléments essentiels pour la prise en charge du patient.

Elle permet :

- **le contrôle de la normalité morphologique des différentes structures et de l'absence d'images suspectes.**

Cette étude morphologique de l'ensemble des éléments craniofaciaux et rachidiens peut permettre le dépistage de pathologies générales ou d'anomalies morphologiques dont les répercussions sont parfois graves pour le patient. À titre d'exemple, nous citons :

- une anomalie de forme et de taille de la selle turcique pouvant être en relation avec une anomalie hypophysaire (figure 1.39),
- une impaction basilaire,
- des malformations des vertèbres cervicales ou l'agénésie d'une vertèbre cervicale,
- des impressions digitiformes sur la voûte crânienne qui peuvent laisser suspecter une forme fruste de craniosténose,
- un processus tumoral...

Toute image inhabituelle doit faire l'objet d'une étude plus approfondie et d'une interprétation parfois pluridisciplinaire;

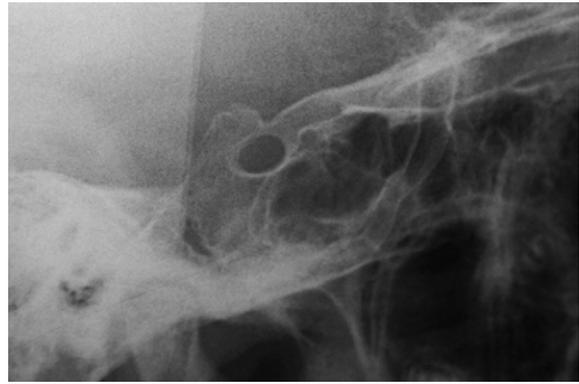


Fig. 1.39

Image d'une selle turcique totalement fermée sur une téléradiographie de profil.



Fig. 1.40

Posture céphalique en hyperextension et enroulement des épaules en avant chez un respirateur buccal.

- **l'étude de la posture céphalique** : l'observation de la colonne cervicale peut révéler des anomalies de posture céphalique comme, le plus souvent, une posture en hyperextension (figure 1.40) ou une projection antérieure de la tête en relation avec une ventilation buccale;
- **l'analyse des tissus mous et des voies aériennes supérieures**. La téléradiographie de profil permet de visualiser :
 - les dimensions antéropostérieures du pharynx,
 - la présence des végétations adénoïdes ou d'une hypertrophie des amygdales palatines (figure 1.41),
 - l'absence de contact vélo-lingual (cf. figure 1.41) caractéristique de la ventilation orale,
 - les dimensions du voile du palais (figure 1.42),
 - la position antéropostérieure et verticale de l'os hyoïde,

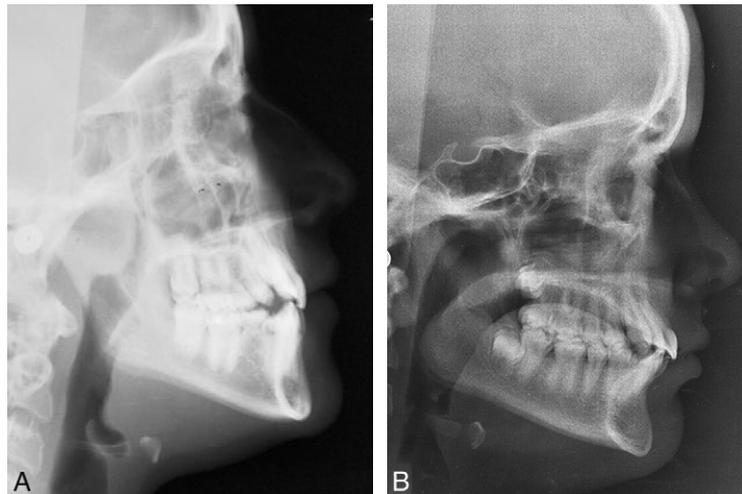


Fig. 1.41

Tissus mous oropharyngés sur la téléradiographie de profil chez des patients ventilateurs buccaux.

A. Présence de végétations adénoïdes. B. Très volumineuses amygdales palatines et absence de contact vélolinguale.

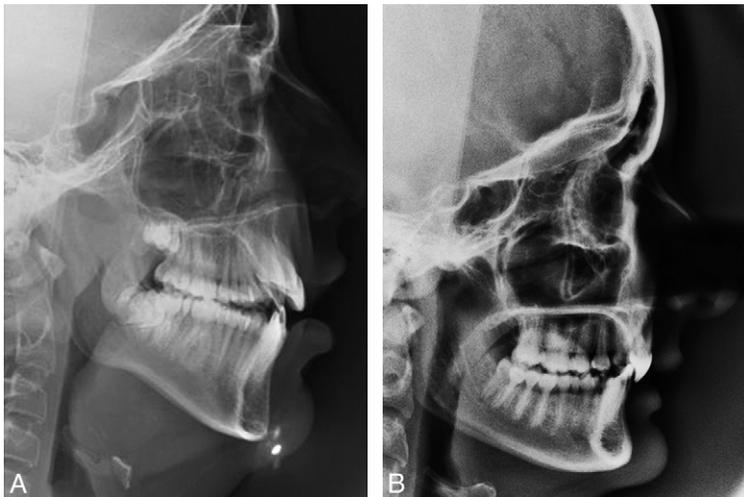


Fig. 1.42

Posture linguale sur la téléradiographie de profil.

A. Position basse de la langue chez un ventilateur buccal (on note aussi un épaississement du voile du palais). B. Position haute et distale de la langue dans une classe II division 2.



Fig. 1.43

Harmonie du profil d'une patiente en classe II division 2 sur la téléradiographie de profil et position haute du stomion par rapport à l'incisive maxillaire.

– la posture linguale : normale, basse en relation avec une ventilation buccale ou un frein court ou haute et distale comme dans les classes II division 2 (cf. figure 1.42),

– les lèvres : leur épaisseur, la hauteur du stomion et ses relations avec l'incisive maxillaire, la présence ou non d'un contact bilabial avec ou sans contraction mentonnière associée (figure 1.43);

- l'évaluation de l'harmonie du profil cutané (cf. figure 1.43);
- l'observation des caractères structuraux en particulier mandibulaires qui contribuent à l'estimation de croissance du patient (cf. Chapitre 2, p. 45).

Analyses céphalométriques

Réalisées à partir d'un tracé des structures craniofaciales ou informatisées, les analyses céphalométriques permettent de localiser et de quantifier les anomalies du patient.

Très nombreuses, elles peuvent être classées en trois catégories principales :

- les analyses typologiques qui visent à déterminer le type facial du sujet (analyse de Bjork);
- les analyses dimensionnelles, basées sur des mesures linéaires ou angulaires réalisées entre différents points ou plans céphalométriques (tableau 1.1 et figure 1.44).

Le diagnostic est alors établi en comparant les valeurs du patient à des normes pré-établies à partir de populations sélectionnées (analyses de : Downs, Tweed, Steiner, Ricketts...);

• **les analyses architecturales et structurales** qui étudient l'équilibre ou le déséquilibre entre les différentes structures céphaliques à partir de constructions et visent à préciser l'origine du déséquilibre. Le patient est sa propre référence (analyses de : Sassouni, Delaire...).

Les analyses céphalométriques, surtout dimensionnelles, présentent un certain nombre de limites liées principalement :

- **à la précision relative de la localisation des points** qui varie selon qu'ils sont anatomiques ou construits;
- **aux variations éventuelles des plans de référence** qui peuvent interférer dans l'interprétation des mesures observées;
- **aux normes choisies** qui ne sont le plus souvent que les moyennes calculées dans une population sélectionnée par l'auteur de l'analyse à laquelle n'appartient pas forcément le patient étudié.

Elles permettent cependant de quantifier l'importance des anomalies et de suivre leur évolution. Ce sont aussi un précieux instrument de communication, de recherche et d'enseignement.

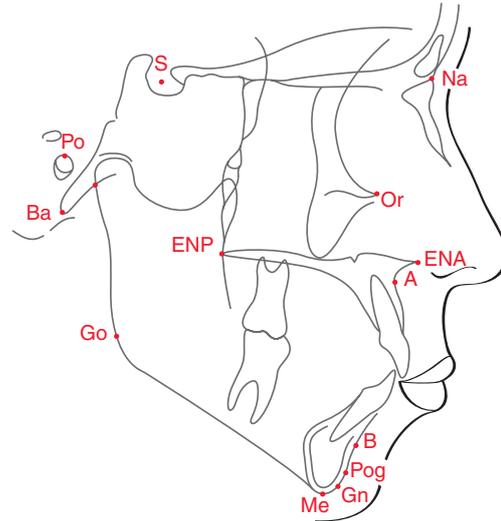


Fig. 1.44
Principaux points céphalométriques.

Tableau 1.1. Définition des principaux points céphalométriques.

Abréviation	Nom	Définition
Na ou N	Nasion	Point le plus antérieur de la suture nasofrontale
ENA ou ANS	Épine nasale antérieure	Point situé à l'extrémité antérieure du maxillaire
A	Sous-épineux	Point le plus déclive de l'image de la concavité alvéolaire antérieure du maxillaire
B	Supramental	Point le plus déclive de l'image de la concavité alvéolaire antérieure de la mandibule
Pog	Pogonion	Point le plus antérieur de l'image de la symphyse
Me ou M	Menton	Point le plus inférieur de l'image de la symphyse
Gn	Gnathion	Point du contour symphysaire situé à égale distance du Pog et du Me
ENP ou PNS	Épine nasale postérieure	Point situé à l'extrémité postérieure du palais dur
Ba	Basion	Point le plus bas et le plus reculé du basi-occipital
Or	Orbital	Point le plus déclive du rebord de l'orifice orbitaire
Po	Porion	Point le plus élevé du conduit auditif externe (CAE)
Go	Gonion	Point situé à égale distance du point le plus postérieur et le plus inférieur de l'angle gonion
S	Sella	Centre de la selle turcique
Ar	Articulaire	Intersection de l'image du bord postérieur du ramus avec la face exocrânienne du clivus occipital
D	Point D	Point central symphysaire, centre de l'image de la base symphysaire
Xi	Point Xi	Centre géométrique du ramus
Pm	Suprapogonion	Point d'inflexion du contour antérieur de la symphyse mandibulaire compris entre le point B et le Pog
Ptm	Ptérygomaxillaire	Sommet de la fente ptérygomaxillaire
L	Point L	Projection orthogonale sur SN du point le plus antérieur de la mandibule
E	Point E	Projection orthogonale sur SN du point le plus postérieur du condyle

Les analyses céphalométriques sont très nombreuses; les principales sont présentées dans différents livres et articles de céphalométrie. Seules les informations diag-

nostiques recherchées et les variables le plus souvent utilisées sont reprises dans les [tableaux 1.2 à 1.5](#) ([figures 1.45 à 1.48](#)).

Tableau 1.2. Relations squelettiques antéropostérieures.

Information diagnostique recherchée		Évaluation	Mesure	Norme	Analyse
Maxillaire	Position dans le profil	Par rapport à la base du crâne	SNA	$82^\circ \pm 2^\circ$	Downs, Steiner, Tweed...
	Longueur	En projection sur le plan de Francfort	Ptm-A	$51,4\% \pm 2,6$ de BaNa (8 ans)	Coben
	Implantation	En projection sur le plan de Francfort	S-Ptm	$20,7\% \pm 2,8$ de BaNa (8 ans)	Coben
Mandibule	Position dans le profil	Par rapport à la base du crâne	SNB	$80^\circ \pm 2^\circ$	Downs, Steiner, Tweed...
			SND	$76^\circ \pm 2^\circ$	Steiner
		Par rapport au plan de Francfort	Angle facial (NaPog/Francfort)	$90^\circ \pm 3^\circ$	Downs, Ricketts...
	Longueur	En projection sur SN	SL	51 mm	Steiner
		En projection sur le plan de Francfort	GoPo	$72,6\% \pm 4,4$ de BaNa (8 ans)	Coben
		En longueur absolue	GoPo'	$76,9\% \pm 3,99$ de BaNa (8 ans)	Coben, Wendell Wylie
	Implantation	En projection sur SN	SE	21 mm	Steiner
En projection sur le plan de Francfort		ArBa	$9,9\% \pm 2,3$ de BaNa (8 ans)	Coben	
Décalage maxillomandibulaire	Convexité du profil	Valeur angulaire	Angle de convexité NaA/APog	$6^\circ \pm 5^\circ$	Downs
		Valeur linéaire	A-NApog	$2\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$	Ricketts
	Décalage entre A et B	Valeur angulaire	ANB	$2^\circ \pm 2^\circ$	Riedel, Tweed, Steiner...
		En projection sur le plan d'occlusion	AOBO	$0\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$	Jacobson, Tweed...

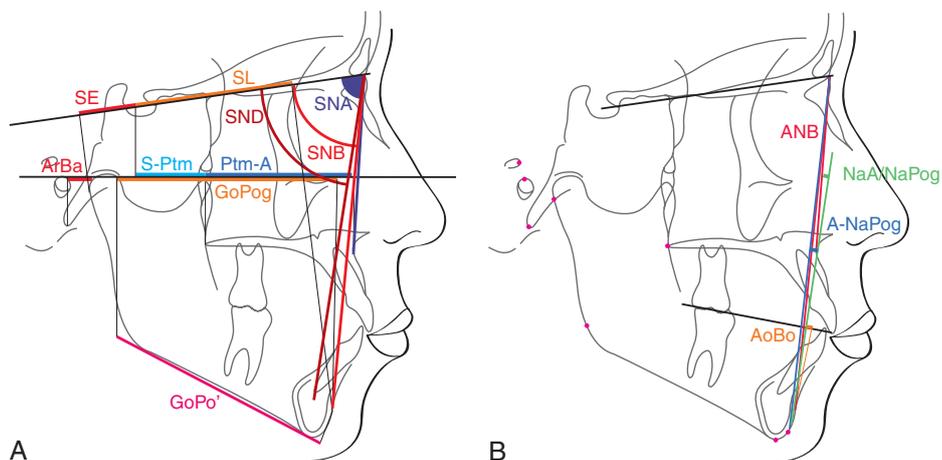


Fig. 1.45

Étude céphalométrique des relations squelettiques antéropostérieures.

A. Positions et dimensions du maxillaire et de la mandibule. B. Évaluation du décalage sagittal maxillomandibulaire.

Tableau 1.3. Relations squelettiques verticales.

Information diagnostique recherchée		Évaluation	Mesure	Norme	Analyse
Mandibule	Inclinaison de la mandibule	Par rapport à la base du crâne	GoGn/SN	$32^\circ \pm 5^\circ$	Steiner
		Par rapport au plan de Francfort (Po Or)	FMA (Angle entre le plan mandibulaire et le plan de Francfort)	$25^\circ \pm 3^\circ$ ou $26^\circ \pm 3^\circ$	Tweed, Ricketts, Coben
		Par rapport au plan bispinal	ENA-ENP/GoGn	$20^\circ \pm 5^\circ$	
	Forme de la mandibule	Inclinaison de l'apophyse condylienne (DC)	DC/XiPm	$26^\circ \pm 3^\circ$	Ricketts
		Inclinaison du ramus	RI	$9,8^\circ \pm 5^\circ$ (8 ans)	Coben
		Angle goniale		$126,4^\circ \pm 5,4^\circ$	Coben
Étages de la face	Hauteur de l'étage inférieur	Distance Me–plan bispinal	HFAI	Pas de norme	Tweed
		Valeur angulaire	ENA-Xi-Pm	$47^\circ \pm 4^\circ$	Ricketts
	Rapport des hauteurs faciales antérieures inférieure et totale	En projection sur une perpendiculaire au plan de Francfort	ENA-Me en pourcentage de NaMe	$54,2 \pm 2,18\%$ (8 ans)	Coben...
		Sur la ligne NaMe	ENA-Me/NaMe	55 %	Wendell Wylie, Delaire
			HFAI/HFT	< 55 %	Tweed
	Hauteur faciale postérieure	Le long du ramus	Ar-plan mandibulaire HFP	Pas de norme	Tweed
		En projection sur une perpendiculaire au plan de Francfort	Ar-Go		Coben
	Rapport des hauteurs faciales postérieure et antérieure inférieure		HFP/HFAI	0,69	Tweed
Axe facial	Direction générale de croissance de la face	Par rapport à la base du crâne BaNa	Axe facial	$90^\circ \pm 3^\circ$	Ricketts

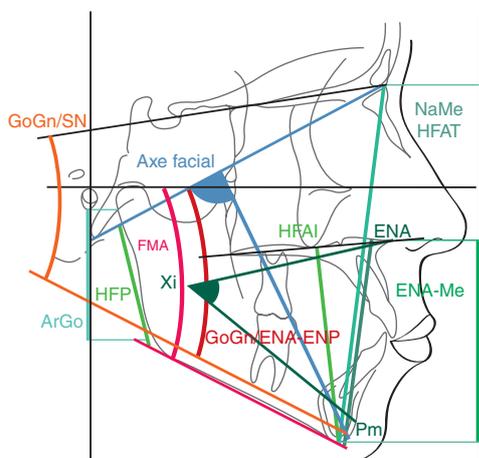


Fig. 1.46

Étude céphalométrique des relations squelettiques verticales.

Tableau 1.4. Relations dentosquelettiques et dentodentaires.

Information diagnostique recherchée		Évaluation	Mesure	Norme	Analyse
Incisive maxillaire	Orientation	Par rapport à la base maxillaire	I/plan bispinal (I/ENA-ENP)	110°	
		Par rapport au plan de Francfort	I/plan de Francfort	107° ± 3°	
		Par rapport à la limite antérieure du maxillaire	I/NA	22° ± 2°	Steiner
		Par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaire et mandibulaire	I/APog	26° ± 4°	Ricketts, Downs
	Position	Par rapport à la limite antérieure du maxillaire	I to NA	4 mm ± 1 mm	Steiner
		Par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaire et mandibulaire	I to APog	3.5 mm ± 2 mm	Ricketts, Downs
Incisive mandibulaire	Orientation	Par rapport à la base mandibulaire	IMPA	85° – 92°	Tweed
		Par rapport à la limite antérieure de la mandibule	i/NB	25° ± 2°	Steiner
		Par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaire et mandibulaire	i/APog	22° ± 4°	Ricketts, Downs
	Position	Par rapport à la limite antérieure du maxillaire	i to NB	4 mm ± 1 mm	Steiner
		Par rapport à la limite antérieure des deux bases maxillaire et mandibulaire	i to APog	1 mm ± 3 mm	Ricketts, Downs
Plan d'occlusion	Orientation	Par rapport à la base du crâne SN	Occl/SN	14° ± 3°	Steiner
		Par rapport au plan de Francfort	Occl/Francfort	10° ± 3°	Tweed
Angle interincisif			I/i	135° ± 5°	Tweed
				131° ± 5°	Steiner
				130° ± 5°	Ricketts

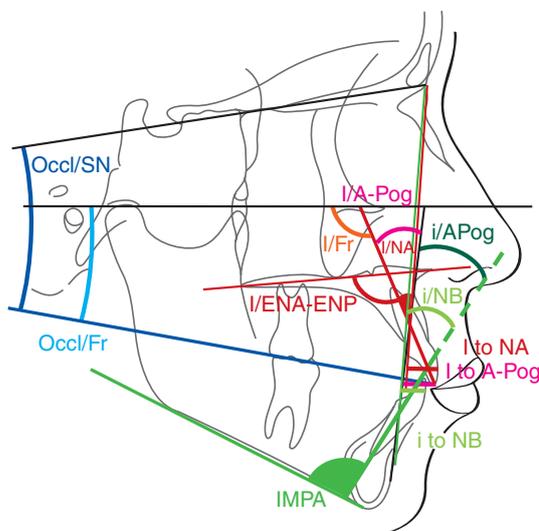


Fig. 1.47

Étude céphalométrique des relations dentosquelettiques.

Tableau 1.5. Relations esthétiques.

Information diagnostique recherchée		Mesure	Norme	Analyse
Position des lèvres dans le profil	Lèvre supérieure	LS/ligne S	0 mm	Steiner
		LS/ligne E	-1 mm	Ricketts
	Lèvre inférieure	LI/ligne S	0 mm	Steiner
		LI/ligne E	0 mm	Ricketts
Forme et inclinaison du profil		Angle Z	78°	Tweed
Épaisseur des tissus mous	Lèvre supérieure	UL (upper lip)	UL < TC	Tweed
	Menton	TC (total chin)		

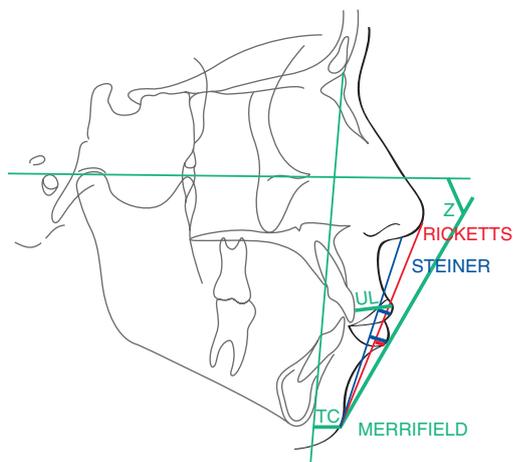


Fig. 1.48

Étude céphalométrique du profil cutané dans les analyses non spécifiques.

Analyse des téléradiographies frontale et basale

Ces téléradiographies sont utilisées pour l'étude de la dimension transversale et de la symétrie.

Téléradiographie frontale

Elle permet de :

- visualiser les axes dentaires et poser le diagnostic différentiel entre endognathie et endo-alvéolie maxillaires (figure 1.49);
- dépister les asymétries transversales et/ou verticales en étudiant la position des points latéraux par rapport au plan sagittal médian;
- confirmer une position basse de la langue.

Différents auteurs ont développé des analyses céphalométriques de face; la plus utilisée est l'analyse de Ricketts.

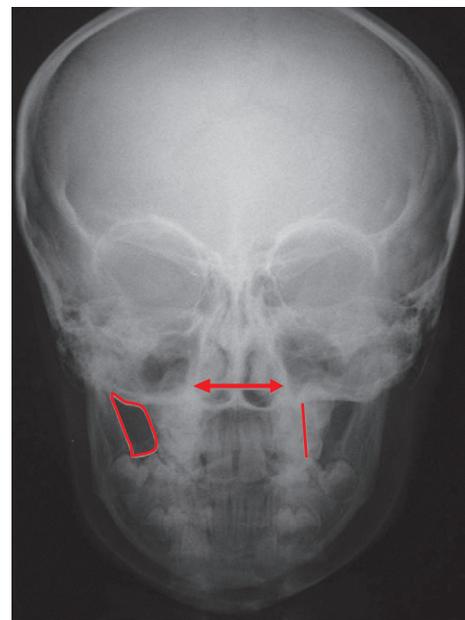


Fig. 1.49

Téléradiographie de face et signes d'une endognathie maxillaire.

Dans celle-ci, l'augmentation de la distance point jugal (JR ou JL) au plan frontofacial signe une endognathie maxillaire. La norme est de 10 mm ± 1 mm à 8 ans.

Téléradiographie basale

Elle offre une bonne vision de la mandibule et de l'arcade dentaire mandibulaire. Elle permet ainsi d'étudier la symétrie de la mandibule et le positionnement de l'arcade dentaire sur la base mandibulaire.

Cependant, aujourd'hui le scanner, qui donne une véritable vision tridimensionnelle du patient et de nombreuses incidences, tend à remplacer ces téléradiographies.

Imagerie sectionnelle 3D et orthodontie³

Les évolutions récentes dans le domaine de l'imagerie n'ont pas épargné notre discipline et l'orthodontie tire aujourd'hui les bénéfices apportés par l'imagerie en coupe. Dans la majorité des cas, diagnostics et plans de traitement sont encore établis à partir d'une imagerie bidimensionnelle. Orthopantomogrammes, téléradiographies, radiographies rétro-alvéolaires constituent des examens régulièrement prescrits et réalisés en orthodontie. Cependant, dans certains cas, des lacunes informatives sont présentes avec ces examens, liées le plus souvent à la superposition des structures... L'apport de l'imagerie sectionnelle, par le biais de la tomodensitométrie (CT) et surtout de la tomographie volumique numérisée à faisceau conique (CBCT), semble avoir ouvert la voie d'une nouvelle ère dans le diagnostic et le plan de traitement orthodontiques. En effet, les analyses céphalométriques 3D se développent et doivent permettre d'éliminer les imprécisions inhérentes aux radiographies conventionnelles. Classiquement considérés comme des examens de seconde intention, ce sont essentiellement les progrès dosimétriques de ces machines qui permettront d'envisager ces examens en première intention.

Indications de l'imagerie sectionnelle

Dents incluses

Parmi les dents retenues dans les os maxillaire ou mandibulaire, les canines sont les plus fréquemment concernées. La multiplication des incidences en imagerie 2D peut dans certains cas être avantageusement remplacée par la réalisation d'un examen unique tridimensionnel. Outre les informations inhérentes à la position vestibulaire ou linguale des canines impactées, cet examen permet d'appréhender l'axe réel de la dent, ses rapports avec les organes dentaires avoisinants, et les possibilités de traction en minimisant le risque de résorption radiculaire des incisives permanentes ou des prémolaires.

Anomalies de nombre

Les agénésies dentaires sont plus fréquentes que la survenue de dents supplémentaires ou d'odontomes complexes. Si l'imagerie 3D n'a pas une indication stricte dans ce cas, elle peut apporter des éléments pertinents concernant les

options de traitement. Parmi les odontomes, les mesiodens sont les anomalies les plus fréquentes (figure 1.50). Leur présence peut conduire à des problèmes cliniques variés en fonction de leur situation et de leur proximité avec les dents permanentes. L'imagerie sectionnelle permet une localisation réelle des odontomes, en s'affranchissant des problèmes liés à la superposition des structures anatomiques en imagerie conventionnelle et permet une intervention chirurgicale la moins invasive possible.

Asymétrie faciale

L'imagerie 3D est l'examen de choix en cas d'asymétrie faciale. Les superpositions de structure, le positionnement du patient ainsi que les distorsions inhérentes à l'imagerie craniofaciale conventionnelle rendent le diagnostic difficile sans l'apport de l'imagerie en coupe.

Fentes alvéopalatines

Si la radiographie panoramique peut permettre d'appréhender le nombre de dents manquantes ainsi que l'âge dentaire ou squelettique, l'imagerie sectionnelle fournit des informations sur le volume osseux et la qualité osseuse, sur les dimensions du défaut et ses relations avec d'autres structures anatomiques.

Mini-vis

L'une des applications récentes de l'imagerie tridimensionnelle concerne la mise en place des mini-vis. Celle-ci se fait de plus en plus fréquemment par les orthodontistes eux-mêmes. Le placement, la planification du positionnement des vis afin d'optimiser les forces exercées, leurs dimensions, la qualité osseuse, ainsi que la quantification de l'épaisseur de l'os palatin font partie des avantages apportés par l'imagerie 3D.

Voies aériennes supérieures

L'exploration des voies aériennes supérieures par imagerie 3D doit permettre d'identifier la présence de végétations adénoïdes de volume important. Tomodensitométrie, tomographie volumétrique à faisceau conique et imagerie par résonance magnétique permettent d'aller plus loin dans le diagnostic des syndromes d'apnées du sommeil comparativement aux examens conventionnels (téléradiographie de profil...). Grâce aux progrès constants de ces examens 3D, les possibilités d'identification de la localisation ou de la cause des obstructions des voies aériennes supérieures liées aux syndromes d'apnées du sommeil continueront de s'améliorer.

³ Contribution de P. Rouas.

Scanner ou imagerie à faisceau conique ?

Les principaux défauts du CBCT, mis en évidence il y a un peu plus de 10 ans lors de son apparition, ont été, peu à peu, plus ou moins gommés. De la même manière, l'application de procédures *low doses* sur les scanners ont réduit l'incidence du défaut majeur de ces machines.

Avantages et inconvénients du CT

- **Avantages :**
 - images précises et nettes;
 - fenêtre « tissus mous » possible;
 - bonne résolution en densité.
- **Inconvénients :**
 - dosimétrie relativement élevée;
 - artefacts métalliques.

Avantages et inconvénients du CBCT

- **Avantages :**
 - reconstructions dans tous les plans de l'espace;
 - seuillage plus délicat;
 - appareils moins onéreux;
 - moins d'artefacts métalliques;
 - dosimétrie le plus souvent réduite;
 - existence d'appareils hybrides;
 - résolution spatiale supérieure;
 - adapté aux organes dentaires et aux tissus durs.
- **Inconvénients :**
 - faible rapport signal/bruit;
 - résolution en densité plus faible (ne permet pas de séparer des variations de densité des tissus mous, par exemple);
 - champ d'exploration limité par les dimensions du capteur;
 - défaut de visualisation des tissus mous.

Dosimétrie

La grande majorité des patients suivis en orthodontie sont des enfants ou des adolescents. Or, ces populations sont les plus vulnérables vis-à-vis des rayonnements ionisants. La prise en considération des informations sur l'irradiation délivrée par les appareils s'avère essentielle dans notre domaine.

La différence d'irradiation entre scanner et tomographie volumique numérisée à faisceau conique était réputée importante il y a quelques années. Mais, les dernières publications ont montré des disparités entre les résultats des études dosimétriques en fonction des appareils de

CBCT. Si certaines machines sont très performantes dans ce domaine, d'autres présentent des résultats similaires à ceux des scanners. Par ailleurs, les procédures *low doses* de ces derniers ont réduit les doses délivrées au cours de ces examens. Si l'on ne considère que les machines les plus performantes dans ce domaine, l'imagerie dite *cone beam* s'avère être moins irradiante, ce qui lui permet d'être l'option d'avenir en imagerie 3D orthodontique. Néanmoins, les principes essentiels de justification des actes et d'optimisation des procédures doivent également s'appliquer.

Conclusion

Pour la plupart des indications décrites précédemment, la tomographie volumique à faisceau conique constitue une alternative de choix au scanner. L'analyse déficiente des tissus mous et la faible résolution en densité, qui vont de paire, constituent les principaux défauts de ces appareils. Le choix d'un format pour les CBCT est toujours un compromis entre trois contraintes antagonistes : les dimensions du champ, la dose délivrée et la résolution spatiale de l'image. En orthodontie, l'existence de grands champs d'acquisition en CBCT devrait permettre de remplacer à terme la diade orthopantomogramme-téléradiographie de profil par une acquisition unique tridimensionnelle. L'information nécessaire au diagnostic et à la réalisation du plan de traitement serait ainsi plus exhaustive. C'est la réduction de la dosimétrie de ces examens 3D qui permettra de franchir définitivement ce cap.

Déjà certaines analyses tridimensionnelles ont été développées à partir des examens tomodensitométriques.

Ainsi, l'analyse de Treil, Casteigt et Faure, basée sur des repères anatomiques situés sur axes trigéminaux étudie les structures dento-craniofaciales en trois niveaux :

- un étage osseux : la charpente maxillofaciale, définie par les huit points de l'analyse initiale (les foramina supra-orbitaires, infra-orbitaires et mentonniers et les têtes des marteaux);
- un étage osseux basal maxillomandibulaire : déterminé par quatre points basimaxillaires (les foramina grands palatins et les orifices supérieur et inférieur du canal nasopalatin) et quatre points basimandibulaires (les foramina mentonniers et mandibulaires);
- un étage dentaire, comprenant les dents unitaires avec pour chacune ses valeurs de tipping et de torque et les arcades dentaires.

Elle permet ainsi de visualiser et d'analyser les grandes dysmorphoses et les asymétries chirurgicales, par les déformations de la charpente maxillofaciale et le déplacement des arcades dentaires et de leur centre de gravité. Pour l'orthodontiste, elle facilite l'évaluation des compensations alvéolaires grâce aux valeurs de tipping et de torque.

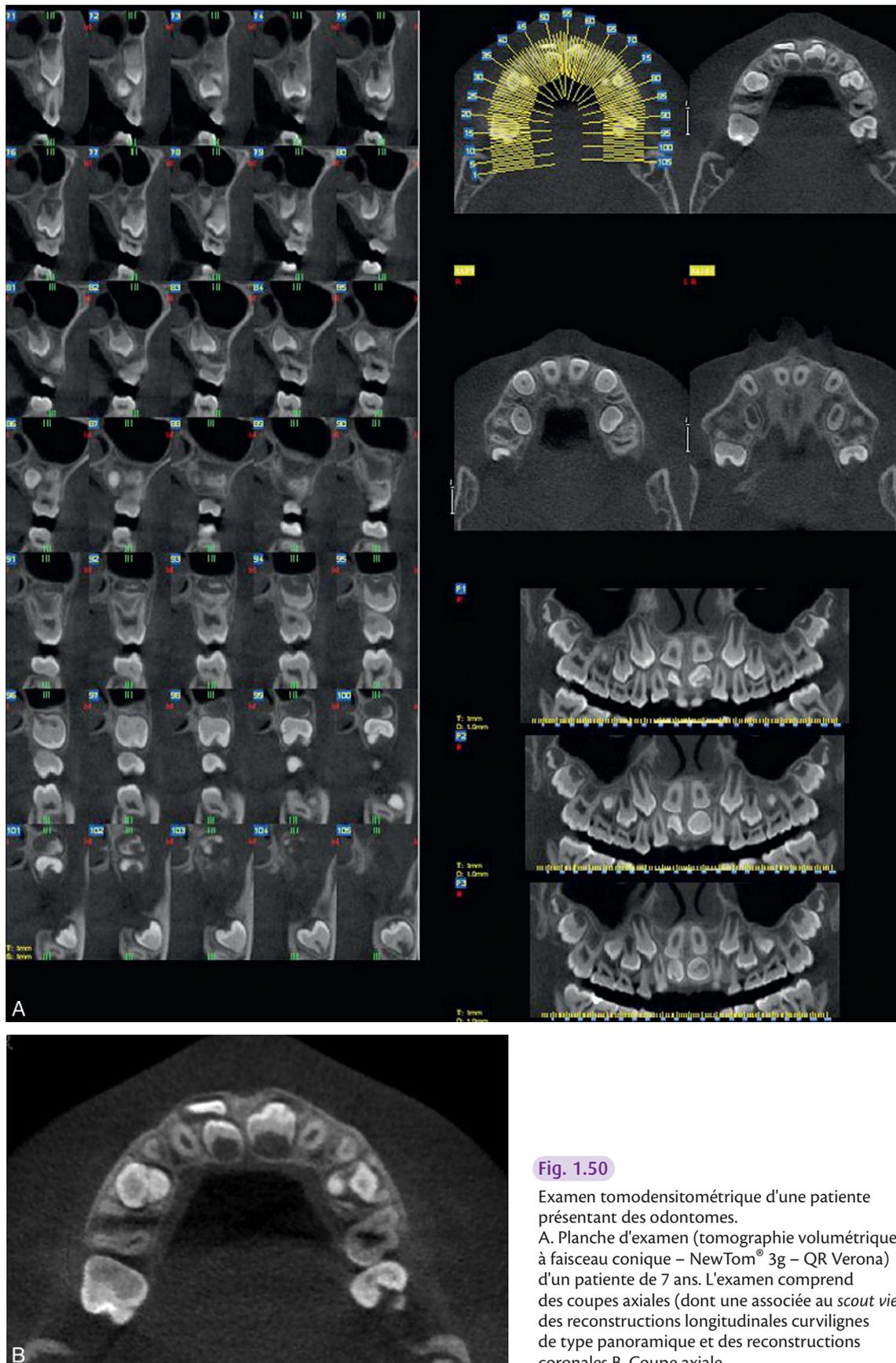


Fig. 1.50

Examen tomодensitométrique d'une patiente présentant des odontomes.
 A. Planche d'examen (tomographie volumétrique à faisceau conique – NewTom® 3g – QR Verona) d'un patiente de 7 ans. L'examen comprend des coupes axiales (dont une associée au *scout view*), des reconstructions longitudinales curvilignes de type panoramique et des reconstructions coronales B. Coupe axiale.

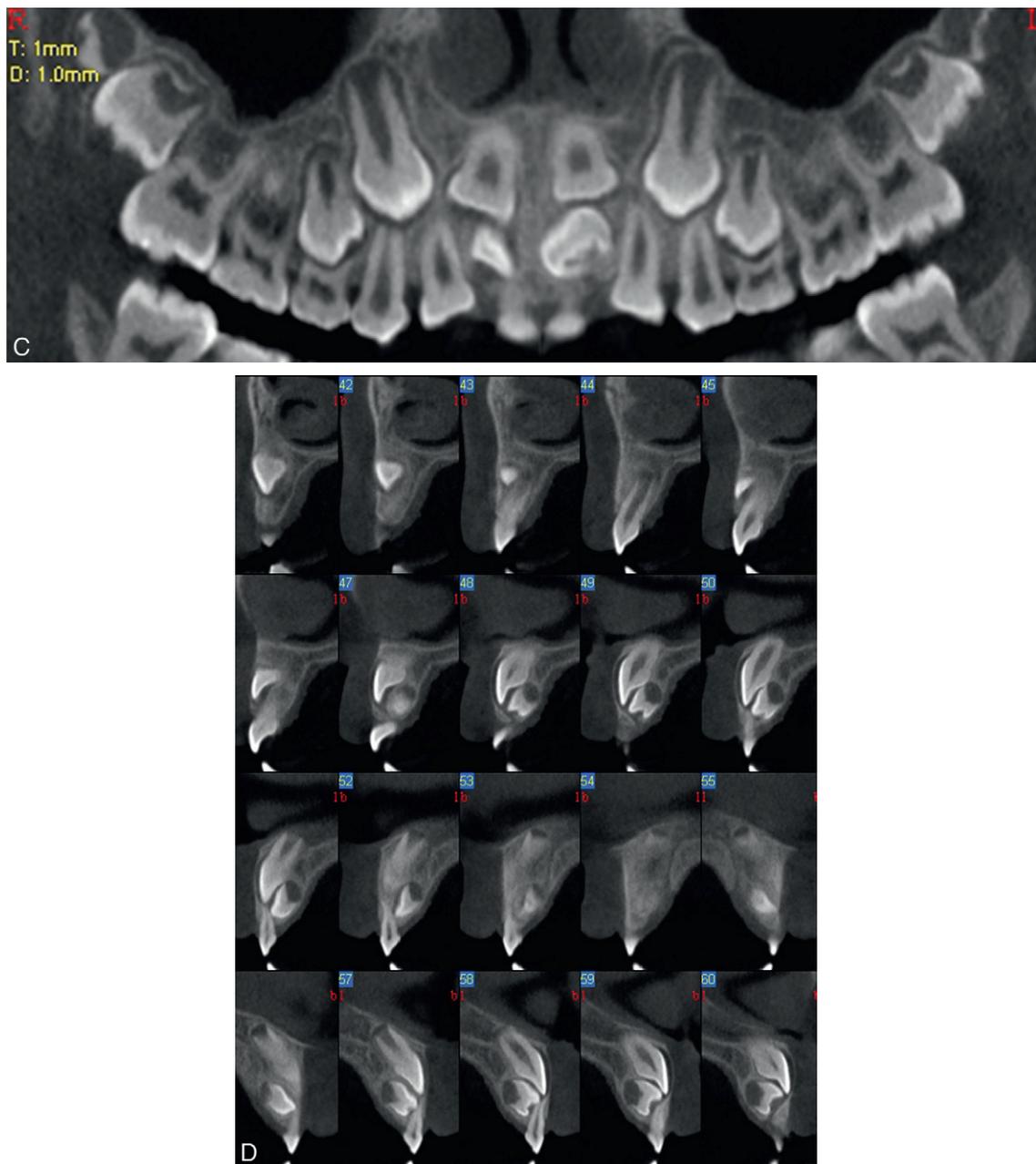


Fig. 1.50

Suite.

C. Reconstruction longitudinale curviligne de type panoramique. Elle met en évidence la présence des dents 51 et 61 sur l'arcade, des germes des incisives centrales permanentes, et des deux odontomes empêchant *a priori* l'évolution des incisives centrales permanentes.

D. Reconstructions coronales. Les reconstructions 47 à 53 et 57 à 60 montrent la localisation des odontomes en situation palatine par rapport aux couronnes des incisives centrales permanentes.

Moulages

Moulages traditionnels en plâtre

Ce sont des éléments incontournables du dossier orthodontique. Taillés en fonction de l'occlusion du patient et aisément manipulables, ils facilitent une observation fine des relations occlusales, en particulier en vue linguale, et permettent l'évaluation objective et quantitative des paramètres occlusaux et dentaires indispensables à l'élaboration du plan de traitement :

- les formes d'arcade et leur concordance;
- les dimensions dentaires;
- la symétrie des dents homologues dans le sens antéro-postérieur et dans le sens transversal;
- l'amplitude des décalages occlusaux entre les deux arcades dans les trois dimensions de l'espace, en particulier la classe occlusale, le surplomb et le recouvrement incisifs et le décalage des médianes;
- la quantité d'encombrement ou de diastèmes;
- la profondeur de la courbe de Spee;
- la quantité de dysharmonie dentodentaire.

Cet examen peut être complété par un montage en articulateur pour étudier l'occlusion dynamique en cas de dysfonctionnement articulaire ou par un *set up* de Kesling qui permet, après section des éléments dentaires de les remonter selon le plan de traitement proposé et de valider ainsi l'occlusion obtenue.

Moulages numérisés

L'évolution des techniques de numérisation 3D permet aujourd'hui la numérisation des moulages simplifiant grandement l'archivage et la conservation de ces documents.

La numérisation est réalisée à partir du moulage en plâtre ou directement à partir de l'empreinte par des sociétés spécialisées.

Grâce aux logiciels disponibles, toutes les mesures nécessaires précédemment décrites pour les modèles en plâtre peuvent être réalisées ainsi que diverses coupes pour l'étude de la morphologie palatine et des contacts occlusaux.

Certaines sociétés proposent aussi des *set up* virtuels qui, outre leur intérêt diagnostique et de visualisation des objectifs thérapeutiques, servent à la fabrication d'appareillages individualisés : gouttières pour le collage indirect, brackets linguaux individualisés, gouttières thérapeutiques (Invisalign®).

Photographies et enregistrements vidéographiques

Photographies

Les photographies font partie du dossier orthodontique car elles permettent de compléter et de détailler l'examen clinique et surtout d'en conserver une image objective, référence pour les comparaisons ultérieures.

Classiquement, le dossier photographique comprend :

- **les photographies exobuccales** de face, de profil et la ou les photographies du sourire. La photographie du sourire souvent prise de trois quarts est de plus en plus souvent remplacée ou complétée par une photographie du sourire de profil, fréquemment réalisée par les chirurgiens; elle devrait aussi être associée à ce bilan;
- **les photographies endobuccales** de face et latérales complétées par des vues occlusales maxillaire et mandibulaire. L'utilisation de miroir améliore la qualité de ces clichés.

Enregistrements vidéographiques

La généralisation des caméscopes numériques ou des appareils photographiques numériques susceptibles d'enregistrer de courtes séquences filmées autorise la réalisation de tels enregistrements lors de la consultation orthodontique.

Leur intérêt est double :

- l'enregistrement de mimiques ou d'attitudes en relation avec la dysmorphose ou la malocclusion observée;
- l'enregistrement des comportements orofaciaux lors des différentes fonctions.

Ces enregistrements peuvent être utilisés pour montrer au patient ces dysfonctionnements et lui expliquer leurs conséquences et pour suivre l'amélioration obtenue au cours du traitement ou de la rééducation.

À l'issue de ce bilan orthodontique, une synthèse diagnostique incluant l'évaluation de la croissance du patient et du pronostic de traitement est réalisée afin d'établir le plan de traitement.

Remerciements au Dr Churet et au Dr Sampeur pour leur contribution à l'iconographie de ce chapitre.

Pour en savoir plus

- Amat P. Occlusion et posture : faits et conviction. *Rev Orthop Dento Fac* 2008; **42** : 325–55.
- Bassigny F. Examen systématique de la cavité buccale en orthodontie. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)* Orthopédie dento-faciale, 23-460-C-10. 1998.
- Chateau M. *Orthopédie dento-faciale. Diagnostic et traitement. Tome 2.* Paris : Éditions J. Prêlat; 1975.
- Fernandez L. Psychologie du développement. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)*. Psychiatrie, 37-031-E-10. 2002.
- Izard G. *Orthodontie. La pratique stomatologique.* Paris : Masson; 1950.
- Gagey PM, Weber B. *Posturologie : régulation et dérèglement de la station debout.* 3rd ed. Paris : Masson; 2004.
- Hanke BA, Motschall E, Turp JC. Association between orthopedic and dental findings : what level of evidence is available? *J Orofac Orthop* 2007; **68** : 91–107.
- Harrell WE, Jacobson RL, Hatcher DC, Mah J. Cephalometric imaging in 3-D. In : Jacobson A, Jacobson RL, editors. *Radiographic cephalometry from basics to 3-D imaging.* 2nd ed. Chicago : Quintessence Publishing Co; 2006. p. 233–47.
- Hechler SL. Cone beam CT : applications in orthodontics. *Dent Clin North Am* 2008; **52** : 809–23.
- Jacobs R. Cone beam et anomalies dentaires : nombre, forme, position. In : Hodez C, Bravetti P, editors. *Imagerie dento-maxillo-faciale par faisceau conique « cone beam ».* Montpellier : Sauramps médical; 2010. p. 71–9.
- Lejoyeux E. Analyse céphalométrique. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)* Orthopédie dento-faciale, 23-455-E-20. 1998.
- Loreille JP, Delaire J, Caillard P, Sarazin J. *Céphalométrie et orthodontie.* Paris : Éditions SNPMD; 2000.
- Mc Donald RE, Avery DR, Dean JA. *Dentistry for the child and adolescent.* St. Louis, MO : Mosby; 2004. p. 800.
- Mascarelli L, Favot P. Examen de la face en orthopédie dento-faciale. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)* Orthopédie dento-faciale, 23-460-A-10. 2010.
- Morgon L, Béry A. Examen de la denture. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)* Orthopédie dento-faciale, 23-460-D-10. 2010.
- Philippe J. *Des principes, une technique.* Paris : Éditions J. Prêlat; 1972.
- Philippe J. Esthétique du visage. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)* Stomatologie–Odontologie, II, 23-460-C-20. 1995 : 6 p.
- Planas P. *Réhabilitation neuro-occlusale* [Traduction de M. Château et J. Kolf.] 2nd ed. Paris : Éditions CdP; 2006.
- Treil J, Casteigt J, Faure J, Madrid C, Borianne P, Jaeger M. Architecture cranio-facio-maxillo-dentaire. Un modèle tridimensionnel. Applications en clinique orthodontique et chirurgie orthognathique. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)*. Odontologie–Stomatologie, 23-455-E-40. 2000.
- Van Limborgh J. A new view on the control of the morphogenesis of the skull. *Acta Morphol Neerl Scand* 1970; **8** (2) : 143–60.



Synthèse diagnostique et élaboration du plan de traitement

Marie-José Boileau, Béatrice Richard, Armelle Manière,
Paul Saulue, Bernard Barthet, Cédric Bazert

PLAN DU CHAPITRE

Synthèse diagnostique	38
Élaboration du plan de traitement	59
Éléments spécifiques à prendre en compte dans l'établissement du plan de traitement	67

Synthèse diagnostique

Indispensable à l'établissement de la stratégie thérapeutique, cette synthèse commence par l'évaluation des risques et des limitations thérapeutiques liés à l'état général du patient.

Diagnostic morphologique

Hiérarchisé et tridimensionnel, il découle de l'approche clinique précédente et comprend les diagnostics squelettique et facial, occlusal et dentosquelettique, dentaire et parodontal.

Diagnostic squelettique et facial

Il est basé sur l'évaluation de :

- **la classe squelettique** et de la ou des mâchoires responsables, cette estimation repose sur la céphalométrie mais surtout sur l'examen clinique et l'appréciation de l'amélioration esthétique à rechercher qui est prépondérante dans le choix de l'action thérapeutique à mettre en œuvre ;
- **la divergence faciale** qui, en relation avec la direction de croissance, influence fortement les principales décisions thérapeutiques et contribue aussi aux répercussions esthétiques de la dysmorphose ;
- **l'insuffisance transversale maxillaire** ou toute autre discordance transversale entre les deux mâchoires ;
- **la dissymétrie du patient**, physiologique ou à traiter.

Diagnostic occlusal et dentosquelettique

Il reprend :

- **les paramètres de l'occlusion statique** dans les trois dimensions de l'espace quantifiés sur les moulages :
 - la classe dentaire au niveau molaire et canin,
 - le surplomb,
 - le recouvrement ainsi que l'importance et l'étendue des béances éventuelles,
 - l'occlusion transversale et la déviation des médianes entre elles et par rapport au plan sagittal médian ;
- **l'importance des courbes de compensation** : courbe de Spee et courbe de Wilson ;
- **les anomalies de l'occlusion dynamique** : prématurités et interférences occlusales, troubles de la cinétique mandibulaire, présence d'une dysfonction articulaire... ;
- **les inclinaisons dentaires** et **l'importance des compensations alvéolaires** éventuelles dans les trois dimensions de l'espace.

Diagnostic dentaire et parodontal

Il synthétise les informations de l'examen clinique orthodontique des arcades dentaires : quantité d'encombrement dentaire ou d'espace disponible sur les deux arcades ; présence ou non d'une dysharmonie dentodentaire, d'agénésie ou d'inclusion. Mais il doit aussi évaluer le risque carieux ainsi que l'état parodontal et déterminer le pronostic des dents atteintes de lésions dentaires et/ou parodontales.

Diagnostic étiologique

La détermination de l'étiologie ou des étiologies des anomalies observées est, quand elle est possible, un élément essentiel pour le pronostic et la prise en charge du patient. Toute anomalie fonctionnelle doit être corrigée au cours de la thérapeutique sous peine de récurrence.

Hérédité¹

La génétique joue un rôle prépondérant dans les phénomènes de croissance et dans le développement des dysmorphoses.

Gènes et croissance

À côté des théories « tout génétique » ou « tout fonctionnel », un courant plus consensuel avance désormais que la croissance craniofaciale est globalement sous le contrôle de trois types de facteurs : les facteurs génétiques, épigénétiques et environnementaux [33]. L'influence de chacun de ces facteurs varie en fonction des étapes du développement, des régions anatomiques et des tissus concernés. C'est ainsi que l'ossification enchondrale (synchondroses de la base du crâne) est dans un premier temps sous contrôle génétique, les facteurs locaux épigénétiques et environnementaux n'influençant dans un deuxième temps que la forme et la direction de cette ossification. En revanche, l'ossification membraneuse (sutures et périoste) est sous la dépendance presque exclusive des facteurs épigénétiques et environnementaux.

De nombreux gènes intervenant lors du développement, de la morphogenèse et de la croissance craniofaciale ont été identifiés ces dernières années, grâce aux modèles animaux et à une meilleure compréhension des mécanismes physiopathologiques à l'origine de syndromes à composante craniofaciale chez l'homme (tableau 2.1). Ainsi, les mutations de ces gènes du développement sont responsables

1 Contribution de B. Richard.

Tableau 2.1. Principaux gènes impliqués dans le développement craniofacial normal et pathologique.

Facteurs de signalisation	Famille des FGF (<i>fibroblast growth factor</i>)	FGFR	Syndrome de Crouzon Achondroplasie Syndrome d'Apert
	Famille des TGF (<i>transforming growth factor</i>)	TGF	Défaut de développement maxillaire et mandibulaire, fente
		Activine β A	Fente palatine
	Famille Hedgehog		Dysmorphie craniofaciale
	...		
Facteurs de transcription	Homéogènes	MSX1	
	Non homéogènes	MSX2	Craniosynostose de Bolton Fusions prématurées des sutures craniofaciales à l'origine de dysmorphies crâniennes
		DLX	
		OTX2	
		PAX	
		TWIST	Syndrome de Saethre-Chotzen Fente palatine, hypoplasie maxillaire, craniosynostose
		Treacle	Syndrome de Treacher-Colins, fente, hypoplasie, fente palatine, anomalie des oreilles
...			

d'anomalies craniofaciales qui montrent bien leur implication dans la mise en place de ces structures : craniosténoses (gènes MSX2, TWIST), fentes labiopalatines (gènes MSX1, FGFR1, IRF6), agénésies dentaires (gènes MSX1, PAX9), etc. [17, 22–23].

Hérédité des dysmorphoses

Les études familiales et les observations de jumeaux permettent de dégager un certain nombre de pistes pour appréhender l'héritabilité des dysmorphoses. De manière générale, les variables squelettiques ont une hérédité élevée – c'est le cas de la base antérieure du crâne –, alors que celle des données alvéolaires et occlusales est faible, de même que les valeurs des angles céphalométriques seraient essentiellement sous influence environnementale (tableau 2.2). Par ailleurs, les mécanismes qui régissent la croissance des maxillaires et de la mandibule sont indépendants et, au sein d'un même os, les zones anatomiques peuvent même connaître des modes de contrôle de la croissance différents; c'est le cas de la mandibule pour ce qui concerne ramus, corps et symphyse. Ainsi, la structure

Tableau 2.2. Héritabilité des différents caractères morphologiques selon Carels [9].

Haute hérédité	Héritabilité moyenne	Héritabilité faible
Forme générale de la face	Profondeur de la face Proportions de la face	Variations angulaires (sauf angle goniale)
Dimensions faciales (avec hétérogénéité sexuelle)	Type facial	Relations incisives
Hauteur faciale antérieure (avec hétérogénéité sexuelle)	Relations sagittales maxillo-mandibulaires	Relations occlusales
Longueur du corps mandibulaire	Convexité du profil individuel	Position dentaire
Longueur de la base du crâne	Angle goniale	Morphologie labiale
		Angle nasolabial
		Longueur nasale

de la mandibule semble davantage sous contrôle génétique que sa taille, ainsi que certaines parties comme la symphyse mandibulaire, la face latérale du ramus, la courbure frontale de la mandibule. Enfin, il faut garder à l'esprit que les tissus mous et les comportements renferment une part d'héritabilité [9, 10, 19].

Anomalies sagittales [23, 24]

Il semble que l'influence familiale doive être prise en compte dans le développement de toutes les formes d'anomalies sagittales, même si l'étiologie en demeure très nettement multifactorielle :

- **classe II :**
 - classe II division 1 : la mandibule est significativement plus reculée que chez les patients en classe I, avec un corps mandibulaire plus petit et une longueur réduite dans sa globalité. Cependant les facteurs environnementaux contribuent de manière évidente à l'étiologie des classes II-1 (incompétence labiale, habitude de succion...),
 - classe II division 2 : cette malocclusion comporte une forte composante héréditaire. La croissance mandibulaire présente une tendance à l'antérorotation significative; le diamètre mésiodistal des dents est significativement plus petit que dans la population générale [26];
- **classe III :** la composante héréditaire de ces malocclusions est très forte, même si des facteurs environnementaux comme des amygdales de grosse taille ou des perturbations hormonales peuvent contribuer à leur mise en place.

Anomalies verticales

Les études sur les jumeaux montrent un fort contrôle génétique sur les variables verticales, surtout antérieures. De plus, des différences liées au sexe ont été observées pour la hauteur faciale antérieure, montrant une plus grande influence de l'hérédité chez les garçons que chez les filles [9,19].

Anomalies transversales

Il existe très peu de données concernant l'héritabilité des anomalies transversales.

Dysharmonie dentomaxillaire (DDM) et dysharmonie dentodentaire (DDD)

Les dimensions dentaires sont fortement déterminées par l'hérédité. Plus précisément, la génétique influence le nombre de dents, leur taille, leur morphologie, leur position (anomalie de position de la canine, par exemple) et les phénomènes d'éruption (ankylose).

L'héritabilité des données alvéolaires et occlusales est traditionnellement considérée comme faible, cependant l'hérédité joue un rôle dans la longueur et la largeur d'arcade, dans l'encombrement et le recouvrement. Ceci s'ex-

plique d'ailleurs en partie par le fait que présenter un même type facial revient à présenter les mêmes prédispositions à répondre aux facteurs environnementaux.

Agénésies et dents incluses, défauts d'éruption et infraclusions molaires

Les agénésies dentaires comme les dents incluses présentent une forte composante héréditaire. De même, des défauts d'éruption des dents permanentes sont souvent retrouvés chez plusieurs membres d'une même famille, indiquant une forte composante génétique. En particulier, les jumeaux présentent une forte concordance pour l'infraclusion des molaires temporaires, plus fréquente à l'arcade mandibulaire. En présence de ce symptôme, l'examen des autres membres de la famille peut ainsi orienter rapidement le diagnostic vers l'ankylose, et aider à la prise de décision thérapeutique.

Résorptions radiculaires et hérédité

L'observation de jumeaux montre également une part importante d'hérédité dans le problème des résorptions radiculaires orthodontiques [25].

Dépistage des signes crâniens et dentaires des maladies rares

Sur environ 7000 maladies génétiques connues, le nombre de syndromes présentant une composante dento-oro-craniofaciale est évalué à 700, et plus de 250 cas présentent dans leur tableau clinique une fente palatine.

Certaines anomalies dentaires ou maxillofaciales sont parfois le signe d'une maladie génétique pouvant affecter d'autres organes. En présence de ces anomalies, il convient de rechercher :

- par un examen attentif et systématique du patient, d'éventuels autres éléments dysmorphiques ([tableau 2.3](#)) au niveau de :
 - la forme du crâne,
 - l'aspect général de la face,
 - l'étage supérieur de la face (aspect du front et de la région orbitaire),
 - l'étage moyen de la face (aspect du nez, du philtrum, des oreilles),
 - l'étage inférieur de la face (aspect du menton et de la cavité buccale avec les lèvres, la langue, les freins, le palais [fentes palatines et palais très fortement ogivaux sont des signes d'appel fréquents dans ces atteintes], la luvette et la forme des dents);
- par des consultations pluridisciplinaires, des atteintes éventuelles d'autres organes.

Tableau 2.3. Principaux signes morphologiques rencontrés dans plusieurs grands syndromes.

	Crâne					Front		Massif facial supérieur			Mandibule	
	Forme	Bosses	Taille	Base du crâne	Sténose Sutures	Bombé	Plat	Aplasia	Nez	Maxillaire	Rétrognathie	Prognathie
Achondroplasie			Macro	Rétrécie				x	Rétrécissement de la filière			
Syndrome d'Apert	Brachy	x			Coronale	x		Face plate Étage moyen enfoncé				
Maladie de Crouzon	Brachy				Coronale			x				
Dysplasie cleidocrânienne	Brachy	Bosses fronto-pariéto-occipitales						x Hypoplasie médiane faciale		Palais ogival		
Syndrome ODDD (dysplasie oculo-dento-digitale)									Fin + hypoplasie des ailes du nez			
Hypophosphatasie					Fermeture tardive des fontanelles							
Ostéopétrose			Macro avec bosses frontales									
Pfeiffer	Dolicho		Macro		Sagittale						Rétromandibulie par micrognathie	
Rachitisme hypophosphatémique liée à l'X	Dolicho				x							

Brachy = brachycéphale
Dolicho = dolichocéphale
Macro = macrocéphale

Tableau 2.4. Signes dentaires rencontrés dans divers syndromes d'origine génétique.

	Nombre	Forme	Taille	Structure	Éruption
Dysplasies ectodermiques	Agénésies	Dents coniques		Défaut de l'émail	
Syndrome de Rubinstein-Taybi	Agénésies Dents surnuméraires	Cuspide supplémentaire sur les incisives		Émail hypoplasique	
Syndrome d'Ellis-Van Creveld	Agénésies	Dents conoïdes	Microdontie	Émail hypominéralisé	Dents néonatales Retardée
Syndrome de Rieger	Agénésies (dont incisives maxillaires)	Dents coniques Taurodontisme		Émail hypoplasique	Retardée
Syndrome de Johanson-Blizzard	Oligodontie sévère		Microdontie		Retardée
Dysplasie cléidocrânienne	Dents surnuméraires				Retardée
Amélogénèse imparfaite et néphrocalcinose			Microdontie	Émail hypoplasique	Dents retenues
Syndrome tricho-dento-osseux		Taurodontisme		Émail hypoplasique, hypominéralisé	
Ostéogénèse imparfaite				Dentinogénèse imparfaite	

Les principaux signes d'appel dentaires sont surtout (tableau 2.4) :

- les anomalies de nombre sévères :
 - agénésies multiples,
 - nombreuses dents surnuméraires;
- les anomalies de taille et de forme;
- les anomalies de la structure dentaire;
- des anomalies de dentition.

Outre cet intérêt dans le dépistage de certaines anomalies génétiques, en pratique courante, la connaissance du caractère héréditaire d'une malformation présente un intérêt pronostique : en effet, ces anomalies sont le plus souvent d'un moins bon pronostic.

Causes congénitales

Les anomalies craniofaciales d'origine congénitale ont des étiologies multifactorielles avec souvent une participation génétique. Les principaux facteurs tératogènes au niveau craniofacial sont l'alcool, les médicaments, le tabac, les radiations et l'hyperthermie.

Plus l'altération est précoce, plus les répercussions craniofaciales sont sévères.

On distingue :

- **les défauts d'induction** par le tube neural et ses expansions sensorielles au cours de l'organogénèse qui condui-

sent aux malformations cérébro-craniofaciales. Les atteintes faciales résultent d'un défaut d'induction au niveau des placodes sensorielles;

- **des atteintes des bourgeons faciaux** avec en particulier :
 - **l'hypoplasie des bourgeons maxillaires ou mandibulaires** conduisant aux syndromes du premier arc (syndromes de Treacher-Collins, de Franceschetti, de François-Haustrate...),
 - **les défauts de fusion entre les différents bourgeons** soit par déficience mésenchymateuse, soit par persistance d'un mur épithélial qui conduit à différents types de fentes dont, principalement, les différentes formes de fentes labio-alvéolo-palatines;

- **des déficiences du tissu osseux ou dysostoses.** Lorsque ces atteintes siègent à la périphérie des pièces osseuses, elles concernent les sutures induisant parfois des retards de leur fermeture ou le plus souvent leur fermeture prématurée ou synostose (craniosténoses). Certaines anomalies craniofaciales sévères correspondent à des dysostosténoses, syndromes polymalformatifs (syndrome d'Apert, maladie de Crouzon...). Ces atteintes s'accompagnent souvent d'une rétrusion faciale sévère et d'une exophtalmie.

Ces grands syndrômes malformatifs nécessitent une prise en charge pluridisciplinaire spécifique tout au long de la croissance basée sur la correction chirurgicale de ces anomalies.

Dysfonctions

Les tractions et les pressions musculaires ou aponévrotiques, exercées lors des différentes fonctions, influencent fortement le développement du squelette craniofacial et des arcades dentaires.

En l'absence de dysfonction, ces stimuli concourent au développement harmonieux de la face et des arcades dentaires.

En cas de dysfonctions, les comportements orofaciaux adaptatifs génèrent des stimuli de croissance différents (intensité ou zones d'application) qui contribuent à l'installation et au développement des dysmorphoses et des malocclusions.

L'influence de ces stimuli dépend de leur intensité mais surtout de la fréquence et de la durée de leur application.

Déséquilibres musculaires

Les déséquilibres musculaires entre des groupes antagonistes s'expriment au repos et en fonction. Au repos, même si les forces générées sont faibles, ces déséquilibres ont une action morphogénétique importante en raison de leur durée d'application.

Les caractéristiques anatomiques (volume, situation, orientation) ou physiologiques (tonus, force de contraction...) des différents muscles impliqués peuvent être responsables de ces déséquilibres qui concernent essentiellement :

- **la posture céphalique** : un déséquilibre en faveur d'une posture céphalique en extension favorise, par la tension des tissus mous et les tractions exercées, le développement vertical de la face alors que la flexion tend plutôt à le limiter ;
- **l'équilibre mandibulaire vertical et antéropostérieur** : les caractéristiques des muscles élévateurs influencent fortement eux aussi le développement squelettique vertical. Plus ces muscles sont forts par rapport aux abaisseurs, plus ils limitent la divergence mandibulaire. Dans le sens antéropostérieur, le déséquilibre musculaire propulseurs-rétropulseurs contribue au développement d'une classe II ou d'une classe III ;
- **l'équilibre labiolingual** : ce sont principalement les anomalies de posture, de volume ou de tonus des différents muscles de la sangle externe (lèvres et buccinateur) et surtout de la langue qui peuvent déplacer cet équilibre avec des répercussions majeures sur les arcades dentaires.

Ventilation buccale ou mixte

L'insuffisance ventilatoire nasale impose une ventilation buccale de suppléance ou complémentaire.

L'insuffisance fonctionnelle de l'étage nasal entraîne une moindre pneumatization des sinus, une réduction des

dimensions transversales des fosses nasales et une diminution des stimuli de croissance exercés par le flux aérien et la musculature périmaxillaire sur les maxillaires. Il en résulte une insuffisance de développement maxillaire principalement dans la dimension transversale.

La ventilation buccale doit être optimisée et nécessite des comportements adaptatifs :

- une inoclusion labiale qui limite le contrôle exercé par la sangle musculaire antérieure sur le développement vertical de l'étage inférieur de la face ;
- une posture basse de la langue qui ne stimule plus ni la croissance transversale des maxillaires ni le développement transversal de l'arcade dentaire maxillaire. De plus, lorsque l'insuffisance ventilatoire est liée à une hypertrophie des amygdales palatines, la langue peut adopter une posture antérieure afin de dégager l'oropharynx. Cette posture favorise la croissance mandibulaire entraînant, dans les cas prédisposés, le développement d'une prognathie mandibulaire ;
- une posture céphalique en extension qui augmente les tractions musculaires et aponévrotiques sur la mandibule, favorisant la postérorotation mandibulaire et l'hyperdéveloppement vertical de la face.

La discordance transversale entre les deux arcades qui résulte de ces mécanismes induit souvent une latérodéviation mandibulaire.

Mastication dysfonctionnelle

Au cours de la mastication, les forces les plus importantes sont développées en PIM et lors des déplacements latéraux de la mandibule. De plus, les stimuli générés par cette fonction ne sont pas symétriques et dépendent du côté où le bol alimentaire est interposé.

Le déplacement vers l'avant du condyle orbitant, par contraction du ptérygoïdien latéral et traction au niveau de l'ATM, stimule sa croissance entraînant un allongement du corps mandibulaire homolatéral. Du côté mastiquant, le frottement des surfaces occlusales favorise le développement transversal de l'hémi-mandibule homolatérale et son épaissement ainsi que le développement transversal et vers l'avant du maxillaire homolatéral [28].

La croissance harmonieuse du système masticateur nécessite donc l'alternance du côté mastiquant et des déplacements latéraux lors de la mastication.

On distingue deux types de mastication dysfonctionnelle qui induisent des troubles de croissance de l'appareil masticateur différents :

- **la mastication unilatérale dominante** où le sujet mastique le plus souvent du même côté, induisant une croissance maxillomandibulaire asymétrique. Ces modifications

morphologiques créent des conditions favorables au renforcement de la mastication unilatérale dominante, instaurant un véritable cercle vicieux dysmorphofonctionnel;

- **la mastication verticale bilatérale**, effectuée essentiellement avec des mouvements d'ouverture et de fermeture et parfois un mécanisme de succion associé, qui ne permet ni une usure dentaire correcte, ni des stimuli de croissance suffisants. Elle favorise donc les blocages occlusaux de la croissance mandibulaire et la rétrognathie mandibulaire.

Déglutition dysfonctionnelle

La déglutition infantile du nouveau-né s'effectue par :

- une interposition totale de la langue entre les crêtes alvéolaires;
- une stabilisation mandibulaire par la contraction des muscles faciaux;
- une forte contraction de la musculature péri-orale.

Chez l'adulte, la déglutition normale est caractérisée par :

- un appui de la pointe de la langue sur la papille rétro-incisive;
- une occlusion dentaire par contraction des muscles élévateurs qui stabilisent la mandibule;
- une occlusion labiale non forcée sans contraction musculaire.

La transition entre ces deux modes de déglutition dépend des modifications anatomiques de la cavité buccale (apparition des dents, réduction de la macroglossie relative) et de la maturation de l'enfant. La présence d'une déglutition conservant certaines caractéristiques de la déglutition infantile avec, en particulier, pulsion linguale et/ou interposition linguale entre les arcades et contraction de la musculature péri-orale est considérée comme dysfonctionnelle à partir de 6–7 ans ou de 10 ans, selon les auteurs.

Le rôle étiopathogénique de cette dysfonction est très discuté :

- pour certains auteurs, comme Rix, Ballard, Biourge..., l'anomalie fonctionnelle est responsable de l'anomalie alvéolaire observée;
- pour d'autres, comme Subtelny [31], l'anomalie de comportement musculaire n'est qu'une adaptation aux conditions morphologiques.

Les anomalies observées dépendent essentiellement de la position et du comportement de la langue renforcés parfois par l'activité labiale :

- la pulsion linguale antérieure entraîne une vestibuloversion des incisives avec ou sans infraclusion incisive;
- une déglutition avec une langue distale et en position haute associée à une hyperactivité labiale est responsable d'une birétro-alvéolie incisive;

- l'interposition linguale latérale favorise l'infraclusion molaire et, par suite, la supraclusion incisive;
- l'interposition labiale entre les incisives, en cas d'augmentation du surplomb, contribue au maintien et à l'accentuation de ce dernier.

Le rôle de la déglutition dysfonctionnelle sur le développement squelettique est faible, limité à un facteur aggravant ou favorisant. Pour certains auteurs, une langue haute et propulsive contribue au développement d'une classe II, alors qu'une langue basse et propulsive favorise la classe III.

Dans ce rôle morphogénétique, la déglutition ne peut être isolée des autres fonctions. C'est l'ensemble des comportements linguaux et labiaux, au repos et lors des fonctions et des parafunctions, qui contribue au développement des malocclusions.

Parafunctions

Habitudes de succion persistantes

Elles participent au déséquilibre fonctionnel et peuvent traduire une certaine immaturité psycho-affective. De plus, par les déplacements dentaires qu'elles induisent, elles créent des conditions anatomiques favorables au dysfonctionnement lingual (infraclusion incisive, augmentation du surplomb incisif...).

Les habitudes de succion renforcent l'action de la sangle jugale sur les arcades et sont souvent responsables d'endo-alvéolies maxillaires.

Les conséquences de ces parafunctions sont très variables d'un enfant à l'autre compte tenu de différents paramètres :

- type de succion : tétine, objet, pouce, doigt...;
- intensité : succion énergique ou plutôt interposition passive;
- fréquence et durée de l'habitude;
- point d'appui, dentaire ou palatin, symétrique ou non.

La succion d'une tétine induit en général une infraclusion incisive.

La succion du pouce ou d'un doigt entraîne le plus souvent une pro-alvéolie incisive maxillaire, une endo-alvéolie maxillaire, un allongement de l'arcade maxillaire ainsi qu'une rétro-alvéolie mandibulaire. Sur le plan squelettique, elle favorise la classe II par traction sur le maxillaire et freinage de la croissance mandibulaire lié à la force antéropostérieure exercée par l'appui du doigt sur la mandibule et au verrouillage occlusal créé parfois par l'endo-alvéolie maxillaire et la discordance de forme des deux arcades.

Bruxisme

Il tend par l'hyperactivité des muscles élévateurs et par usure dentaire à limiter le développement vertical du patient.

Anomalies dentaires

La persistance de dents temporaires, la présence de germes surnuméraires ou d'odontomes ou les traumatismes sur les dents temporaires peuvent provoquer l'inclusion ou l'évolution dystopique des dents permanentes correspondantes.

La perte prématurée des dents temporaires ou les caries non traitées s'accompagnent parfois de migrations des dents adjacentes avec, en particulier, mésioversion des premières molaires induisant une perte d'espace sur l'arcade.

Estimation de croissance

En orthopédie dentofaciale, chez l'enfant, le pronostic est essentiellement basé sur l'estimation de la quantité et de la direction de la croissance résiduelle. Ces deux paramètres influencent l'évolution spontanée de la dysmorphose du patient mais aussi déterminent le choix de l'action thérapeutique à mettre en œuvre.

Rappels des mécanismes de croissance

Avant de décrire les méthodes cliniques d'estimation de la croissance, nous rappelons succinctement les mécanismes de la croissance craniofaciale et leur influence sur le développement et l'évolution des dysmorphoses (encadré 2.1).

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance

Ces notions fondamentales, essentielles en ODF, sont développées dans de nombreux ouvrages et articles auxquels le lecteur peut se référer pour une approche plus complète de la croissance.

Le squelette craniofacial est composé de trois entités :

- la base du crâne;
- la face supérieure;
- la mandibule.

Ces deux dernières sont reliées par le système alvéolo-dentaire.

Croissance de la base du crâne

Organisée autour du sphénoïde, la base du crâne intervient par sa morphologie (longueur et angulation) sur les relations spatiales maxillo-mandibulaires. Elle donne, en effet, insertion à la mandibule au niveau des cavités glénoïdes à sa partie postérieure, alors que la face supérieure est appendue à sa partie antérieure (figure 2.1). Elle fixe aussi les dimensions transversales de la face et participe à la projection du massif facial supérieur.

Sa croissance est principalement due à l'activité des synchondroses et au remodelage périosté. Les synchondroses, qui relient les différentes pièces osseuses d'origine cartilagineuse de la base du crâne, sont des centres de croissance primaire, dotés d'un pouvoir séparateur de tissus, génétiquement programmés et sensibles à l'action des facteurs hormonaux. Leur activité est bipolaire et résulte de la division de chondroblastes.

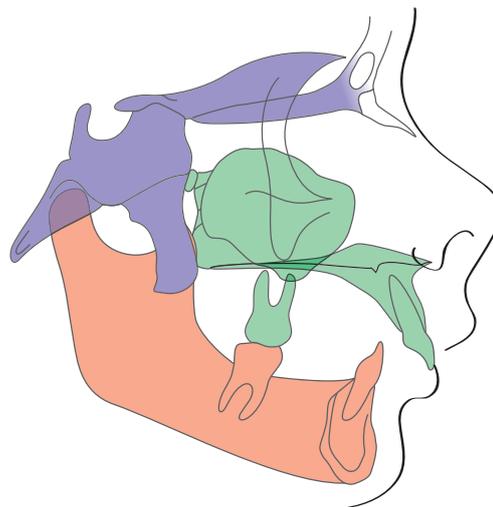


Fig. 2.1

Relations anatomiques entre la base du crâne et la face supérieure antérieurement et entre la base du crâne et la mandibule postérieurement.

Dans les sens antéropostérieur et vertical

La croissance basicrânienne est liée à :

- **l'activité des synchondroses transversales** (figure 2.2) :
 - antérieurement, la synchondrose sphéno-éthmoïdale s'ossifie avant 3 ans contribuant à la fixité précoce de cette portion basicrânienne,

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance (suite)

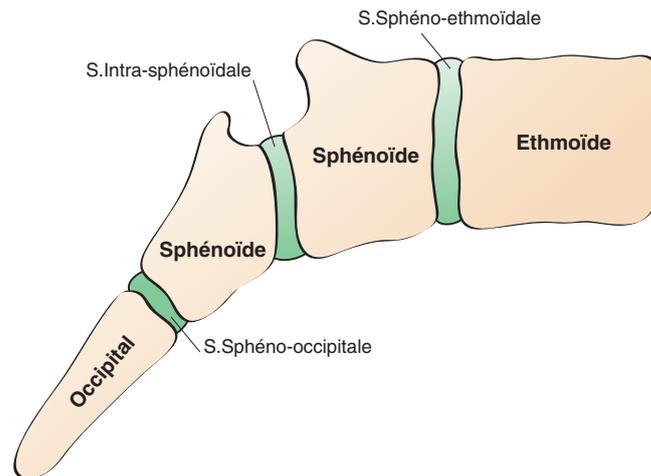


Fig. 2.2

Principales synchondroses transversales de la base du crâne.

- la synchondrose intrasphénoïdale se ferme dans les mois suivant la naissance pour donner le sphénoïde,
- la synchondrose sphéno-occipitale reste active jusqu'à l'âge adulte et contribue par son orientation à la croissance verticale. Elle joue aussi un rôle dans les modifications de l'angle de la base du crâne,
- postérieurement, les synchondroses occipitales (intra-occipitales, exo-sus-occipitales et basi-exo-occipitales) disparaissent entre 2 et 5 ans;

- **aux phénomènes de remodelage** au niveau endocrânien, sous l'influence du développement de l'encéphale et des méninges, et, au niveau exocrânien, en fonction des tractions musculaires.

Ce remodelage périosté contribue aussi à l'allongement et à l'augmentation de hauteur de la base du crâne, par apposition au niveau du nasion et du basion, et aux modifications de l'angle de flexion de la base du crâne.

Les phénomènes de flexion de la base du crâne interviennent sur le décalage maxillomandibulaire :

- la flexion basicrânienne par l'avancée de la cavité glénoïde contribue à une évolution en classe III;
- l'extension basicrânienne par le recul des cavités glénoïdes favorise le développement d'une classe II.

Dans le sens transversal

La croissance basicrânienne est liée antérieurement à l'activité de la suture métopique qui, en arrière du foramen cæcum, se dédouble séparant le corps du sphénoïde des petites ailes et à l'activité des synchondroses latérales entre le corps et les grandes ailes du sphénoïde (figure 2.3). Ces activités cessent vers 3 ans fixant précocement la largeur de la partie antérieure

de la base du crâne et, donc, celle de la partie supérieure de la face.

Postérieurement, elle est assurée par l'activité des synchondroses de l'os temporal et intra-occipitales qui s'ossifient précocement elles aussi.

Par la suite, le remodelage périosté assure la croissance transversale de la base du crâne.

Croissance de la face supérieure

La croissance de la face supérieure est essentiellement suturale et périostée. Ces deux types de croissance sont initialement synchrones, mais la croissance périostée se poursuit plus tardivement. Les effets de ces deux types de croissance s'ajoutent dans le sens vertical contribuant à la descente du palais mais s'opposent dans le sens antéropostérieur.

Les sutures sont des sites de croissance secondaire, adaptative répondant aux sollicitations extérieures. Delaire les décrit comme « de merveilleux joints de dilatation à rattrapage automatique et ossification marginale » [11]. Sensibles aux facteurs mécaniques, la croissance suturale et la croissance périostée peuvent être modifiées par les thérapeutiques orthopédiques. Les principales sutures impliquées dans la croissance faciale sont les sutures craniofaciales, qui relient la face au crâne, et les sutures périmaxillaires.

Dans les sens antéropostérieur et vertical

La croissance de la face est orientée en bas et en avant et sa direction moyenne fait un angle de 51° par rapport à la ligne SN, mais les variations individuelles sont très importantes puisque cette angulation varie de 0 à 82° [4]. De plus, elle décrit une courbe et change d'orientation avec l'âge, plutôt

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance (suite)

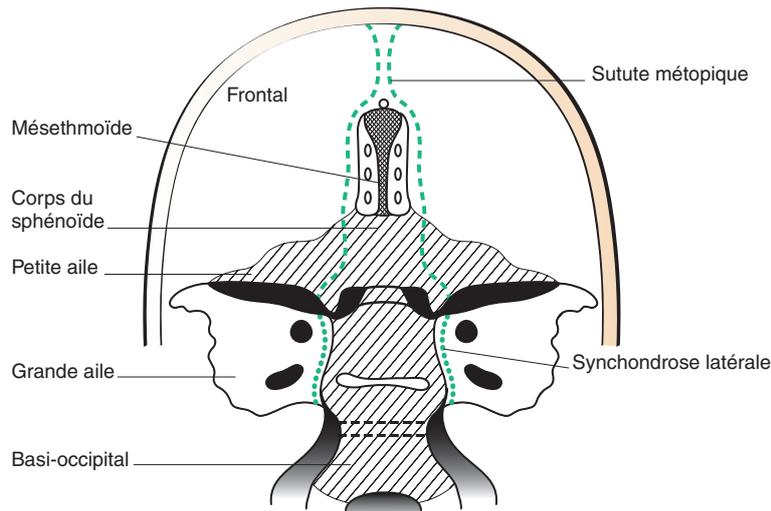


Fig. 2.3

Suture métopique et synchondroses latérales d'après Scott (in Le Diascorn).

sagittale durant la période juvénile, elle se verticalise pendant l'adolescence.

Les croissances antéropostérieure et verticale sont en particulier dues à l'activité des sutures :

- temporozygomatique;
- maxillozygomatique;
- maxillopalatine;
- ptérygopalatine;
- frontomaxillaire.

La suture maxillopalatine ou palatine transverse est très importante dans la croissance antéropostérieure au niveau du palais. Elle réalise la quasi-totalité du rattrapage du déplacement en avant du maxillaire. Au cours de la croissance, elle se déplace vers l'arrière avec une activité beaucoup plus importante sur sa berge maxillaire. Ce déplacement peut atteindre 3 cm, de 3 ans à l'âge adulte. Elle se situe, à la naissance, au niveau des deuxième molaires temporaires et, à l'âge adulte, au niveau des deuxième molaires permanentes.

Elle ne coupe jamais l'arcade dentaire, mais contourne la dernière dent sur l'arcade.

La tubérosité maxillaire est le siège d'une apposition postérieure, verticale et latérale qui contribue au déplacement antérieur vers l'avant du maxillaire. Pour Enlow (in Akinin [1]), la tubérosité serait un centre de croissance primaire. Cette apposition permet aussi l'évolution des deuxième et troisième molaires.

Les sutures frontomaxillaire et frontozygomatique participent au développement vertical de la cavité orbitaire et abaissent son plancher.

La croissance modelante est importante au niveau maxillaire, particulièrement dans le sens vertical. Elle s'effectue à deux niveaux :

- les procès alvéolaires, leur formation et leur développement s'effectuant par :
 - apposition sur leurs trois faces inférieure, externe et interne dans la région postérieure,
 - apposition sur les faces inférieure et interne de leur partie antérieure. La face externe est le siège d'une résorption qui l'abaisse (figure 2.4);
- le palais, parallèlement à la croissance verticale des procès alvéolaires, s'abaisse par résorption au niveau de sa face nasale et apposition sur sa face buccale en maintenant son orientation.

Dans le sens antéropostérieur, à côté de l'apposition tubérositaire, la croissance modelante se manifeste par :

- la croissance alvéolaire antérieure : résorption sur la face vestibulaire et apposition sur les faces inférieure et palatine;
- une apposition à la face postérieure de la lame horizontale du palatin.

Dans le sens transversal

La croissance suturale de la face est essentiellement due à l'activité des sutures du système sagittal et de la suture maxillozygomatique qui contribue à l'augmentation de la largeur bizygomatique.

Au niveau maxillaire, la suture palatine médiane suit l'accroissement transversal de la base du crâne, lié à l'activité des synchondroses latérales, jusqu'à leur fermeture. Elle poursuit

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance (suite)

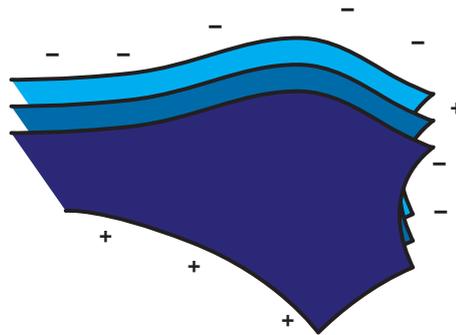


Fig. 2.4

Phénomènes de remodelage au niveau du maxillaire et des procès alvéolaires antérieurs.

ensuite son activité sous l'action des stimuli mécaniques liés aux fonctions (dégglutition, mastication...). Bjork a montré, grâce à des implants, que cette suture reste active jusqu'à la fin de la puberté et présente une croissance différentielle plus importante dans la région postérieure que dans la région antérieure. Pour Bassigny (*in* [1]), elle se synostose vers 25 ans. Les faces latérales des maxillaires présentent des appositions importantes dans la région postérieure.

Croissance de la mandibule

La croissance post-natale de la mandibule s'effectue au niveau du cartilage condylien et par des phénomènes de remodelage sur l'ensemble de la mandibule.

Croissance condylienne

Le cartilage condylien présente une structure spécifique composée de quatre couches (figure 2.5) :

- une couche fibreuse dense périphérique;
- une couche de prolifération préchondroblastique;
- une couche de cartilage hyalin contenant des chondroblastes;
- une couche d'ossification enchondrale.

La répartition des cellules au hasard permet au condyle une croissance multidirectionnelle à la différence des cartilages épiphysaires ou des synchondroses.

Les travaux de Kantomaa et Hall ont montré qu'un certain niveau de fonction est nécessaire à la croissance [15, 16]. En l'absence de fonction, l'ossification est rapide et la croissance cesse. La capacité de réponse du cartilage condylien dépend de la situation de la zone fonctionnelle et des pressions sup-

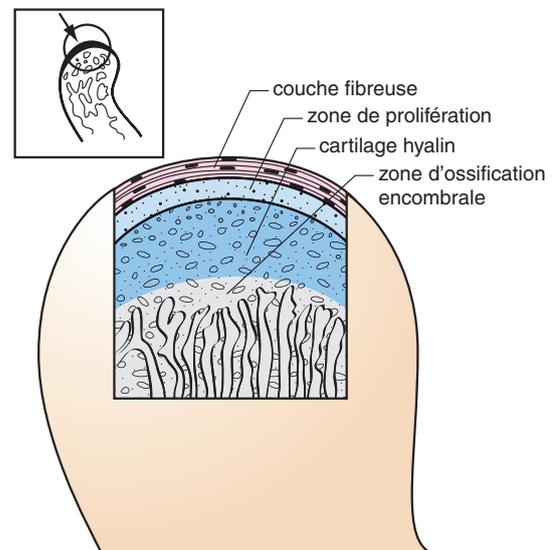


Fig. 2.5

Histologie du cartilage condylien d'après Karosi et Jonas (*in* [1]).

portées. Lorsque la mandibule est abaissée (comme dans la respiration buccale), la zone fonctionnelle se déplace postérieurement et la zone antérosupérieure subit des pressions; ces auteurs constatent alors une augmentation de la croissance vers l'arrière et une ossification plus rapide de la partie antérosupérieure.

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance (suite)

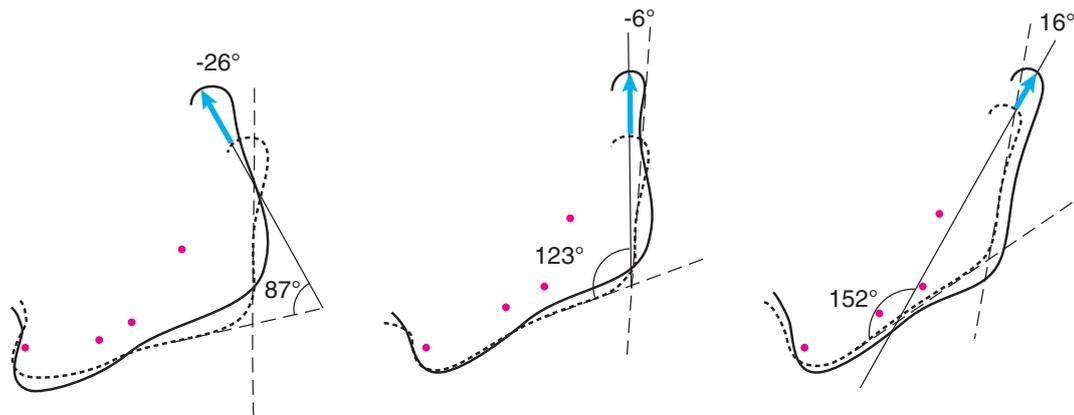


Fig. 2.6

Direction de croissance du condyle et rotation mandibulaire selon Bjork [3].

La croissance condylienne est normalement orientée vers le haut et légèrement vers l'avant (-6° par rapport au bord postérieur du ramus) mais avec des variations individuelles importantes (de -26° à 16° selon Bjork [3]). La direction de croissance condylienne et sa quantité influencent le type de rotation mandibulaire (figure 2.6).

Croissance modelante

Elle a largement été décrite par Enlow [13] (figure 2.7). Elle respecte le plus souvent le principe du V : apposition périostée sur la face interne et résorption sur la face externe.

Cette croissance modelante dépend étroitement de l'activité de la musculature faciale et masticatrice.

Croissance des procès alvéolaires

Les procès alvéolaires jouent un rôle de rattrapage entre les croissances maxillaire et mandibulaire. Pour la plupart des auteurs, leur croissance est passive et dépend de l'espace entre le maxillaire et la mandibule. Les dents jouent un rôle important dans cette croissance.

Pour O'Meyer, au maxillaire, la croissance des procès alvéolaires postérieurs est deux fois plus importante que celle des procès alvéolaires antérieurs. C'est l'inverse à la mandibule.

Pour une croissance harmonieuse, il faut un certain équilibre entre la croissance verticale du condyle et la croissance verticale alvéolaire postérieure, comme l'ont indiqué Bjork et Schudy [30]. Le contrôle orthodontique de ces phénomènes verticaux peut donc permettre un contrôle sur la rotation mandibulaire.

Rotations de croissance

Les rotations de croissance ont été mises en évidence par Bjork lors de son étude longitudinale de la croissance faciale grâce à des implants placés dans la mandibule et dans la face supérieure. Depuis, différents auteurs ont étudié ce phénomène complétant les notions initiales.

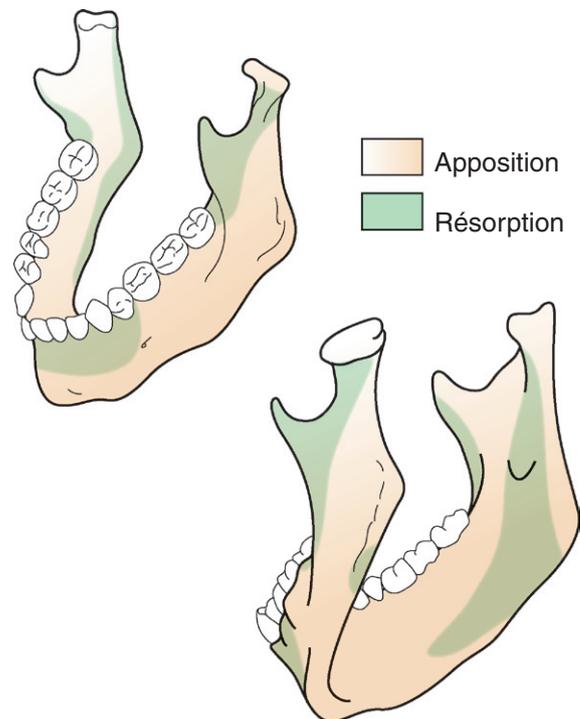


Fig. 2.7

Phénomènes de remodelage au niveau de la mandibule selon Enlow [13].

Rotations de croissance de Bjork

En superposant les téléradiographies sur les structures stables de la base du crâne, Bjork a observé, au cours de la croissance, un mouvement de rotation de la mandibule matérialisé par le déplacement des implants. Le même phénomène, à un degré moindre, est retrouvé au niveau de la face supérieure.

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance (suite)

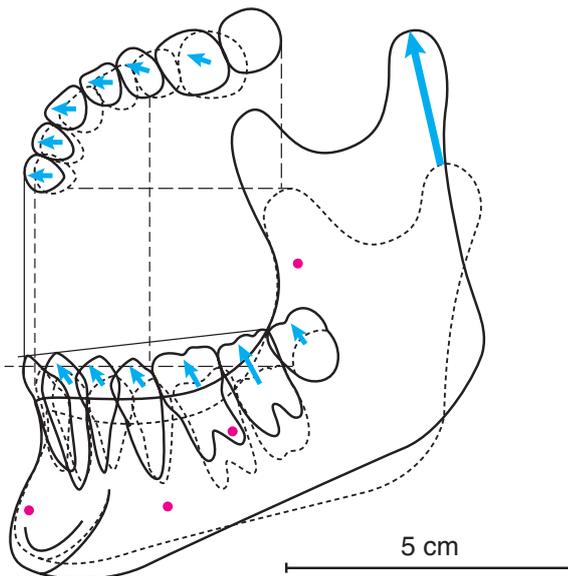


Fig. 2.8

Rotation antérieure de la mandibule selon Bjork [5] (superposition sur les implants mandibulaires).

Rotations mandibulaires

Bjork décrit deux types de rotation : [5]

- **les rotations antérieures** (figure 2.8) :
 - ce sont les plus fréquentes. La mandibule effectue par rapport à la base du crâne une rotation vers l'avant. La hauteur faciale postérieure augmente plus que la hauteur faciale antérieure, l'angle goniale se ferme et la courbure mandibulaire s'accroît. Elles sont associées à une direction de croissance du condyle en haut et en avant et à une quantité de croissance condylienne importante,
 - selon la localisation du centre de rotation (figure 2.9), les répercussions sur la hauteur faciale antérieure sont plus ou moins importantes,
 - ce type de rotation s'accompagne de phénomènes d'apposition-résorption caractéristiques avec, en particulier, une apposition importante sous la symphyse et au niveau de la partie antérieure du bord basilaire et une résorption de la partie inférieure de l'angle goniale;
- **les rotations postérieures** (figure 2.10) : elles sont plus rares et sont associées à une croissance condylienne orientée vers l'arrière et de moindre amplitude. La mandibule effectue

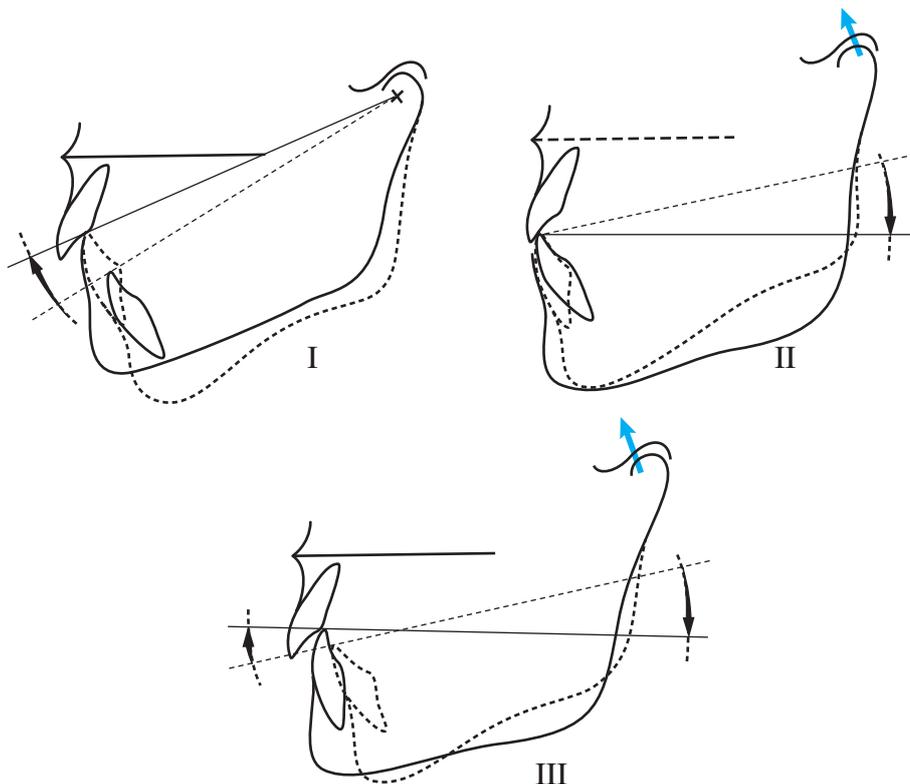


Fig. 2.9

Types de rotation antérieure de la mandibule en fonction du centre de rotation selon Bjork [5].

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance (suite)

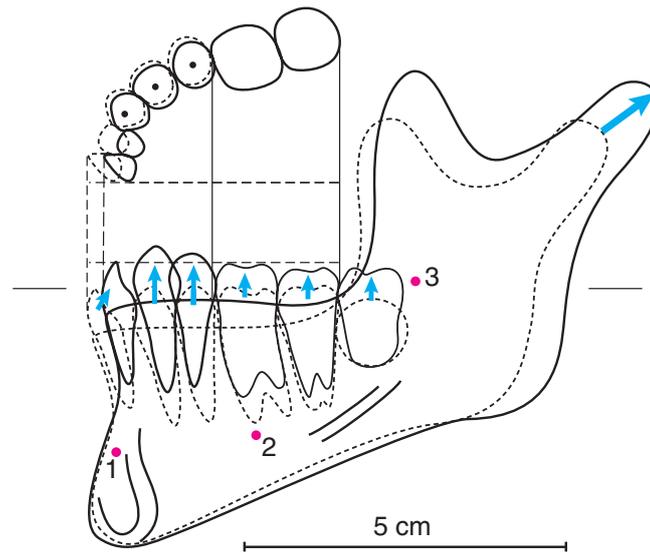


Fig. 2.10

Rotation postérieure de la mandibule selon Bjork [5] (superposition sur les implants mandibulaires).

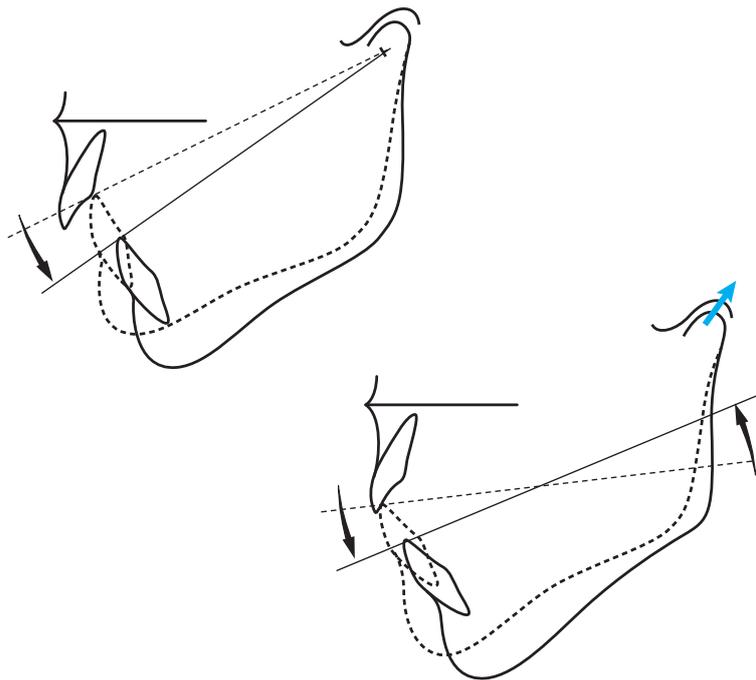


Fig. 2.11

Types de rotation postérieure de la mandibule en fonction du centre de rotation selon Bjork [5].

une rotation vers l'arrière entraînant une augmentation de la hauteur faciale antérieure et un recul du menton. Les phénomènes de remodelage se caractérisent par une résorption antérieure au niveau du bord basilaire et une faible résorption,

voire même une apposition, au niveau de la partie inférieure de l'angle goniale. Bjork distingue deux types de rotation postérieure en fonction de la localisation du centre de rotation (figure 2.11).

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance (suite)

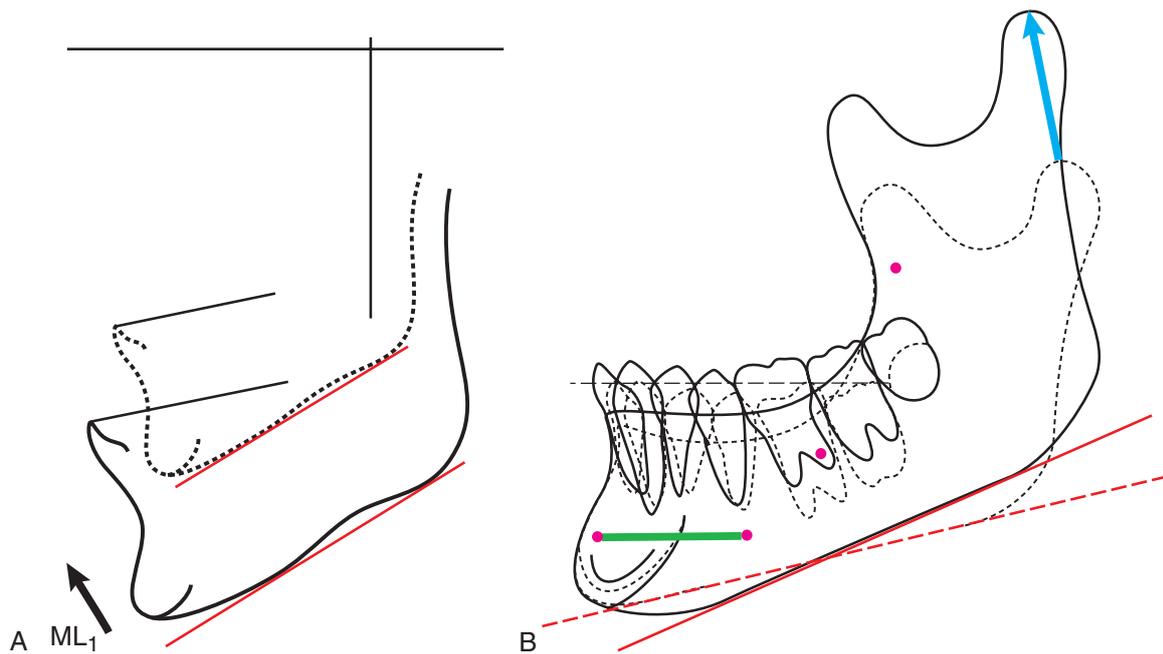


Fig. 2.12

Rotations matricielle et intramatrielle selon Bjork.

A. Rotation matricielle matérialisée par la rotation de la ligne ML1 (rouge) dans une superposition sur la base du crâne. B. Rotation intramatrielle matérialisée par la rotation de la ligne ML1 dans une superposition sur la ligne implantaire (vert).

Dans un deuxième temps, Bjork et Skieller ont distingué différentes composantes aux rotations mandibulaires [7] (figure 2.12) :

- **la rotation totale** correspond à la rotation du corps mandibulaire et est matérialisée par le déplacement de la ligne implantaire par rapport à la base du crâne. Ce sont les rotations précédemment décrites. Elle est en moyenne de -6° (rotation antérieure);
- **la rotation matricielle** correspond à la rotation par rapport à la base du crâne des tissus mous environnant la mandibule, matérialisés par la tangente au bord inférieur de la mandibule (ligne ML1 de l'analyse de Bjork). Tantôt positive, tantôt négative, elle effectue au cours de la croissance un mouvement pendulaire;
- **la rotation intramatrielle** est la différence entre les deux précédentes. Elle est mesurée par le changement d'inclinaison de la ligne implantaire par rapport à ML1. Elle traduit les phénomènes de remodelage du bord basilaire. Elle est toujours de même sens que la rotation totale.

Rotations maxillaires

Au cours de la croissance, le maxillaire subit lui aussi une rotation, mais qui est en grande partie masquée par les phénomè-

nes de remodelage. Cette rotation est, dans la majorité des cas, antérieure, mais de moindre intensité que la rotation mandibulaire (en moyenne $-2,5^\circ$ selon Bjork et Skieller).

Rotations mandibulaires selon Lavergne et Gasson [18]

Pour ces auteurs, « la rotation mandibulaire fait partie d'un mécanisme de régulation visant à harmoniser les rythmes de croissance des différentes parties de la face ». La rotation antérieure permettrait ainsi de dissiper un excès de croissance mandibulaire.

Rotation et proportion contrebalançantes de Dibbets (figure 2.13)

Pour Dibbets [12], reprenant en partie le concept précédent, au cours de la croissance, la mandibule peut s'enrouler sur elle-même ce qui minimise les effets de la croissance condylienne. Il distingue ainsi :

- **la proportion contrebalançante**, composante de la croissance condylienne qui participe à l'allongement de la diagonale mandibulaire. Elle est calculée par le rapport entre l'allongement de la diagonale mandibulaire et la quantité totale de croissance mandibulaire multiplié par 100;

ENCADRÉ 2.1 Rappel des mécanismes de croissance (suite)

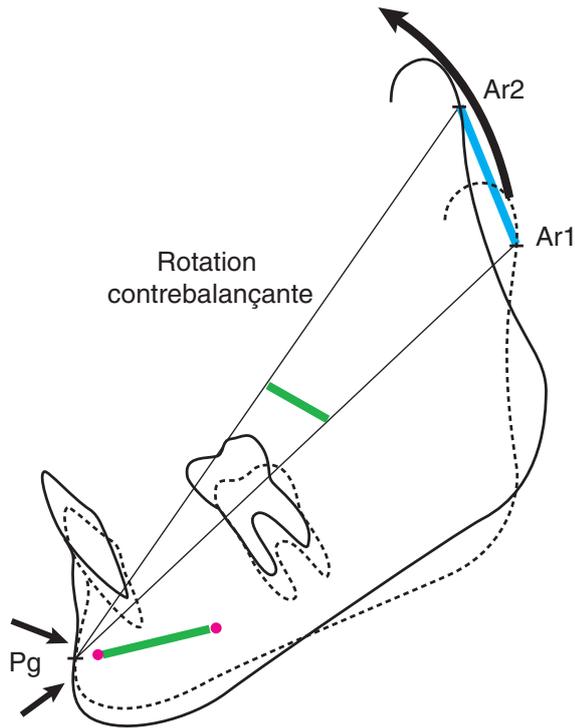


Fig. 2.13

Rotation contrebalançante selon Dibbets, d'après Akinin [1].

- la **rotation contrebalançante**, composante de la croissance condylienne qui n'induit pas d'allongement de la diagonale mandibulaire. Elle est évaluée par la rotation de la diagonale mandibulaire par rapport à la ligne implantaire.

Équilibre de croissance selon Schudy (figure 2.14)

Schudy [30] a montré que le déplacement antéropostérieur du pogonion dépend de l'équilibre entre la croissance verticale de la face antérieure et celle de la face postérieure.

La croissance de la face postérieure correspond à l'abaissement de la cavité glénoïde et à la croissance verticale du condyle et du ramus.

La croissance de la face antérieure correspond à la croissance verticale de la face supérieure et à la croissance des procès alvéolaires postérieurs.

Lorsque la face postérieure grandit plus que la face antérieure, la mandibule effectue une rotation antérieure et le pogonion s'avance.

Lorsque la face antérieure grandit plus que la face postérieure, la mandibule effectue une rotation postérieure, le pogonion s'abaisse et tend à reculer.

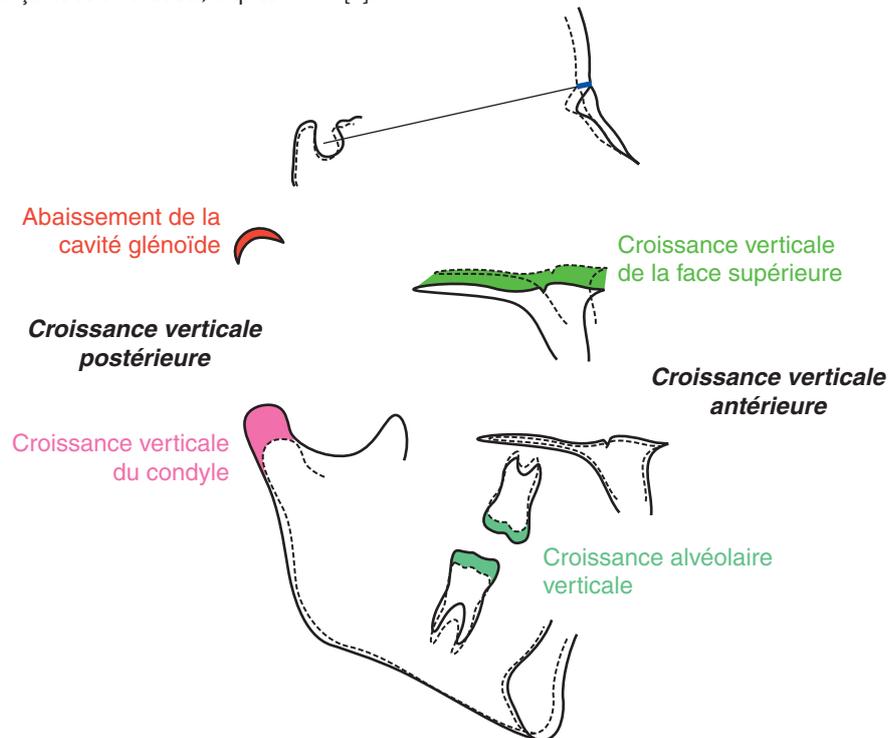


Fig. 2.14

Équilibre vertical entre la face postérieure et la face antérieure selon Schudy [30].

Estimation clinique de la croissance du patient

Évaluation de la quantité de croissance

L'âge civil ne correspondant pas toujours aux âges physiologiques, il est nécessaire d'évaluer l'âge osseux du patient et de situer celui-ci sur sa courbe de croissance. Cette évaluation permet, en effet, de déterminer la quantité de croissance résiduelle et d'estimer la vitesse de croissance.

Les travaux de Bjork ont montré que les courbes de croissance staturale, suturale et condylienne présentent le même profil, avec un pic de croissance pubertaire [6] (figure 2.15).

Il existe cependant entre ces trois courbes deux différences notables :

- le pic de croissance staturale précède de 6 mois les pics des croissances condylienne et suturale ;
- la croissance suturale se termine presque 2 ans avant la fin de la croissance staturale qui, elle, précède d'environ 1 an la fin de la croissance condylienne.

Ce pic de croissance pubertaire est plus précoce et moins intense chez les filles. Il se situe, pour Bjork, environ vers 12 ans chez les filles et vers 14 ans chez les garçons, mais les variations individuelles sont importantes et nombreuses.

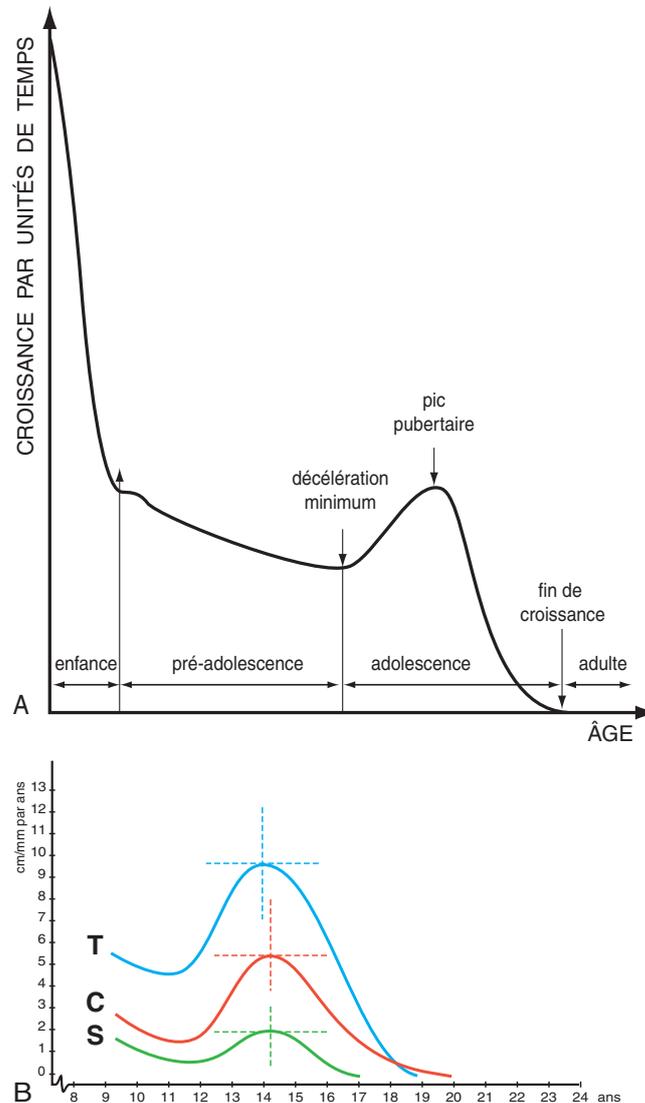


Fig. 2.15

Courbes de croissance selon Bjork.

A. Courbe de croissance staturale selon Bjork [6]. B. Similitudes et différences entre les courbes de croissance staturale, condylienne et suturale.

Même si la notion d'un pic de croissance pubertaire a été remise en question par différents auteurs qui observent plusieurs « pics » dans cette période (Manière, [20]) et malgré les variations individuelles, ces informations permettent d'optimiser le moment du début de traitement en choisissant pour intervenir soit :

- une période de forte croissance et une quantité de croissance résiduelle importante (phase ascendante du pic de croissance) lorsqu'on veut bénéficier d'une croissance favorable pour une action orthopédique;
- une période de croissance résiduelle faible (période descendante du pic pubertaire) lorsque l'on veut éviter d'aggraver une croissance défavorable (rotation postérieure);
- une période sans croissance (après la fin de la croissance condylienne) en cas de chirurgie orthognathique pour éviter toute récurrence liée à une éventuelle croissance résiduelle.

Plusieurs méthodes, décrites ci-dessous, peuvent être utilisées pour situer l'enfant sur sa courbe de croissance.

Détermination de l'âge osseux

La détermination de l'âge osseux est basée sur l'observation radiologique de l'état d'ossification de différents os (apparition d'un noyau osseux, forme des épiphyses des os longs, soudure des cartilages de conjugaison) par comparaison avec des atlas préétablis.

Ces observations sont réalisées au niveau du coude ou des vertèbres (travaux de Lamparski) ou de la main et du poignet (atlas de Greulich et Pyle, travaux de Bjork); celles de la main et du poignet étant les plus utilisées en ODF.

Ainsi, les phénomènes de calcification au niveau de la main et du poignet à l'âge des traitements orthodontiques, se succèdent dans l'ordre suivant :

- apparition de l'épiphyse inférieure du cubitus;
- apparition de l'apophyse styloïde du cubitus;
- apparition du pisiforme;
- apparition des sésamoïdes du pouce (un seul est visible sur la radiographie) au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne, un an avant le pic de croissance pubertaire;
- soudure des cartilages métacarpiens et phalangiens;
- soudure du cartilage épiphysaire inférieur du cubitus;
- soudure du cartilage épiphysaire inférieur du radius (fin de croissance).

De même, les travaux de Bjork permettent d'affiner cette estimation au voisinage du pic pubertaire par l'étude des stades d'évolution des cartilages épiphysaires phalangiens (figure 2.16 et tableau 2.5).

Autres âges physiologiques

L'âge dentaire est un mauvais estimateur de l'âge osseux. Sa détermination d'après la formule dentaire et l'état d'édification radiculaire est cependant utile lors du choix du moment

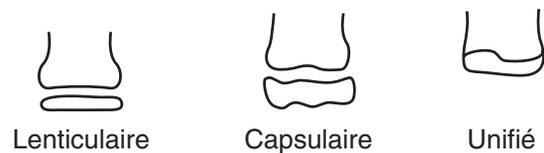
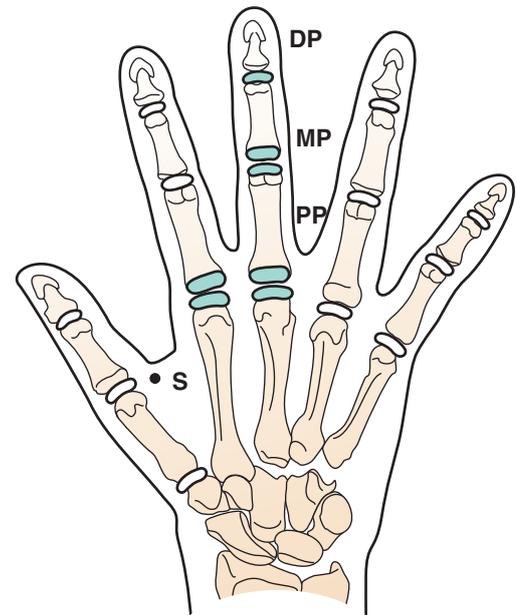


Fig. 2.16

Détermination de l'âge par la radiographie de la main selon Bjork : dénomination des phalanges selon la classification de Helm et stades d'ossification des épiphyses phalangiennes selon Bjork (in Charron et Bourgoïn).

Stade lenticulaire ou égal : l'épiphyse a la même largeur que la diaphyse mais des bords amincis. Stade capsulaire : l'épiphyse recouvre la diaphyse et a des bords épais. Stade union : l'épiphyse est soudée à la diaphyse.

Tableau 2.5. Situation du patient par rapport à son pic de croissance en fonction du stade d'ossification des épiphyses phalangiennes d'après Bjork [6].

Stades d'ossification des épiphyses phalangiennes	Situation par rapport au pic pubertaire
PP2 =	3 ans à 1 an avant
MP3 = et S	Année qui précède
MP3 cap	Sommet du pic et année qui suit
PP1 cap	1 an après
DP3 u	1 à 2 ans après
PP3 u	2 ans après
MP3 u	2 à 3 ans après
Ru	3 à 4 ans après

de traitement pour assurer une liaison optimale entre les phases de traitement orthopédique et orthodontique.

La maturation sexuelle est estimée d'après les caractères sexuels secondaires. Pour Bjork, le pic de croissance pubertaire précède de 17 mois et demi ($\pm 2,5$ mois) les premières règles.

Outre les variations individuelles physiologiques, ces différentes données peuvent être modifiées par des troubles hormonaux, des retards de croissance, des pubertés précoces ou retardées et leurs thérapeutiques. Ces variations doivent être intégrées dans le plan de traitement après concertation avec le pédiatre ou l'endocrinologue.

Évaluation qualitative de la croissance faciale : direction et potentiel de croissance

La direction de la croissance faciale et mandibulaire a, comme décrit précédemment, un effet majeur sur l'évolution favorable ou non des dysmorphoses. Deux types de méthode sont utilisés pour essayer d'estimer la direction de croissance du patient.

Méthodes basées sur la comparaison de deux téléradiographies avant traitement

L'estimation de croissance repose alors sur le postulat que la direction de croissance restera semblable à celle observée entre les deux clichés d'évaluation.

Tweed a défini, le premier, la notion de type de croissance en comparant l'évolution de l'angle ANB entre deux clichés téléradiographiques pris à 1 an d'intervalle [32].

Il détermine ainsi trois types de croissance :

- le type A qui représente 25 % des cas et dans lequel l'angle ANB reste constant, montrant des croissances comparables aux niveaux maxillaire et mandibulaire ;
- le type B (15 % des cas) dans lequel ANB augmente en raison d'une croissance antérieure du maxillaire supérieure à celle de la mandibule. Ce type de croissance aggrave les classes II ;
- le type C (60 % des cas) où ANB diminue en raison d'une croissance vers l'avant de la mandibule supérieure à celle du maxillaire. Ce type de croissance est favorable à la correction de la classe II.

En l'absence d'implants, Bjork préconise en clinique de superposer les radiographies sur les structures stables de la base du crâne, du maxillaire ou de la mandibule pour déterminer le type de rotation survenue entre les deux clichés d'observation [7]. La superposition sur les structures stables de la mandibule (figure 2.17) permet de déterminer la direction de croissance et la quantité de rotation mandibulaire.

Méthodes basées sur l'observation de signes prédictifs (figure 2.18)

Lorsque l'on ne dispose ni de deux téléradiographies avant traitement, ni du temps nécessaire pour les réaliser, certains auteurs, à la suite de Bjork, proposent d'estimer la direction ou le potentiel de croissance à partir de signes prédictifs.

- La méthode structurale de Bjork repose sur l'étude de huit caractères (tableau 2.6). Les signes sont d'autant plus nets que la rotation est marquée et que le patient avance

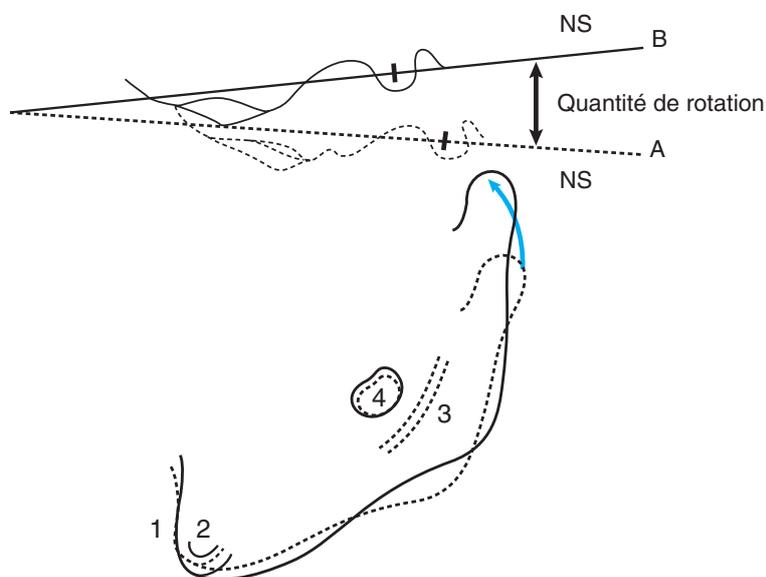


Fig. 2.17

Détermination du type et de la quantité de rotation mandibulaire par superposition sur les structures stables de la mandibule, d'après Bjork [5].

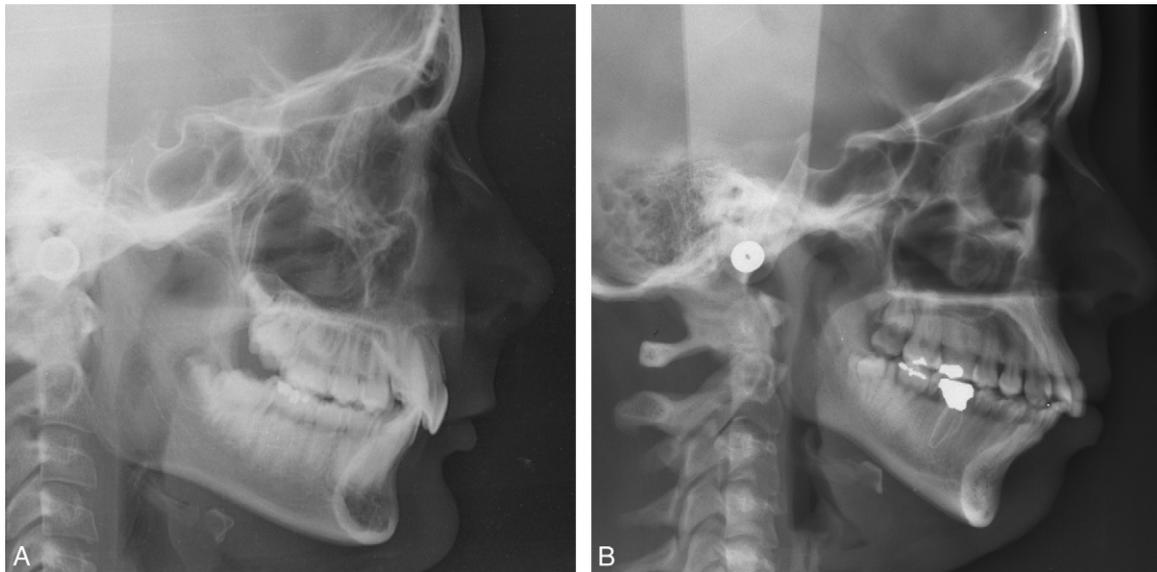


Fig. 2.18

Morphologies mandibulaires caractéristiques.
A. Rotation antérieure. B. Rotation postérieure.

Tableau 2.6. Signes prédictifs du type de rotation mandibulaire selon Bjork.

	Rotation antérieure	Rotation postérieure
Inclinaison de la tête condylienne	En avant ou verticale	Vers l'arrière
Courbure du canal dentaire	Très accentuée	Faible ou rectiligne
Forme de l'angle goniale	Fermé	Ouvert
Forme du bord basilaire	Arrondi antérieurement Corticale sous-symphysaire épaisse Concavité angulaire	Corticale sous-symphysaire fine Rectiligne antérieurement Échancrure prégoniale
Inclinaison et forme de la symphyse	Basculée en avant avec un menton proéminent Axe de l'incisive divergeant de l'axe de la symphyse	Basculée vers l'arrière Menton réduit Incisive dans l'axe de la symphyse
Angle interincisif	Très ouvert	Plutôt fermé
Angle intermolaire	Très ouvert	Plutôt fermé
Hauteur faciale antérieure inférieure	Réduite avec écrasement labial	Augmentée avec tension labiale

sur sa courbe de croissance. Pour les cas moyens, cette prédiction est difficile à réaliser de manière fiable.

- Ricketts utilise des signes voisins de ceux de Bjork et y ajoute : l'inclinaison du plan mandibulaire, la largeur du ramus, la longueur du corpus, la distance condyle–coroné, la valeur de l'angle plan mandibulaire–plan oclusal (d'après Perrier d'Arc in [8]).
- Delaire évalue le potentiel de croissance à partir de la morphologie craniofaciale s'attachant en particulier aux facteurs prédisposant à la classe II ou à la classe III et aux signes d'asymétrie mandibulaire [29] (tableau 2.7).

À partir de ces évaluations, certains auteurs réalisent des tracés prévisionnels de la croissance du patient en appliquant des accroissements moyens aux différentes dimensions de la face établis à partir d'études statistiques. La plus utilisée est la méthode de prévision à court terme de Ricketts [27] qui incorpore aussi les effets prévisibles du traitement pour visualiser le devenir du patient VTO (figure 2.19). Une prévision à long terme a été développée pour visualiser le patient en fin de croissance.

Même si ces prévisions, qualitatives ou quantitatives, n'ont pas une fiabilité absolue, elles complètent l'analyse du

Tableau 2.7. Signes prédictifs du développement facial selon Delaire et Salagnac.

Phénomènes à évaluer	Signes morphologiques à étudier
Prédisposition crânienne au type squelettique	Situation de l'ATM par rapport à la base du crâne
Développement futur de l'étage supérieur de la face	Orientation, longueur et concavité dorsale des os propres du nez Situation de la pointe du nez par rapport au plan palatin Développement du prémaxillaire par rapport au palais secondaire Dégagement de l'épine nasale antérieure Importance de la concavité antérieure du maxillaire
Croissance future de la mandibule	Forme des différents constituants de la mandibule Volume condylien, forme condylienne et encoche sous-rétrocondylienne Symétrie des deux condyles Symétrie mandibulaire
Évolution verticale de l'étage inférieur de la face	Situation mandibulaire par rapport au rachis cervical : – situation de l'ATM par rapport au sommet de l'apophyse odontoïde de l'axis – situation de l'angle mandibulaire par rapport à l'angle antéro-inférieur de l'apophyse odontoïde de l'axis
Proportion entre les hauteurs faciales antérieure, moyenne et postérieure	Équivalence des hauteurs maxillaire antérieure, faciale moyenne et ramale
Mode de ventilation	Forme, aspect et dimensions de la lumière pharyngée

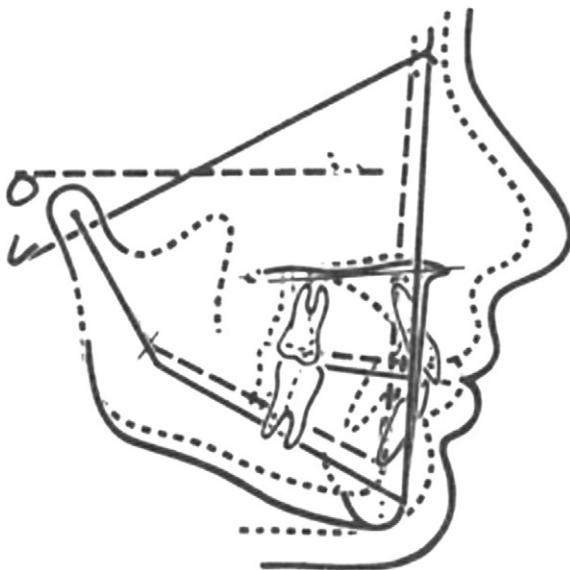


Fig. 2.19

Tracé d'une prévision de croissance à court terme selon la méthode de Ricketts, d'après Philippe et Sueur *in* Boileau [8].

patient et fournissent des informations utiles pour les choix thérapeutiques.

Diagnostic évolutif : pronostic

Il repose sur les éléments précédents et particulièrement sur l'estimation de croissance.

Il dépend :

- **de l'étiologie de la dysmorphose** : les dysmorphoses et malocclusions dont l'étiologie est fonctionnelle sont le

plus souvent d'un bon pronostic si les troubles fonctionnels sont corrigés;

- **du type de dysmorphose** ; les dysmorphoses squelettiques sont en général de moins bon pronostic que les anomalies occlusales ou dentaires isolées :

- dans le sens sagittal, les dysmorphoses d'origine mandibulaire sont d'un pronostic plus réservé que celles d'origine maxillaire, la croissance mandibulaire étant plus difficile à contrôler. Le pronostic des dysmorphoses d'origine mixte est encore plus défavorable en raison de leur sévérité et de la composante mandibulaire,

- l'association d'une dysmorphose verticale, surtout de type hyperdivergence, assombrit le pronostic des dysmorphoses sagittales. Les dysmorphoses verticales sévères et les types de croissance extrêmes ont un pronostic défavorable car leurs caractéristiques morphologiques s'accroissent avec la croissance,

- la présence d'une asymétrie mandibulaire assombrit le pronostic, car ce type de dysmorphose est très évolutif et perturbe le traitement des dysmorphoses sagittales;

- **des anomalies dentaires associées** : la présence d'une dysharmonie dentomaxillaire, d'inclusions ou d'agénésies complique le traitement et aggrave le pronostic du cas;

- **de la quantité et de la direction de croissance** : en cas de dysmorphoses squelettiques, c'est un élément majeur du pronostic. Une croissance de type C ou une croissance en rotation antérieure est favorable dans les cas de classes II, excepté les rotations antérieures sévères dans les classes II hypodivergentes où elles aggravent la typologie verticale. À l'opposé, elle aggrave les classes III squelettiques. Une

croissance de type B ou en rotation postérieure est très défavorable dans les classes II. Dans les classes III, la rotation postérieure, favorable dans le sens antéropostérieur, peut induire ou aggraver un problème vertical de type hyperdivergence;

• **de la présence de facteurs associés** : ces différents facteurs compliquent le traitement orthodontique et nécessitent une individualisation du traitement (cf. p. 67). Ce sont :

- **certains facteurs généraux** : particulièrement les troubles du métabolisme osseux et les troubles endocriniens, qui interfèrent avec la croissance, ou les allergies,
- **les atteintes dentaires** : les caries multiples, les hypoplasies de l'émail, les dents extraites, les dents traumatisées, les dents présentant des résorptions radiculaires constituent des limites au traitement orthodontique imposant parfois des choix de compromis,
- **les atteintes parodontales** : elles peuvent interdire parfois, au moins temporairement, le traitement orthodontique (parodontite agressive du jeune) ou nécessitent une prise en charge parodontale pré-, per- ou post-thérapeutique orthodontique,
- **les dysfonctions de l'articulation temporo-mandibulaire** qui, elles aussi, demandent une prise en charge plus spécifique;

• **de l'esthétique du profil et de son évolution en fonction de la croissance ou des thérapeutiques envisagées** : certains profils disgracieux ou à risque, particulièrement les profils nasomentonniers concaves, sont difficiles à traiter en raison des répercussions de la croissance mandibulaire et des déplacements dentaires sur leur évolution. Ce risque esthétique assombrit le pronostic et doit être soigneusement envisagé afin d'éviter certaines solutions thérapeutiques susceptibles de l'aggraver (rétraction importante des incisives maxillaires dans les classes II, division 1 hypodivergentes, par exemple).

Élaboration du plan de traitement

Objectifs de traitement

Ils sont multiples :

- **supprimer les facteurs étiologiques ou aggravants** accessibles à nos thérapeutiques. Ce sont surtout les comportements dysfonctionnels et les interférences occlusales responsables d'anomalies cinétiques de la mandibule. Cette étape est indispensable pour :
 - réharmoniser la croissance faciale,
 - faciliter le traitement orthopédique ou orthodontique,

- assurer la stabilité des résultats obtenus,
- prévenir certains risques associés aux dysfonctions (syndrome d'apnée obstructive du sommeil, dysfonction de l'ATM);

- **rétablir une occlusion fonctionnelle post-thérapeutique** : afin de favoriser une croissance post-thérapeutique équilibrée et de permettre un fonctionnement normal du système stomatognathique assurant ainsi la santé de ses différents constituants;
- **respecter ou rétablir l'équilibre dentoparodontal**, les dents doivent être maintenues ou ramenées dans un environnement parodontal suffisant et les arcades dentaires positionnées en harmonie avec leur support basal. Cet objectif nécessite une grande vigilance lors de la gestion des compensations alvéolaires;
- **améliorer l'esthétique faciale et l'esthétique du sourire**;
- **obtenir un résultat thérapeutique stable dans le temps** : c'est un objectif fondamental dont la réalisation découle en partie de l'accomplissement des objectifs précédents.

Choix de l'âge de traitement

Critères de choix

Différents facteurs interviennent dans cette décision :

- **l'âge du patient**. L'âge civil ne correspond pas toujours aux différents âges physiologiques. Il convient d'évaluer :
 - la maturité psycho-affective du patient et ses capacités à accepter les efforts de coopération éventuellement nécessaires,
 - le stade de dentition,
 - l'âge osseux et la quantité de croissance résiduelle;
- **le type d'anomalies à traiter** (fonctionnelles, squelettiques ou occlusales et dentaires), mais aussi leur sévérité et leur potentiel évolutif;
- **la croissance résiduelle**, sa quantité et sa direction, et son impact, positif ou négatif, sur l'évolution de la dysmorphose à traiter;
- **le type de thérapeutique à mettre en œuvre**.

Âges de traitement

De 0 à 6 ans, en denture temporaire

C'est principalement une période de dépistage des différentes anomalies et de prévention ou d'interception des anomalies fonctionnelles (cf. Chapitre 3).

À la fin de cette période, en fonction de la maturité de l'enfant, une éducation fonctionnelle, avec ou sans

appareillage, peut être instaurée pour rétablir des fonctions normales, en particulier une ventilation nasale.

Il est aussi possible d'intercepter les anomalies cinétiques de la mandibule, proglissement et latérodéviations.

Une action orthopédique peut être conduite dans les classes III afin de rétablir le plus tôt possible la clé incisive.

De 6 à 12 ans, en denture mixte

La prise en charge thérapeutique durant cette période a trois objectifs principaux :

- harmoniser la croissance maxillaire et mandibulaire et corriger :
 - les dysharmonies transversales basales et alvéolaires (endognathies et endo-alvéolies) dès leur dépistage,
 - les décalages squelettiques sagittaux de classe II ou de classe III par action sur la croissance;
- guider les phénomènes de dentition pour permettre l'évolution des dents permanentes dans les meilleures conditions possibles;
- corriger certaines anomalies alvéolaires susceptibles de générer un risque potentiel de fractures ou de luxations dentaires (pro-alvéolie maxillaire), de dysfonctions labiales ou linguales (béance incisive et augmentation du surplomb) ou de blocage de la croissance mandibulaire (supraclusion incisive).

Après 12 ans, en denture permanente

Une action orthopédique est encore possible en fonction de la croissance résiduelle, mais c'est aussi la période du traitement orthodontique des anomalies dentaires et occlusales en technique multi-attache le plus souvent.

Après la fin de croissance

Les thérapeutiques sont orthodontiques ou chirurgico-orthodontiques. C'est à ce moment que la chirurgie orthognathique est en général réalisée.

Plan de traitement

Il doit envisager successivement la prise en charge des différents problèmes présentés par le patient. Seuls les principes sont évoqués ici, les moyens et les méthodes thérapeutiques étant développés dans la partie II.

Prise en charge des anomalies fonctionnelles

L'interception des dysfonctions et des anomalies cinétiques de la mandibule constitue la première étape du traitement.

En effet, la normalisation des fonctions, tout particulièrement la ventilation nasale, est nécessaire à une croissance craniofaciale harmonieuse. De plus, certains comportements orofaciaux dysfonctionnels ou les parafonctions (pulsion et interposition linguales, tic de succion ou succion du pouce) peuvent freiner l'action de certains dispositifs thérapeutiques et interférer avec les déplacements dentaires recherchés entraînant des mouvements de va-et-vient préjudiciables pour les dents et le parodonte (avec augmentation, notamment, du risque de résorption radiculaire).

Les anomalies cinétiques, quant à elles, génèrent des stimuli de croissance anormaux qui peuvent les fixer en anomalies morphologiques. Ainsi, un proglissement mandibulaire non traité favorise l'installation d'une prognathie mandibulaire vraie et une latérodéviations peut évoluer en latérogathie mandibulaire. Par ailleurs, cette composante cinétique gêne l'établissement d'un diagnostic précis et la quantification des décalages squelettiques et occlusaux associés.

Prise en charge des dysmorphoses squelettiques

Cette décision thérapeutique repose toujours sur la croissance du patient et sur nos possibilités d'action thérapeutique à son niveau.

Objectifs

La correction ou la réduction des décalages squelettiques répondent à deux objectifs principaux :

- l'amélioration de l'esthétique faciale car elle seule peut modifier les relations du nez et du menton;
- la suppression ou la diminution des compensations alvéolaires nécessaires au rétablissement d'une occlusion normale, limitant les déplacements dentaires et offrant un meilleur équilibre biomécanique et parodontal aux arcades dentaires.

Possibilités thérapeutiques

En fonction de la sévérité de la dysmorphose et des caractéristiques de croissance, le praticien doit choisir entre quatre attitudes thérapeutiques qui peuvent, dans certains cas, s'associer ou se succéder.

Ne pas prendre en charge le décalage squelettique

Cette décision peut être transitoire ou définitive. Elle correspond essentiellement à deux types de cas :

- les patients présentant peu ou pas de croissance ou une croissance jugée très défavorable mais dont le décalage squelettique permet la réalisation de compensations alvéolaires acceptables et n'induit pas de préjudice esthétique majeur;

- les patients jeunes, présentant une croissance favorable en quantité et en direction dont on peut espérer une correction spontanée du décalage squelettique. Après une période de réévaluation, cette décision peut être maintenue ou une thérapeutique orthopédique peut être mise en œuvre.

Réaliser une action orthodontique favorisant l'expression de la croissance mandibulaire

Ce type d'intervention adaptée aux classes II squelettiques vise à :

- lever les obstacles occlusaux qui freinent la croissance mandibulaire par le nivellement des arcades, la correction de la supraclusion, la réduction des compensations alvéolaires ou parfois une expansion de l'arcade maxillaire. En présence de tels obstacles, cette phase est nécessaire avant de laisser une croissance favorable corriger spontanément le décalage ou avant une thérapeutique orthopédique qui ne permettrait pas de la réaliser simultanément ;
- optimiser, pendant le traitement orthodontique, la réponse de croissance mandibulaire dans le sens d'une rotation antérieure pour réduire le décalage sagittal de classe II et fermer le sens vertical en limitant la croissance alvéolaire postérieure.

Mettre en place une thérapeutique orthopédique

Ces thérapeutiques s'adressent à des patients qui présentent une croissance résiduelle en quantité suffisante et de direction favorable (rotation antérieure ou neutre) sans compensation alvéolaire au niveau incisif. Selon le type d'appareil, cette phase peut aussi participer à la réduction de troubles fonctionnels.

L'objectif de ces thérapeutiques dans le sens sagittal est :

- dans les classes II, de freiner la croissance maxillaire et stimuler ou réorienter la croissance mandibulaire ;
- dans les classes III, de favoriser la croissance faciale supérieure et de freiner ou réorienter la croissance mandibulaire.

Décider une thérapeutique chirurgicale

Cette décision peut intervenir dès le début du traitement en l'absence de croissance ou en présence d'une croissance très défavorable face, le plus souvent, à une dysharmonie squelettique majeure ou à fort potentiel évolutif, qui présente des répercussions esthétiques et/ou impose des compensations alvéolaires inacceptables pour l'équilibre biomécanique et parodontal des arcades.

Mais elle peut aussi être envisagée après échec d'une thérapeutique orthopédique ou aggravation de la direction de croissance.

Spécificités des dimensions transversale et verticale

Dimension transversale

Il n'y a pas de possibilité d'action orthopédique dans la dimension transversale à la mandibule, la suture interincis-

sive étant fermée à l'âge de 1 an. Toute action d'expansion basale à la mandibule est donc exceptionnelle et chirurgicale, le plus souvent par distraction symphysaire.

À l'arcade maxillaire, les possibilités thérapeutiques dépendent de l'état de la suture palatine médiane. Plus le sujet est jeune, plus il est possible d'obtenir une réponse suturale. Le plus souvent, l'expansion maxillaire basale est obtenue par disjonction orthodontique de la suture palatine médiane. Cette suture s'ossifie à l'âge adulte mais de nombreux auteurs conseillent après 15 ou 16 ans de réaliser cette expansion soit par disjonction chirurgicale, soit par disjonction assistée chirurgicalement (cf. p. 217 et Tome 2).

En l'absence d'occlusion inversée des secteurs latéraux, la décision d'expansion maxillaire, le plus souvent à des fins ventilatoires, doit évaluer le rapport bénéfices–risques en intégrant la nécessité de rétablir une occlusion transversale correcte et les éventuelles possibilités thérapeutiques pour la réaliser en fonction du cas :

- compensations alvéolaires mandibulaires ;
- propulsion mandibulaire associée ;
- distraction mandibulaire.

Dimension verticale

Il existe peu de possibilités d'action orthopédique vraie sur la croissance verticale. Elles sont en général couplées aux thérapeutiques sagittales.

On recherche le plus souvent, en cas d'augmentation du sens vertical, une rotation antérieure de la mandibule par contrôle vertical orthodontique des secteurs latéraux ou contrôle des rotations maxillaires lors des thérapeutiques orthopédiques.

Prise en charge des problèmes occlusaux et dentaires

Objectifs

Les anomalies occlusales et dentaires sont corrigées par des déplacements dentaires au sein des arcades répondant à plusieurs objectifs.

Assurer l'alignement dentaire en harmonie avec les bases osseuses

L'alignement est la préoccupation esthétique majeure des patients en raison de son impact sur l'esthétique du sourire.

Mais c'est surtout le pré-requis nécessaire à une occlusion statique et dynamique normale, car il permet la répartition des points d'occlusion sur une courbe harmonieuse et lève les interférences occlusales.

L'alignement rétablit aussi des points de contact physiologiques protégeant ainsi le parodonte sous-jacent.

Enfin, le traitement orthodontique corrige les irrégularités de forme des arcades et permet leur harmonisation avec la forme des bases osseuses.

Gérer les compensations alvéolaires

La gestion des compensations alvéolaires est un des éléments fondamentaux du traitement orthodontique.

En fonction des objectifs squelettiques et de la phase thérapeutique, deux attitudes thérapeutiques opposées peuvent être mises en œuvre :

- **réduire les compensations alvéolaires** lorsque l'on souhaite une réponse de croissance mandibulaire ou qu'une chirurgie orthognathique est prévue pour corriger le décalage sagittal. Dans ces cas, en effet, les compensations alvéolaires limitent les possibilités de déplacement mandibulaire;
- **maintenir ou accentuer les compensations alvéolaires** lorsque la correction squelettique est impossible, insuffisante ou non programmée et quand un rattrapage occlusal doit permettre le rétablissement d'une occlusion normale.

Corriger les relations occlusales

Les déplacements dentaires visent aussi à retrouver des rapports occlusaux normaux et fonctionnels avec des rapports cuspide–fosse ou cuspide–embrasure, si possible de classe I, plus rarement de classe II thérapeutique et un guide antérieur fonctionnel.

Analyse d'arcade

Ces déplacements entraînent, selon les cas, une perte ou un gain d'espace sur l'arcade. Leur planification nécessite donc la réalisation d'un bilan de l'espace nécessaire et de l'espace disponible. Cette analyse d'arcade est proposée dans le volet thérapeutique de certaines analyses céphalométriques (analyses de Tweed, de Steiner...).

Dans la plupart des analyses, ce bilan est réalisé à l'arcade mandibulaire qui constitue le facteur limitant lors du traitement d'orthodontie. En effet, les possibilités de déplacement dentaire y sont plus réduites (os plus compact, faible volume osseux, pas d'expansion basale en raison de l'ossification très précoce de la suture symphysaire). À côté de ce facteur osseux, les déplacements de l'incisive mandibulaire sont aussi limités par l'équilibre labiolingual qu'il convient de respecter et par leurs répercussions sur l'esthétique des lèvres.

Différents facteurs doivent être pris en compte dans l'établissement de ce bilan et du plan de traitement orthodontique.

Encombrement

Il correspond à la différence entre l'espace disponible sur l'arcade et l'espace nécessaire, c'est-à-dire la somme des diamètres mésiodistaux des dents.

Selon les analyses, il est calculé sur la totalité de l'arcade ou en mésial des premières molaires.

Il peut être évalué :

- visuellement, par l'estimation des chevauchements ou des diastèmes;
- en mesurant, au fil de laiton, l'espace disponible sur l'arcade et, au pied à coulisse ou au compas à pointe sèche, les diamètres mésiodistaux de toutes les dents concernées (figure 2.20A);
- en évaluant par secteur l'espace disponible et en mesurant les diamètres mésiodistaux de toutes les dents (figure 2.20B et C).

Position des incisives

Dans la majorité des analyses, c'est la position antéropostérieure des incisives, et tout particulièrement celle de l'incisive mandibulaire, qui est déterminée pour les raisons évoquées précédemment. Cependant, dans l'établissement du plan de traitement, la correction de leur position verticale doit aussi être envisagée.

Selon leurs auteurs, les analyses céphalométriques proposent des normes ou des méthodes de repositionnement basées sur différents critères.

Les références choisies pour la position à atteindre sont variables : la ligne NB pour Steiner et Root, le plan de Francfort ou le plan mandibulaire pour Tweed, la ligne APog pour Begg ou Ricketts.

Le principe de repositionnement diffère lui aussi d'un auteur à l'autre (figure 2.21). À titre d'exemple :

- Tweed base ce repositionnement sur la dimension verticale squelettique. En effet, pour une même orientation de l'incisive mandibulaire sur sa base, l'incisive paraîtra d'autant plus protrusive dans la face que la mandibule sera inclinée en bas et en avant. En fonction de l'inclinaison mandibulaire du patient, il propose donc des objectifs différents pour l'incisive mandibulaire;
- Steiner privilégie, dans ses compromis acceptables, la compensation alvéolaire du décalage squelettique sagittal. Plus le décalage estimé de fin de traitement est important, plus les incisives doivent être inclinées pour rétablir un contact interincisif. La majeure partie de la compensation alvéolaire est réalisée à l'arcade maxillaire : ainsi, pour une augmentation de 1° de l'angle ANB, l'incisive mandibulaire doit être avancée de 0,25 mm et l'incisive maxillaire reculée de 1 mm. Ces compensations restent très limitées à l'arcade mandibulaire. Cette estimation est dans un deuxième temps pondérée en fonction de l'esthétique labiomentonnière par l'utilisation de la règle de Holdaway qui préconise que l'incisive mandibulaire soit à la même distance de la ligne NB que le pogonion cutané.

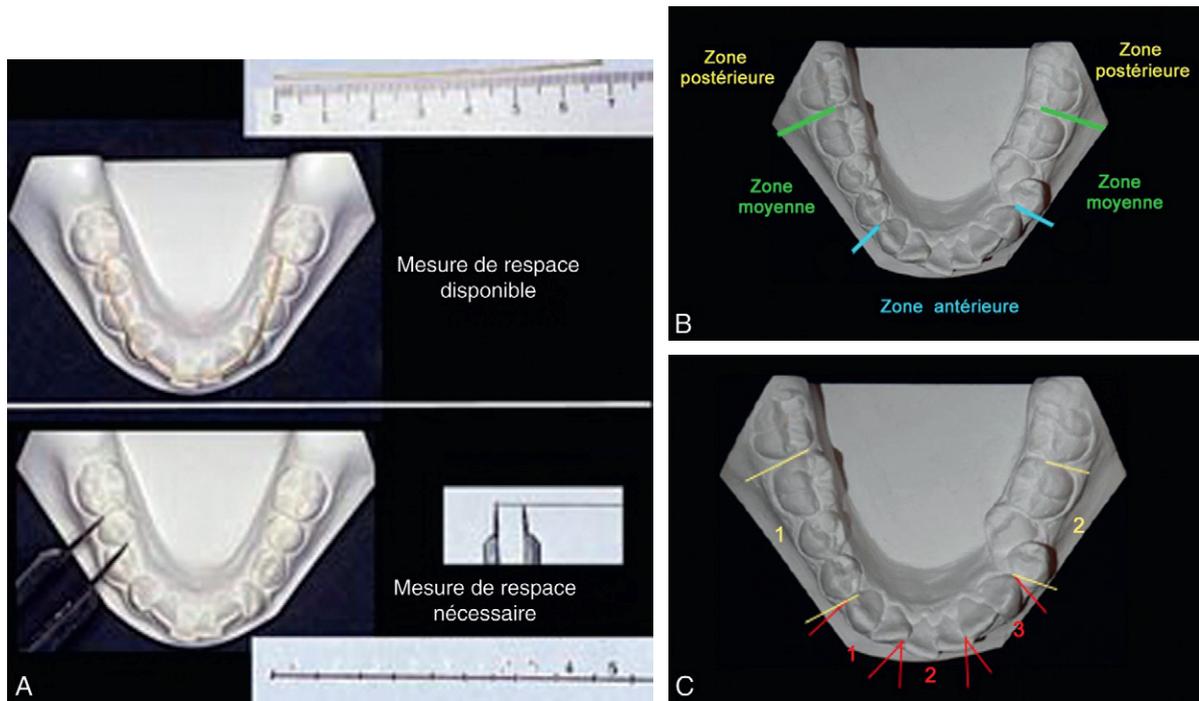


Fig. 2.20

Évaluation de l'encombrement.

A. Analyse de Steiner. B, C. Analyse de Tweed. L'encombrement est calculé dans les trois zones de l'arcade : zone antérieure (de face distale de canine à face distale de canine), zone moyenne (de face distale de la canine à face distale de la première molaire à droite et à gauche) et zone postérieure (de la face distale de la première molaire au bord antérieur du ramus).

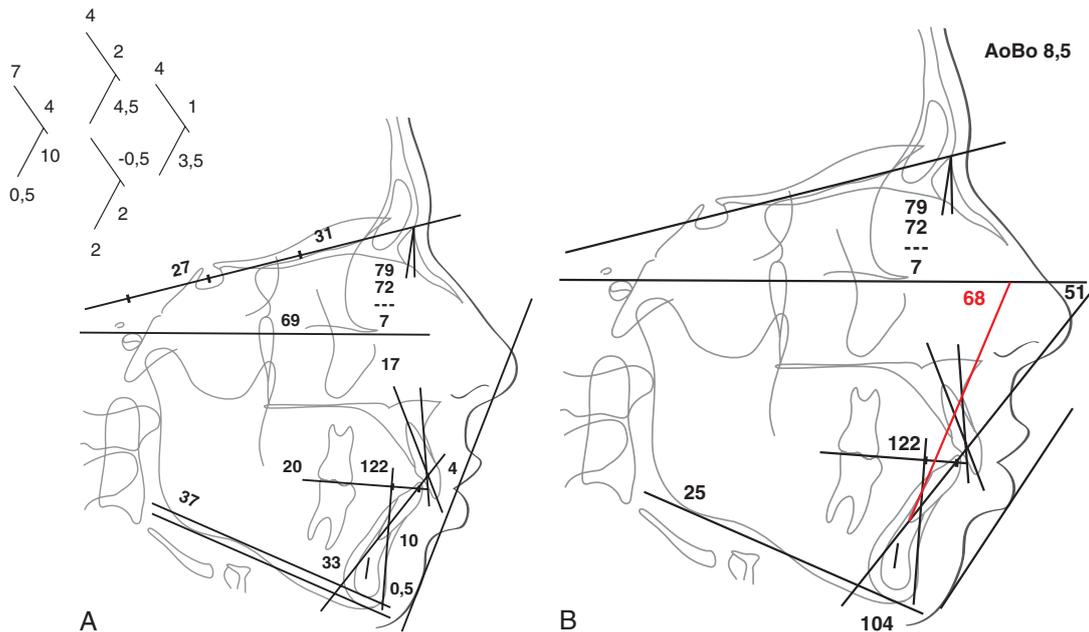


Fig. 2.21

Repositionnement incisif chez un garçon de 13 ans.

A. Selon la méthode de Steiner : en espérant une croissance plutôt favorable, une réduction de 3° de l'angle ANB et une réduction de 1,5 mm au niveau du pogonion peuvent être envisagés. Pour l'angle ANB final de 4° , les positions des incisives maxillaires et mandibulaires sont respectivement à 2 mm de la ligne NA et à 4,5 mm de la ligne NB (chevron du haut). L'application de la règle d'Holdoway (chevron du bas) conduit à une incisive mandibulaire à 2 mm de la ligne NB. La moyenne de ces deux positions détermine un objectif thérapeutique pour les incisives à 1 mm de la ligne NA pour la maxillaire et à 3,5 mm de la ligne NB pour la mandibulaire et par suite un déplacement lingual de cette dent. B. Selon la méthode de Tweed : en présence d'une dimension verticale normale (FMA à 25°), Tweed préconise de rechercher un angle FMIA de 68° . L'angle FMIA initial étant de 51° , cet objectif nécessite une linguoversion importante, qui, s'il est respecté en totalité, induit une réduction de la longueur d'arcade de 13,6 mm.

L'incisive maxillaire est le plus souvent positionnée par rapport à l'incisive mandibulaire en rétablissant un angle interincisif fonctionnel.

Quelle que soit la méthode céphalométrique choisie, le repositionnement proposé pour les incisives doit toujours être analysé et individualisé en fonction des paramètres du patient :

- l'ethnie (les incisives sont beaucoup plus vestibuloversées dans les populations mélanodermes que dans les populations caucasiennes);
- l'environnement parodontal des incisives et la forme de la symphyse (figure 2.22);
- l'équilibre fonctionnel labiolingual : en particulier le volume et la position de la langue, la tonicité labiale et les modifications possibles ou non de cet environnement musculaire;
- l'esthétique du profil et ses modifications en fonction de la croissance (le repositionnement lingual des incisives doit souvent être minimisé en cas de rotation antérieure marquée). L'impact du repositionnement de l'incisive maxillaire sur l'angle nasolabial et la position de l'incisive maxillaire dans le profil doivent être intégrés dans cette décision;



Fig. 2.22

Environnement parodontal et repositionnement incisif. La très faible épaisseur vestibulolinguale de la symphyse dans sa zone alvéolaire ne permet pas de déplacements incisifs importants, même en version, en raison de l'absence d'os vestibulaire sur une grande partie de la racine.

- le choix thérapeutique concernant les compensations alvéolaires en fonction de la gestion du décalage squelettique.

Nivellement de la courbe de Spee

La courbe de Spee, surtout dans les classes II, est une composante de la malocclusion. Elle doit être nivelée pour permettre la correction du décalage sagittal sans blocage de croissance ni verrous occlusaux limitant le déplacement des arcades l'une par rapport à l'autre. De plus, une arcade nivelée résiste mieux aux sollicitations mécaniques intra- et interarcades lors du traitement.

Ce nivellement nécessite sur l'arcade de la place qui dépend de la profondeur de la courbe de Spee et des versions dentaires (figure 2.23).

Divers auteurs ont essayé de quantifier ce besoin de place en fonction de sa profondeur maximale à droite et à gauche (Prof D et Prof G) :

- Baldrige : place nécessaire = $0,488 (\text{Prof D} + \text{Prof G}) - 0,51$; [2]
- Garcia : place nécessaire = $\frac{2}{3} (\text{Prof D} + \text{Prof G}) + 1$ (formule simplifiée); [14]
- Fondation Tweed : place nécessaire = $\frac{1}{2} (\text{Prof D} + \text{Prof G}) + 1$.



Fig. 2.23

Évaluation de la profondeur de la courbe de Spee sur le moulage mandibulaire.

Autres éléments

À côté de ces trois paramètres fondamentaux de l'analyse d'arcade, d'autres facteurs peuvent dans certains cas être envisagés dans ce calcul :

- **la conservation de l'espace** lorsque le sujet est en denture mixte avec présence des deuxièmes molaires temporaires. La différence des diamètres mésiodistaux entre ces dernières et les deuxièmes prémolaires (de 1,7 à 2 mm par côté) est considérée dans certaines analyses comme un espace susceptible d'être conservé par blocage des molaires ou perdu par dérive molaire dans le cas contraire. En cas de présence d'une seule molaire, la conservation de cet espace dépend de la symétrie molaire;
- **le redressement des molaires mésioversées** après, par exemple, perte prématurée des dents temporaires. Ce redressement apporte un gain d'espace sur la longueur d'arcade. À ce stade de l'analyse, c'est le seul mouvement distal qui est envisagé;
- **le redressement vestibulaire de prémolaires et molaires linguoversées**, cette correction assimilable à de l'expansion apporte également un gain de place;
- **la mésialisation des molaires sous l'effet de tractions intermaxillaires de classe II**. Cette dérive mésiale entraîne une perte de place sur l'arcade mandibulaire que certains auteurs, comme Steiner, incluent dans leur bilan.

Gestion de l'espace

À l'issue de cette analyse d'arcade, le bilan entre les facteurs nécessitant de la place et ceux qui en apportent peut être :

- équilibré : l'espace disponible est égal à l'espace nécessaire;
- excédentaire : l'espace disponible est supérieur à l'espace nécessaire, l'excès est fermé par mésialisation des secteurs latéraux;
- déficitaire : situation la plus fréquente qui impose de trouver de l'espace pour remplir les objectifs de traitement ou de les modifier.

En fonction de l'importance du déficit d'espace, des relations occlusales sagittales, de l'esthétique du patient, de sa typologie de croissance, de son environnement musculaire et de sa coopération, plusieurs actions thérapeutiques différentes peuvent être envisagées, séparément ou conjointement, pour résoudre ce déficit.

Elles visent à :

- réduire le matériel dentaire par des extractions dentaires, le plus souvent de prémolaires, ou par une réduction amélaire proximale (stripping);
- augmenter l'espace disponible par expansion de l'arcade : expansion transversale, antérieure ou postérieure.

Extractions

Depuis Tweed et Begg, les extractions de prémolaires ont longtemps été considérées comme le meilleur moyen de résoudre les déficits d'espace, modérés ou sévères, l'expansion étant le plus souvent sujette à récurrence.

Même si elles font aujourd'hui l'objet de différentes critiques et si certaines techniques semblent repousser les limites des différentes formes d'expansion, les extractions demeurent un moyen thérapeutique satisfaisant dans le traitement des déficits d'espace importants, surtout associés à des malocclusions sagittales.

Excepté les atteintes dentaires, les extractions pour résoudre ce problème de place concernent le plus souvent les prémolaires, dents doubles relativement fragiles et situées au milieu de l'arcade. L'extraction de deux prémolaires apporte en moyenne un gain de 15 mm permettant, selon les besoins et les objectifs, d'aligner et de rétracter le groupe incisivo-canin et, le plus souvent, de mésialiser les secteurs latéraux. Ce mouvement mésial des molaires contribue à la correction de la classe II occlusale quand elle existe.

Le choix de la première ou de la deuxième molaire dépend de l'importance relative de ces deux déplacements : plus la rétraction incisive est faible et l'encombrement antérieur limité, plus la mésialisation molaire est importante et donc, plus le choix porte sur l'extraction de la deuxième molaire qui facilite ce dernier mouvement.

Les extractions à l'arcade mandibulaire imposent, sauf cas exceptionnel dans certaines classes III, des extractions de prémolaires à l'arcade maxillaire dont le choix dépend des relations occlusales.

L'utilisation optimale de ces espaces suivant les objectifs thérapeutiques établis nécessite un bon contrôle mécanique des déplacements dentaires et, en particulier, de l'ancrage des secteurs latéraux.

Les extractions ont des indications et de nombreuses conséquences négatives et positives sur l'esthétique faciale et dentaire, sur l'occlusion et le parodonte qui sont détaillées p. 156 (cf. moyens thérapeutiques).

Réduction amélaire proximale ou stripping

La réduction du matériel dentaire est obtenue ici par réduction des diamètres mésiodistaux de plusieurs dents par meulage en fonction des besoins de place.

Cette technique permet donc d'adapter cette réduction à la place nécessaire à la réalisation des objectifs thérapeutiques.

Elle nécessite une morphologie dentaire favorable, avec une épaisseur d'émail suffisante et, au niveau des incisives, des dents plutôt triangulaires pour éviter les proximités radiculaires.

Elle est le plus souvent réservée à des déficits modérés ou associée à une technique d'expansion.

Sa réalisation technique doit être soignée et précise. Il est recommandé d'effectuer le meulage en une seule fois sur une dent donnée et d'utiliser des jauges pour connaître exactement la quantité d'émail retiré. Les faces proximales doivent être recontourées et parfaitement polies pour rétablir des contacts interdentaires fonctionnels et limiter les risques de carie.

Expansion transversale

L'expansion transversale à l'arcade mandibulaire en technique Edgewise a longtemps été considérée comme très récidivante.

Actuellement, elle est préconisée par certains auteurs face à des formes d'arcade spécifiques, dans la lignée du redressement axial évoqué précédemment, ou par d'autres auteurs grâce aux nouvelles technologies (arcs nickel titane et brackets autoligaturants). En effet, l'utilisation de forces très légères grâce à la réduction des phénomènes de friction permettrait à l'arcade mandibulaire de se développer naturellement, diminuant le risque de récurrence.

Expansion antérieure

L'expansion antérieure peut être obtenue par vestibulover-sion des incisives. Dans certains cas, lorsqu'elle est planifiée dans le repositionnement incisif, elle peut être justifiée. Cependant, la vestibulover-sion parasite des incisives mandibulaires constitue souvent la conséquence d'un déficit d'espace non résolu lors du plan de traitement ou mal géré.

Modifier le repositionnement incisif prévu initialement ne doit, en effet, être envisagé qu'après analyse des conséquences sur tous les facteurs qui ont conduit à l'objectif initial (environnement parodontal, esthétique faciale, décompensation alvéolaire pour obtenir une réponse de croissance...). Si réduire ou annuler un repositionnement lingual peut parfois résoudre un faible déficit sans risque parodontal ou esthétique majeur, vestibuler par contre des incisives, indépendamment des objectifs initiaux, pour trouver de l'espace peut exposer à ces risques ou à des récurrences.

Expansion postérieure : distalisation des secteurs latéraux

Classiquement limités au redressement des dents mésio-versées ou à de très faibles reculs (environ 1 mm) des molaires mandibulaires, ces déplacements n'apportent qu'un faible gain de place.

L'utilisation des mini-vis d'ancrage et des mini-plaques vissées laisse augurer des déplacements distaux plus conséquents qui pourraient alors aider à équilibrer des besoins d'espace.

Il ne faut cependant pas oublier que ces mouvements distaux des molaires mandibulaires aggravent, quand elles existent, les relations occlusales de classe II.

En l'absence d'extraction, les déficits de place nécessitent souvent l'utilisation combinée des différents moyens évoqués.

Résolution du décalage occlusal

À l'issue de cette analyse et de la résolution des problèmes de place à l'arcade mandibulaire, les principaux choix thérapeutiques la concernant sont établis :

- extraction ou non de prémolaires;
- quantité éventuelle de stripping;
- sens et quantité de repositionnement incisif;
- recul éventuel des canines : en fonction de la quantité d'encombrement et de repositionnement incisif;
- quantité de déplacement molaire distal ou mésial.

Le plan de traitement à l'arcade maxillaire découle de ces objectifs mandibulaires en fonction du décalage occlusal.

Les molaires maxillaires sont déplacées dans le sens et de la quantité nécessaires pour rétablir une classe I occlusale avec leurs antagonistes.

En l'absence de croissance, en classe II par exemple, ce déplacement correspond à la quantité de classe II molaire initiale diminuée du déplacement mésial des molaires mandibulaires (ou augmentée de leur redressement distal). Chez l'enfant, une partie du décalage occlusal est corrigée, au cours du traitement orthodontique, par le différentiel de croissance entre la face supérieure et la mandibule. Cette réponse de croissance mandibulaire, quand elle est favorable, minimise considérablement le besoin de déplacement distal des molaires maxillaires.

En fonction de la quantité de déplacement distal estimé de la molaire et de la typologie du sujet, l'extraction des dents de sagesse, ou plus exceptionnellement des deuxièmes molaires maxillaires, peut être envisagée.

La canine maxillaire est repositionnée en classe I avec son homologue mandibulaire. Dans les classes II, son recul s'effectue soit dans l'espace d'extraction de la première prémolaire maxillaire, soit dans l'espace ouvert par le recul des secteurs latéraux.

Le déplacement des incisives maxillaires est ensuite envisagé pour rétablir le contact interincisif et le guide antérieur. En classe II, il s'agit le plus souvent d'une rétraction incisive.

À côté de l'évaluation du recul coronaire, deux éléments sont essentiels à considérer :

- la correction de leur position verticale : l'incisive maxillaire doit entretenir des rapports normaux avec la lèvre supérieure au repos (le bord libre de la lèvre découvre 2 mm du bord libre des incisives), lors du sourire (la lèvre supérieure se situe au niveau du collet des incisives) et en fonction. Cette position guide la correction de la supraclusion incisive et l'importance des déplacements verticaux des incisives conditionne le choix de certains accessoires lors de ce recul;

- leur inclinaison vestibulolinguale pour obtenir une position esthétique mais surtout fonctionnelle. Le contrôle de cette inclinaison détermine le torque à exercer sur ces dents lors du recul.

Gestion de l'ancrage

Lorsque tous les déplacements dentaires sont quantifiés, il faut déterminer les moyens à mettre en œuvre pour les réaliser et éviter des déplacements parasites qui compromettraient les objectifs définis.

Un des éléments clés à considérer, en particulier dans les cas avec extractions, est l'ancrage des secteurs latéraux mandibulaires et maxillaires. C'est la résistance que ces groupes dentaires opposeront au déplacement mésial. Pour Dougherty, la notion d'ancrage recouvre la notion de résistance au déplacement, mais aussi de distance de déplacement.

La gestion de l'ancrage molaire comporte tout d'abord l'évaluation des besoins d'ancrage qui dépendent :

- des déplacements prévus pour la molaire. Quand la molaire ne doit pas se mésialiser du tout, l'ancrage est dit maximum; plus le déplacement mésial est important, plus l'ancrage est faible;
- de la sollicitation exercée sur la dent. Ces sollicitations peuvent être :
 - intra-arcades lorsque la molaire sert de point d'ancrage aux forces de rétraction des canines et des incisives,
 - interarcades lorsque l'arcade mandibulaire reçoit des dispositifs intermaxillaires de correction de la classe II;
- de la résistance naturelle des dents à ce déplacement mésial : les patients hypodivergents, à la musculature élévatrice puissante, ont un ancrage naturel beaucoup plus important que les patients hyperdivergents.

En fonction de ces différents paramètres, plusieurs attitudes thérapeutiques peuvent être instaurées :

- préserver l'ancrage en évitant de le solliciter et en adaptant donc le choix des accessoires;
- renforcer l'ancrage en solidarissant soit plusieurs éléments dentaires (ligatures en huit, arc transpalatin, arc lingual...), soit la dent d'ancrage à une mini-vis;
- préparer l'ancrage en distoversant les dents postérieures pour les placer en position de résistance aux forces de mésialisation;
- favoriser la perte d'ancrage lorsque le mouvement mésial est recherché. Dans certains cas, c'est alors l'ancrage antérieur qui doit être renforcé pour éviter une rétraction incisivo-canine parasite. Solidarisation des dents antérieures, augmentation du *tip forward* sur la canine, torque actif radiculolingual ou accessoires d'ancrage comme les mini-vis peuvent être utilisés.

Éléments spécifiques à prendre en compte dans l'établissement du plan de traitement

De nombreux éléments peuvent occasionner une adaptation du plan de traitement soit dans sa chronologie de mise en œuvre, soit dans ses étapes. Nous ne retenons ici que trois situations cliniques relativement fréquentes qui doivent être dépistées et intégrées dans le plan de traitement :

- les risques de dysfonction de l'articulation temporo-mandibulaire avérés ou potentiels;
- la fragilité excessive du parodonte indépendamment d'une atteinte parodontale;
- les risques de syndrome d'apnée-hypopnée du sommeil.

Prise en compte des dysfonctionnements de l'appareil manducateur (DAM)²

Le patient, enfant ou adulte jeune, présente un bruit articulaire, une douleur au niveau des ATM, au niveau des muscles masticateurs : que dire ? que faire ?

Les objectifs de ce chapitre sont d'apprendre à rechercher les signes et symptômes présentés par le patient, de les analyser afin de poser un diagnostic de dysfonctionnement, d'indiquer parfois des examens complémentaires et de savoir le prendre en charge suivant le moment du traitement.

Qu'est-ce qu'un DAM ?

L'acronyme DAM, soit dysfonctionnement de l'appareil manducateur, est défini comme l'« *expression d'une perturbation du système musculosquelettique de l'appareil manducateur* ». Les DAM se limitent aux douleurs et dyscinésies se produisant à l'intérieur des structures musculo-articulaires de l'appareil manducateur ou produites par elles. Plus précisément, le DAM peut se définir comme l'expression d'une « *myoarthropathie manducatrice provoquée par une anomalie fonctionnelle autogène* ».

L'apparition de signes ou de symptômes d'un DAM correspond à un déficit d'adaptation de l'appareil manducateur dans ses trois dimensions :

- le terrain structurel (axe I) ou typologie;
- le terrain psychocomportemental (axe II);
- le terrain biologique (axe III).

² Contribution de A. Manière.

Pour chaque patient, les trois dimensions sont souvent d'importance inégale. Dans chacune de ces dimensions, il existe ainsi des facteurs :

- prédisposants (par ex. : patient hyperdivergent);
- déclenchants (par ex. : traumatisme au niveau mandibulaire);
- entretenants (par ex. : stress) (figure 2.24).

Au niveau épidémiologique, il y a une prédominance des DAM chez les femmes, jeunes, d'influence hormonale et/ou génétique. L'âge moyen de consultation pour DAM est compris entre 15 et 45 ans. Selon les études, ils touchent de 10 à 50 % de la population adulte; les bruits articulaires sont présents chez un tiers de la population dite normale; sur le plan anatomique (étude des ATM sur cadavres de sujets jeunes et d'âge mûr), il a été mis en évidence de nombreux troubles intra-articulaires (entre 10 et 30 %).

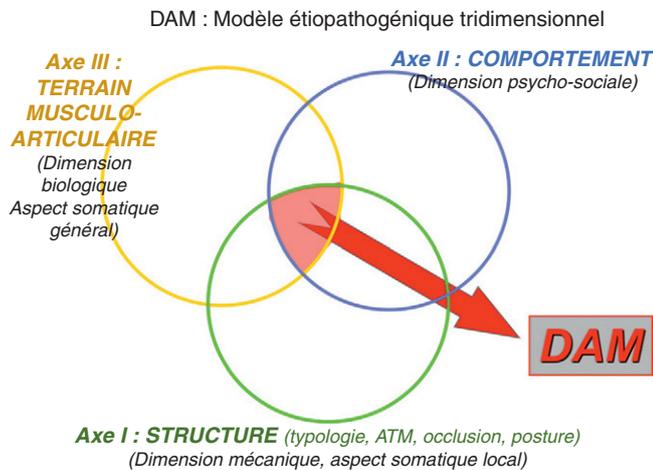


Fig. 2.24

Modèle étiopathogénique des DAM à trois dimensions.

Examen clinique de l'appareil manducateur

Quel que soit le mode de découverte du dysfonctionnement, le premier examen est clinique; sa conduite doit être scrupuleuse et amène à une première phase diagnostique.

Ensuite, il faut bien garder en mémoire la spécificité du jeune adulte : il est peu symptomatique car plus tolérant. Le jeune est fragile, mais adaptable. Lors de l'examen clinique musculo-articulaire, il faut tester l'appareil à l'effort, ce qui est une véritable mise à l'épreuve!

Interrogatoire

Plusieurs situations peuvent se présenter : soit le jeune adulte motive sa consultation parce qu'il présente un problème fonctionnel (bruit, gêne, douleurs, inconfort...) et il souhaite un traitement orthodontique pour traiter ou améliorer son dysfonctionnement, soit l'apparition du pro-

blème se produit au cours du traitement orthodontique, et le patient vous interroge et souhaite une réponse.

Description des signes et symptômes de dysfonctionnement par le patient

Il convient d'interroger le patient sur d'éventuels bruits (claquements, crépitations), des douleurs, des limitations de l'ouverture buccale, des situations de blocage (impossibilité d'ouverture et/ou de fermeture de la bouche) et leur localisation.

Mode d'apparition et évolution des signes

- **Apparition** : est-elle récente ou ancienne? a-t-elle été provoquée par un épisode particulier (par ex., un bruit articulaire apparu au cours du port des élastiques intermaxillaires)?
- **Fréquence** : les signes sont-ils présents plutôt à certains moments de la journée (le matin au réveil, après manger) ou présents toute la journée?
- **Facteurs déclenchants** : existent-ils des facteurs déclenchants la gêne ou les douleurs tels que la mastication, le bâillement, les élastiques? Existe-t-il une aggravation par la mastication, la crispation?
- **Évolution des signes**. Le patient est interrogé sur l'existence :
 - d'un épisode de claquement suivi de blocage;
 - de claquements de plus en plus intenses;
 - d'une gêne à l'ouverture de plus en plus importante.

Recherche de parafunctions

Les parafunctions associées peuvent être la succion digitale, l'onychophagie, l'interposition d'objet entre les dents, le mâchonnement, le serrement des dents, le grincement...

Environnement personnel

Il faut demander au patient, ou à sa famille, s'il y a – ou s'il y a eu – des épisodes stressants dans sa vie, s'il existe des proches ayant ce type de problème et quels sont les antécédents de traitements dentaires.

Antécédents personnels

Le patient est interrogé sur la présence d'autres atteintes articulaires et leur nature; une fragilité/hyperlaxité ligamentaire (par ex., antécédents de foulures ou entorses des chevilles à répétition), est recherchée. Des tests simples permettent d'apprécier le degré de laxité ligamentaire, tel que pratiqué au niveau du poignet (figure 2.25) : si le pouce arrive facilement au niveau de l'avant-bras, c'est que le patient est « hyperlaxe ». Enfin, ne pas oublier d'interroger le patient ou sa famille sur des antécédents de traumatisme au niveau du menton (en bicyclette, par exemple).

L'analyse des réponses données par le patient (ou sa famille) permet d'orienter le diagnostic, qui est approfondi par l'examen clinique.



Fig. 2.25

Analyse de l'hyperlaxité ligamentaire : situation relative du pouce-avant-bras.
Cette illustration témoigne d'une hyperlaxité ligamentaire.

Examen clinique

Palpation des muscles masticateurs

La palpation digitale porte sur le corps musculaire et ses insertions, le patient étant tout d'abord relâché (palpation muscle au repos) puis contracté (palpation muscle en contraction) pour mieux repérer le site de la douleur par rapport à l'anatomie musculaire. On effectue la palpation des muscles :

- élévateurs : temporal, masséter (superficiel), ptérygoïdien médial (portion inférieure, en dedans de l'angle mandibulaire);
- abaisseurs sus-hyoïdiens (digastrique et mylo-hyoïdiens);
- cervicaux dont le trapèze;
- ptérygoïdien latéral, par voie endobuccale, au niveau des insertions ptérygoïdiennes en arrière de la tubérosité maxillaire.

Examen des ATM

La **palpation condylienne** est pré- et endo-auriculaire, elle se fait au repos et au cours des mouvements avec recherche de douleurs à la palpation et existence de ressaut (avec

claquement?). Elle recherche essentiellement les douleurs et les claquements.

L'auscultation examine principalement les crépitations (atteintes des surfaces osseuses articulaires). Les claquements sont-ils perceptibles, audibles? Sont-ils précoces (dès le début de l'ouverture buccale), intermédiaires (au cours de l'ouverture buccale), tardifs (en fin d'ouverture buccale), unilatéraux ou bilatéraux, à l'ouverture et à la fermeture (réciproques)?

Mouvements mandibulaires

Ouverture : chez l'adulte, la valeur moyenne est de 50 mm, recouvrement incisif inclus (au moins l'épaisseur de trois doigts adultes). La trajectoire du point interincisif mandibulaire (dentalé) doit être rectiligne. On parle de :

- **déflexion mandibulaire**, si la trajectoire du dentalé s'éloigne de la verticale au fur et à mesure de l'ouverture et reste éloignée. On peut évoquer une limitation de la translation condylienne du côté homolatéral;
- **déviatation mandibulaire**, si la trajectoire du dentalé s'éloigne de la verticale et, suite à un ressaut articulaire, revient vers la verticale. Si le mouvement est sinusoidal – ressaut d'un côté puis de l'autre –, on peut évoquer une pathologie bilatérale. Les ressauts sont appréciés à l'ouverture buccale et à la fermeture; on note le moment où ils se produisent : plus ou moins précocement, plus ou moins tardivement (figure 2.26).

Diduction : mouvement parfois difficilement exécuté sans explication par le praticien; l'amplitude mesurée entre les deux points interincisifs doit être au moins de 10–12 mm.

D'autres facteurs peuvent altérer la cinématique mandibulaire tels que l'asymétrie mandibulaire, une asymétrie de la base du crâne avec une ATM plus postérieure : dans ces situations, en OIM, le dentalé est souvent non aligné sur le plan sagittal médian, du côté le plus petit ou le plus en arrière; le mouvement d'ouverture se fait sans ressaut et le dentalé reste décentré.

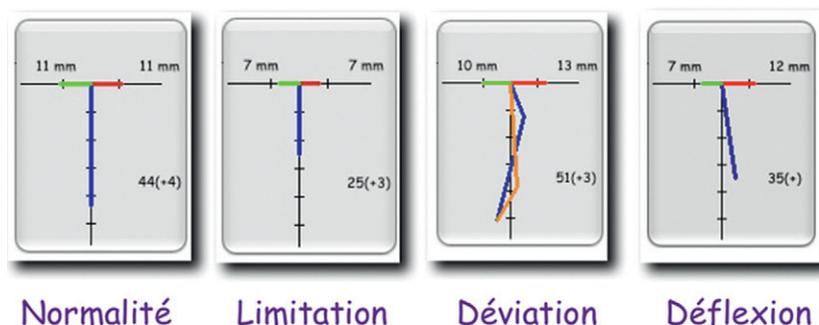


Fig. 2.26

Analyse de la cinématique mandibulaire : amplitude et forme des tracés symbolisant le déplacement du « dentalé ».

Tests cliniques

- **Test de Krogh-Poulsen** : la morsure unilatérale d'un objet (rouleau de coton) interposé entre les molaires du côté douloureux maintient ou augmente les douleurs musculaires et soulage la douleur articulaire (« décompression articulaire ») et possible aggravation de l'autre côté).
- **Test de résistance élastique** : en ouverture buccale maximale, lors de l'appui digital sur les incisives mandibulaires, une sensation de résistance élastique est en faveur d'une limitation d'origine musculaire; une sensation de résistance dure est en faveur d'une limitation par un obstacle plus rigide d'origine articulaire ou osseux (hyperdéveloppement du coroné, par ex.).

Examen clinique de l'occlusion ou examen des fonctions occlusales

Quel que soit le stade du traitement d'orthodontie, et notamment lors de l'apparition d'un DAM, les fonctions occlusales doivent être examinées :

- **l'analyse du calage** correspond à l'analyse de la qualité de l'occlusion d'intercuspidie maximale (OIM) : elle s'effectue à l'examen clinique à l'aide de ruban marqueur de 10 μ ;
- **l'analyse du centrage mandibulaire** correspond à la comparaison occlusion de relation centrée (ORC)–occlusion d'intercuspidie maximale (OIM) : pour cela, on met le patient en relation centrée (RC). Le mouvement axial terminal n'est jamais forcé, il est accompagné par le praticien; le condyle n'est jamais dans une position limite postérieure mais au contraire en haut et en avant, naturellement stabilisé par l'éminence articulaire. Le patient est assis en position à 45° sur le fauteuil. Il faut lui expliquer la nécessité de se relâcher en accompagnant le mouvement d'élévation douce de la mandibule suggéré par les doigts placés sous le menton. La position mandibulaire au premier contact (prématurité occlusale) définit l'ORC. La différence de position interarcades est ensuite évaluée lors du passage à l'OIM. On parle de décentrage transversal si un déplacement transversal est visuellement appréciable entre l'ORC et l'OIM. Dans le sens sagittal, la tolérance est nettement plus grande. La détection clinique d'un décentrage transversal ou d'un différentiel sagittal supérieur à 1 mm indique la nécessité d'une analyse occlusale sur articulateur. Faire attention aux jeunes patientes « laxes » positionnées en hyperextension sur le fauteuil : une manipulation un peu forcée en RC peut engendrer une nette rétroposition condylienne!
- **l'analyse des surfaces de guidage** se fait aussi à l'examen clinique : elles doivent se situer préférentiellement sur les faces linguales des dents antéromaxillaires au cours de la propulsion et de la diduction, évitant la présence d'interférences postérieures (dents postérieures qui désengrènent les dents antérieures en translation).

Synthèse : caractéristiques cliniques des DAM. Signes princeps : le « BAD »

Les examens cliniques permettent de recueillir des informations telle l'existence ou non de :

- **B – bruits articulaires** : des claquements évoquent un conflit condylo-discal et des crépitations, une atteinte dégénérative des surfaces osseuses;
- **A – algies** : douleurs musculaires ou articulaires ou les deux, modulées par la fonction;
- **D – dyscinésie mandibulaire** : des déviations et des ressauts à l'ouverture sont souvent associés à des claquements articulaires; des déflexions sont souvent associées à une atteinte de l'ATM du côté de la déflexion, de type dislocation totale du disque qui est antérieur au condyle, dans sa phase aiguë.

Le diagnostic d'anomalie d'une ou des fonctions occlusales peut participer au DAM, et doit demander, en tout état de cause, une attention particulière en fin de traitement.

Examens complémentaires

Analyse occlusale sur articulateur

Son indication au plan diagnostique porte principalement sur l'analyse du centrage–décentrage mandibulaire et la mise en évidence des prématurités. Le montage doit être validé par la réalisation de trois enregistrements de la RC sur support en cire extradure (Moyco®). Après le montage, ces enregistrements sont interposés l'un après l'autre et doivent donner une même position du moulage maxillaire par rapport à sa base sur le bras supérieur de l'articulateur (par montage avec double base engrenée). De plus, l'analyse sur articulateur doit se faire en présence du patient pour s'assurer de la validation du montage : les contacts prématurés repérés sur les moulages doivent être retrouvés en bouche.

Le décentrage mandibulaire peut s'analyser simplement sur l'articulateur, toujours à l'aide de la double base (figure 2.27). Après le montage, la relation entre le moulage maxillaire et sa base est donnée grâce aux encoches et à leurs contreparties pour une double base engrenée en plâtre, ou grâce aux marques au feutre pour une double base avec support métallique. Puis, on positionne le moulage maxillaire sur le moulage mandibulaire en OIM; en abaissant le bras supérieur de l'articulateur, on repère le décalage entre les encoches et leurs contreparties ou la brisure de la ligne tracée au feutre, qui matérialisent le différentiel entre ORC et OIM.

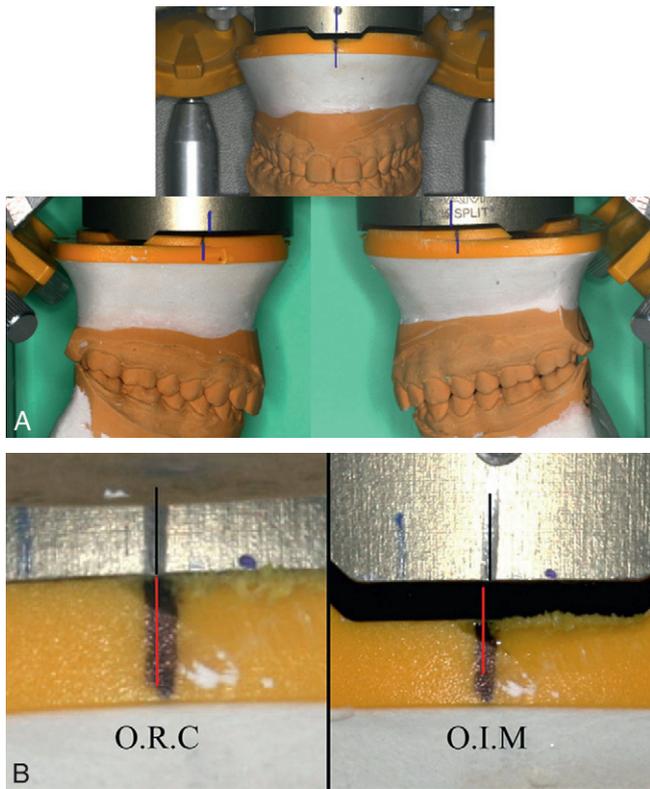


Fig. 2.27

Utilisation de l'articulateur pour analyser le différentiel ORC (repéré sur la base solide du bras de l'articulateur)–OIM (repéré sur la base solide du bras de l'articulateur positionné en OIM). A. Vue en gros plan des situations lors du montage (en ORC). B. Lors de la mise en OIM du moulage maxillaire, il y a décentrage par rapport à l'ORC.

Axiographie ou enregistrement graphique (ou électronique) des déplacements condyliens

Cette analyse instrumentale de la cinématique mandibulaire permet de comparer des tracés obtenus lors des mouvements d'ouverture et fermeture, de propulsion et de diduction. La réalisation du tracé est effectuée à l'aide d'un stylet qui reproduit les déplacements des condyles (capteur pour les enregistrements électroniques). Les formes et amplitudes des tracés donnent des indications sur la qualité et la quantité du mouvement condylien et les ressauts au cours des tracés, sur les désunions condylo-discals partielles ou totales.

En orthodontie, les indications de l'axiographie naissent d'une difficulté d'interprétation des données de l'examen clinique. L'examen clinique de l'ouverture buccale permet de diagnostiquer aisément des déviations en rapport avec des ressauts. Mais, une hypomobilité d'un condyle est difficile à mettre en évidence cliniquement : en effet, les premiers centimètres d'ouverture buccale

s'effectuent par une rotation condylienne, la translation intervenant ensuite. Un tracé très court permet de mettre en évidence ce faible déplacement du condyle en translation. Ainsi, face à une ouverture buccale limitée, l'axiographie met mieux en évidence l'insuffisance de déplacement du condyle, masquée par la rotation en début d'ouverture.

Imagerie

Radiographie panoramique

Ce document est riche d'enseignements concernant notamment les condyles. On peut apprécier leur forme et leur contour :

- la forme doit être arrondie ; il faut rechercher un aplatissement notamment au niveau du versant antérieur ;
- les contours doivent être réguliers : les irrégularités sont en rapport avec des atteintes dégénératives ou des remodelages de la surface cartilagineuse.

Tomodensitométrie ou scanner

Lorsque des signes et symptômes peuvent faire penser à des altérations structurelles du condyle et/ou que la radiographie panoramique livre une image incertaine, un examen tomodensitométrique est indiqué pour établir un diagnostic morphologique. Cependant, la qualité des images obtenues par IRM (imagerie par résonance magnétique nucléaire) donne également de bonnes indications sur la morphologie des condyles : forme, taille, états de surface.

IRM

L'intérêt primordial de cet examen est de donner des informations relatives aux structures osseuses (forme et situation du condyle dans la fosse mandibulaire, bouche fermée ; situation du condyle relative à l'éminence temporale, bouche ouverte) et surtout au disque articulaire et à sa relation avec le condyle.

La confrontation des données de l'examen clinique, axiographique et des images IRM a permis d'établir de bons diagnostics et de réserver maintenant l'indication d'IRM aux incohérences dans les données cliniques et dans le suivi des ATM présentant des atteintes dégénératives.

ATM : indications des examens complémentaires

Examen clinique :

- si résultats incohérents ou d'interprétation difficile → axiographie ; si le doute diagnostique persiste et/ou si on envisage une chirurgie (ATM ou orthognathique) → IRM ;
- si traumatisme → scanner.

Synthèse diagnostique

La première étape consiste à établir un diagnostic différentiel : DAM/non-DAM. En effet, il faut éliminer les infections (par ex., pulpite, accident d'éruption des troisièmes molaires, traumatisme facial, neuropathies, acouphènes) qui donnent des signes et symptômes au niveau de l'appareil manducateur, mais dont l'origine n'est pas liée à la fonction de l'appareil manducateur lui-même. La seconde étape consiste à établir un diagnostic différentiel entre les dysfonctionnements d'origine plutôt musculaire (non articulaire) et ceux d'origine articulaire.

Dysfonctionnement de l'appareil manducateur d'origine musculaire (non articulaire)

- Bruit : non.
- Algie : chez l'enfant, pas ou peu de douleurs. La palpation musculaire à l'effort sert à localiser la zone douloureuse; la douleur signifie que le muscle est en souffrance, qu'il ne peut se reposer, récupérer : il y a une activité permanente d'unités motrices.
- Dyscinésie : oui, mais pas toujours. En cas de limitation d'ouverture, on pratique un test de « résilience » pour établir un diagnostic différentiel : une limitation de l'ouverture buccale avec des mouvements de propulsion et diduction conservé est préférentiellement d'origine musculaire, une limitation de l'ouverture avec diduction altérée est plutôt d'origine articulaire.

Les tableaux cliniques les plus fréquemment rencontrés chez les enfants et jeunes adultes qui nous consultent en orthodontie sont :

- une association de douleurs musculaires à type de fatigue lors de la mastication prolongée du chewing-gum : insuffisance de mise au repos musculaire;
- le « bruxeur » qui présente des usures dentaires notamment au niveau des dents temporaires, mais pas ou peu de douleurs.

Dysfonctionnement de l'appareil manducateur d'origine articulaire

L'addition des données cliniques et IRM a permis d'établir des catégories de DAM à forme articulaire (ou dérangements intracapsulaires) :

- **grade 1 ou désunion condylo-discale partielle** : bouche fermée, le versant antérieur du condyle est en rapport avec le bourrelet postérieur du disque. À l'examen clinique :
 - bruit : claquement très précoce à l'ouverture,
 - algie : non,
 - dyscinésie : non;
- **grade 2 ou désunion condylo-discale totale avec réunion (déplacement discal réductible)** : bouche fermée,

le disque est antérieur au condyle, le plus souvent déformé; bouche ouverte, le disque est interposé entre condyle et temporal. À l'examen clinique :

- bruit : claquement entre précoce et tardif à l'ouverture (ressaut), plus ou moins sonore, uni- ou bilatéral,
- algie : possibles douleurs, déclenchées par la mastication dure, le bâillement,
- dyscinésie : déviation du côté pathologique (ouverture en baïonnette); si les deux côtés sont atteints : déviation d'un côté puis de l'autre ([figure 2.28a](#));

• **grade 3 ou désunion condylo-discale permanente, sans réunion (déplacement discal irréductible)** : le disque reste antérieur au condyle lors de l'ouverture :

- en phase aiguë :
 - bruit : non,
 - algie : douleurs à l'ouverture,
 - dyscinésie : diminution nette de l'amplitude de l'ouverture et des translations;
- en phase chronique :
 - bruit : non,
 - algie : plus de douleur,
 - dyscinésie : les mouvements du condyle redeviennent possibles, amples, mais plus rectilignes ([figure 2.28b](#)).

À noter que le diagnostic différentiel est difficile entre la normalité articulaire et le grade 3 adapté. Le disque articulaire n'étant plus interposé entre le condyle et la fosse, l'articulation est plus fragile, d'où une adaptation moindre aux contraintes et une plus grande susceptibilité aux atteintes dégénératives;

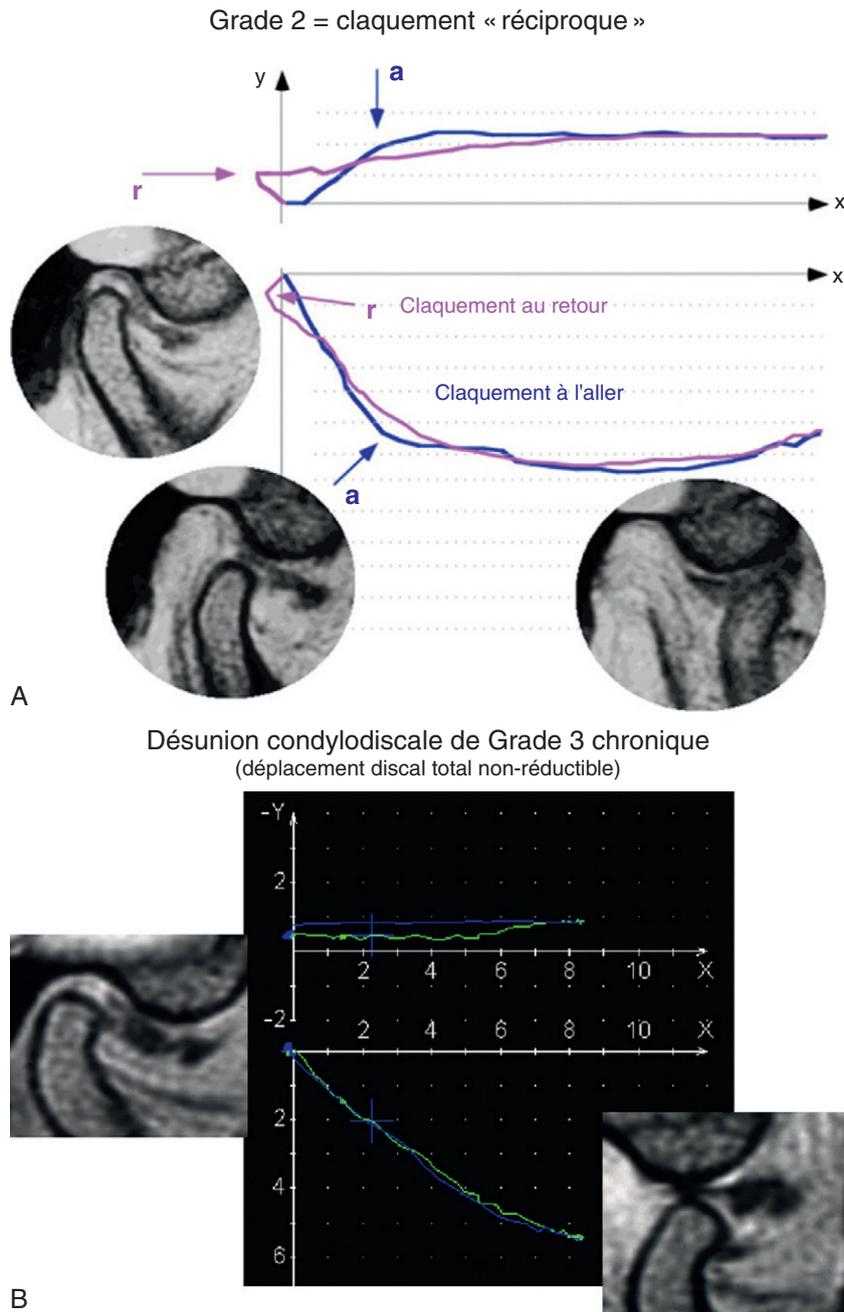
• **collage** : le disque peut être plus ou moins adhérent contre l'éminence articulaire du temporal et relativement immobile lors des mouvements condyliens (déformation uniquement du compartiment condylo-discal); étiologie possible : surcharge, immobilité, hématome entraînant un manque de fluide dans le compartiment discotemporal. À l'examen clinique :

- bruit : à l'ouverture et à la fermeture, au même niveau de déplacement du condyle,
- algie : pas de douleur,
- dyscinésie : anomalie de mouvement (ressaut) du côté du collage ([figure 2.29](#));

• **grade 4 : atteinte dégénérative, phénomènes de résorption de la tête du condyle**. À l'examen clinique :

- bruit : crépitations,
- algie : douleurs possibles par périodes (inflammatoires),
- dyscinésie : limitation d'ouverture plus ou moins importante en période de douleurs.

Pour conclure, il n'y a pas d'évolution systématique de 1 à 2 à 3, etc. En effet, la découverte d'un grade 3 peut être tout à fait fortuite, car n'ayant pas été précédée de signes

**Fig. 2.28**

Tracés axiographiques et IRM d'une situation clinique de grade 2 (A) et de grade 3 plutôt adapté (B).

A. Grade 2 : claquement « réciproque ». B. Désunion condylo-discal de grade 3 chronique (déplacement discal total non réductible).

de grade 2, par exemple. Cependant, un épisode brusque de limitation à l'ouverture en baillant ou mangeant un sandwich (grade 3 aigu) est souvent précédé d'un grade 1, d'où l'importance de l'interrogatoire.

Le jeune patient peut aussi décrire des blocages en ouverture : il ne peut plus fermer la bouche. Il s'agit d'une luxa-

tion condylienne : le condyle est allé au-delà de l'éminence et ne peut revenir en arrière. Face à ce tableau clinique, il faut pratiquer la manœuvre de Nelaton. Si ces luxations se produisent fréquemment (plusieurs fois par an), il faut en premier lieu adresser le patient à un kinésithérapeute pour faire un travail de renforcement musculaire.

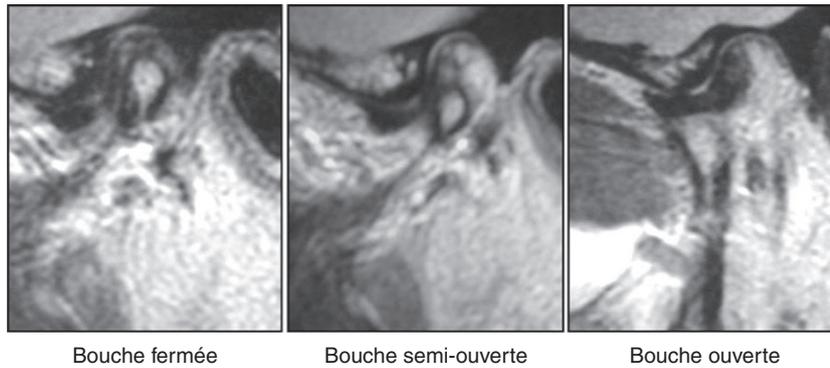


Fig. 2.29

Collage discal : le disque semble ne pas se déplacer à l'ouverture buccale (collage au niveau du compartiment discotemporal).
A. Bouche fermée. B. Bouche semi-ouverte. C. Bouche ouverte.

Prise en charge des DAM et traitement ODF

DAM à forme musculaire (non articulaire)

Chez les jeunes patients qui usent leurs dents temporaires, en faisant du bruit de temps en temps, il faut surtout rassurer les parents, en expliquant que l'usure des dents temporaires est normale et que ce type de comportement va évoluer positivement. Pour le vrai bruxeur, celui dont le bruxisme est exagéré, il faut essayer d'en comprendre la cause : est-ce un signe d'alerte de troubles émotionnels ou de contexte mimétique fort ? Dans ces situations, une prise en charge cognitivo-comportementale est nécessaire.

Quant au patient qui mâchonne toute la journée, il faut lui expliquer que l'appareil manducateur est fait pour mastiquer épisodiquement et non pas pour fonctionner à longueur de journée, qu'il doit lui laisser du temps de repos.

DAM à forme articulaire

Un léger bruit articulaire est associé à un grade 1. Des bruits articulaires, réciproques, uni- ou bilatéraux, avec dyscinésie et sans douleur sont associés à des grades 2. Les signes et symptômes peuvent être fluctuants ; ils peuvent être présents notamment chez les adolescentes et jeunes adultes. Ils sont le signe d'une articulation fragile, vulnérable.

Les grades 3 peuvent passer inaperçus lorsqu'ils sont parfaitement adaptés, les grades 4 également, surtout chez la jeune sans antécédents connus de traumatismes ou d'atteinte systémique.

Il faut donc se poser les questions suivantes.

Que faire en présence d'un grade 1 ou 2 ?

• **En début de traitement orthodontique** : le traitement doit se faire en expliquant bien au patient que l'orthodontie ne va pas traiter le problème mais que l'optimisation des

fonctions occlusales ne peut que diminuer le dysfonctionnement et faciliter l'adaptation. Les forces exercées doivent aller dans le sens d'une avancée condylienne, jamais un recul.

• **En cours de traitement orthodontique** : des signes et symptômes peuvent apparaître dans des situations d'inconfort occlusal, qui sont passagères ; les élastiques intermaxillaires peuvent faire apparaître également des bruits articulaires. Il faut alors déposer les élastiques, attendre quelques semaines une réparation au niveau des composants articulaires, et ensuite finir le traitement le plus soigneusement possible.

Que faire en présence d'un grade 3 et 4 ?

Ces dysfonctionnements sont souvent découverts fortuitement ; le condyle est souvent petit et peut présenter des signes de souffrance avec des atteintes structurelles. Il faut être particulièrement attentif aux signes lors d'antécédents de traumatismes, lors de petite taille de condyle repéré à la radiographie panoramique et chez la jeune fille hyperdivergente, aux structures osseuses fragiles. Un petit condyle répond moins aux activateurs de croissance et est vulnérable lors des chirurgies orthognathiques de classe II qui ont tendance à reculer et à torquer le condyle. Enfin, il faut favoriser là aussi une liberté de mouvement du condyle vers l'avant.

• **En présence d'un grade 3 aigu**, l'ouverture buccale est limitée et douloureuse : si la fermeture est douloureuse, les contacts occlusaux impossibles, le test de Krogh-Poulsen positif, il y a une capsulite du côté du blocage, c'est-à-dire inflammation et œdème articulaire : il faut mettre en place une cale postérieure collée, prescrire le « repos » articulaire, puis, pour favoriser la disparition des signes inflammatoires, recommander une gymnothérapie très douce.

• **En présence d'un grade 3 aigu sans capsulite**, recommander le repos, la gymnothérapie avec parfois des étirements. Enfin, dans de très rares cas, le déplacement discocondylien est brutal et très récent : on peut tenter la réduction du déplacement discal par la manœuvre de Farrar.

Que faire en présence d'un collage discal ?

Très souvent associée aux traumatismes ou à de fortes crispations, la découverte d'un collage discal est fréquemment clinique et confirmée à l'IRM. Il faut indiquer des séances de kinésithérapie pour mobiliser le disque au niveau du compartiment discotemporal. Sinon, faire pratiquer un lavage ou une arthroscopie.

En présence d'une désunion condylo-discale, la situation peut/va redevenir asymptomatique. Mais alors, **à quoi sert le disque articulaire** ? Il permet la concentricité (forme en cupule) et l'absorption (déformabilité) des contraintes appliquées à l'articulation dans toutes les positions condyliennes. Un déplacement discal a trois conséquences cliniques :

- une moindre capacité d'absorption des contraintes compressives, qui incite à un meilleur calage occlusal ;
- un risque de rétroposition condylienne, qui incite à un très bon contrôle de sa « manipulation » en relation centrée ;
- une moindre stabilité transversale, qui incite à un très bon contrôle de la fonction de guidage : pas d'interférences postérieures et éviter également le verrouillage canin ou incisif (qui représente des interférences antérieures).

Ne pas oublier que l'ATM du jeune adulte n'est pas mature, elle est donc fragile !

Impératifs occlusaux

Tout au long du traitement, à chaque consultation, l'examen clinique de l'occlusion permet de mettre en place la thérapeutique la plus adaptée à nos objectifs. En présence d'un DAM, notre attention doit se porter particulièrement sur le calage, le centrage et le guidage.

Calage

Il doit être optimal. En fin de traitement, il faut obligatoirement le contact entre la cuspide mésiolinguale de la première molaire maxillaire et la fosse centrale de la première molaire mandibulaire (la grosse cuspide dans la grande fosse). Ce calage peut être renforcé en fin de traitement par des additions de composites, éventuellement après simulation sur les moulages sur articulateur.

Centrage

S'il existe le moindre différentiel transversal, le contact prématuré doit être matérialisé et corrigé. Si le différentiel

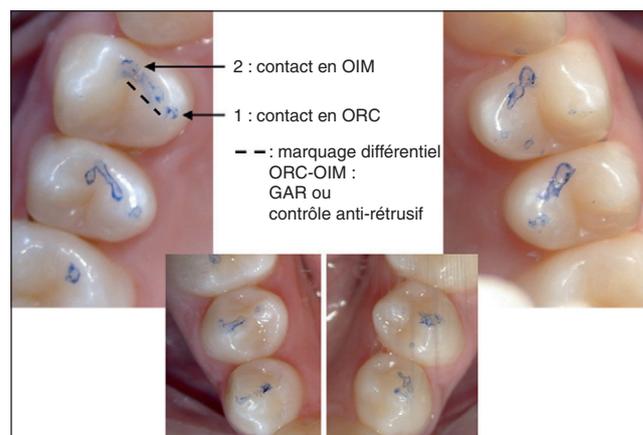


Fig. 2.30

Guide antirétraction matérialisé sur les prémolaires maxillaires.

sagittal ORC–OIM est supérieur à 1 mm : doit-on toujours chercher à le diminuer ? Quelle doit être notre position thérapeutique ? Il est possible d'accepter une OIM en avant de 2 mm par rapport à la relation centrée (antéposition) à condition qu'il y ait un très bon contrôle antirétraction de la mandibule, obtenu par un bon positionnement mésial des cuspidés linguales des premières prémolaires maxillaires (figure 2.30). Un choix d'antéposition ne tolère pas une insuffisance de calage ou de guidage.

L'analyse du centrage n'a de sens que face à une ATM non inflammatoire entourée de muscles pacifiés par la thérapeutique initiale.

Guidage

Un guidage antérieur sans interférences postérieures est nécessaire. La fonction canine est privilégiée car plus facile à obtenir qu'une fonction groupe. Un surplomb minimum de 2 mm, en particulier canin, et un recouvrement incisif (de 3 à 4 mm) permettent une bonne relation antérieure. Le bout à bout incisif doit se stabiliser sur, au minimum, une incisive droite et gauche.

Ainsi, en fin de traitement orthodontique, les finitions doivent être très soignées. Une équilibration occlusale peut permettre de bien finir ces cas de patients dont le terrain est fragilisé.

Un examen attentif du patient à chaque consultation permet de dépister ces dysfonctionnements musculo-articulaires, d'établir un diagnostic fiable et de les prendre en compte dans le traitement orthodontique.

La majorité de nos traitements, bien conduits, ne créent, ne préviennent et ne traitent pas à eux seuls les DAM. Mais un bon traitement contribue à optimiser la structure dentosquelettique et la prépare à supporter les surcharges qui peuvent la solliciter durement.

Conduite à tenir devant un enfant ou un adolescent présentant des problèmes parodontaux³

Notions générales

Pour envisager d'aborder le bénéfice apporté par la symbiose de l'approche orthodontique et parodontale, il convient avant tout de préciser quels sont les facteurs favorisants de la maladie parodontale pouvant être modifiables par une prise en charge orthodontique. Il faut évaluer en premier lieu les conditions locales pour en tirer un diagnostic éclairé, puis évaluer un pronostic, ce qui permet de proposer une approche thérapeutique adaptée. Le cas de la parodontite aiguë juvénile n'est pas abordé dans ce chapitre, dans la mesure où toute démarche orthodontique est bien évidemment contre-indiquée dans ce cas particulier.

Importance de la prévention

L'objectif d'une attitude préventive est tout simplement de profiter de la capacité adaptative naturelle du patient jeune, précisément dans deux cas de figure très fréquents, pour préserver ou retrouver une harmonie mucogingivale de bonne qualité.

Extractions pilotées

Chez l'enfant en denture mixte, de petits gestes simples permettent de favoriser l'éruption des dents permanentes au plus proche du sommet de la crête alvéolaire. En effet, particulièrement dans le cas d'encombrements dans la zone canine, ou même incisive, la persistance d'une dent temporaire peut gêner l'éruption de la dent permanente, laquelle peut faire son éruption dans une zone vestibulaire défavorable. Par la suite, cette zone de fragilité mucogingivale peut évoluer vers une récession parodontale, par manque d'épaisseur de gencive attachée (figure 2.31). C'est une des indications des extractions pilotées de dents temporaires ou même de dents permanentes, particulièrement dans certains cas d'encombrements qui favorisent l'éruption de dents permanentes en dehors de la gencive kératinisée. Cette période de denture mixte demande de rester vigilant, pour ne pas laisser s'installer une condition locale défavorable, et ainsi éviter l'indication d'un éventuel geste chirurgical à moyen terme.

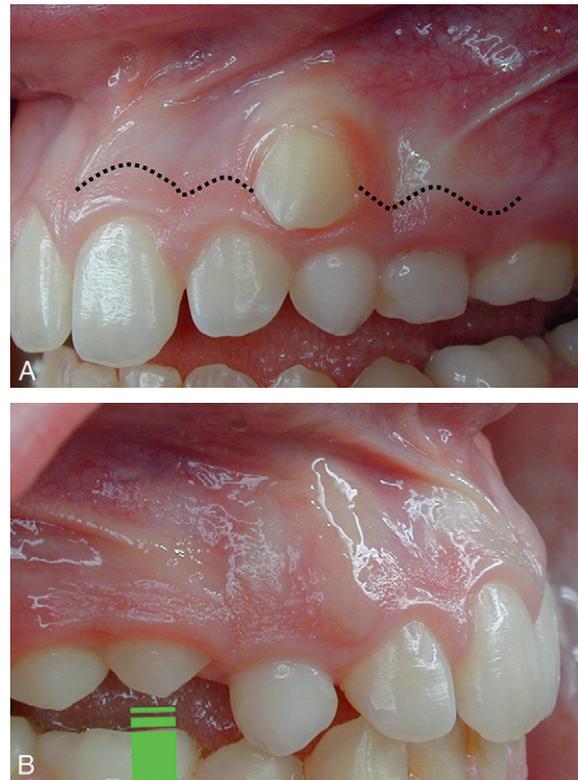


Fig. 2.31

Patiente de 10 ans.

A. La canine fait son irruption spontanément dans une zone défavorable de gencive non kératinisée, à cause de la persistance de la dent temporaire sur l'arcade. B. La chute spontanée de la molaire temporaire a permis à la prémolaire de faire son éruption, ce qui libère de l'espace distalement à la canine pour qu'elle puisse continuer favorablement son éruption sous-gingivale vers le sommet de la crête alvéolaire. La dent temporaire est encore sur l'arcade, elle sera expulsée par la canine permanente. C'est une séquence d'éruption qu'il faut privilégier dans ces cas de dysharmonie dentomaxillaire. Le pronostic mucogingival de cette canine sera meilleur.

Traumatisme occlusal

La présence d'encombrements ou de malpositions dentaires ne permet pas toujours une fonction occlusale sans dommages. La situation la plus fréquente se rencontre dans le secteur incisif mandibulaire, provoquée par une surcharge occlusale avec la dent antagoniste, ce qui favorise une réaction mucogingivale de migration. Il est important de réagir rapidement en face d'une telle situation, sous peine de la voir s'installer durablement. Il suffit de lever l'obstacle traumatique pour observer le plus souvent une amélioration spontanée, sans geste chirurgical (figure 2.32).

Récessions parodontales

Une question se pose en face d'une situation de perte d'attache mucogingivale ou osseuse : quand y a-t-il indi-

³ Contribution de P. Saulue, B. Barthet.

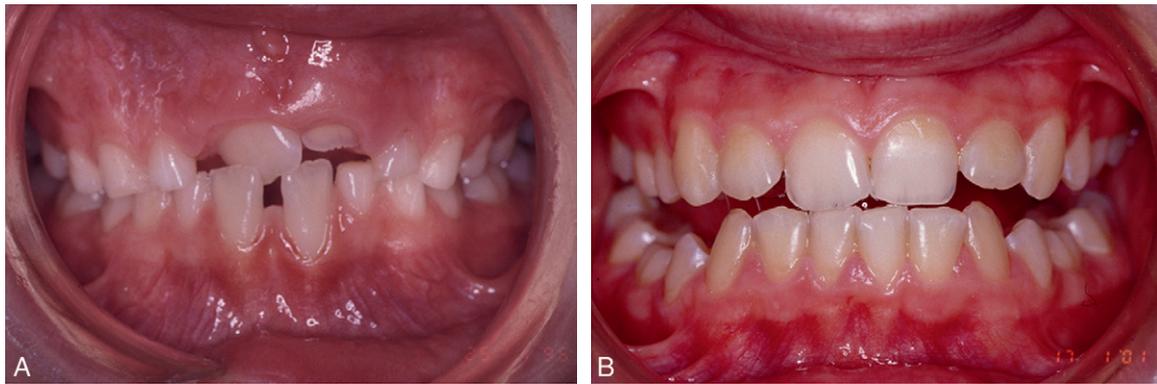


Fig. 2.32

A. Un inversé d'articulé antérieur entraîne une souffrance mucogingivale vestibulaire en regard des incisives centrales. B. La simple levée de ce contexte traumatique fonctionnel a permis une récupération durable du niveau d'attache mucogingival spontanément (photographie en propulsion pour mieux visualiser).

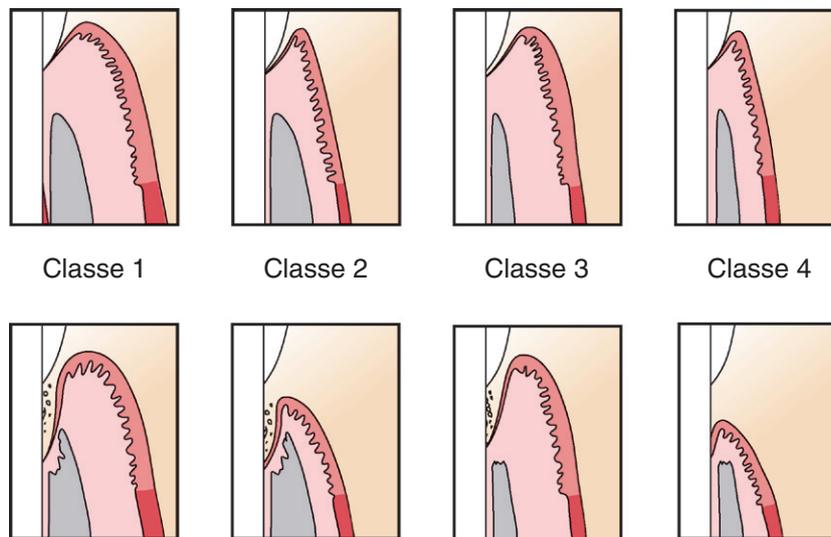


Fig. 2.33

Classification morphologique du parodonte proposée par Maynard et Wilson (1980).

Classe 1 : os épais, gencive kératinisée (gencive adhérente + gencive libre) = 3 à 5 mm. Classe 2 : os épais, gencive kératinisée fine, réduite à 2 mm. Classe 3 : os fin, gencive kératinisée épaisse et large. Classe 4 : os fin, gencive kératinisée fine et réduite.

cation d'une greffe gingivale? avant ou après le traitement orthodontique?

Dans la suite logique des principes que nous venons de présenter, il convient d'être pragmatique. Le parodontologiste de même que l'orthodontiste paroconscient, évalue le biotype (classification de Maynard et Wilson [21] – figure 2.33) et précisent les mouvements à risque. Ensuite seulement, ils décident de l'indication d'un geste

chirurgical, par exemple pour augmenter en épaisseur la gencive kératinisée et contrôler le déplacement de la racine d'une dent à risque parodontal dans son couloir osseux (cas cliniques 1 et 2). Une indication fréquente d'un geste chirurgical se retrouve dans le cas de correction de la rotation d'une dent en situation initiale ectopique vestibulaire, avec un biotype parodontal à risque (cas clinique 3).

Cas clinique 1

Souffrance gingivale

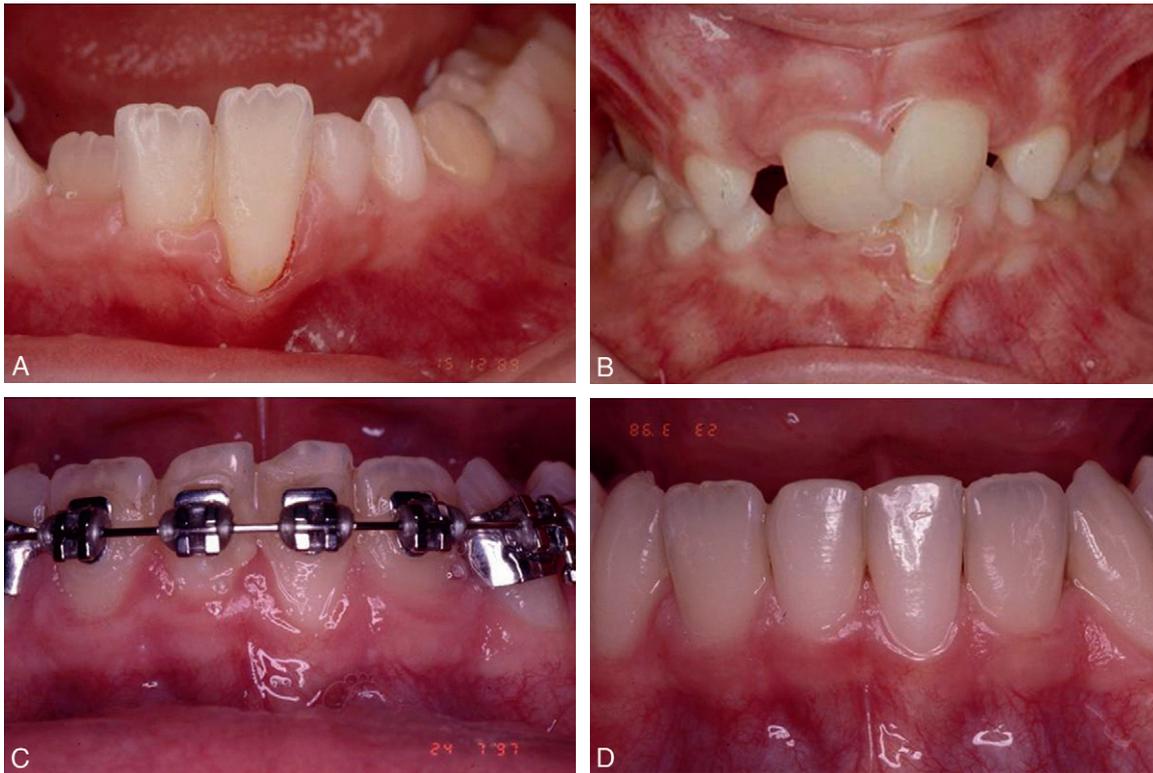


Fig. 2.34

Patient de 7 ans présentant une souffrance gingivale.

A et B. État avant consultation initiale parodontale. La simple levée de la surcharge occlusale sur la dent 31 a permis l'amélioration mucogingivale. Il n'a pas été jugé nécessaire de proposer un renforcement du bandeau mucogingival vestibulaire avant prise en charge orthodontique. C. En fin de traitement, cette zone reste favorable, sans geste chirurgical, malgré les traumatismes subis au niveau du bord libre. D. Après contention, un état d'équilibre mucogingival satisfaisant est stabilisé, même s'il demande à être surveillé.

Démarche thérapeutique

La clé de la réussite de cette démarche thérapeutique pluridisciplinaire réside dans le dialogue à trois : entre les deux praticiens et le patient. Il est primordial de bien conduire l'entretien clinique, de manière à évaluer la motivation du patient et connaître ses attentes. L'examen clinique adapté permet d'en tirer un diagnostic individualisé ; si le praticien orthodontiste est dans une ouverture d'esprit pluridisciplinaire, il sera « paroconscient ». Le pronostic est ensuite évalué, un projet thérapeutique est proposé et la décision thérapeutique peut alors être prise pour le plus grand bénéfice du patient.

✓ Remarques

- Un orthodontiste doit toujours avoir une sonde parodontale à portée de la main.
- La réussite de la symbiose de l'équipe parodontiste-orthodontiste n'est possible qu'avec une excellente coopération du patient pour bien maîtriser les consignes d'hygiène buccodentaire et de brossage.

Cas clinique 2

Gencive kératinisée

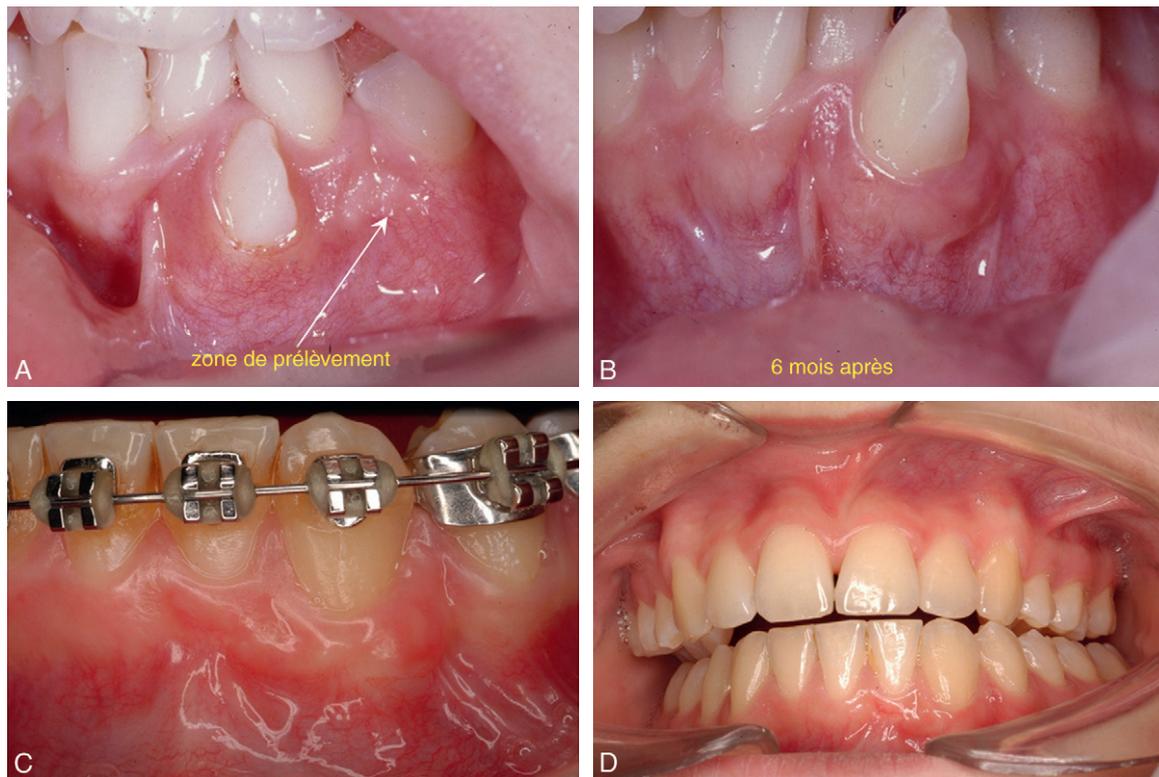


Fig. 2.35

Cas de compromis lié aux conditions locales parodontales.

A. État initial, la 33 a fait son évolution en situation de transposition, mécialement à la dent 32, en situation vestibulaire, dans une zone de muqueuse non kératinisée. La lecture de la zone de gencive distale permet d'envisager un geste chirurgical interceptif précoce pour réaliser un lambeau déplacé de gencive kératinisée vers la dent 33 (° : zone de prélèvement). B. 6 mois plus tard, la dent 33 présente un meilleur pronostic. C. Un compromis thérapeutique est concédé : la dent 32 est extraite, afin de ne pas trop solliciter la zone vestibulaire en regard de la dent 33 à déplacer. Le traitement orthodontique peut ainsi se dérouler dans de bonnes conditions parodontales. D. Une individualisation des contacts oclusaux de calage et de guidage est nécessaire dans ce cas, de manière à adapter ce choix de compromis et permettre un bon pronostic.

Syndrome d'apnée-hypopnée obstructive de l'enfant⁴

Le SAOS de l'enfant (prévalence 2 à 3 %) se caractérise par une obstruction partielle prolongée (hypopnée) ou complète intermittente (apnée) des voies aériennes supérieures durant le sommeil, qui interrompt le déroulement normal de la nuit. Ce collapsus du flux aérien, situé au niveau de l'oropharynx et de la base de la langue, est en rapport avec une augmentation de la pression négative dans les voies aériennes supérieures lors de l'inspiration.

Cette pathologie doit être différenciée du ronflement primaire (prévalence 7 à 13 % des enfants en bas âge). Ce dernier, bénin, n'est pas associé à des apnées obstructives, des micro-éveils (fragmentation du sommeil), des anomalies des échanges gazeux durant le sommeil. Une apnée chez l'enfant correspond à une diminution du flux nasobuccal (> 80 %) associée à la persistance d'efforts respiratoires, comme chez l'adulte, mais pendant une durée de deux cycles respiratoires au moins.

Les connaissances du SAOS chez l'adulte ne peuvent être transposées à l'enfant. La prévalence (plus faible), les étiologies et les facteurs de risque sont différents.

La ventilation buccale prédispose au risque de SAOS chez le sujet plus âgé, surtout en cas d'obésité et de prédisposition familiale.

4 Contribution de C. Bazert.

Cas clinique 3

Correction de la rotation d'une dent en situation initiale ectopique vestibulaire



Diagnostic chez l'enfant

Il est basé sur la conjonction de symptômes fonctionnels nocturnes et diurnes et de signes morphologiques et est confirmé par un examen complémentaire spécifique, la polysomnographie.

Symptômes nocturnes

Ce sont essentiellement :

- l'intensité du ronflement et sa permanence en dehors des périodes d'infections rhinopharyngées;
- l'existence de reprises inspiratoires bruyantes durant le sommeil;
- la présence d'une respiration buccale;
- une position en hyperextension de la tête durant le sommeil;
- un sommeil agité avec cauchemars fréquents;
- une hypersudation;
- une énurésie.

Symptômes diurnes

Ils découlent de la mauvaise qualité du sommeil nocturne.

On note fréquemment :

- un réveil difficile avec des céphalées matinales;
- une somnolence diurne excessive;
- des troubles du comportement (agitation, agressivité, perte de concentration...);
- une baisse des performances scolaires.

Examen clinique

Il révèle des signes de ventilation buccale :

- faciès adénoïdien du ventilateur buccal avec hyperdivergence mandibulaire;
- présence d'hypertrophie des amygdales et des végétations adénoïdes, associée à des anomalies morphologiques craniofaciales prédisposantes :
 - rétrognathie mandibulaire,
 - rétrognathie maxillaire et profondeur faciale réduite,
 - macroglossie,
 - syndromes craniofaciaux (Crouzon, Apert, Robin, Franceschetti...).

Sur le plan général, on peut rencontrer :

- une déformation du thorax;
- des pathologies neuromusculaires, génétiques...;
- une obésité ou un retard staturopondéral;
- des modifications de la tension artérielle.

Complications

Elles peuvent être révélatrices de ce syndrome chez l'enfant.

Ce sont principalement :

- un retard staturopondéral;
- des complications cardiovasculaires (hypertension, dysfonctions ventriculaires...);
- des déficits neurocognitifs (comportementaux, d'apprentissage...).

Dépistage

Les examens complémentaires permettent de poser le diagnostic et d'évaluer la sévérité de l'atteinte :

- **oxymétrie nocturne** (enregistrement de la saturation en oxygène dans le sang);
- **polysomnographie** (figure 2.37) : c'est l'examen de référence. Il nécessite des locaux, un personnel et un matériel adaptés à l'âge de l'enfant. L'analyse du sommeil doit comporter au moins deux cycles complets de sommeil de nuit sans prémédication ni privation de sommeil. L'enregistrement doit être le plus complet possible avec dif-

férents capteurs permettant d'enregistrer et d'étudier plusieurs paramètres :

- électro-encéphalogramme, électro-oculogramme, électromyogramme mentonnier,
- analyse du flux nasobuccal,
- mouvements thoraco-abdominaux,
- fréquence cardiaque,
- saturation en oxygène,
- échanges gazeux,
- ronflement (microphone).

Le tracé obtenu chez l'enfant est souvent difficile à interpréter avec un problème de normes auxquelles se référer :

- sujet sain : nombre d'apnées–hypopnées/h (index AHI) < 1, saturation minimale en oxygène > 92 %;
- SAOS modéré $1 < \text{AHI} < 5$;
- SAOS sévère $\text{AHI} > 5$.

Il n'y a pas de seuil pour poser le diagnostic de SAOS et guider les choix thérapeutiques.

Traitement et prévention

Le traitement du SAOS vise à favoriser la ventilation nasale et à éviter le collapsus des voies aériennes. Plusieurs possibilités thérapeutiques peuvent être envisagées, parfois en association, afin d'améliorer la perméabilité des voies aériennes. Certaines relèvent chez l'enfant de l'orthopédie dentofaciale :

- **adéno-amygdalectomie** : premier geste surtout chez l'enfant obèse. L'ablation de ces tissus réduit le degré d'obstruction des voies aériques diminuant (parfois supprimant), la symptomatologie dans la plupart des cas (cf. figure 2.37). Elle doit être suivie d'une rééducation ventilatoire;
- **pression positive continue** : cette méthode efficace et non invasive est réservée aux cas sévères. Un compresseur relié à un masque facial permet de maintenir une pression suffisante pour conserver la perméabilité des VAES;
- **disjonction rapide maxillaire** : elle permet une augmentation significative du volume buccal dévolu à la langue, de la section des fosses nasales et une diminution de la résistance nasale (environ 40 %);
- **avancée maxillaire** : souvent associée à une disjonction et réalisée par un masque de Delaire, elle est indiquée dans les cas de classe III squelettique dont l'étiologie la plus fréquente est la brachygnathie maxillaire. Elle permet une augmentation du volume et de la longueur du maxillaire offrant plus d'espace à la langue et une mise en tension du voile du palais. En l'absence de croissance, elle peut être réalisée chirurgicalement, associée ou non avec une avancée mandibulaire en fonction du décalage squelettique du patient;

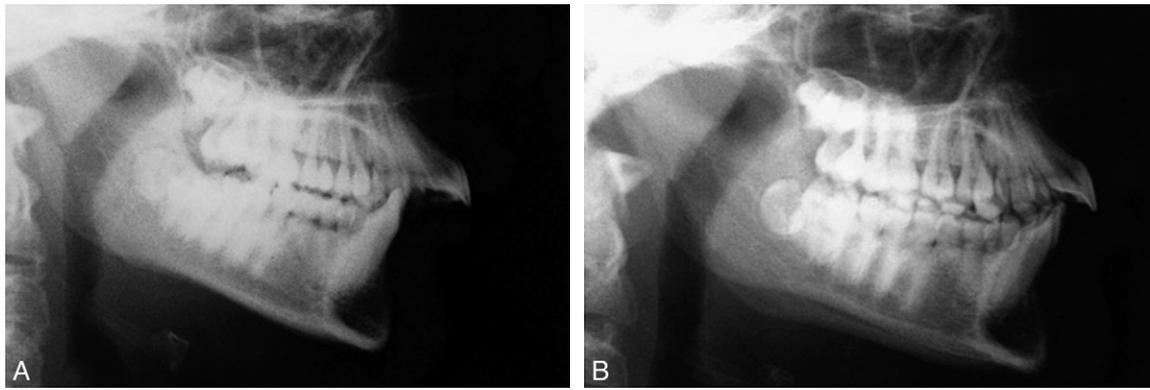


Fig. 2.38

Influence de la propulsion mandibulaire sur le diamètre des voies aériennes.

A. Téléradiographie de profil avant propulsion mandibulaire. B. Téléradiographie de profil après thérapie par propulsion mandibulaire.

- thérapeutique : il réalise chez l'enfant les thérapeutiques orthopédiques de disjonction maxillaire, d'avancée maxillaire ou mandibulaire indiquées en s'assurant de rétablir ou de maintenir un équilibre harmonieux maxillo-mandibulaire.

À côté de ces spécificités parodontales, articulaires ou ventilatoires, de nombreuses autres particularités du patient conduisent à adapter sa prise en charge orthodontique. Citons, entre autres, pour mémoire, les allergies et la présence de dents traumatisées.

Les **allergies**, selon les allergènes impliqués, interfèrent avec le traitement orthodontique en :

- favorisant la ventilation buccale (pollen, acariens...);
- interdisant l'utilisation de certains appareils et de certains produits (nickel, chrome, résine, latex...).

Un bilan allergologique doit alors, dans tous les cas, compléter la consultation orthodontique.

En cas de ventilation buccale, la recherche d'allergies et leur traitement doivent accompagner la prise en charge ORL avant le traitement orthodontique.

Les allergies aux différents métaux composant bagues, brackets et fils orthodontiques, si elles sont avérées, interdisent ou limitent leur utilisation au cours du traitement. Cependant, les brackets céramiques ou en titane ou les aligneurs permettent le plus souvent, selon le cas, de traiter ces patients orthodontiquement.

La **présence de dents traumatisées** nécessite des contrôles radiologiques plus fréquents et le contrôle de la vitalité pulpaire.

Indépendamment de la prise en charge immédiate et à court terme à laquelle il peut participer, en assurant soit la contention soit la remise en place des dents luxées, l'orthodontiste est assez souvent confronté à la nécessité de déplacer des dents traumatisées.

Dans les cas de fractures dentaires, les dents peuvent être déplacées sans difficulté, même après traitement endodontique en l'absence de lésion apicale. Seules les procédures de collage doivent être adaptées aux différents matériaux de reconstitution.

Dans les cas de luxations partielles ou totales suivies de réimplantation, le risque de résorption radiculaire est important, accompagné ou non d'une ankylose qui bloque le déplacement dentaire.

Les résorptions dentaires après traumatismes étant le plus souvent précoces, il est recommandé, selon Dahan et Le Gall, d'attendre au moins 1 an avant d'instaurer un traitement orthodontique. Une surveillance radiologique de ces dents au cours du traitement doit être assurée, car des résorptions peuvent cependant apparaître plusieurs années après le traumatisme et des résorptions sévères ont été observées dans certains cas lors du traitement ODF. Le patient et ses parents doivent être informés de ce risque. Il peut être souhaitable de limiter les déplacements de ces dents.

Le plan de traitement orthodontique doit être individualisé pour chaque patient afin de prendre en compte au mieux ses caractéristiques spécifiques dépistées par une anamnèse rigoureuse et un examen clinique systématique.

Références

- [1] Akinin JJ. *La croissance cranio-faciale*. SID éd; 2007.
- [2] Baldrige DW. Leveling the curve of Spee : its effect on mandibular arch length. *JPO J Pract Orthod* 1969; **3** (1) : 26–41.
- [3] Bjork A. Variations in growth of the human mandible : longitudinal radiographic study by the implant method. *J Dent Res* 1963; **42** : 400–11.
- [4] Bjork A. Sutural growth of the upper face studied by the implant method. *Trans Eur Orthod Soc* 1964; 49–67.

- [5] Bjork A. Prediction of mandibular growth. *Am J Orthod* 1969; **55** (6) : 585–99.
- [6] Bjork A. Timing of interceptive orthodontics. Measures based on stages of maturation. *Trans Eur Orthod Soc* 1972; **48** : 445–55.
- [7] Bjork A, Skieller V. Croissance mandibulaire normale et pathologique. Synthèse d'études céphalométriques longitudinales à l'aide d'implants sur une période de 25 ans. *Rev Orthop Dento Faciale* 1984; **18** (1) : 9–63.
- [8] Boileau M. *Croissance faciale et caractères structuraux de la mandibule*. Thèse 3^e cycle Sci Odontol. Univ Bordeaux; 1986.
- [9] Carels C, Van Cauwenberghe N, Savoye I, Willems G, Loos R, Derom C, et al. A quantitative genetic study of cephalometric variables in twins. *Clin Orthod Res* 2001; **4** (3) : 130–40.
- [10] Cohen-Levy J, Kamoun-Goldrat AS, Simon Y, Lautrou A. Jumeaux et héritabilité des phénotypes dento-faciaux. *Orthod Fr* 2007; **78** (1) : 69–77.
- [11] Delaire J. Considérations sur la croissance faciale (en particulier du maxillaire supérieur). Déductions thérapeutiques. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1971; **72** (1) : 57–76.
- [12] Dibbets JM. Mandibular rotation and enlargement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; **98** (1) : 29–32.
- [13] Enlow D. *Handbook of facial growth*. Philadelphia : Saunders; 1975.
- [14] Garcia R. Étude critique du nivellement de la courbe de Spee au cours des traitements orthodontiques par appareillages multibagues. Thèse Sci Odontol, Paris VII, 1984, 195 p.
- [15] Kantomaa T, Hall BK. Organ culture providing an articulating function for the temporomandibular joint. *J Anat* 1988; **161** : 195–201.
- [16] Kantomaa T, Hall BK. Mechanism of adaptation in the mandibular condyle of the mouse. An organ culture study. *Acta Anat (Basel)* 1988; **132** (2) : 114–9.
- [17] Lacombe D. Gènes et dysmorphies craniofaciales. *Arch Pediatr* 2001; **8** (2) : 385–7.
- [18] Lavergne J, Gasson N. Direction and intensity of mandibular rotation in the sagittal adjustment during growth of the jaws. *Scand J Dent Res* 1977; **85** (3) : 193–6.
- [19] Manfredi C, Martina R, Grossi GB, Giuliani M. Heritability of 39 orthodontic cephalometric parameters on MZ, DZ twins and MN-paired singletons. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; **111** (1) : 44–51.
- [20] Manière D. A propos des rythmes de croissance staturale et faciale. *Orthod Fr* 1995; 66.
- [21] Maynard JG, Wilson RD. Diagnosis and management of mucogingival problems in children. *Dent Clin North Am* 1980; **24** : 683–703.
- [22] Mossey PA, Orth D, Orth M. The heritability of malocclusion : Part 1. Genetics, principles and terminology. *Br J Orthod* 1999; **26** (2) : 103–13.
- [23] Mossey PA, Orth D, Orth M. The heritability of malocclusion : Part 2. The influence of genetics in malocclusion. *Br J Orthod* 1999; **26** (3) : 195–203.
- [24] Nakasima A, Ichinose M, Nakata S, Takahama Y. Hereditary factors in the craniofacial morphology of Angle's Class II and Class III malocclusions. *Am J Orthod* 1982; **82** (2) : 150–6.
- [25] Ngan DC, Kharbanda OP, Byloff FK, Darendeliler MA. The genetic contribution to orthodontic root resorption : a retrospective twin study. *Aust Orthod J* 2004; **20** (1) : 1–9.
- [26] Peck S, Peck L, Kataja M. Class II Division 2 malocclusion : a heritable pattern of small teeth in well-developed jaws. *Angle Orthod* 1998; **68** (1) : 9–20.
- [27] Philippe J. *Des principes, une technique*. Paris : Éditions J. Prêlat; 1972.
- [28] Planas P. *Rehabilitation neuro occlusale*. 2nd éd Paris : Éditions CdP; 2006 [Traduction de Chateau M et Kolf J].
- [29] Salagnac JM, Delaire J. Prévisions de croissance et orthopédie dento-faciale. Intérêt et fiabilité des superpositions? *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2002; **103** (4) : 221–32.
- [30] Schudy FF. The rotation of the mandible resulting from growth : its implications in orthodontic treatment. *Angle Orthod* 1965; **35** : 36–50.
- [31] Subtelny JD. Oral habits studies in form, function, and therapy. *Angle Orthod* 1973; **43** (4) : 349–83.
- [32] Tweed CH. *Clinical Orthodontics*. Saint Louis : CV Mosby ed; 1966.
- [33] Van Limborgh J. A new view on the control of the morphogenesis of the skull. *Acta Morphol Neerl Scand* 1970; **8** (2) : 143–60.

Pour en savoir plus

- Bassigny F, Canal P. *Manuel d'Orthopédie dento-faciale*. Paris : Masson; 1983.
- Cairns B, List T, Michelotti A, Ohrbach R, Svensson P. JOR-CORE recommendations of rehabilitation of temporo-manibular disorders. *J Oral Rehabil* 2010; .
- Chan AS, Lee RW, Cistulli PA. Dental appliance treatment for obstructive sleep apnea. *Chest* 2007; **132** (2) : 693–9.
- Danan M, Fontanel F, Brion M. *Parodontites sévères et orthodontie*. Paris : Éditions CdP; 2004.
- Gola R, Chossegros C, Orthlieb J-D. *Syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur*. 2nd éd Paris : Masson; 1995.
- Gola R, Richard O, Cheynet F, Brignon L, Guyot L. Étiopathogénie de l'obstruction nasale et ses conséquences sur la croissance faciale. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)*. Orthopédie dento-faciale, 23-474-C-10. 2006.
- Korbendeau JM, Guyomard F. *Chirurgie parodontale orthodontique*. Paris : Éditions CdP; 1998.
- Le Diascorn H. *Anatomie et physiologie des sutures de la face*. Paris : Éditions J. Prêlat; 1972.
- Lévy P, Tamisier R, Pépin JL. Obstructive sleep apnea syndrome. *Rev Prat* 2007; **30**; 57 (14) : 1569–80 .
- Loreille JP, Delaire J, Caillard P, Sarazin J. *Céphalométrie et orthodontie*. Éditions SNPMD; 2000.
- Luther F, Layton S, McDonald F. *Orthodontics for treating TMJ, The Cochrane collaboration*. J. Wiley and Sons, Ltd; 2009.
- Michelotti A, Iodice G. The role of orthodontics in Temporo Mandibular Disorders. *J Oral Rehabil* 2010; .
- Orthlieb JD, Chossegros C, Cheynet F, Giraudeau A, Mantout B. Cadre diagnostique des Dysfonctionnements de l'Appareil Manducateur (DAM). *Information Dentaire* 2004; **19** : 1196–1203.
- Orthlieb JD, Brocard D, Schittly J, Manière-Ezvan A. *Occlusodontie pratique*. 2nd éd. Paris : Éditions CdP; 2006.
- Orthlieb JD. *Gnathologie fonctionnelle – Volume 1 : Occlusion et restauration prothétique*. Paris : Éditions CdP; 2009.
- Philippe J. *Des principes, une technique*. Paris : Éditions J. Prêlat; 1972.
- Raberin M. Incidences cliniques des postures de la zone orolabiale. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)*. Orthopédie dento-faciale, 23-474-B-10. 2007.
- Soulet A. Rôle de la langue au cours des fonctions oro-faciales. *Rev Orthop Dento Faciale* 1989; **23** (1) : 31–52.
- Tweed CH. *Clinical Orthodontics*. Saint Louis : Mosby; 1966.



Prévention et interception

Marie-José Boileau, Anne-Marie Duhart,
Maud Sampeur, Laurence Chiche-Uzan

PLAN DU CHAPITRE

Action sur la matrice fonctionnelle
et les comportements orofaciaux
fonctionnels

88

Surveillance des phénomènes
de dentition

94

La prévention et l'interception en ODF sont étroitement liées et présentent deux objectifs communs :

- établir et maintenir des comportements neuromusculaires physiologiques lors des différentes fonctions pour bénéficier de stimuli de croissance normaux sur l'ensemble du système stomatognathique;
- optimiser les phénomènes de dentition pour obtenir le meilleur alignement spontané possible des arcades dans un environnement parodontal satisfaisant.

Elles agissent donc essentiellement à deux niveaux :

- sur la matrice fonctionnelle et le déroulement des fonctions;
- sur les phénomènes de dentition.

Action sur la matrice fonctionnelle et les comportements orofaciaux fonctionnels

Prévention

La prévention des anomalies fonctionnelles peut être réalisée de deux manières complémentaires : en assurant des conditions anatomiques et physiologiques permettant des fonctions normales et en favorisant le développement de la musculature orofaciale et masticatrice ainsi que la mise en place de comportements fonctionnels normaux.

Conditions anatomiques et physiologiques permettant des fonctions normales

Pour assurer des conditions anatomiques et physiologiques permettant des fonctions normales, il faut en particulier vérifier :

- **l'absence d'obstacles à la ventilation nasale** par un contrôle ORL et, si nécessaire, les supprimer par chirurgie (amygdalectomie et adénoïdectomie) ou traitement médicamenteux;
- **la présence d'une mobilité linguale** suffisante. En cas d'ankyloglossie par brièveté du frein lingual, une freinectomie est nécessaire [1]. Réalisée autrefois à la naissance de manière presque systématique, cette intervention est aujourd'hui décidée en fonction des conséquences sur l'allaitement puis sur le développement des arcades et du maxillaire. Elle doit être suivie d'exercices afin d'éviter une cicatrisation fibreuse et de rétablir une mobilité linguale normale (encadré 3.1).

ENCADRÉ 3.1 Freinectomie linguale

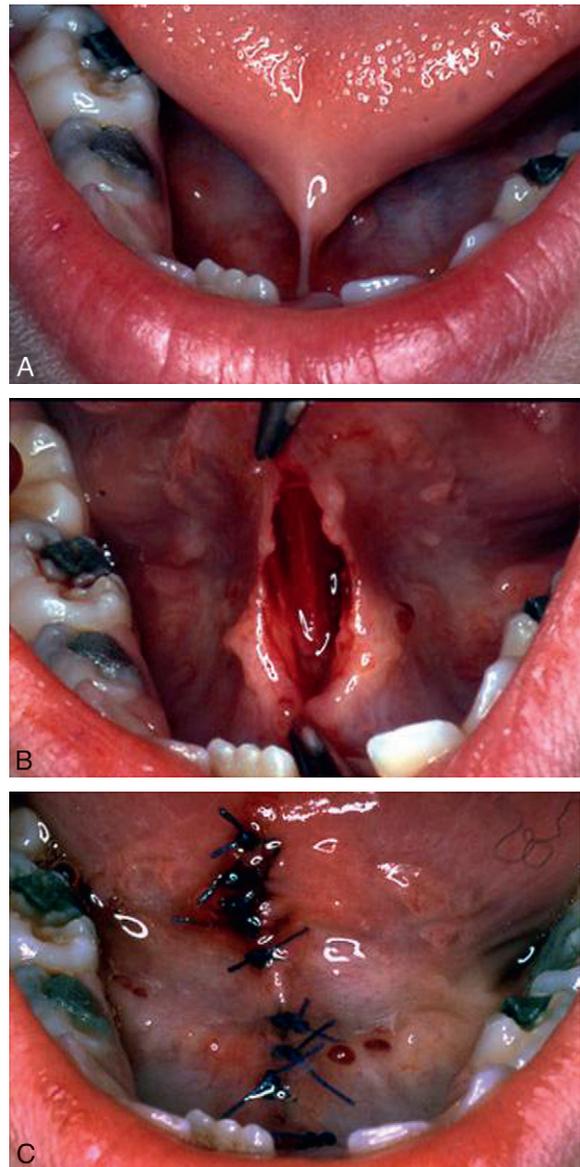


Fig. 3.1

Freinectomie linguale chez un patient présentant une ankyloglossie.

A. Brièveté du frein lingual qui maintient la langue en position basse. B. Dissection du frein. C. Sutures et possibilité d'élévation de la langue.

Source : J.M. Marteau.

Ces deux conditions sont indispensables à une posture et un comportement fonctionnel de la langue corrects. Une position basse de la langue, imposée par une ventilation buccale ou un frein lingual court induit, en effet, des dysfonctions lors de la déglutition et de la phonation.

Développement de la musculature orofaciale et masticatrice et mise en place de comportements fonctionnels normaux

Comportement ventilatoire

Pour établir une ventilation nasale et la maintenir, outre l'élimination des obstacles rhinopharyngés, il faut :

- mettre en place très précocement et développer les habitudes de mouchage. L'utilisation d'un mouche-bébé et l'apprentissage précoce du mouchage par l'enfant évitent, en effet, l'encombrement du nasopharynx;
- favoriser le réflexe narinaire par massage des ailes du nez;
- maintenir une fermeture buccale;
- apprendre à ventiler par le nez en réalisant des inspirations et expirations strictement nasales par les deux narines simultanément et par une seule en alternant les narines.

Comportements alimentaires

L'**allaitement au sein** doit être recommandé. Il impose des mouvements énergiques de propulsion mandibulaire qui stimulent la croissance du cartilage condylien, très importante à cette période, contribuant au rattrapage du décalage sagittal maxillomandibulaire. Il nécessite, de plus, une activité musculaire intense au niveau :

- des lèvres pour assurer l'herméticité buccale;
- de la langue qui masse le mamelon;
- des joues;
- des muscles propulseurs et rétropulseurs qui assurent les mouvements de va-et-vient de la mandibule.

Cette double action squelettique et musculaire permet ultérieurement le déroulement des fonctions orofaciales dans des conditions anatomiques et physiologiques favorables.

L'allaitement au biberon, beaucoup plus passif, car le lait coule facilement dans la cavité buccale du nourrisson, ne peut assurer ce rôle morphogénétique.

Pour favoriser l'allaitement au sein, la première tétée doit être précoce, dans les heures qui suivent la naissance, et il faut éviter de donner le biberon entre les tétées au sein.

Les **habitudes de préhension et de mordillement** doivent ensuite être encouragées car elles entretiennent la propulsion mandibulaire et les stimuli de croissance mandibulaire associés.

La **mastication** : lors de l'évolution de la denture temporaire, il faut préconiser une alimentation variée, non mixée, qui nécessite une mastication active, avec des mouvements masticateurs larges favorisant le développement transversal maxillaire et la croissance mandibulaire.

Les **habitudes de succion d'un doigt, d'une tétine ou d'un objet** doivent être si possible limitées dans le temps.

Éducation neuromusculaire

Lorsque des comportements dysfonctionnels existent, leur correction s'intègre dans la prise en charge orthodontique du patient. Pour Soulet [10], il s'agit d'une éducation fonctionnelle et non d'une rééducation, car les comportements normaux n'ont jamais été mis en place.

On distingue deux types d'éducation fonctionnelle :

- l'éducation neuromusculaire active, fondée sur la volonté ou myothérapie fonctionnelle;
- l'éducation neuromusculaire passive avec mise en place d'un appareil qui contribue à la correction des dysfonctions en modifiant les stimuli proprioceptifs de l'enfant, les positions linguale et labiale ou les relations entre les sangles musculaires et les arcades dentaires. Ces appareils peuvent être exclusivement dédiés à cette correction (grille anti-langue, perle de Tucat) ou exercer conjointement une action sur la croissance maxillaire et mandibulaire (activateurs...).

Éducation neuromusculaire active

Elle consiste, selon Soulet [10], à modifier une activité motrice habituelle en sollicitant les facultés psychiques de l'enfant. Elle vise à installer, au niveau de l'encéphale, de nouveaux circuits en remplacement des circuits archaïques de la petite enfance par la répétition volontaire du mouvement qui sera secondairement automatisé. Cette engrammation ne peut se réaliser que si le nouveau circuit est plus économique en énergie et plus efficient. Des conditions anatomiques favorables au bon déroulement de la fonction doivent donc souvent être rétablies avant la myothérapie pour permettre cette efficacité.

De plus, comme l'a souligné Romette [9] (théorie des effecteurs communs), les muscles orofaciaux sont impliqués dans les différentes fonctions. L'éducation fonctionnelle ne doit donc pas se limiter à la correction des troubles de déglutition, elle doit aussi prendre en charge les anomalies de posture et de tonus musculaire ainsi que l'ensemble des dysfonctions orofaciales.

La présence de conditions anatomiques incompatibles avec le déroulement fonctionnel normal et la seule prise en charge de la déglutition constituent les principales causes d'échec de l'éducation neuromusculaire active.

Myothérapie fonctionnelle et traitement orthodontique

En cas d'anomalies alvéolaires générées ou aggravées par les troubles neuromusculaires, une myothérapie peut être instaurée avant le traitement orthodontique si l'enfant présente une maturité suffisante (en général vers 8–9 ans pour Soulet [10]).

Cependant, les anomalies basales et alvéolaires importantes entretiennent les comportements dysfonctionnels.

Pour Doual *et al.* [5], l'éducation fonctionnelle active ne peut corriger seule les anomalies alvéolaires que si, parallèlement, une évolution alvéolaire spontanée progressive dimi-

nue la dysmorphose, facilitant la correction fonctionnelle et sa stabilité. C'est principalement le cas des infraclusions incisives limitées ([cas clinique 1](#)).

Cas clinique 1

Fermeture d'une béance incisive



Fig. 3.2

Fermeture d'une béance incisive après rétablissement de la ventilation nasale et myothérapie fonctionnelle.
A, B, C. Avant traitement. D, E, F. Après myothérapie.

Dans la majorité des autres cas, la malocclusion bloque l'évolution alvéolaire ou induit des comportements labiaux ou linguaux adaptatifs difficiles à corriger. En cas d'anomalies squelettiques ou alvéolaires importantes, il est donc souhaitable de les corriger ou de les réduire avant d'instaurer l'éducation fonctionnelle. De plus, en changeant les conditions anatomiques, le traitement orthodontique modifie les stimuli proprioceptifs entraînant une correction spontanée des troubles fonctionnels associés.

La myothérapie fonctionnelle est le plus souvent gênée par la présence en bouche des appareils. Il est recommandé d'utiliser les phases de surveillance pour la réaliser.

Étapes de la myothérapie fonctionnelle

Selon les auteurs et les écoles, les différentes phases et surtout les différents exercices utilisés varient plus ou moins. Nous ne retenons ici que les grands principes, la description des exercices et leur intérêt spécifique peuvent être retrouvés dans des articles et ouvrages spécialisés [3, 6, 7, 10].

Suppression des parafunctions

Les habitudes de succion du pouce, d'un doigt, d'une tétine... créent ou entretiennent des conditions anatomiques favorisant les comportements dysfonctionnels et doivent donc être abandonnées avant la myothérapie. Cette phase doit cependant être conduite avec une grande prudence afin de ne pas perturber l'enfant. Il faut tenir compte de sa maturité psycho-affective, du contexte familial, des éventuels problèmes scolaires et évaluer l'importance de cette habitude pour l'enfant. Plusieurs approches peuvent être utilisées :

- discuter avec l'enfant des conséquences de la succion et des avantages à l'abandonner, cette seule discussion peut suffire lorsque l'enfant est prêt à arrêter;
- proposer une aide sous forme d'un sparadrap sur le doigt, d'un produit amer sur l'ongle ou la tétine... Cette méthode s'adresse à des enfants qui souhaitent arrêter mais ne le peuvent pas seuls. L'aide doit être librement consentie et doit impliquer directement l'enfant dans la démarche (achat du sparadrap ou du produit, mise en place...) et si possible les parents. Cette action ne doit en aucun cas être coercitive. Il ne faut pas que l'enfant perturbé remplace cette habitude par une autre aussi (ou plus) grave pour lui, comme l'onychophagie ou l'énurésie;
- pratiquer des techniques de relaxation pour aider l'enfant à stopper cette habitude [3];
- différer l'arrêt de la succion et la rééducation lorsque l'enfant n'est visiblement pas prêt ou présente un problème psychologique. L'aide d'un pédopsychiatre ou d'un psychologue peut alors être nécessaire.

Rétablissement de la ventilation nasale

Après la levée des obstacles éventuels, le rétablissement de la ventilation nasale est le premier objectif à atteindre car, comme nous l'avons vu dans la prévention, elle conditionne la posture linguale. La correction du comportement ventilatoire doit être effectuée le plus tôt possible, vers 4 ou 5 ans, avant toute autre action orthodontique ou rééducative. Les techniques employées sont celles décrites dans la prévention. Une kinésithérapie ventilatoire peut être parfois nécessaire.

Compréhension de la dysfonction et de la rééducation

Avant de commencer la rééducation, il faut expliquer à l'enfant :

- son problème – les gestes qu'il ne réalise pas correctement et leurs conséquences;
- le déroulement des séances de myothérapie et ce que l'on attend de lui;
- comment les nouveaux comportements vont s'automatiser.

Construction du schéma orofacial

Il est nécessaire que l'enfant prenne conscience de sa cavité buccale et affine sa perception linguale. Il explore sa bouche avec sa langue et apprend à en repérer les différentes parties de celle-ci et leur position.

Myothérapie fonctionnelle

Elle repose sur différentes séries d'exercices, souvent ludiques pour conserver la motivation du patient et pouvant utiliser différents accessoires : élastiques orthodontiques, boutons, jetons, roues dentées (figure 3.3). Elle permet :

- une action sur la musculature visant à corriger les postures linguale et labiale, à augmenter la mobilité linguale et à renforcer la tonicité des sangles musculaires si nécessaire;
- l'éducation des fonctions de déglutition et de phonation;
- l'automatisation de ces acquis.



Fig. 3.3

Myothérapie fonctionnelle : l'élastique facilite la perception, lors de la déglutition, du contact de la langue sur le palais.

Cette éducation fonctionnelle nécessite une participation active de l'enfant, et souvent de ses parents s'il est jeune, et dépend beaucoup de cette motivation. Les exercices doivent être souvent répétés pour obtenir l'automatisation et donc une correction durable du trouble fonctionnel.

Éducation neuromusculaire passive avec appareil

Plusieurs types d'appareils peuvent contribuer à la correction des comportements dysfonctionnels.

Gouttières d'éducation fonctionnelle [8] (figure 3.4 et encadré 3.2)

Associées à des exercices favorisant la ventilation nasale (mouchage, massage des ailes du nez, inspirations et expirations nasales...), ces gouttières souples visent à :

- rétablir des comportements fonctionnels normaux;
- libérer la croissance mandibulaire;
- supprimer les contraintes sur les arcades dentaires permettant une légère expansion.

Les modifications des comportements sont guidées ou imposées par les différents constituants de ces appareils :

- la ventilation nasale est imposée par le double bandeau vestibulaire et renforcée par les exercices;
- le repositionnement de la langue vers le haut est autorisé par la ventilation nasale et stimulé par la languette de repositionnement lingual qui modifie la proprioception de la pointe de la langue et l'attire vers le haut;



Fig. 3.4

Gouttière d'éducation fonctionnelle : languette de repositionnement lingual, rempart lingual et double bandeau vestibulaire.

ENCADRÉ 3.2 Gouttière d'éducation fonctionnelle



Fig. 3.5

Correction du surplomb et de l'infraclusion incisive par une gouttière d'éducation fonctionnelle.
A. Situation avant traitement. B. Gouttière en bouche.
C. Résultats après 9 mois de port.

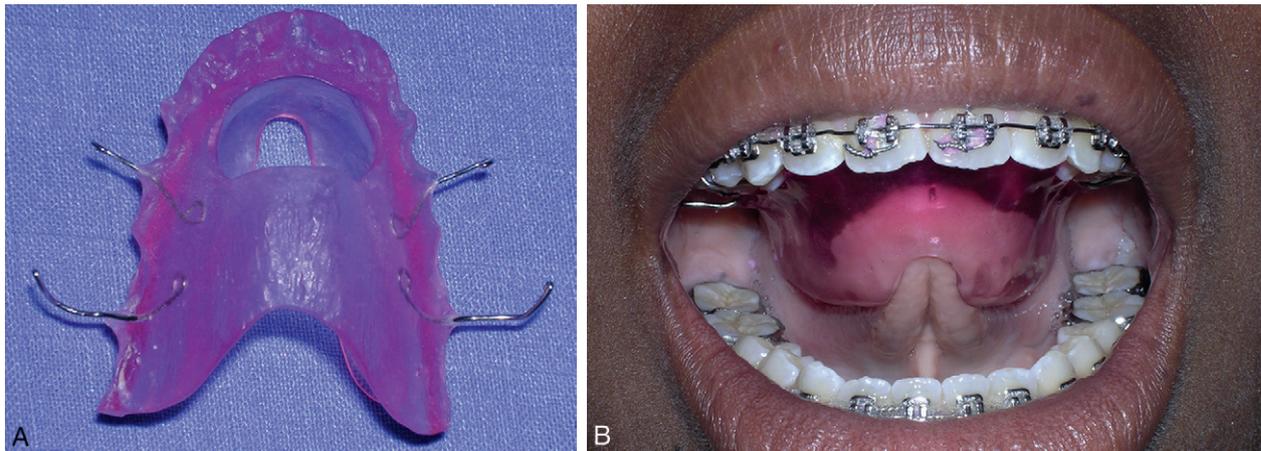


Fig. 3.6

Enveloppe linguale nocturne.

A. ELN vue palatine : ouverture sélective antérieure et crochets cavaliers. B. En bouche : position de la langue derrière le rempart lingual.

- l'interposition linguale entre les arcades lors de la déglutition est interdite par l'enveloppe linguale;
- l'hypertonie labiale est diminuée par l'effet *lip bumper* du bandeau vestibulaire renforcé, sur certains appareils, par la présence de picots sur sa face vestibulaire.

Elles sont portées 2 à 4 heures par jour de manière fractionnée et toute la nuit.

Indications et contre-indications

Elles sont indiquées pour la correction des anomalies alvéolaires associées à des dysfonctions ou des para-fonctions chez des enfants motivés.

Elles présentent les mêmes contre-indications que l'éducation fonctionnelle passive :

- obstructions nasales et freins linguaux courts devant être traités avant;
- malocclusions sévères, en particulier les classes III sévères;
- occlusions inversées postérieures nécessitant une expansion préalable.

Elles sont utilisables avant le traitement d'ODF pour le réduire et limiter les risques de récurrence. Certaines sont utilisables aussi pendant le traitement multibague.

Enveloppe linguale nocturne [2, 4] (figure 3.6)¹

Créée par Bruno Bonnet, l'ELN constitue un rempart contre les forces motrices inadaptées et leur action déformante qui aggravent ou génèrent un grand nombre de dysmorphoses aussi bien sagittales et verticales que transversales. Elle agit comme un rééducateur fonctionnel lingual et par suite comme correcteur dento-alvéolo-squelettique.

Mode d'action

Le toboggan antérieur et les parois latérales du tunnel bloquent les routes motrices de la langue antérieurement et latéralement, la privant du contact avec respectivement les lèvres et les joues.

L'ouverture sélective antérieure située au niveau de la papille rétro-incisive représente pour la langue une cible tactile qui contribue à son élévation.

L'ELN permet l'acquisition de la posture linguale haute et favorise l'installation inconsciente du programme moteur encéphalique de déglutition mature.

Mode d'utilisation

L'ELN est portée la nuit et 1 heure par jour pendant environ 6 mois. Pour Bonnet, l'heure de port diurne est nécessaire à la prise de conscience des nouvelles conditions spatiales et du changement de comportement lingual qui en découle.

L'appareil n'est pas rétentif, il doit être maintenu en place par la position haute de la langue. Cependant, pour obtenir une meilleure rétention sans gêner l'expansion transversale des arcades ni l'égression des dents des secteurs latéraux, Bonnet préconise l'utilisation de crochets de type aiguille. Les crochets d'Adams ou un bandeau vestibulaire sur l'ELN sont déconseillés.

L'ELN peut être utilisée à tout âge. Bonnet conseille un port précoce dès 5 ans pour normaliser le comportement lingual le plus tôt possible et intercepter ainsi les dysmorphoses.

Indications

L'ELN est indiquée dans toutes les dysmorphoses d'origine linguale :

- en traitement interceptif avant le traitement orthodontique;
- dans les classes II, en association avec tous les moyens thérapeutiques;

¹ Contribution de L. Chiche-Uzan.

- dans les classes III, en traitement précoce ou en contention de l'action du masque de Delaire;
- en phase de contention, lorsque la posture linguale a été modifiée;
- dans certains cas de dysfonctions temporomandibulaires d'étiologie linguale.

Cage à langue ou grille à langue (figure 3.7)^[4]

Il s'agit d'un écran lingual antérieur, en résine ou métallique, positionné en regard des faces linguales des incisives mandibulaires et supporté par une plaque amovible ou des bagues molaires maxillaires. Il fait obstacle à l'interposition linguale antérieure et permet de développer un réflexe extéroceptif de repositionnement lingual. Cependant, il risque d'entraîner une interposition linguale latérale.

Cet appareil utilise donc la seule voie réflexe et lorsqu'il est amovible, les résultats obtenus sont aléatoires; il est ainsi préférable d'utiliser la forme fixe. La mésialisation éventuelle des dents supports doit être surveillée.



Fig. 3.7

Grille anti-langue fixe.

Activeurs^[4]

Les activeurs utilisés dans les traitements orthopédiques sont aussi des appareils de rééducation. Selon Bonnet, ce sont de très bons appareils de réhabilitation linguale mais leurs moyens d'ancrage rendent, à leur niveau, difficiles voire impossibles les réponses structurales morphogénétiques aux changements fonctionnels et posturaux linguaux.

Surveillance des phénomènes de dentition

De nombreuses anomalies d'arcade peuvent être évitées ou limitées par une surveillance étroite des phénomènes

de dentition. En effet, certaines anomalies, dépistées précocement, peuvent être interceptées réduisant les dystopies et favorisant l'évolution des dents permanentes dans un environnement parodontal de meilleure qualité.

Au niveau des dents temporaires

Plusieurs éléments doivent être surveillés.

Atteintes carieuses

L'intégrité des dents temporaires doit être maintenue jusqu'à la date normale de leur chute. Elle est nécessaire au développement normal du système masticateur et au bon déroulement des différentes fonctions.

En cas de caries, les dents temporaires sont, si possible, reconstituées pour assurer le calage occlusal et rétablir leur diamètre mésiodistal, évitant ainsi les pertes de dimension verticale ou la dérive mésiale des premières molaires qui réduit l'espace disponible sur l'arcade et peut induire des asymétries d'arcade.

Perte prématurée d'une ou plusieurs dents temporaires

Qu'elle soit consécutive à une extraction pour atteinte carieuse ou à un traumatisme, la perte prématurée d'une dent temporaire pose principalement le problème du maintien de l'espace (figure 3.8).

Au niveau des secteurs latéraux, la décision de poser un mainteneur d'espace (encadré 3.3) dépend du stade d'évolution de la dent permanente, de la place disponible sur l'arcade, de l'occlusion et de la qualité de l'intercuspitation qui peut ou non réduire le risque de version et de mésialisation de la dent distale. Le plus souvent, surtout lorsque la dent permanente n'est pas prête à évoluer, un mainteneur d'espace, sur bague ou sur couronne pédiatrique, ou un arc lingual ou transpalatin (figure 3.9) permettent de préserver la longueur d'arcade.

Au niveau du secteur antérieur, en cas de perte d'une ou plusieurs incisives, un mainteneur d'espace (figure 3.10), remplaçant la ou les dents absentes, évite la version des dents adjacentes et la perte d'espace mais joue aussi un rôle fonctionnel important lors de la déglutition et de la phonation en prévenant l'apparition d'une dysfonction linguale. Il rétablit enfin l'esthétique du sourire apportant un confort psychologique à l'enfant.

Au maxillaire, surtout lorsque ces dispositifs doivent rester longtemps en place, il faut s'assurer qu'ils ne bloquent pas la croissance transversale en prévoyant une possibilité d'expansion ou en les refaisant périodiquement.

1 Contribution de L. Chiche-Uzan.

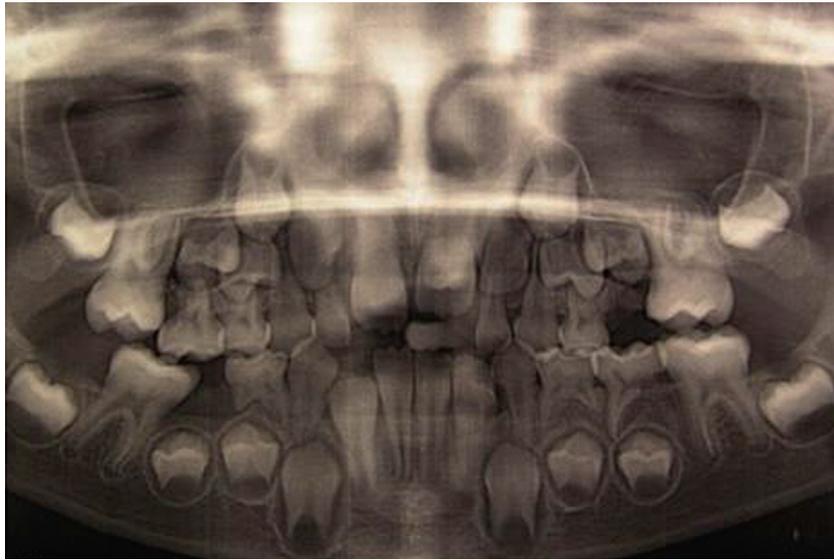


Fig. 3.8

Mésioversion et mésialisation de la première molaire mandibulaire après perte prématurée de la deuxième molaire temporaire suite à des caries.

ENCADRÉ 3.3 Mainteneur d'espace



Fig. 3.9

Mainteneur d'espace.

A. Sur bague. B. Sur couronne pédiatrique. C. Arcs lingual et transpalatin en mainteneur d'espace. La perte des quatre deuxièmes molaires temporaires autorise la dérive simultanée des molaires maxillaires et mandibulaires et impose donc un mainteneur d'espace.

Source : A et B : A. Griffiths.

ENCADRÉ 3.3 Suite



Fig. 3.10

Mainteneur d'espace antérieur avec remplacement de la 61.
A. Vue endobuccale de face. B. Appareil sur modèle.

Source : Y. Delbos.



Fig. 3.11

Conséquences de la persistance des dents temporaires lors de l'évolution des dents permanentes.
A. Dystopies des dents permanentes. B. Évolution de la dent permanente avec une quantité réduite de gencive attachée.

Persistance des dents temporaires

La **persistance de la dent temporaire sur l'arcade alors que la dent permanente évolue** peut entraîner une dystopie de la dent permanente (figure 3.11A) ou son évolution dans un environnement parodontal défavorable sans gencive attachée (figure 3.11B). L'extraction de la dent temporaire doit être pratiquée dès que la dent permanente fait son apparition dans la cavité buccale ou juste avant.

La **persistance d'une canine temporaire après la chute de son homologue** favorise la déviation de la médiane incisive vers le côté de la dent absente. En fonction de l'encombrement et du stade d'évolution des canines permanentes, l'extraction de la canine temporaire peut être indiquée pour éviter ou corriger cette déviation.

L'**ankylose d'une dent temporaire** (figure 3.12) concerne le plus souvent les deuxièmes molaires temporaires, parfois les premières qu'il y ait ou non agénésie de la dent permanente correspondante. Cliniquement, du fait de la croissance alvéolaire au niveau des dents adjacentes, la dent temporaire ankylosée semble se réinclure et sa face occlusale n'atteint plus le plan d'occlusion favorisant la version des dents proximales et l'égression des dents antagonistes. Transitoirement, il est possible de rétablir le niveau occlusal de la dent ankylosée par adjonction de composite pour limiter les conséquences. Mais l'extraction est le plus souvent nécessaire. Elle ne doit pas être décidée trop tardivement car elle sera plus difficile. Dans les cas d'agénésie, le défaut osseux après extraction d'une dent ankylosée fortement « réincluse » peut être important.



Fig. 3.12

Migrations dentaires et défauts osseux secondaires à des ankyloses de dents temporaires.

Usure des dents temporaires

Les dents temporaires présentent avec le temps une usure physiologique. L'absence ou l'insuffisance d'usure des dents temporaires ou leur usure asymétrique favorisent les dysfonctions masticatoires.

Les dents temporaires non usées constituent des verrous occlusaux qui gênent les déplacements et la croissance mandibulaires. Elles peuvent aussi entraîner des anomalies cinétiques de la mandibule de type proglissement ou latérodéviations mandibulaires.

Des meulages progressifs peuvent être réalisés pour rétablir la liberté et la symétrie des mouvements ainsi que la stabilité occlusale de la mandibule.

Anomalies de la dentition permanente

La réalisation d'un cliché panoramique face à un retard d'évolution dentaire ou lors d'un dépistage systématique (la HAS la préconise au cours de la grande enfance) permet de visualiser :

- **certains obstacles à l'évolution normale des dents permanentes [1]** – kystes d'origine dentaire ou non, odontomes ou dents surnuméraires... – qui peuvent refouler ou bloquer les dents permanentes entraînant leur inclusion ou leur évolution dystopique et qui doivent être retirés chirurgicalement;

- **des orientations défavorables de germes de dents permanentes**, en particulier des canines maxillaires, qui peuvent parfois se redresser après extraction des dents temporaires (cf. Tome 2).

L'évolution de la denture permanente peut s'accompagner d'un manque de place sur l'arcade. Pour permettre un alignement spontané des dents permanentes ou réduire les dystopies, des meulages proximaux (figure 3.13) des dents temporaires ou leur extraction peuvent être réalisés. Les meulages n'apportent que peu de place mais limitent la perte de longueur d'arcade, contrairement aux extractions.

Ces dernières peuvent être effectuées ponctuellement, mais en restant vigilant à la symétrie d'arcade, ou dans le cadre d'une procédure d'extractions dirigées incluant par la suite l'extraction de prémolaires (cf. Tome 2). Dans tous les cas, les extractions de dents temporaires provoquent une réduction de la place disponible sur l'arcade et nécessitent donc au préalable un diagnostic précis et une analyse globale de la situation clinique orthodontique afin de bien poser leur indication. Utilisées à mauvais escient, elles compliqueront le traitement orthodontique ultérieur au lieu de le simplifier.

Une surveillance précoce et régulière de l'enfant peut ainsi permettre la mise en place de mesures préventives ainsi que le dépistage et l'interception précoces des anomalies fonctionnelles ou de dentition limitant l'aggravation des dysmorphoses et simplifiant les traitements orthodontiques ultérieurs.

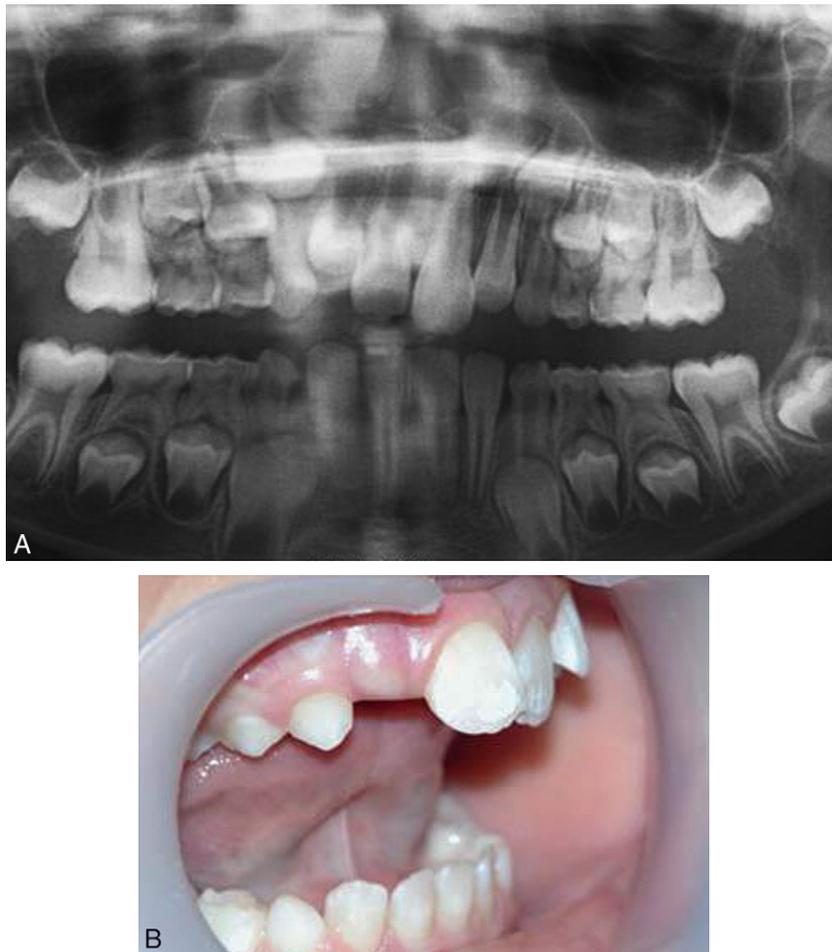


Fig. 3.13

Meulage de la face mésiale d'une canine temporaire pour faciliter l'évolution de l'incisive latérale.

A. Panoramique montrant l'encombrement dans le secteur incisivocanine maxillaire gauche. B. Face mésiale de la 53 meulée et espace libéré pour l'évolution de la 12.

Source : C. Bazert.

Références

- [1] Boileau M], Fricain JC, Marteau JM, Brunet S, Jeandot J. Prévention chirurgicale des dystopies dentaires (extractions, germectomies, frénectomies...). *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)*. Odontologie, 23-405-C-10, 1999; 9.
- [2] Bonnet B. Un appareil de reposturation : l'enveloppe linguale nocturne (ELN). *Rev Orthop Dento Faciale* 1992; **26** : 329–47.
- [3] Chauvois A, Fournier M, Girardin F. Rééducation des fonctions dans la thérapeutique orthodontique. *Vanves : Éditions SID* 1991; 232 p.
- [4] Chiche-Uzan L, Le Gall M, Salvadori A. Appareils amovibles à action orthopédique et à action orthodontique. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)* ; Orthopédie dento-faciale, 23-493-A-10, 2009; 17.
- [5] Doual A, Besson A, Cauchy D, Aka A. La rééducation en orthopédie dento-faciale. Point de vue d'un orthodontiste. *Orthod Fr* 2002; **73** : 389–94.
- [6] Garliner D. *Myofunctional therapy in dental practice*. Floride : Institute for myofunctional therapy; 1974.
- [7] Garliner D. *Myofunctional therapy*. Philadelphie : Saunders; 1981.
- [8] Rollet D. De l'éducation fonctionnelle à l'occlusion fonctionnelle. In : Lejoyeux E, Flageul F, editors. *Propositions orthodontiques : cas complexes, classes II*. Paris : Quintessence international; 2010. p. 12–28.
- [9] Romette D. Examens des fonctions en orthopédie dento-faciale. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)*. Odontologie, 23-460-E10-1. 1988.
- [10] Soulet A. Éducation neuro-musculaire des fonctions oro-faciales. *Rev Orthop Dento Faciale* 1989; **2** : 135–75.



Thérapeutiques orthopédiques

Laurence Chiche-Uzan, André Salvadori

Ce chapitre a été adapté de l'article « Appareils amovibles à action orthopédique et à action thérapeutique » (Orthopédie dento-faciale, [23-493-A-10] par L. Chiche-Uzan, M. Le Gall, A. Salvadori), avec l'aimable autorisation de l'EMC.

PLAN DU CHAPITRE

Principes généraux	100
Appareils orthopédiques	100
Conclusion	111

Les traitements orthopédiques sont des traitements dits précoces, agissant sur la croissance. Ils ont pour but la correction d'un décalage squelettique. Les traitements orthopédiques doivent être réalisés en période de croissance, l'âge idéal se situant entre 7 et 9 ans et jusqu'à 12–13 ans. Au-delà, l'efficacité orthopédique est plus aléatoire, l'action portant alors sur la zone alvéolaire.

Principes généraux

Selon Salvadori [20], les facteurs de sélection des cas qui répondent favorablement à un traitement par activateur de classe II sont l'étiologie de la malocclusion, la croissance et la nécessité d'extractions ou non.

Ces facteurs peuvent s'appliquer à tous les traitements orthopédiques.

Étiologie

Une étiologie secondaire (suction, ventilation, anomalie de posture linguale) donne un pronostic favorable aux traitements orthopédiques et étiologiques.

Dans les cas relevant d'une étiologie primaire, héréditaire ou génétique, le pronostic du traitement orthopédique est réservé, car la récurrence de ces traitements est presque systématique.

Croissance

Quantité de croissance

Le traitement orthopédique doit se faire en période de croissance.

Il convient de déverrouiller l'occlusion au plus tôt afin de permettre au potentiel de croissance de s'exprimer. Il est préférable d'achever la correction du décalage au moment de l'évolution des secteurs latéraux afin que l'occlusion s'établisse le plus naturellement possible et d'enchaîner si nécessaire rapidement sur un traitement de finition orthodontique.

Direction de croissance

Les cas hypodivergents et pseudo-hyperdivergents répondent favorablement au traitement orthopédique, contrairement aux cas hyperdivergents qui constituent une des principales contre-indications de l'orthopédie.

Extractions

La nécessité d'extractions pour des raisons d'encombrement contre-indique la réalisation des traitements ortho-

pédiques qui deviennent plus difficiles à gérer et à maîtriser. Cependant, dans certains cas avec un fort retentissement esthétique, il convient d'associer un traitement par extractions à un traitement orthopédique.

Appareils orthopédiques

Leur utilisation a pour but la correction d'un décalage squelettique.

Cependant, il est impossible de contrôler parfaitement les déplacements dento-alvéolaires. Ce sont des appareils fonctionnels d'où l'importance d'une normalisation des fonctions afin d'assurer la stabilité des résultats.

Tous les appareils orthopédiques nécessitent un port minimum de 12 à 14 heures par jour, essentiellement nocturne, pendant 10 à 12 mois environ. L'amovibilité de la plupart de ces appareils fait que la coopération du patient est primordiale et conditionne notamment la réussite du traitement.

Activateurs rigides

Un activateur est un appareil fonctionnel qui induit une position de la mandibule différente de celles d'occlusion d'intercuspidation maximale ou de repos mandibulaire.

Activateur de classe II

Lautrou a proposé une classification des différents types d'activateurs [9], classification fondée sur les caractéristiques du dispositif qui provoque le changement de position de morsure mandibulaire.

Activateur monobloc rigide

Ils dérivent de ceux de Robin et de ceux d'Andresen [7].

Ces appareils, rigides et indéformables, possèdent une interposition de résine qui dicte à la mandibule une position de morsure isométrique.

Ils se distinguent par leur armature qui fixe la position de morsure grâce à l'interposition de résine et qui transmet au massif facial la réponse fonctionnelle à la position mandibulaire thérapeutique. C'est l'« effet activateur ».

Activateur d'Andresen (figure 4.1)

Il représente la variante la plus simple du monobloc de Robin.

Mode d'action (figure 4.2)

Son action a été bien codifiée par Salvadori [21]. Ses effets sont à la fois orthopédiques et orthodontiques.

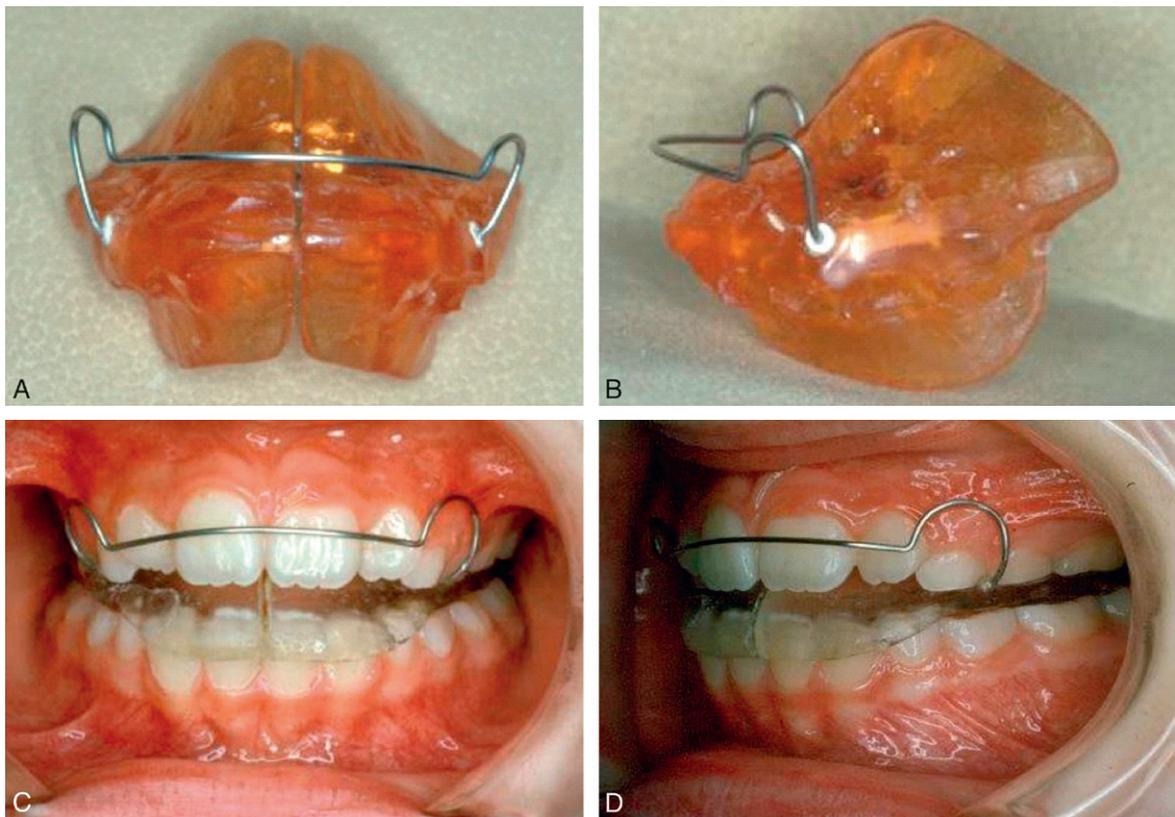


Fig. 4.1

Activateur d'Andresen de classe II.

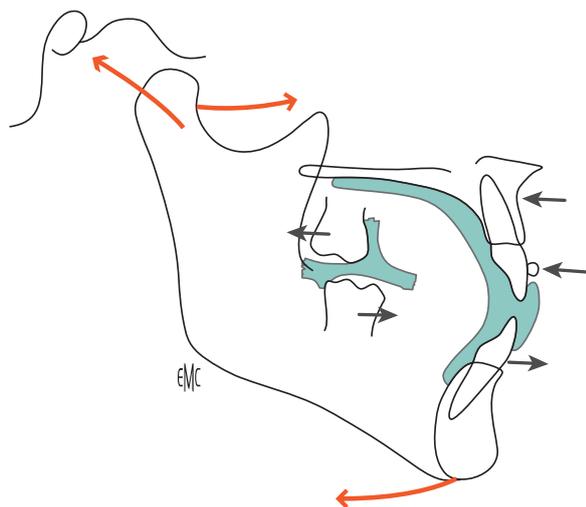


Fig. 4.2

Mode d'action de l'activateur d'Andresen.

L'activateur d'Andresen est utilisé en hyperpropulsion. La position de propulsion provoque une contraction des muscles ptérygoïdiens latéraux, ce qui stimule l'activité des centres de croissance mandibulaire.

Cette position provoque également une mise en tension des muscles rétropulseurs. Celle-ci entraîne une force inverse de recul mandibulaire qui est transmise, par l'intermédiaire de l'activateur, au maxillaire qui est alors freiné dans sa croissance sagittale.

Ainsi, l'action orthopédique de l'activateur se résume en une stimulation de la croissance mandibulaire et en un freinage de la croissance maxillaire.

De plus, il existe, en raison de l'effet tiroir, une action orthodontique :

- l'arcade maxillaire, dans son ensemble, a tendance à se verser distalement avec linguoversion des incisives maxillaires ;
- l'arcade mandibulaire, dans son ensemble, a tendance à se verser mésialement avec vestibuloversion des incisives mandibulaires.

Mode d'utilisation [21]

Contrôle dans le sens sagittal

En plus de son effet orthopédique, l'activateur d'Andresen entraîne une linguoversion des incisives maxillaires et une vestibuloversion des incisives mandibulaires. Ces effets orthodontiques peuvent parfois être désirés ou parfois entraver la correction réelle du décalage squelettique.

Pour éviter la linguoversion des incisives maxillaires, on peut adjoindre à l'appareil un ressort rétro-incisif type Schwartz ou recouvrir totalement de résine la face vestibulaire des incisives.

Le contrôle de la vestibuloversion incisive mandibulaire est plus complexe; en effet, un simple retour de résine sur la face vestibulaire des dents ne suffit pas. L'appareil doit être construit avec une propulsion modérée, afin de diminuer la sollicitation des rétropulseurs, et une interposition de résine augmentée (donc une ouverture augmentée) entre les arcades pour compenser et assurer une sollicitation suffisante des ptérygoïdiens latéraux (figure 4.3).

Une seconde manière de contrôler cette vestibuloversion est de prendre le moins d'appui possible sur l'arcade mandibulaire et d'utiliser des ailettes de résine latérales les plus profondes possible pour que la propulsion soit assurée par

le réflexe d'évitement de Bass. Cependant, cela rend l'appareil plus difficile à tolérer (figure 4.4).

Selon Lautrou [10], la meilleure garantie de voir se développer une bonne réponse squelettique est de maîtriser la version des incisives, en direction vestibulaire à la mandibule et linguale au maxillaire.

Contrôle dans le sens vertical

La force de rétroimpulsion exercée par l'activateur sur le maxillaire entraîne une bascule horaire du plan palatin et du plan d'occlusion.

Cette bascule en bas et en avant est favorable dans les cas pseudo-hyperdivergents (figure 4.5), notamment quand il existe une béance incisive; dans ce cas, il faut utiliser une forte interposition de résine au niveau des molaires pour éviter leur égression naturelle et décharger la résine au niveau des incisives pour favoriser leur égression (figure 4.6).

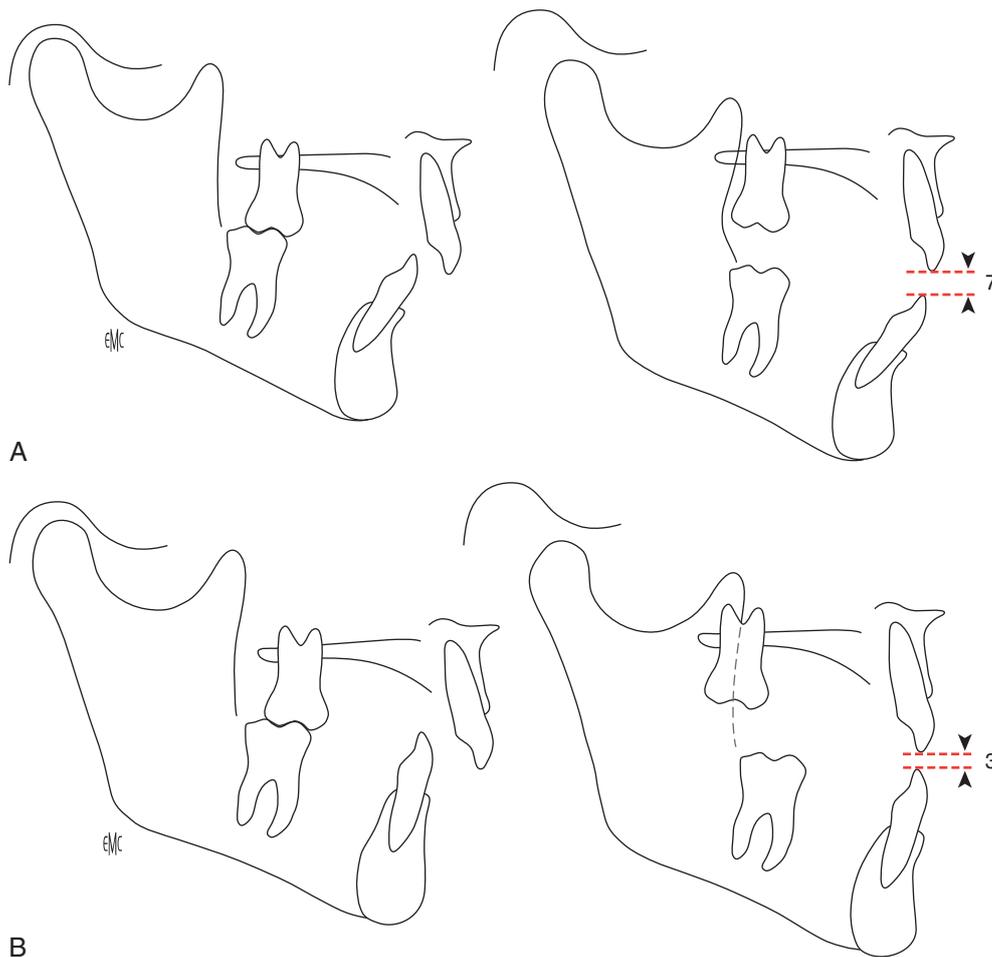


Fig. 4.3

Positions mandibulaires thérapeutiques en fonction des indications.

A. Contrôle de la vestibuloversion incisive nécessaire : plus d'ouverture et moins de propulsion. B. Pas de contrôle de la vestibuloversion incisive : moins d'ouverture et plus de propulsion.

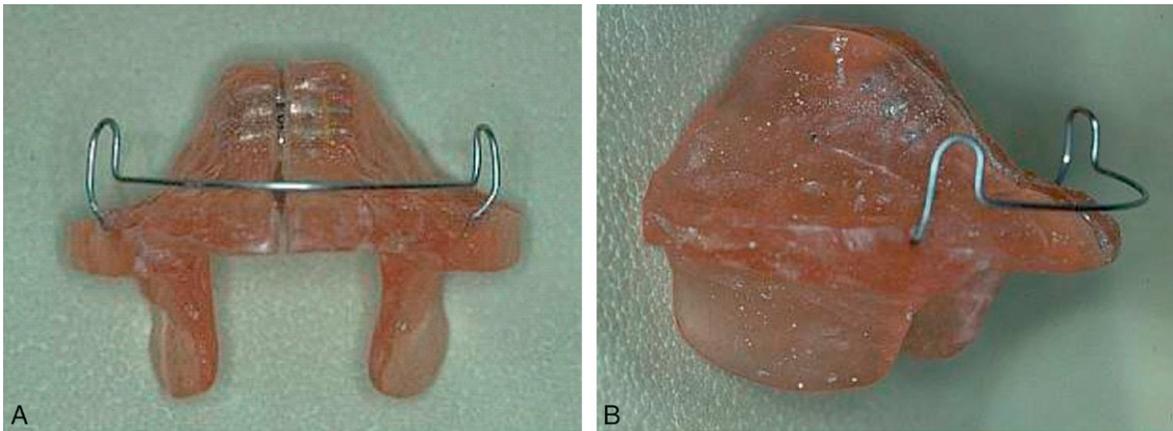


Fig. 4.4

A et B. Activateur d'Andresen de classe II construit avec des ailettes latérales profondes afin de solliciter le réflexe d'évitement de Bass et de réduire la vestibuloversion des incisives mandibulaires.

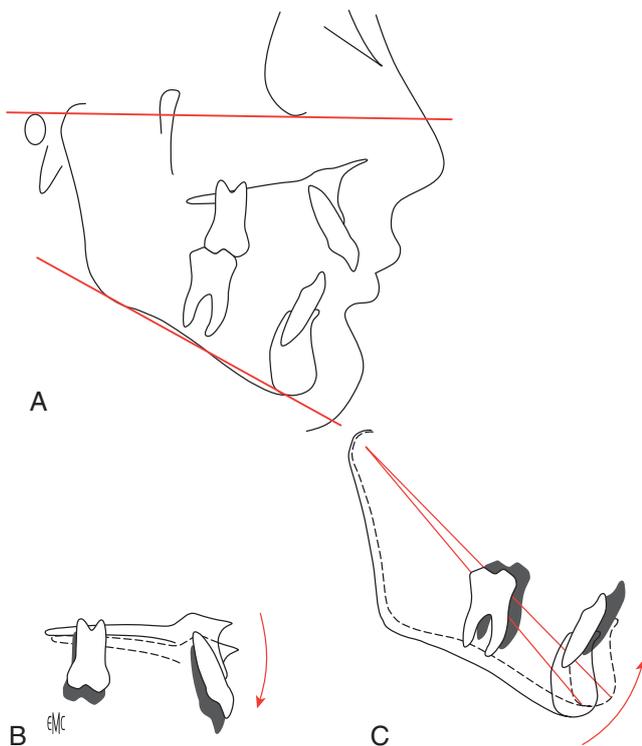


Fig. 4.5

Cas pseudo-hyperdivergent : la bascule horaire du maxillaire favorise la rotation antérieure de la mandibule, donc la correction du décalage sagittal.

A. Sujet pseudo-hyperdivergent. B. Rotation horaire du maxillaire. C. Rotation antérieure de la mandibule.

Cette bascule horaire favorise la rotation antérieure de la mandibule et donc la correction du décalage sagittal.

Dans les cas normodivergents et hypodivergents, il est impératif d'empêcher cette bascule afin d'éviter un excès de recouvrement antérieur (figure 4.7).

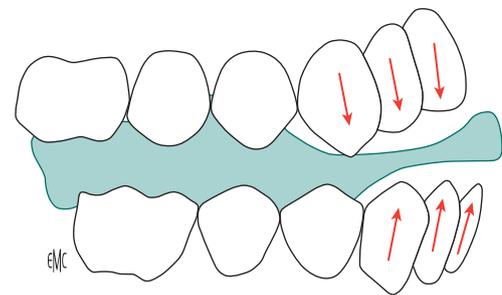


Fig. 4.6

Apport de résine au niveau postérieur et meulage de l'interposition de résine au niveau antérieur pour aider l'égression naturelle des incisives.

Il faut donc décharger la résine au niveau molaire afin de faciliter leur égression (figure 4.8).

Cependant cette égression des molaires entraîne une rotation postérieure de la mandibule qui entrave la correction du décalage sagittal.

Pour éviter cette rotation postérieure, une force extra-orale à traction haute et antérieure est intégrée à l'appareil [4], permettant le contrôle du plan palatin. Le bord libre des incisives maxillaires est recouvert de résine afin d'éviter leur égression et de permettre celle des molaires.

Contrôle dans le sens transversal

Une expansion transversale du maxillaire est presque toujours nécessaire du fait des compensations des arcades dentaires dans le sens transversal.

Soit l'expansion maxillaire est réalisée lors d'une phase précédente (quad hélix par exemple), soit elle est réalisée simultanément à l'aide d'un vérin ajouté à l'activateur (figure 4.9).

Dans ce dernier cas, pour réaliser une expansion maxillaire seule, il suffit de construire des ailettes latérales à distance

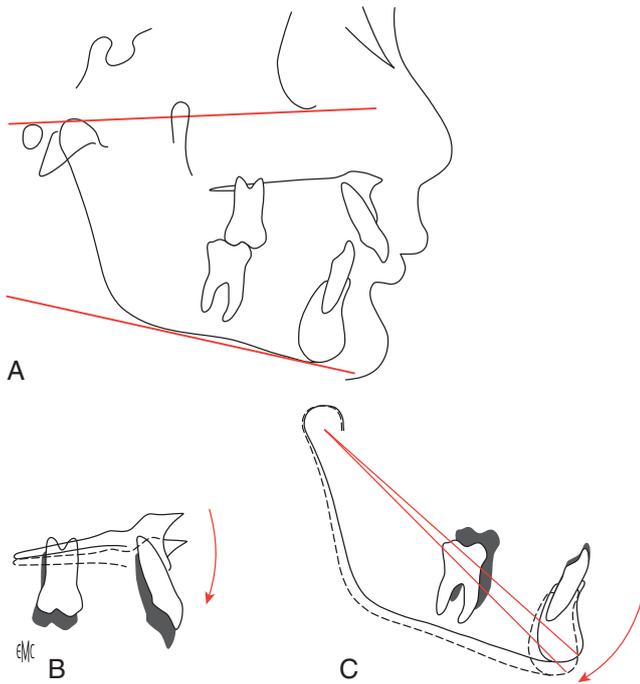


Fig. 4.7

Cas hypodivergent : la bascule horaire du maxillaire aggrave la supraclusion incisive dont la correction implique une égression des molaires donc une rotation postérieure de la mandibule.
 A. Sujet hypodivergent. B. Rotation horaire du maxillaire. C. Rotation postérieure de la mandibule.

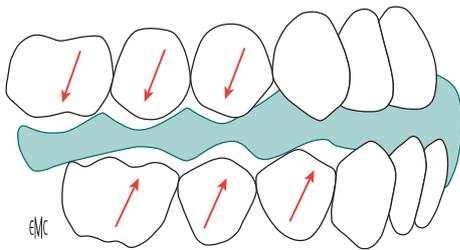


Fig. 4.8

Meulage de la résine permettant l'égression des molaires et le maintien vertical des incisives.

des procès alvéolaires mandibulaires ou de construire ces ailettes suffisamment épaisses pour pouvoir les meuler.

Il faut éviter une bascule transversale du plan d'occlusion nuisible pour l'équilibre condylien. Ainsi, en cas de meulages de la résine au niveau des molaires pour faciliter leur égression, ces meulages doivent être impérativement symétriques au niveau des secteurs latéraux (figure 4.10).

Association activateur et force extra-orale (figure 4.11)

Hasund est le premier à décrire l'utilisation d'un activateur associé à une force extra-orale. Cette association peut être utilisée pour contrôler le sens vertical tout en augmentant

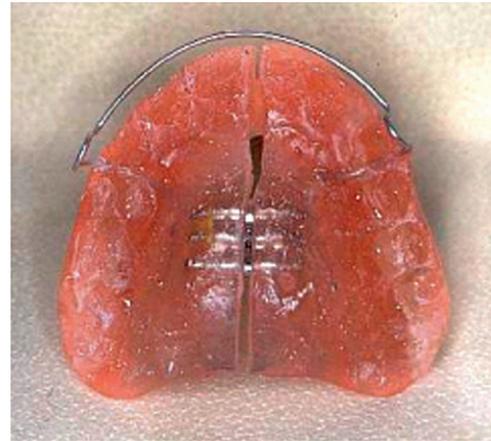


Fig. 4.9

Contrôle du sens transversal par adjonction d'un vérin.

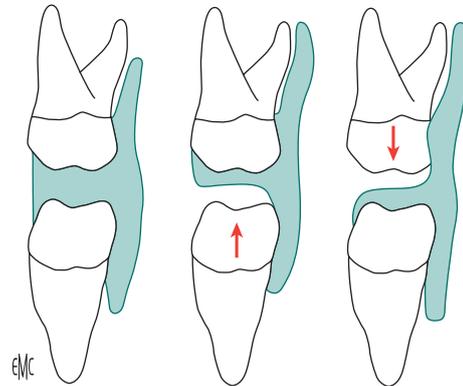


Fig. 4.10

Contrôle du plan d'occlusion dans le sens transversal : nécessité de réaliser des meulages symétriques à droite et à gauche.



Fig. 4.11

Activateur associé à une force extra-orale.

l'action de freinage de la croissance du maxillaire.

Elle est indiquée dans les cas de classe II à prédominance maxillaire ou bien mixte avec un schéma de croissance mandibulaire peu favorable (rotation postérieure légère).

La direction de traction est haute avec un appui crânien par casque occipitopariétal.

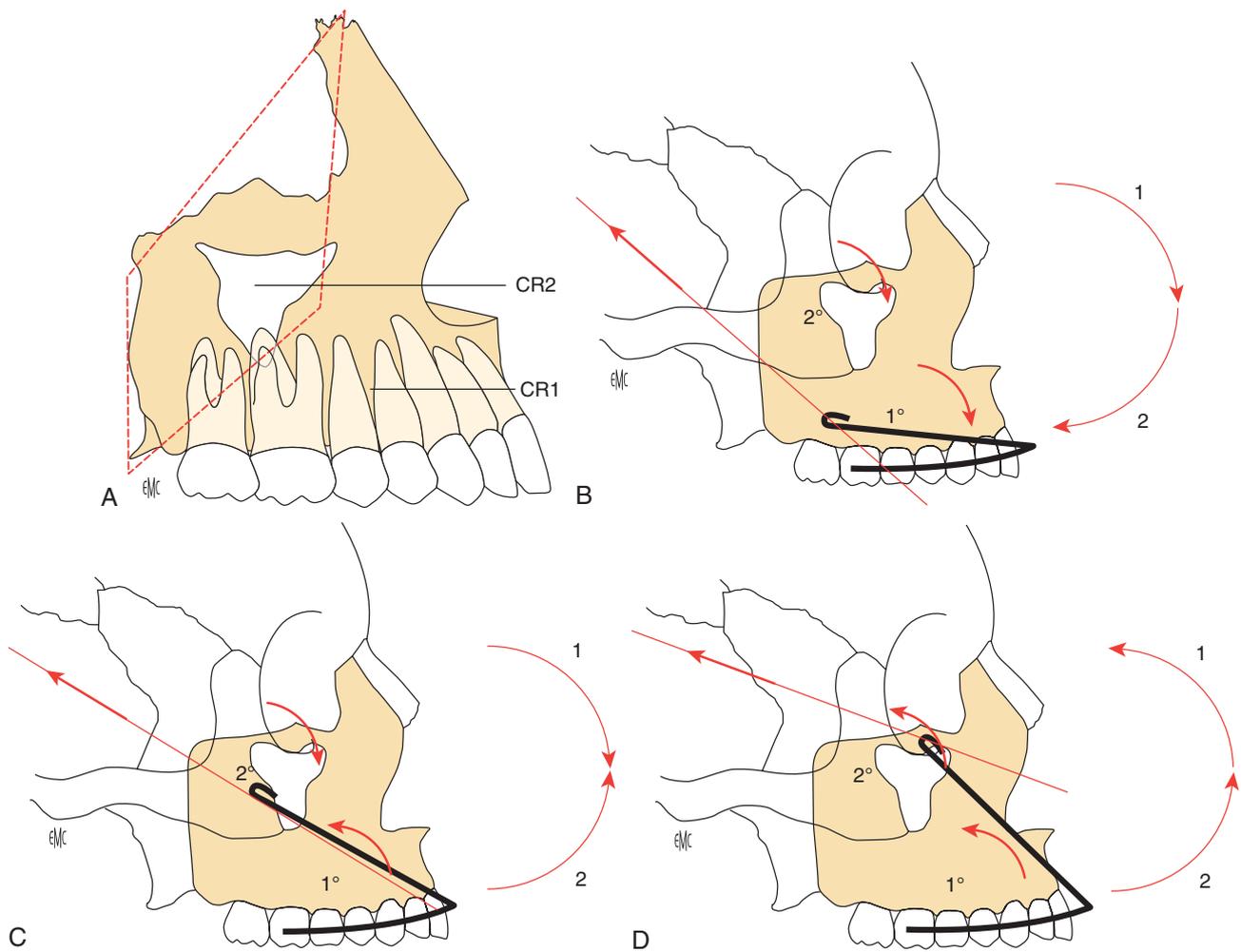


Fig. 4.12

Rotation du maxillaire et de l'arcade alvéodentaire maxillaire en fonction du réglage des branches externes de la FEO d'après Teuscher (in Chabre [4])
 A. Centres de résistance de Teuscher. B à D. Bascule engendrée au niveau du maxillaire et du plan d'occlusion avec des branches externes : basses (B), moyennes (C), hautes (D).

L'intensité de la traction élastique est proportionnelle à l'importance du freinage de la croissance maxillaire recherché.

Concernant le contrôle du sens vertical, selon les réglages des branches externes de l'arc facial, il est possible de contrôler le plan palatin et le plan d'occlusion.

Ce contrôle est basé sur les principes de Teuscher (figure 4.12).

Si l'on considère l'activateur seul, la réaction des muscles rétropulseurs mis en jeu engage une force dont la ligne d'action passe au-dessous du centre de résistance maxillaire et alvéolodentaire, induisant ainsi une rotation horaire parasite du maxillaire et du plan d'occlusion. Cette rotation postérieure atténue les effets de la correction de la classe II et entraîne une augmentation de la dimension verticale.

L'utilisation d'une force extra-orale permet de modifier la direction de la résultante des forces.

Selon le modèle de Teuscher, parfaitement décrit par Chabre [4], trois situations peuvent se présenter en fonction de l'orientation des branches externes de l'arc facial :

- **les branches externes sont basses** : le vecteur de force engendré passe sous les deux centres de résistance. Il en résulte une bascule horaire des plans palatin et occlusal avec descente de leur partie antérieure et maintien, voire remontée, de leur partie postérieure. Ceci se traduit par une augmentation du recouvrement incisif et une diminution de la hauteur faciale postérieure. Cet effet est recherché dans les cas méso- ou dolichofaciaux avec béance incisive ;
- **les branches externes sont moyennes** : le vecteur de force passe au-dessus du centre de résistance alvéolodentaire et au-dessous du centre de résistance du maxillaire. Il en résulte une bascule anti-horaire du plan occlusal et horaire du plan palatin. Cliniquement, cela se traduit par une diminution du recouvrement incisif et une faible

augmentation de la hauteur faciale postérieure. Cet effet est recherché dans les cas de supraclusion modérée à typologie normodivergente ou légèrement hypodivergente;

- **les branches externes sont hautes** : le vecteur de force passe au-dessus du centre de résistance alvéolodentaire et maxillaire entraînant une bascule anti-horaire du plan d'occlusion et du plan palatin avec remontée de leur partie antérieure et descente de leur partie postérieure. Ceci permet une correction du recouvrement incisif et une augmentation de la hauteur faciale postérieure entraînant une rotation postérieure. Cet effet est recherché dans les cas brachyfaciaux avec forte supraclusion. Plusieurs auteurs utilisent cette combinaison (Teuscher, Chabre, Lautrou).

Activateurs élastiques ou composites

Ces activateurs sollicitent la musculature pour propulser la mandibule de manière réflexe, ainsi la propulsion est créée par un réflexe physiologique muqueux.

Ils activent la musculature masticatrice, protractrice et rétractrice de la mandibule produisant des contractions isotoniques par raccourcissement des fibres musculaires.

Ces activateurs sont dérivés du Gebissformer de Bimler et sont constitués de plusieurs pièces de résine solidarisées ou guidées par des fils métalliques orthodontiques.

Ils ont un dispositif de propulsion de la mandibule qui laisse une liberté de mouvement à celle-ci tout en la guidant, contrairement au monobloc qui ne donne qu'une seule position de morsure.

L'activateur de Bimler (figure 4.13) est un appareil myodynamique qui agit essentiellement sur l'activité musculaire qu'il engendre et sur la position et la fonction linguales.

Il existe trois types d'activateur de Bimler [2, 3] dont les indications dépendent de la classification d'Angle et essentiellement de la position des incisives.

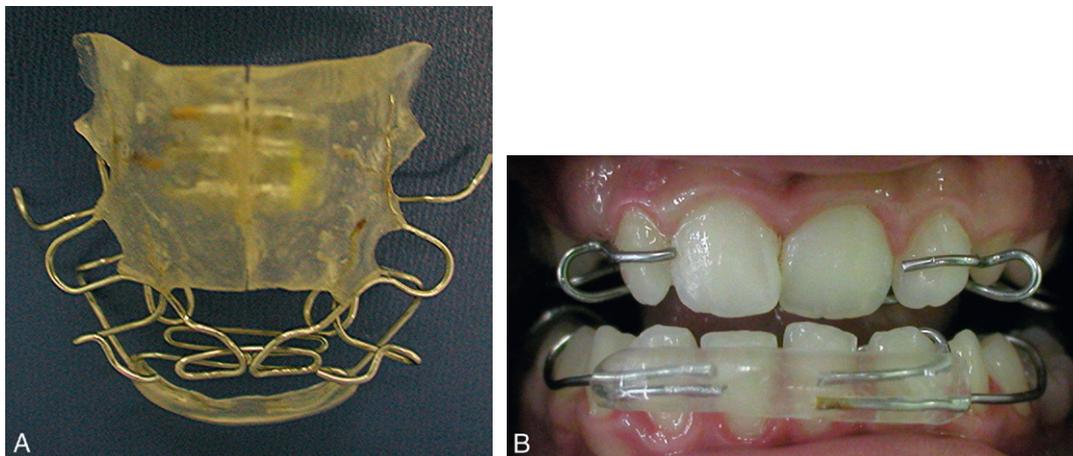


Fig. 4.13

Variante du Gebissformer de Bimler : la plaque palatine n'est pas ajourée et comporte un vérin d'expansion transversale.

Mode d'action

Du fait de son armature flexible, il autorise et encourage les mouvements mandibulaires et surtout les latéralités, ce qui, selon les concepts de Planas, permet le développement harmonieux du système stomatognathique.

Il maintient ainsi le système stomatognathique en fonction pendant son port et stimule donc « physiologiquement » les mâchoires dans les trois sens de l'espace de manière équilibrée.

Activateurs propulseurs à butée

Ces dispositifs propulsent la mandibule par un guidage mécanique d'éléments solidaires du maxillaire et de la mandibule et la contraignent à avancer lors du mouvement de fermeture.

On peut distinguer deux grandes familles :

- les appareils fixes parmi lesquels les bielles de Herbst sur bagues;
- les appareils amovibles parmi lesquels :
 - les bielles de Herbst sur gouttières (rappelons que les gouttières peuvent être scellées et donc fixes);
 - la bielle de Martine Tavernier.

Bielles de Herbst (figure 4.14)

Mode d'action

L'appareil garde la mandibule en propulsion de manière continue, c'est-à-dire dans les mouvements de fermeture et d'ouverture. Toutes les fonctions s'accomplissent avec la mandibule en position de propulsion.

La propulsion est progressive.

Des forces d'ingression et distalantes sont appliquées sur l'arcade maxillaire, alors que des forces ingressives et méso-lantes sont appliquées à l'arcade mandibulaire.



Fig. 4.14

Bielle de Herbst sur gouttières.
Au maxillaire, gouttière partielle englobant les secteurs latéraux; à la mandibule, gouttière totale. Les incisives maxillaires doivent entrer en contact avec la gouttière mandibulaire.

L'utilisation des gouttières réduit la vestibuloversion des incisives mandibulaires liée au traitement. De plus, elles permettent le contrôle des molaires et donc de la dimension verticale postérieure grâce à la possibilité de faire varier l'épaisseur de résine au niveau des molaires [13].

Dans les cas de vestibuloversion des incisives maxillaires, il est possible de dégager la résine en regard des incisives maxillaires [1].

Enfin les gouttières permettant d'augmenter l'ancrage, il y aurait une prédominance des effets squelettiques sur les effets dento-alvéolaires.

Mode d'utilisation

Les gouttières peuvent être temporairement collées en cas de mauvaise coopération ou si des auxiliaires sont rajoutés (vérin, arc transpalatin...).

Il est nécessaire de décompenser l'occlusion transversalement, antéropostérieurement et verticalement afin de pou-

voir réaliser une propulsion mandibulaire dans de bonnes conditions, sans interférences occlusales.

La quantité de propulsion initiale ne doit pas dépasser 3 à 4 mm afin de réduire les effets dento-alvéolaires de l'appareil, les problèmes de mastication et les douleurs musculaires.

Des tubes de 2 à 3 mm sertis au piston sont rajoutés toutes les 6 semaines jusqu'à l'obtention de rapports dentaires surcorrigés.

Bielle de Martine Tavernier [8]

Cet appareil est constitué d'une bielle centrale portée par deux plaques amovibles, supérieure et inférieure, équipées de crochets d'Adams et comportant un bandeau vestibulaire.

Indications des activateurs de classe II

L'activateur d'Andresen est utilisé chez un patient présentant :

- une classe II squelettique secondaire d'origine mandibulaire ou mixte;
- une hypo-, méso- ou pseudo-hyperdivergence;
- des incisives mandibulaires en bonne position ou linguoversées;
- un plan palatin oblique en haut et en avant;
- une vestibuloversion des incisives maxillaires;
- une absence de dysharmonie dentomaxillaire.

Cependant, il convient d'assurer un traitement étiologique fonctionnel afin de maintenir la stabilité des résultats.

Activateurs de classe III d'Andresen [11, 14]

Différents types d'activateurs de classe III, de conception variée, ont été décrits. Nous ne détaillons ici que l'activateur de type IV conçu par Andresen (figure 4.15).



Fig. 4.15

Activateur de classe III.

Mode d'action

La position de rétropulsion forcée provoquée par l'enregistrement de l'occlusion et maintenue par l'arc d'Eschler bloque la croissance mandibulaire par diminution de l'activité des ptérygoïdiens latéraux.

De plus, la surélévation de l'occlusion par l'interposition de résine permet la déprogrammation musculaire et le repositionnement plus distal de la mandibule sans douleur.

La mandibule ainsi repositionnée tend à repousser l'appareil vers l'avant ; cette force est transmise au maxillaire par les indentations, ce qui engendre le glissement mésial de l'arcade maxillaire et la stimulation de la croissance maxillaire.

Le maxillaire effectue une bascule anti-horaire.

En résumé, l'activateur de classe III a une action orthopédique en freinant la croissance mandibulaire et en stimulant la croissance maxillaire.

Il possède aussi une action orthodontique en raison de l'effet tiroir des arcades alvéolodentaires : glissement distal de l'arcade mandibulaire avec linguoversion des incisives et glissement mésial de l'arcade maxillaire avec vestibuloversion des incisives.

Mode d'utilisation

Contrairement aux activateurs de classe II où la liberté de réglage est importante, les possibilités de réglage sont ici limitées à la quantité d'ouverture. Une fois le proglissement corrigé, la quantité de rétropulsion ne varie que de 1 à 2 mm.

Il faut veiller à ne pas créer de compensations dentaires en lingualant les incisives mandibulaires, l'objectif étant d'agir sur la croissance et donc sur les bases osseuses.

Ainsi l'arc d'Eschler doit être placé le plus gingivalemment possible au niveau des incisives et s'étendre jusqu'en distal des canines.

La ligne d'action de la force mésialante qui s'exerce sur le maxillaire passe au-dessous du centre de résistance de celui-ci et entraîne donc une bascule anti-horaire.

Cette bascule anti-horaire contre-indique l'utilisation de l'activateur de classe III dans les cas de béance.

Indications

Les indications principales sont la prognathie mandibulaire secondaire à une antépulsion linguale ou les malocclusions de classe III par proglissement mandibulaire. Les postures linguales au repos et en fonction et la ventilation doivent être évidemment corrigées.

Activateurs souples [6, 17, 18]

L'apport technologique de nouveaux matériaux a permis l'émergence de nouvelles approches orthodontiques.

C'est grâce à ces progrès dans le domaine de la plasturgie que Carl Gugino et Osamu Yoshii ont pensé utiliser les propriétés élastiques d'un matériau pour construire des appareils souples en élastomère injecté : le polyvinyle silicone.

Ce matériau possède en outre trois degrés de dureté compatibles et juxtaposables.

C'est le concept d'élastopositionnement.

L'appareil est constitué d'une gouttière bimaxillaire dont la construction est effectuée à partir d'une maquette thérapeutique qui intègre les objectifs de traitement orthopédique et/ou orthodontique, réfléchis et définis par le praticien pour le patient concerné.

La construction de cette maquette est obligatoirement faite à partir de moulages montés sur articulateur SAM® pour intégrer les référentiels occlusaux du patient.

Les possibilités du matériau, alliées à la réflexion individualisée et à la précision de la maquette thérapeutique, permettent la fabrication d'appareils souples.

Il existe plusieurs types d'appareils d'élastopositionnement selon les objectifs de traitement envisagés.

Parmi ces appareils, l'Élasto-Osamu® allie la capacité thérapeutique de pouvoir effectuer une avancée mandibulaire (comparable à celle d'un activateur rigide) à la possibilité de légers déplacements dentaires.

Au même titre que les activateurs rigides, l'activateur souple Élasto-Osamu peut recevoir des auxiliaires de type force extra-orale (FEO) et/ou un arc interne pour une meilleure coordination transversale.

Sa construction nécessite évidemment la mesure de l'amplitude de la propulsion mandibulaire et est réalisée sur variateur de position mandibulaire (MPV) qui permet de quantifier la descente des condyles mandibulaires.

Les trois degrés de dureté possibles de matériau permettent de faire varier les capacités élastiques dans les zones choisies, plus fermes ou plus souples selon les objectifs définis.

Les indications de l'Élasto-Osamu® sont réservées à des décalages squelettiques de faible amplitude, associés à de légers problèmes de malocclusion. Il est possible de traiter des décalages plus importants, à condition d'utiliser plusieurs appareils successifs, tous programmés individuellement pour le patient concerné.

Il est important de préciser que si le concept de traitement change grâce à ces nouveaux matériaux, le principe de fonctionnement des activateurs reste identique et ne doit en aucun cas être négligé.

Forces extra-orales

FEO sur gouttière (figure 4.16) [5, 12]

Mode d'action

Les forces appliquées sont lourdes donc orthopédiques et elles permettent de modifier de façon significative l'activité des sutures périmaxillaires.

Cet appareil permet un freinage de la croissance sagittale du maxillaire.

Il existe des effets orthodontiques : version distale des dents de l'arcade maxillaire concernées par l'appareil, linguoversion des incisives maxillaires et mouvement mésial de l'arcade mandibulaire.

Mode d'utilisation

Contrôle sagittal

Pour éviter une trop grande linguoversion des incisives maxillaires, la résine doit recouvrir plus de la moitié de la face vestibulaire des incisives.

Contrôle vertical

Le réglage du positionnement et de la longueur des branches externes de l'arc facial est primordial, car il détermine la situation du vecteur de force.

Comme nous l'avons décrit dans le cas d'activateurs associés à une force extra-orale, le contrôle du sens vertical se fait en orientant les branches externes de l'arc facial.

Les trois situations décrites s'appliquent de la même manière aux forces extra-orales sur gouttières.

Contrôle transversal

L'adjonction d'un vérin dans la gouttière ou l'expansion préalable du maxillaire permettent de corriger le sens transversal si nécessaire.

Les forces utilisées sont lourdes, entre 400 et 1000 g, voire 1500 g.

Le port intermittent (12 h/24) serait un facteur indispensable à l'obtention de l'effet orthopédique et à la diminution de l'effet orthodontique.

Indications [20]

Les forces extra-orales (FEO) sur gouttière doivent être utilisées :

- dans les cas de classe II d'origine secondaire à prédominance maxillaire;
- dans les cas normo- ou hypodivergents;
- sans dysharmonie dentomaxillaire;
- avec les incisives maxillaires en bonne position ou légèrement vestibulées.

Masque de Delaire

Imaginé en 1969 par Delaire et mis au point avec la collaboration de Verdon, le masque de Delaire est pour la plupart des auteurs le traitement interceptif de choix pour les classes III [22]. Il peut être utilisé dès 4 ans selon la maturité de l'enfant [19].

Le masque est une force extra-orale relativement lourde, postéro-antérieure, qui comporte :

- **un élément intrabuccal**, divers procédés pouvant être utilisés :
 - un double arc scellé sur les secondes molaires temporaires ou sur les premières molaires permanentes maxillaires,
 - un dispositif à ancrage incisif permettant de résoudre le problème de la mise en place des canines supérieures chez les insuffisants maxillaires [19],
 - une gouttière englobant la totalité de l'arcade maxillaire et comportant des crochets de traction inclus dans la résine, en distal des incisives latérales. Raymond utilise une gouttière qui laisse libre les incisives [15];



Fig. 4.16

Forces extra-orales sur gouttière.

- **le masque facial à appui frontomentonnier :**
 - il existe deux types de masque soit à cadre (figure 4.17A et B), soit à tige médiane (figure 4.17C et D),
 - ils se composent d'un appui frontal et d'une mentonnière, cette dernière ne doit pas avoir d'appui au niveau du sillon labiomentonnière;
- **les tractions élastiques :**
 - elles constituent la force motrice de l'appareil. Les élastiques sont tendus des crochets du masque aux crochets de la gouttière,
 - la direction de traction doit être oblique en bas et en avant. L'intensité des forces doit être comprise entre 800 et 1500 g selon les cas.

Mode d'action

L'application de forces postéro-antérieures au niveau du maxillaire entraîne :

- une traction antérieure et une bascule antérieure du maxillaire; il y a donc un changement d'orientation du maxillaire par rapport à la base du crâne;
- au niveau de la mandibule, un léger abaissement et un recul avec parfois une petite augmentation de la hauteur faciale antérieure;
- une modification de l'orientation du plan d'occlusion, fonction de la direction de traction; selon Raymond, il faut obtenir une bascule horaire du plan d'occlusion par

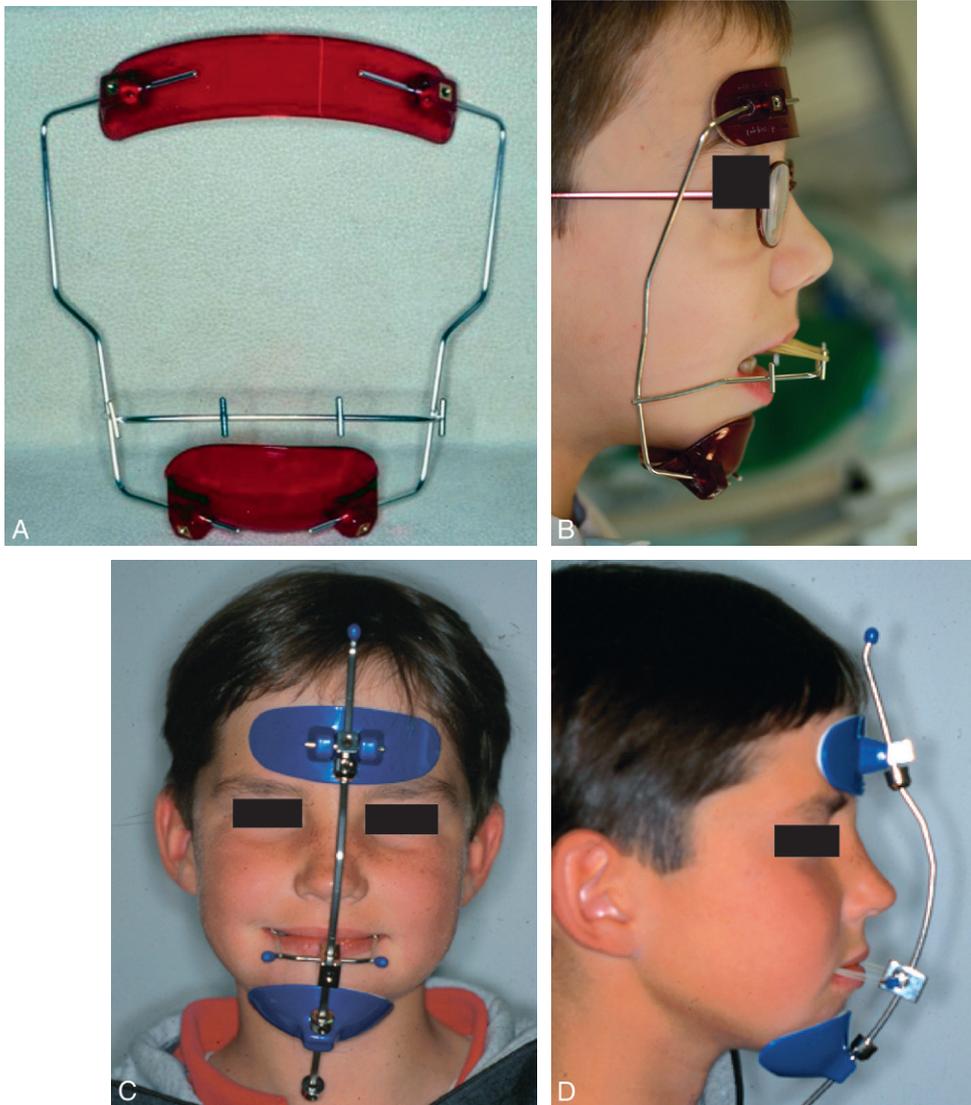


Fig. 4.17

Masque de Delaire.

A et B. À cadre. C et D. À tige médiane.

ingression des molaires supérieures et égression relative des molaires inférieures;

- au niveau de l'arcade alvéolodentaire maxillaire, un glissement mésial (effet tiroir) sur la base maxillaire avec vestibuloversion des incisives;
- au niveau de l'arcade alvéolodentaire inférieure, un glissement distal par rapport à la base osseuse mandibulaire.

En résumé, le masque de Delaire entraîne des effets orthopédiques, par avancée du maxillaire et freinage de la croissance mandibulaire, et des effets orthodontiques, avec avancée en masse de l'arcade maxillaire et recul distal de l'arcade mandibulaire.

Mode d'utilisation

Contrôle vertical

Comme pour toute force extra-orale, le type de bascule du plan palatin et du plan d'occlusion dépend de la direction de traction.

Les tractions élastiques doivent être orientées en bas et en avant.

Au fur et à mesure, l'arc palatin s'abaissant dans sa partie antérieure, une plicature en avant de la molaire doit être réalisée pour réappliquer l'arc.

Selon Raymond, la finalité de cet appareil est de donner au plan occlusal une orientation compatible avec l'exercice de la mastication physiologique. L'avancée du maxillaire par traction sur masque de Delaire est un des moyens permettant d'obtenir la rotation horaire du plan occlusal. Celle-ci provient de l'égression des molaires inférieures et de l'ingression relative des molaires supérieures. Elle est obtenue par des meulages sélectifs réalisés sur la gouttière [15–16].

Contrôle transversal

Une disjonction transversale préalable ou concomitante peut être réalisée. Raymond utilise systématiquement des gouttières munies d'un disjoncteur [15].

Intensité des forces

Il s'agit de forces lourdes intermittentes orthopédiques pouvant aller jusqu'à 1500 g, le plus souvent elles se situent entre 800 et 1000 g (400 à 500 g par côté). Chez l'enfant de 5 ans, la force est plus faible, environ 150 à 200 g de chaque côté.

Dans tous les cas, l'intensité des forces est à moduler en fonction du cas et du sens clinique.

L'appareil doit être porté 12 à 14 heures par jour.

Indications

L'indication principale est la rétrognathie maxillaire et la rétro-alvéolie maxillaire.

Il peut être utilisé dans les cas de fentes labio-alvéolopalatines; il vaut mieux dans ces cas utiliser un ancrage fixe indépendant sur chacun des fragments.

L'utilisation des mini-vis d'ancrage peut être un ancrage intéressant pour une traction antéropostérieure du maxillaire.

Conclusion

Les traitements orthopédiques sont des traitements précoces qui ont pour but la correction d'un décalage squelettique; ils sont souvent accompagnés d'un traitement étiologique fonctionnel et suivis par un traitement orthodontique de finitions occlusales ([cas clinique 1](#)).

Cependant, dans les grands décalages squelettiques, il faut savoir intégrer l'option chirurgicale.

L'avènement des mini-vis d'ancrage risque de modifier le schéma actuel des appareils orthopédiques car elles constituent un ancrage non négligeable pour l'action sur les bases osseuses.

Cas clinique 1

Traitement orthopédique d'une classe II division 1

Cas traité par le Dr Salvadori

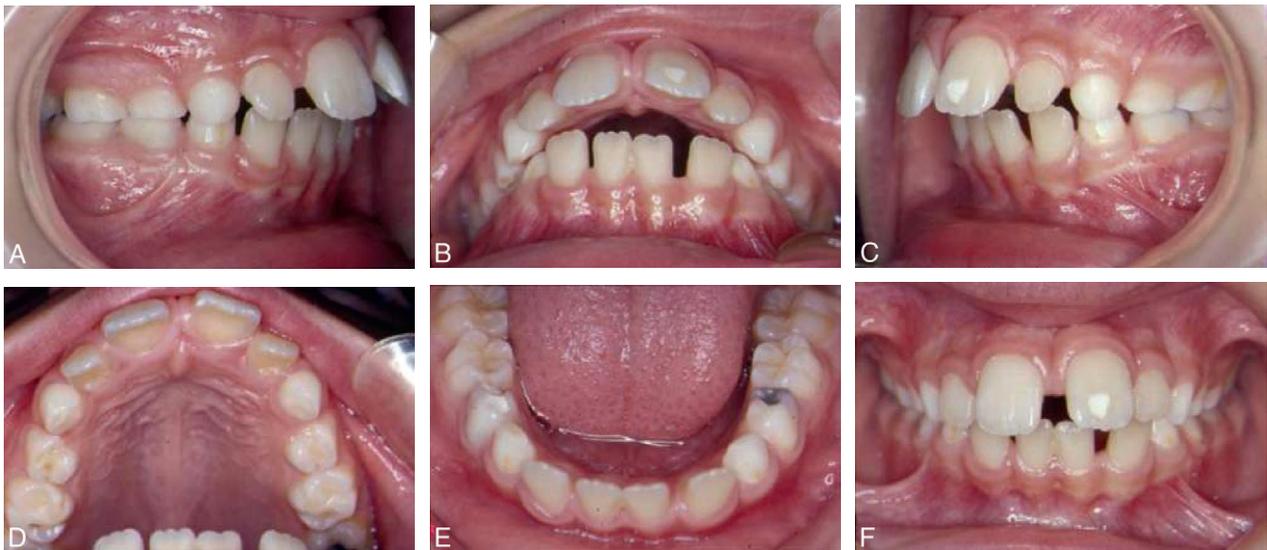


Fig. 4.18

Début du traitement.

A, B, C. Vues endobuccales en occlusion : à droite (A); de face (B); à gauche (C). D, E. Vues occlusales : maxillaire (D); mandibulaire (E). F. Surplomb.



Fig. 4.19

Après interception.

A, B, C. Vues endobuccales en occlusion : à droite (A); de face (B); à gauche (C). D, E. Vues occlusales : maxillaire (D); mandibulaire (E).

Cas clinique 1



Fig. 4.20

Fin de traitement.
A, B, C. Vues endobuccales en occlusion : à droite (A); de face (B); à gauche (C).
D, E. Vues occlusales : maxillaire (D); mandibulaire (E).

Références

- [1] Amoric M. Le propulseur amovible thermoformé à bielles de Herbst. *Rev Orthop Dento Faciale* 1989; **23** : 493–501.
- [2] Bimler HP. Activateurs fonctionnels élastiques. *Orthod Fr* 1953; **24** : 169–72.
- [3] Brochery C. À propos du «Gebissformer» de Bimler. Mémoire pour le certificat d'études cliniques spéciales, mention orthodontie. Marseille : université; 2007.
- [4] Chabre C. Le contrôle du sens vertical dans le traitement des classes II par appareillage associant activateur et une force extra-buccale. *Orthod Fr* 1989; **60** : 617–33.
- [5] Deblock L, Becker A. Potentialités des tractions extra-orales orthopédiques antéro-postérieures : résultats cliniques et céphalométriques. *Rev Orthop Dento Faciale* 1991; **63** : 381.
- [6] Deroze D, Lacout J. *Le concept d'élastopositionnement, pourquoi?* : Comment? 6^e Congrès international de la WFO; Paris, France : septembre 2005.
- [7] Dunglas C, Lautrou A. Orthopédie fonctionnelle. Activateurs de croissance. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)*. Odontologie/Orthopédie dento-faciale, **23-494-A-10**. 2002; 8.
- [8] Kolf J. La dysfonction labio-linguale ou du bon usage de la bielle de Martine Tavernier. *Rev Orthop Dento Faciale* 1991; **25** (4) : 433–41.
- [9] Lautrou A. Le mode d'action des activateurs dans le traitement des malocclusions de classe II : proposition d'une classification des activateurs. *Rev Orthop Dento Faciale* 1994; **28** (1) : 85–113.
- [10] Lautrou A. Effets de la version des incisives dans le traitement de la classe II, division 1, par activateur monobloc rigide associé à une force extra-orale : possibilités de contrôle. *Rev Orthop Dento Faciale* 2003; **37** : 377–93.
- [11] Mascarelli L, Favot P. Traitement interceptif des malocclusions de classe III par activateur. *Chir Dent Fr* 2004; **74** (1159) : 74–83.
- [12] Mascarelli L. Une solution simple pour le traitement des proalvéolies maxillaires totales. *Inf Dent* 2001; **83** : 3457–61.
- [13] Mc Namara JM. Fabrication of the acrylic splint Herbst appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988; **94** : 10–8.
- [14] Nigoghossian C. *Traitement précoce des malocclusions de classe III par activateur de type IV d'Andresen*. Mémoire pour le certificat d'études cliniques spéciales, mention orthodontie. Marseille : université; 2006.
- [15] Raymond JL. Justification occlusale du traitement précoce de la classe III. *Orthod Fr* 2006; **77** : 207–12.
- [16] Raymond JL. Finalité fonctionnelle et occlusale du traitement orthopédique de classe III. *Rev Orthop Dento Faciale* 2003; **37** : 285–303.
- [17] Renaud P. Étude des modifications morphologiques : orthopédiques, orthodontiques et fonctionnelles par élastodontie. *Ortho Biop* 1997; **4** : 5–13.
- [18] Renaud P. Étude des modifications morphologiques : orthopédiques, orthodontiques et fonctionnelles par élastodontie (deuxième partie). *Ortho Biop* 1998; **2** : 5–14.
- [19] Salagnac JM. Traitements des classes III. *Orthod Fr* 2006; **77** : 187–206.
- [20] Salvadori A. Le traitement précoce des classes II squelettiques. *J Edge* 1991; **24** : 49–84.
- [21] Salvadori A, Cannoni P. Utilisation et construction de l'activateur d'Andresen. *Rev Orthop Dento Faciale* 1991; **25** : 489–96.
- [22] Vesse M. Traitements précoces des classes III : justifications théoriques et cliniques. *Rev Orthop Dento Faciale* 2003; **37** : 305–28.



Orthodontie

E. Bardinet, C. Bazert, K. El Amrani, L. Hitmi, M.-J. Boileau,
J.-P. Ortial, C. Lemasson, P. Planché, A. Pujol, M. Le Gall,
P.-J. Soulié, C. Dunglas, C. Philip-Alliez, A. Salvadori, A. Thillard

PLAN DU CHAPITRE

Principes : biomécanique et réactions tissulaires	116
Appareils multi-attaches	123
Techniques orthodontiques	169

Principes : biomécanique et réactions tissulaires

Réactions tissulaires au cours du déplacement orthodontique¹

On sait depuis longtemps que les dents peuvent être déplacées, mais tous les mécanismes biologiques permettant ces déplacements sont encore loin d'être connus.

À la fin du XIX^e siècle, Farrar écrivait : « *Les dents peuvent se déplacer selon deux types de changements tissulaires, soit par absorption de l'alvéole d'un côté et croissance d'un nouveau support de l'autre, soit par déformation de l'alvéole.* » À partir de cette dernière hypothèse, Farrar élabore une technique avec des appareillages susceptibles de déplacer les dents par déformation du procès alvéolaire. Un peu plus tard, Angle développe, à partir des travaux d'Oppenheim, une nouvelle technique bannissant « les forces qui font ployer l'os », basée sur le déplacement dentaire par apposition-résorption osseuse. Contrairement aux autres auteurs, l'école d'Angle déclare employer des forces légères.

Cette notion de force légère va, elle aussi, évoluer en fonction des techniques, des connaissances histologiques et de l'observation des effets iatrogènes des traitements orthodontiques (résorption radiculaire, perte d'attache et d'os marginal).

Ces effets et l'observation de déplacements physiologiques au cours du vieillissement ou lors de pertes dentaires prématurées, ont amené les orthodontistes à rechercher des systèmes mécaniques permettant de réaliser des déplacements dentaires les plus proches possibles des déplacements physiologiques.

Tout l'art de l'orthodontiste est de mettre en place un système mécanique remplissant deux nécessités contradictoires :

- permettre des déplacements plus ou moins importants de certaines dents au sein de l'arcade ;
- prendre appui sur une autre zone de l'arcade dentaire dont les déplacements doivent être nuls, limités ou tout au moins contrôlés.

C'est le plan de traitement initial qui va établir les déplacements souhaités, ou non, des différentes dents de l'arcade.

Remaniement physiologique

Ce sont les phénomènes de remodelage des éléments du parodonte qui vont, suite à l'application d'une force, s'adapter et permettre le déplacement dentaire.

Comme de nombreux autres tissus, les tissus péri-dentaires ont, à l'état sain, un rythme de renouvellement à la fois cellulaire et extracellulaire. Ce *turn-over* concerne les cellules, les fibres et la substance fondamentale du desmodonte, de l'os alvéolaire et, dans une moindre mesure, du cément.

Ce sont tous ces remaniements qu'il convient de comprendre, car c'est en fait la perturbation de ces phénomènes qui permet le déplacement orthodontique des dents.

Remaniement du desmodonte

Le ligament alvéolodentaire a une double responsabilité au niveau du remodelage :

- il possède sa propre capacité de remodelage ;
- il a un rôle régulateur du remodelage osseux.

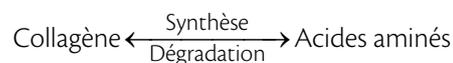
Remodelage ligamentaire

Les fibres de collagène sont détruites et remplacées de façon continue.

Le collagène est produit par les fibroblastes et sa synthèse est directement liée au nombre et à l'activité de ces cellules.

L'activité de dégradation du collagène serait en relation avec des propriétés de catabolisme des fibroblastes eux-mêmes.

En effet, selon Ten Cate *et al.* [6], les fibroblastes ont des propriétés communes avec les macrophages, notamment de phagocytose.



Selon cet auteur, l'ensemble de ces opérations, produites par le fibroblaste, se déroule en présence de vitamine C.

Il a également montré que ces opérations pouvaient être réalisées simultanément par le fibroblaste.

Contrôle de l'activité osseuse

Lorsque le ligament alvéolodentaire est atteint, la dent s'ankylose.

Cela correspond, au niveau de la zone lésée, à l'envahissement du ligament, puis de la racine, par les processus de remodelage osseux.

Donc, pour assurer la protection de la racine le ligament met en place un contrôle des phénomènes de remodelage osseux.

D'après Andreasen [1], ce sont les fibroblastes, les cémentoblastes et les cellules périvasculaires qui permettent cette protection radiculaire.

¹ Contribution de E. Bardinet.

Melcher [5], quant à lui, a montré, sans pouvoir en expliquer le mécanisme, que le ligament contrôle l'ostéogenèse, en empêchant les cellules progénitrices des ostéoblastes d'envahir la zone ligamentaire.

Il a précisé que ni les fibres de collagène, ni la substance fondamentale du ligament n'ont cette propriété.

Ce sont les éléments cellulaires fibroblastiques qui empêchent la fusion de l'os et de la dent (c'est-à-dire l'ankylose).

Les fibroblastes inhibent la différenciation des ostéoblastes par la libération de différents facteurs solubles tels que les prostaglandines.

Remodelage de l'os alvéolaire

L'os alvéolaire est un tissu conjonctif dont la substance intercellulaire, fabriquée par ses cellules, se minéralise.

Il est constitué de cellules osseuses et d'une matrice fibreuse (90 % collagène, 10 % glycoprotéines) qui est secondairement minéralisée.

Pour assurer ses fonctions d'homéostasie, d'hématopoïèse, de support et de protection, l'os alvéolaire, comme l'ensemble des os de l'organisme, est soumis à un remodelage assuré par les ostéoblastes (d'origine mésenchymateuse) et les ostéoclastes (d'origine hématopoïétique).

Ces remaniements ont lieu dans des foyers bien localisés appelés *basic multicellular unit* (BMU), et selon la séquence activation-résorption-inversion-formation (ARIF) :

- **activation** :
 - recrutement des préostéoclastes,
 - reconnaissance de la zone osseuse à résorber,
 - attachement des préostéoclastes à la surface,
 - fusion des préostéoclastes en ostéoclastes multinuclés;
- **résorption** : les ostéoclastes détruisent le tissu osseux;
- **inversion** :
 - mise en jeu des cellules mononuclées type macrophages, qui établissent la limite os nouveau/os ancien (ligne cémentante),
 - recrutement de préostéoblastes qui se différencient en ostéoblastes;
- **formation** :
 - apposition de tissu ostéoïde le long de la ligne cémentante,
 - minéralisation.

Cette séquence ARIF est suivie par une phase dite de quiescence durant laquelle l'os nouveau est tapissé par des cellules bordantes.

La différence de constitution entre l'os cortical et l'os trabéculaire (moins de cellules, plus de substance minéralisée dans l'os cortical) entraîne des différences de comportement.

Le remodelage est soumis à une régulation par des facteurs généraux (hormones calciotropes) et des facteurs locaux (facteurs de croissance, cytokines, interleukines...).

L'activation du cycle cellulaire est déclenchée sous l'effet d'un message général, régional ou local, entraînant les phénomènes de résorption au niveau d'une surface osseuse déterminée.

Remaniement thérapeutique

L'application continue d'une force sur une dent va entraîner des réactions biologiques afin de diminuer les contraintes subies.

Il y a mise en jeu et orientation des phénomènes de remodelage avec, pour conséquence, le déplacement dentaire.

Effets immédiats

On observe après l'application d'une force sur une dent, des effets immédiats :

- un déplacement léger et instantané de la dent lié à l'élasticité du desmodonte;
- puis un déplacement un peu plus lent correspondant à la fuite des liquides à travers la lame criblée;
- puis une déformation de l'os alvéolaire.

Effets à plus long terme

Un certain temps de latence va être nécessaire pour que le déplacement se poursuive. Il correspond à la mise en jeu des phénomènes histologiques de remodelage. Cependant, ce temps de latence est très variable (de un à une dizaine de jours). Cette différence s'explique par le niveau de pression qu'entraîne le système mécanique :

- une pression faible limite la circulation sanguine qui reste cependant possible et les phénomènes de résorption vont pouvoir se mettre en place rapidement : on parle de **résorption directe**;
- une pression forte dans certaines zones empêche toute vascularisation, avec pour conséquences une nécrose et une dégénérescence localisées des cellules. Cette zone avait été décrite par Reitan et appelée zone hyaline du fait de son aspect au microscope optique. Dans ces zones, le remodelage ne peut s'organiser, empêchant le déplacement. Celui-ci va être possible grâce à la mise en jeu des phénomènes de remodelage à partir des espaces médullaires ou de la zone périostée voisins. On parle de **résorption indirecte**. Une fois la zone hyaline résorbée, la dent peut se déplacer.

La dent se déplace, mais reste maintenue à l'os. Du côté en pression, il existe des zones en résorption et d'autres en apposition, mais avec, en valeur absolue, plus de résorption. C'est l'inverse du côté tension (figures 5.1 et 5.2).

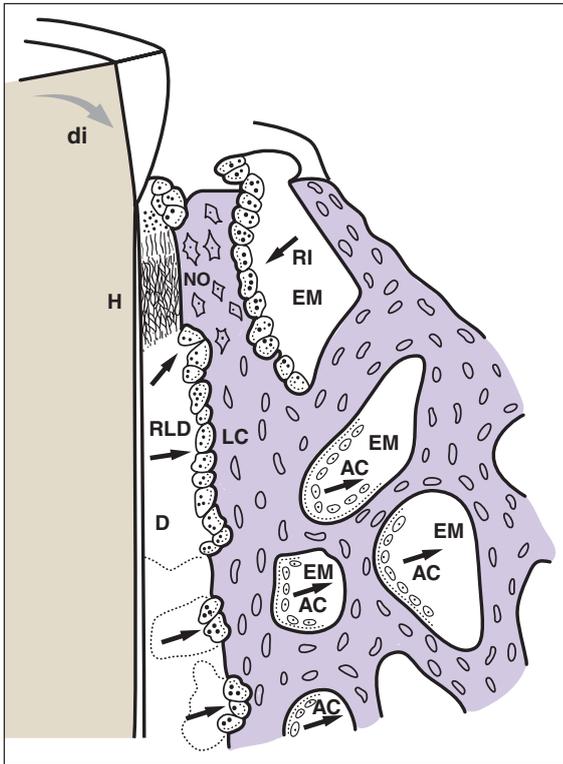


Fig. 5.1

Modification du remaniement osseux lors de l'application d'une force [2].

Le déplacement initial (di, flèche) entraîne l'apparition d'une zone hyaline (H) dans le desmodonte (D). À la périphérie a lieu une résorption latérale directe (RLD) de la lame cribreuse (LC); dans les espaces médullaires (EM) apparaît une résorption ostéoclastique indirecte (RI) au niveau de la zone hyaline, induite par une nécrose ostéocytaire (NO). À distance, les espaces médullaires réagissent à la résorption directe par une apposition de compensation (AC).

Mise en jeu de ces phénomènes

L'application de la force entraîne plusieurs phénomènes pouvant participer à la mise en jeu du remodelage :

- **la déformation de la matrice** qui génère des phénomènes piézo-électriques et des courants ioniques pouvant être à l'origine de modifications fonctionnelles de certaines cellules, mais cela n'a pas été entièrement démontré;
- **la mécano-sensibilité des cellules** elles-mêmes par le biais de leur cytosquelette;
- **la déformation des éléments vasculonerveux du desmodonte** et la réponse inflammatoire qui en résulte.

Force idéale

De nombreux auteurs ont essayé de définir une force idéale ou optimale pour le déplacement dentaire. Cette force doit permettre un déplacement le plus rapide possible. Ainsi, Storey et Smith ont observé un déplacement plus rapide lors d'un recul canin avec des forces de l'ordre de 150–200 g.

La force idéale ne doit pas être iatrogène. Cependant, l'observation de cas cliniques montre certains effets iatrogènes :

- des résorptions radiculaires;
- des récessions parodontales localisées;
- des pertes osseuses.

Plusieurs éléments peuvent expliquer ces phénomènes :

- **le niveau des forces** appliquées pendant le traitement, ou plus exactement le niveau de pression que le système mécanique induit. En effet, une même force responsable

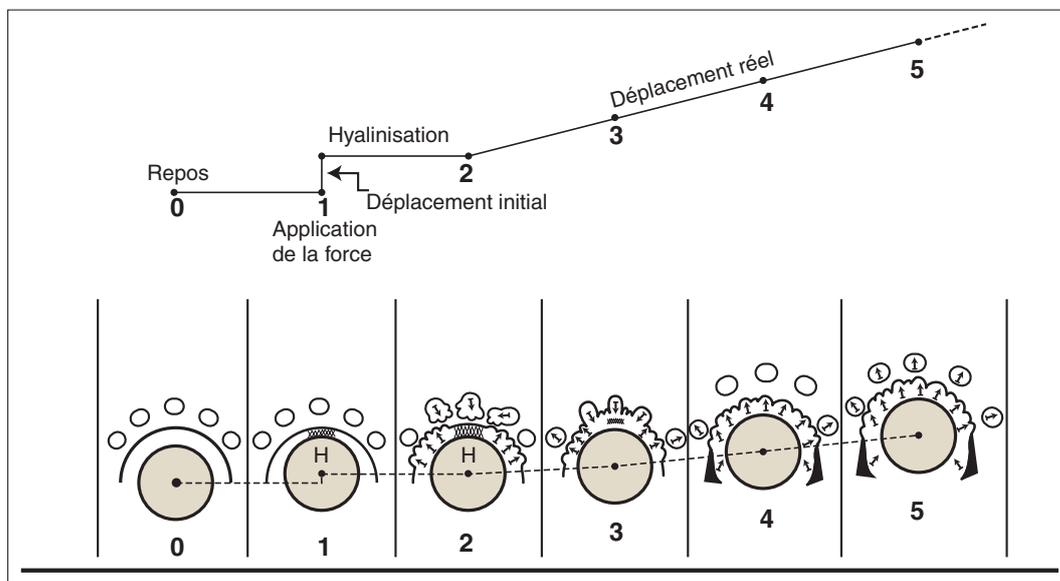


Fig. 5.2

Correspondance entre la courbe de déplacement et les différents stades morphologiques de la réaction osseuse [2].

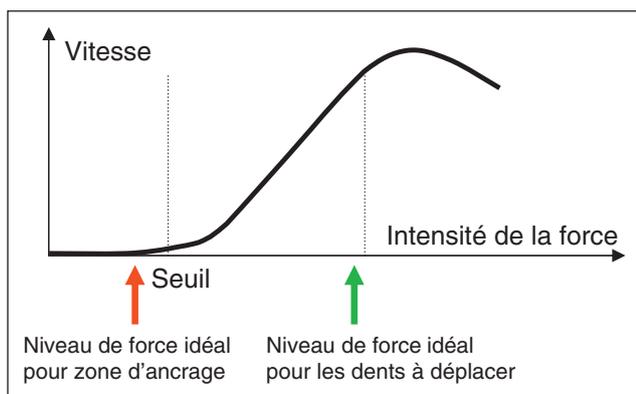


Fig. 5.3

Diagramme force/vitesse et niveaux de forces idéaux [3].

d'une version ou d'une égression entraîne des niveaux de pression très différents, puisque rapportée à une surface radiculaire différente. Le phénomène de hyalinisation est souvent incriminé, et pour le limiter, certains préconisent un niveau de pression inférieur à la pression sanguine pendant le traitement (moins de 20 g/cm^2);

- **le contact sur les corticales**, zones plus minéralisées avec moins de cellules, qui peut entraîner des excès localisés de pression;
- **des mouvements intempestifs** des dents en dehors des limites osseuses;
- **la présence d'inflammation parodontale** pendant le traitement à laquelle s'ajoutent les phénomènes inflammatoires du déplacement.

Au vu de ces éléments, idéalement, la force optimale est celle qui permet le déplacement le plus rapide sans phénomènes de hyalinisation tout en contrôlant l'inflammation. Cela est vrai pour la dent à déplacer, mais, pour les dents d'ancrage, le niveau de force doit être suffisamment faible pour se situer sous le seuil d'enclenchement des réactions histologiques afin de limiter le déplacement de ces dents (figure 5.3).

Principes mécaniques généraux²

Les mouvements dentaires provoqués sont très lents et ne nécessitent pas l'application des lois de la dynamique. Une simple analyse de mécanique statique, étude de l'équilibre des forces et moments en présence, est suffisante pour évaluer les actions et réactions engendrées par les dispositifs orthodontiques.

Les principes de mécanique s'appliquent à tout appareil orthodontique, fixe ou amovible, à action orthodontique ou orthopédique. La bonne connaissance de ces principes permet de choisir le système de forces, le dispositif le plus adapté aux mouvements que l'on souhaite provoquer et d'en maîtriser l'action et les effets parasites éventuels.

Notion de force et de couple de forces

Une force se définit comme une action mécanique capable de déformer un corps ou de modifier la quantité de mouvement de ce corps, c'est-à-dire de le déplacer.

Une force est représentée par un vecteur, déterminé par :

- sa ligne d'action (direction);
- son sens;
- son intensité;
- son point d'application.

Rythme d'application de la force

C'est un élément d'étude complémentaire en biomécanique orthodontique mais qui n'intervient pas dans l'étude mécanique. Néanmoins on peut distinguer :

- des **forces continues** : l'énergie libérée par le dispositif orthodontique décroît très progressivement (vitesse faible de décharge de la force; ex. : lors d'une phase de nivellement par un fil superélastique, alliage dont le rapport charge-flexion est faible);
- des **forces discontinues** : l'énergie libérée par le système mécanique diminue très rapidement dès que la dent commence à se déplacer (ex. : action d'une plicature sur un fil acier, alliage dont le rapport charge-flexion est élevé);
- des **forces intermittentes** : des périodes sans dispositif actif alternent avec des périodes où un dispositif actif est en place (ex. : port d'une force extra-orale 12 h/24 h).

Intensité des forces

Selon l'intensité, on distingue des **forces orthodontiques** (80 à 160 g) applicables à la région alvéolodentaire et des **forces orthopédiques** (à partir de 400 g) à action plus squelettique et réservées au sujet en croissance.

La force optimale que l'on peut développer lors d'un déplacement dentaire provoqué est celle qui a le meilleur rendement en vitesse de déplacement dentaire, qui permet donc d'obtenir le rapport vitesse/force maximal. Cliniquement, l'intensité de la force est optimale quand, appliquée sur la dent à mobiliser et sur les dents d'ancrage,

² Contribution de C. Bazert.

elle permet de respecter leurs déplacements prévus dans le plan de traitement. La difficulté est d'obtenir et surtout de maintenir constante cette force optimale au cours du déplacement que l'on veut réaliser.

Le choix du principe du mécanisme et celui du fil participant à l'action sont primordiaux et étroitement liés.

Notion de couple de forces

Dans certaines situations (torque, version, dérotation...) (figure 5.4), deux forces sont réunies pour réaliser un mouvement. Elles constituent un couple de forces, lorsqu'elles sont de :

- même direction ;
- ligne d'action non confondue ;
- sens opposé ;
- intensité égale.

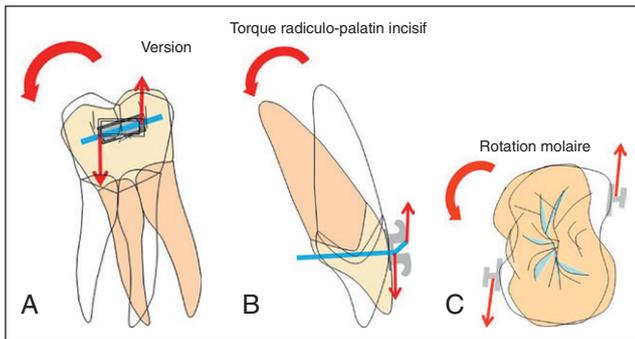


Fig. 5.4

Exemple d'utilisation de couples de forces lors de certains déplacements orthodontiques.
A. Version. B. Torque radiculopalatin incisif. C. Rotation molaire.

Centre de résistance

Le centre de gravité d'une dent est le point d'application de son poids. La notion de centre de résistance (Cr) apparaît au moment où la dent est placée dans le milieu osseux. Cr est alors le point par lequel doit passer la ligne d'action d'une force appliquée à une dent pour obtenir un mouvement de translation pure de cette dent.

La localisation du centre de résistance, indépendante du système de forces, dépend alors :

- **du solide** (forme et propriétés), pour la dent : longueur, nombre et forme des racines ;
- **du milieu** (propriétés) dans lequel il se trouve, pour le parodonte : hauteur et densité de l'os alvéolaire essentiellement (figure 5.5).

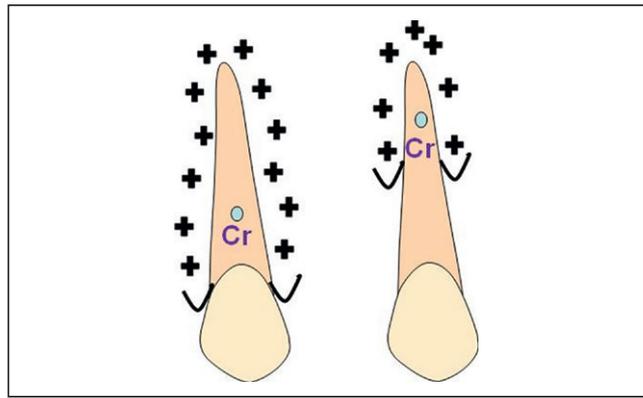


Fig. 5.5

Situation du centre de résistance d'une dent en fonction de la hauteur de l'os alvéolaire.

Le Cr se situe approximativement au niveau du premier tiers radiculaire (en partant de la crête alvéolaire) pour une dent monoradiculée, au niveau de la furcation pour une dent pluriradiculée.

Centre de rotation

C'est le point autour duquel tourne un solide si on lui applique une force qui ne passe pas par son centre de résistance. Il est dépendant du système de forces et, à la différence du centre de résistance, n'est pas obligatoirement situé sur la dent. Il s'agit en réalité d'un centre instantané de rotation car il varie avec le déplacement de la dent et la désactivation du dispositif orthodontique.

Moment d'une force, d'un couple

Lorsque la ligne d'action ne passe pas par le centre de résistance, le corps effectue une translation associée à une rotation.

Le moment de la force $M(f)$ caractérise cette rotation et correspond au produit de l'intensité de la force (F) par la distance orthogonale de sa ligne d'action au centre de résistance (d) :

$$M(f) = F \times d(\text{g.mm})$$

Le moment d'un couple $M(c)$, dont les forces sont d'intensité égale, correspond au produit de l'intensité d'une des deux forces (F_c) par la distance orthogonale entre les deux lignes d'action (d_c) :

$$M(c) = F_c \times d_c(\text{g.mm})$$

Le **rapport moment/force** est l'élément essentiel de la gestion mécanique du dispositif orthodontique. Il détermine le mouvement que l'on va réaliser et la position du centre de rotation :

- **mouvement en version incontrôlée** : Co se situe au niveau du centre de résistance (figure 5.6);
- **mouvement en version contrôlée** : Co se situe au niveau de l'apex de la dent (figure 5.7);
- **mouvement en gression (translation)** : Co se situe à l'infini (apical) (figures 5.8 et 5.9);
- **mouvement radulaire, de torque** : Co se situe au niveau du bord libre (figure 5.10).

Les dispositifs orthodontiques permettent aussi la réalisation de trois déplacements complémentaires :

- **mouvement de rotation** selon le grand axe de la dent : action d'un couple de force;
- **mouvement d'ingression**;
- **mouvement d'égression**.

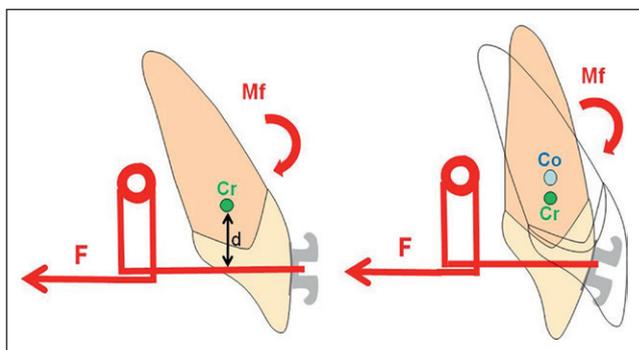


Fig. 5.6

Rétraction incisive sur fil rond, le centre de rotation (Co) est proche du centre de résistance.

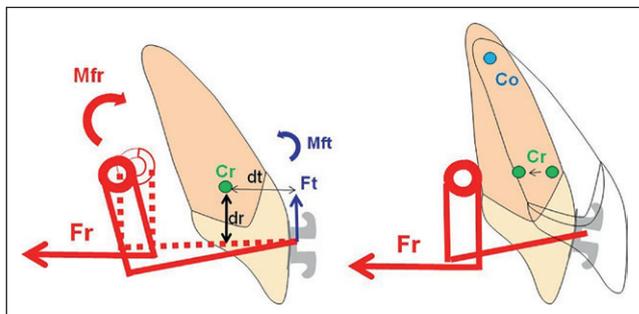


Fig. 5.7

Rétraction incisive sur fil rond ou sous-dimensionné avec courbure de tip forward (courbure antérieure à direction apicale). Cette dernière assure un moment (Mft) de distorsion apicale qui atténue le moment (Mfr) généré par la force de recul (Fr).

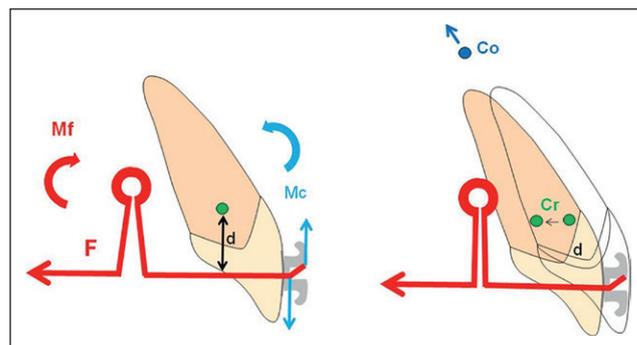


Fig. 5.8

Rétraction incisive.

Le torque radiculopalatin incisif assure le couple de forces générant un moment (Mc) opposé à celui (Mfr) produit par la force de recul (Fr).

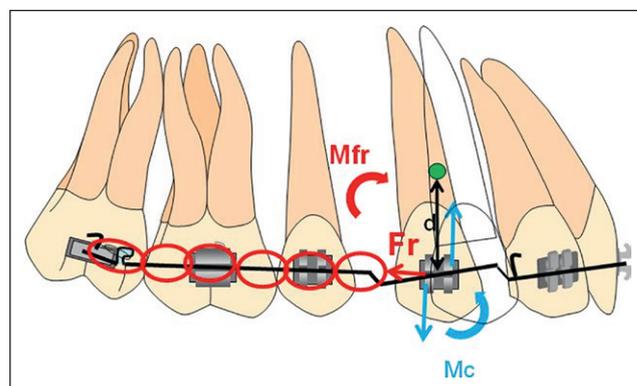


Fig. 5.9

Recul canin.

La courbure de tip forward assure le couple de forces générant un moment (Mc) opposé à celui (Mfr) produit par la force de recul (Fr, chaînette élastomérique).

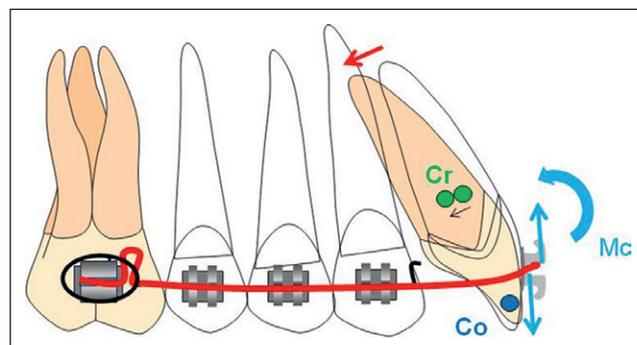


Fig. 5.10

Torque radiculopalatin incisif sur arc continu.

L'oméga ligaturé en postérieur permet de limiter la vestibuloversion coronaire des incisives et permet l'expression du mouvement de racine. Toutefois, un renfort d'ancrage peut être nécessaire pour éviter une mésioversion molaire qui peut apparaître en tant qu'effet parasite.

Situations d'équilibre

Les déplacements orthodontiques sont très lents. Ainsi à un instant t , le système dento-alvéolaire est en équilibre. La somme des forces et des moments est alors nulle. Dans ce contexte, il est possible de mieux appréhender les effets recherchés ou parasites des dispositifs orthodontiques. Trois principales situations d'équilibre sont classiquement commentées.

Situation en V symétrique (encadré 5.1)

La courbure du fil est centrée entre les attaches nivelées. L'effort d'insertion du fil est équivalent au niveau des deux attaches. Les couples de forces créés provoquent l'apparition de deux moments d'intensité équivalente et de sens opposé. Les sommes des forces et des moments sont nulles, le système est équilibré.

ENCADRÉ 5.1 Situation en V symétrique : exemple clinique

Dérotation molaire par Gosh-Garian ou courbure esthétique entre 11 et 21 en Edgewise standard (figure 5.11). Les moments des couples de forces sont égaux et opposés.

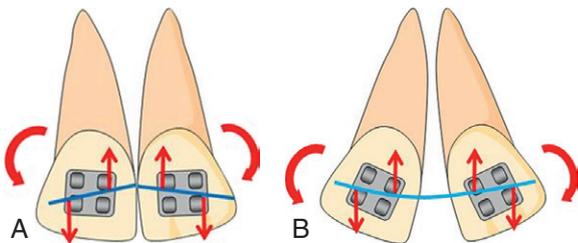


Fig. 5.11

Situations en V symétrique.
A. Courbure esthétique entre 11 et 21 en Edgewise standard.
B. Situation équivalente lors de l'insertion du fil droit (ex. : nivellement).

Situation en V asymétrique (encadré 5.2)

La courbure du fil est décentrée entre les attaches nivelées (figure 5.12). L'effort d'insertion du fil est plus important du côté décentré, le couple de forces apparaissant à l'entrée et à la sortie de cette attache sera plus important, générant un moment (et donc une rotation) plus fort et de sens inverse à celui apparaissant au niveau de l'attache opposée. La somme des forces mises en jeu est nulle, celle des moments ne l'est pas.

Le système doit donc être complété par un moment global, équilibrant, qui provoquera une force égressive du côté décentré et ingressive du côté opposé.

ENCADRÉ 5.2 Situation en V asymétrique : exemple clinique

Courbure d'inclinaison antérieure (*tip forward*) d'une canine avant sa rétraction (figure 5.12). L'asymétrie des couples de forces mis en place est compensée par un couple d'arcade provoquant une égression canine et une ingression prémolaire associées dans une bascule antihorizontale du plan d'occlusion.

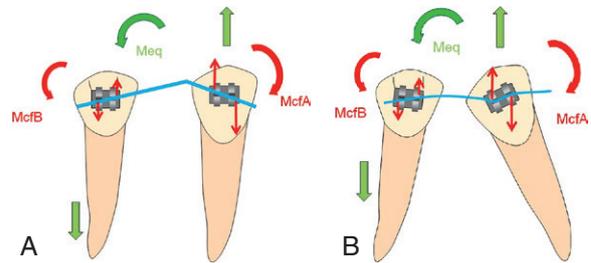


Fig. 5.12

Situations en V asymétrique : courbure d'inclinaison mésiale d'une canine mandibulaire.
A. Courbure de version mésiale sur une canine mandibulaire.
B. Situation équivalente lors de l'insertion d'un fil droit en technique pré-informée lors du nivellement de dents inclinées asymétriquement.
McfA (moment couple de forces A); Mcf B (moment couple de forces B); Meq (moment d'équilibre); $McfA = -(McfB + Meq)$.

Situation en V très asymétrique et situation en escalier (encadré 5.3)

Ces deux situations produisent des actions et réactions similaires.

- **V très asymétrique** (figure 5.13) : lors de l'insertion d'une courbure décentrée très accentuée, le fil subit une déformation particulière engendrant un moment important du côté décentré et moins important du côté opposé mais de même sens. Un moment global d'équilibre est donc nécessaire comportant une force égressive côté décentré et ingressive côté opposé.
- **Situation en escalier ou en gradin** (figure 5.14) : deux courbures en épi appliquées au fil provoquent l'apparition de moments d'intensité égale ou non, mais de même sens. Un moment global d'équilibre est donc nécessaire comportant une force égressive d'un côté et ingressive du côté opposé.

ENCADRÉ 5.3 Situation en V très asymétrique et en escalier : exemple clinique

Courbures de tip back (inclinaison postérieure type préparation d'ancrage) dans la région prémolaire en Edgewise standard. Une situation équivalente est rencontrée lors de l'insertion d'un arc de base d'ingression incisive : tip back molaire très accentué et torque radiculo-vestibulaire incisif. Le moment d'équilibre favorise l'ingression incisive, l'égression molaire, une bascule horaire du plan d'occlusion, phénomènes d'autant plus marqués que les forces occlusales sont faibles (cf. figure 5.14c).

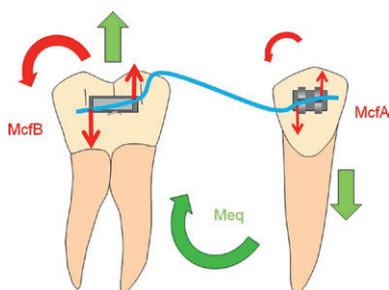


Fig. 5.13

Situation en V très asymétrique.
 $Meq = -(McfA + McfB)$ et $McfB > McfA$.

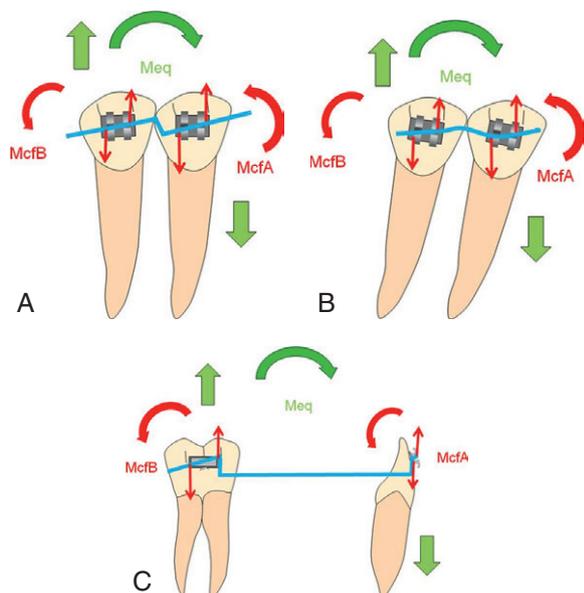


Fig. 5.14

Situations en escalier.
 A. Courbures de version distale sur les prémolaires.
 B. Situation équivalente lors de l'insertion d'un fil droit durant le nivellement.
 C. Situation équivalente lors de l'insertion d'un arc de base d'ingression incisive.

La bonne connaissance et la maîtrise de ces principes simples de biomécanique sont indispensables à la gestion du déplacement dentaire. Trois idées fortes ressortent :

- le **contrôle de la direction de mouvement** : dépendant du rapport moment/force;
- le **contrôle de l'intensité de la force développée** et de sa vitesse de décharge dépendant du rapport charge/flexion;
- le **contrôle de l'ancrage**.

Appareils multi-attaches

Principes³

Même si certains déplacements dentaires peuvent être effectués avec des appareils amovibles et malgré les progrès des gouttières d'alignement, seuls les appareils multi-attaches permettent d'assurer un contrôle rigoureux des déplacements dentaires dans les trois dimensions de l'espace. Ce chapitre sur l'orthodontie se limite donc aux principes des techniques multi-attaches.

Dans ce type d'appareils, l'attache et le fil forment un couple indissociable qui assure le déplacement de la dent et son contrôle. Selon les phases et les techniques, l'arc peut, par son élasticité, assurer le déplacement d'une dent ou d'un groupe de dents (alignement, rétraction par arc ou sectionnel à boucle) ou guider le déplacement des dents mobilisées par un accessoire à la manière d'un rail (recul canin ou incisif en glissement).

La force exercée par l'arc sur la dent et le moment éventuel induit dépendent des caractéristiques mécaniques de l'arc et de sa déformation lors de l'insertion dans l'attache. En effet, par son élasticité, l'arc tend à retourner à sa forme initiale en délivrant sur la dent une force responsable de son déplacement.

Informations

La position finale recherchée pour la dent est contrôlée par les informations contenues dans l'arc (techniques non informées) ou dans l'attache (techniques pré-informées). Dans les deux cas, la lecture de l'information est assurée par la déformation de l'arc pour rentrer dans la gorge de l'attache.

Ces informations concernent les trois dimensions de l'espace (encadré 5.4).

3 Contribution de M.-J. Boileau.

ENCADRÉ 5.4 Informations

- Les **informations de premier ordre** contrôlent la position des dents dans le plan de l'arcade et visent, pour la plupart, à aligner les points d'occlusion sur une courbe harmonieuse en compensant les différences d'épaisseur des faces vestibulaires des dents (figure 5.15). Une courbure anti-rotation est ajoutée au niveau des molaires terminales pour lutter contre leur

rotation mésoiolinguale parasite lors de différentes phases de traitement.

- Les **informations de deuxième ordre ou angulations** gèrent l'inclinaison mésiodistale des dents (figure 5.16)

- Les **informations de troisième ordre ou torques** déterminent l'inclinaison vestibulolinguale des dents (figure 5.17).

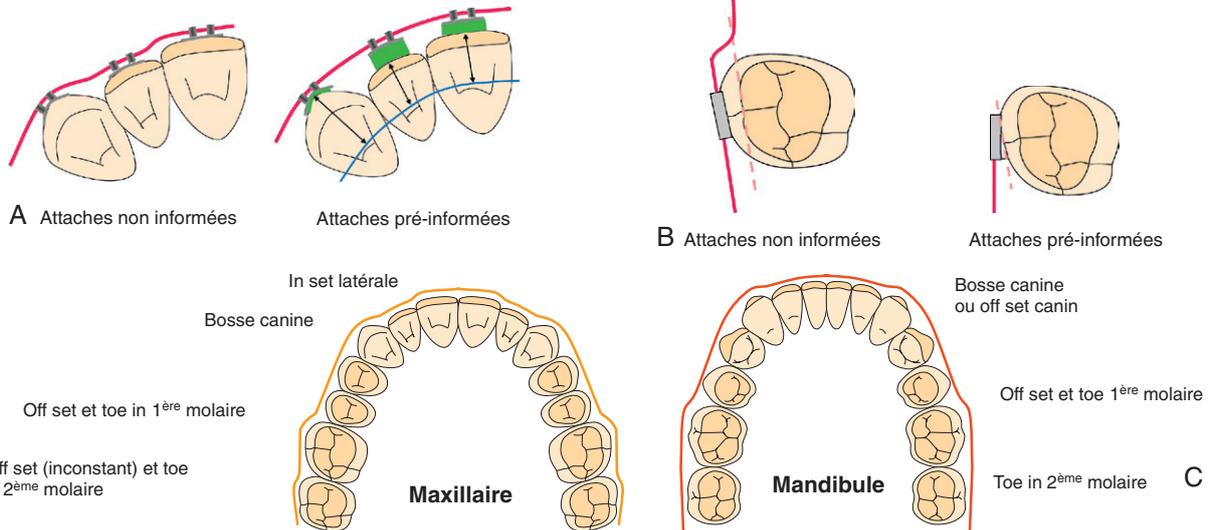


Fig. 5.15

Informations de 1^{er} ordre en techniques non informées et en techniques pré-informées.

A. Compensation des différences d'épaisseur de la partie vestibulaire des dents. B. Information anti-rotation sur la molaire. C. Courbures de 1^{er} ordre sur l'arc en techniques non informées.

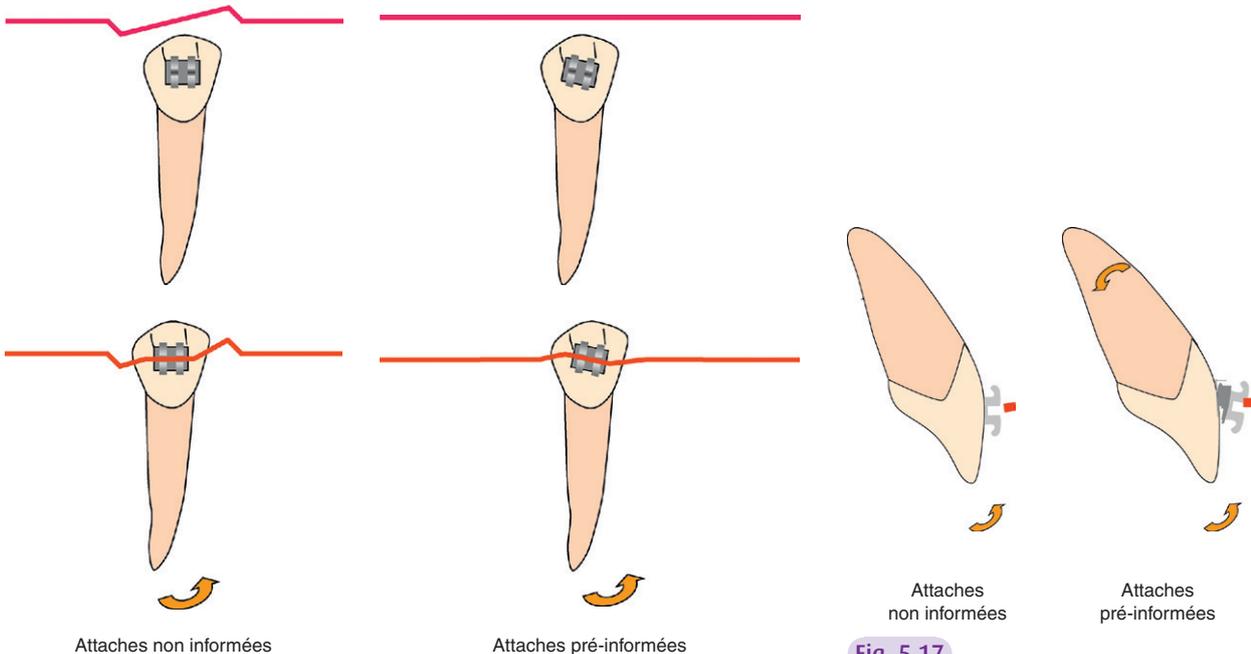


Fig. 5.16

Informations de 2^e ordre (angulation) en techniques non informées et en techniques pré-informées.

Fig. 5.17

Informations de 3^e ordre (inclinaison) en techniques non informées et en techniques pré-informées.

La **lecture de l'information** dépend aussi du remplissage de la gorge par l'arc. L'information ne peut être lue en totalité par le couple « arc-attache » que s'ils sont de même dimension. L'utilisation d'arcs sous-dimensionnés induit un jeu entre l'arc et la gorge de l'attache d'où résulte une perte des informations de deuxième ordre et surtout de troisième ordre (figure 5.18).

De plus, en raison de la convexité des faces vestibulaires des dents, les informations de troisième ordre contenues dans l'attache dépendent de la position de l'attache sur la dent et de la régularité de l'épaisseur de colle sous l'attache (figure 5.19).

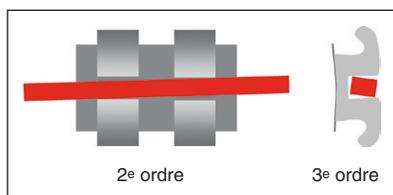


Fig. 5.18

Jeu dans les attaches avec un arc sous-dimensionné.

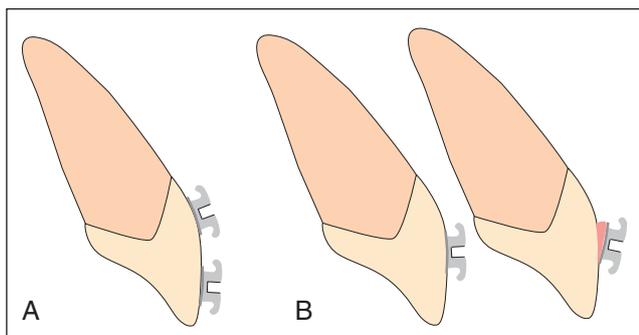


Fig. 5.19

Incidence du collage sur l'orientation de la gorge de l'attache.
A. Incidence de la hauteur. B. Incidence de l'épaisseur de colle.

L'intensité de la force délivrée dépend des caractéristiques du fil utilisé : section, longueur et module d'élasticité.

De plus, le déplacement dentaire obtenu, surtout dans les phases de glissement, est aussi fonction des phénomènes de friction entre l'arc et la gorge de l'attache. Plus cette friction est importante, plus la force utilisée pour un même déplacement devra être importante.

La **friction** dépend principalement :

- de la composition de l'arc;
- du type d'attache utilisé (matériau, largeur, profondeur de la gorge même si les résultats des différentes études portant sur ces deux derniers paramètres sont contradictoires [7]);
- du système de ligature de l'arc : ligatures élastomériques, ligatures acier, attaches auto-ligaturantes;
- de la salive et de la plaque dentaire.

Choix des différentes attaches

Chaque type d'attaches présente des avantages et des inconvénients qui, selon les diverses techniques, sont plus ou moins compensés par d'autres éléments de l'appareil. Sans entrer dans le détail de chaque technique, on peut retenir les principaux éléments suivants.

Attaches étroites ou attaches larges

Selon les techniques, les attaches peuvent présenter deux ou quatre plots (attaches simples ou doubles). L'augmentation de la largeur de l'attache et de sa gorge diminue la distance de travail interattache de l'arc réduisant par là même l'élasticité de ce segment. À l'opposé, elle améliore le contrôle de la dent en particulier dans le sens mésiodistal limitant les versions qui peuvent freiner le glissement de l'attache sur l'arc et facilite la correction des rotations.

Plus volumineuses, ces attaches sont plus apparentes.

Gorge .018x.025 ou gorge .022x.028

Même s'il existe d'autres dimensions de gorge, ce sont les dimensions les plus courantes.

La sélection de gorges .022x.028 permet :

- un plus grand choix de sections de fil;
 - l'utilisation d'arcs plus rigides limitant leur flexion.
- Mais elle rend le remplissage de la gorge plus difficile avec, par conséquent, présence d'un jeu important entre l'attache et l'arc, le plus souvent sous-dimensionné.

Les niveaux des forces délivrées peuvent être plus importants.

L'utilisation de gorges de dimensions différentes au niveau du secteur antérieur et des secteurs latéraux vise à optimiser le contrôle du secteur antérieur, particulièrement de l'inclinaison vestibulopalatine des incisives, tout en facilitant le glissement de l'arc au niveau des secteurs latéraux.

Attaches non informées ou attaches pré-informées (figure 5.20)

Lors de l'utilisation d'attaches non informées (technique de Tweed-Merrifield ou Edgewise standard), la réalisation des informations sur l'arc :

- impose l'emploi d'arcs façonnables (acier – TMA) et donc, en début de traitement, l'emploi d'arcs de faible section avec éventuellement des boucles pour augmenter leur élasticité, ces alliages ayant des modules d'élasticité élevés;
- limite les possibilités de glissement.

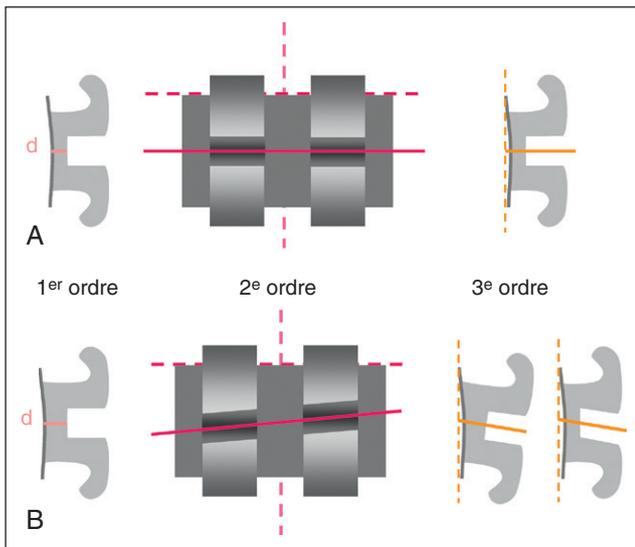


Fig. 5.20

Comparaison des attaches en techniques non informées (A) et en techniques informées (B).

De plus, ces courbures sont difficiles à réaliser de manière strictement identique d'un arc à l'autre et peuvent ainsi imposer aux dents de très légers mouvements de va-et-vient non souhaitables.

En échange, les arcs façonnables permettent tout au long du traitement une individualisation des informations en fonction :

- de la morphologie dentaire du patient;
- des besoins du cas;
- de la réponse de croissance.

Ces arcs assurent aussi un meilleur contrôle et un meilleur respect de la forme d'arcade.

À l'opposé, les attaches pré-informées :

- autorisent l'utilisation d'arcs non façonnables mais à faible module d'élasticité permettant un contrôle précoce du torque et la suppression des boucles;
- sont particulièrement adaptées aux techniques de glissement.

En revanche, ces arcs préfabriqués modifient le plus souvent, dans les premières phases de traitement la forme d'arcade.

Ce type d'attaches nécessite une individualisation des informations en fin de traitement.

Attaches autoligaturantes ou non

Les attaches autoligaturantes limitent les phénomènes de friction liés aux ligatures élastomériques et métalliques. Elles assurent ainsi le glissement des dents sur l'arc avec des forces légères compatibles avec les conditions histologiques

optimales du déplacement dentaire. Leurs avantages biomécaniques et ceux des arcs auxquels elles sont couplées seront développés lors de la présentation des techniques autoligaturantes (cf. p. 188).

Elles améliorent le confort du patient et simplifient l'hygiène. Pour le praticien, elles réduisent le temps de travail au fauteuil mais présentent un coût élevé.

Baguage et collage⁴

Position des attaches

Classiquement, en technique Edgewise non informée (Edgewise standard ou technique de Tweed-Merrifield), l'attachement est centré sur la face vestibulaire dans le sens mésiodistal, selon le grand axe de la dent, sa gorge étant parallèle au bord occlusal de la dent à une distance donnée de celui-ci (tableau 5.1).

Le positionnement plus occlusal de la gorge sur les molaires favorise la désocclusion postérieure. Celui sur l'incisive latérale permet de respecter la différence de hauteur des bords libres des incisives centrales et latérales. Le positionnement plus gingival de l'attachement sur la canine maxillaire facilite l'établissement de la protection canine.

Ces critères de placement peuvent être modulés pour anticiper la correction de la malocclusion mais toujours de façon très limitée. Ainsi, par exemple, en cas d'infraclusion incisive, les incisives pourront être collées légèrement plus gingivalemment et inversement en cas de supraclusion.

En techniques pré-informées, les informations transmises à la dent dépendent de la position de l'attachement. Il convient donc de respecter les critères de positionnement recommandés par les différents auteurs. Ainsi, pour Andrews, l'attachement doit être positionné sur le point FA (point médian de l'axe de la couronne clinique).

Collage

Principes et systèmes de collage

L'application des progrès des techniques de collage en orthodontie permet d'assurer la stabilité des attachements sans utilisation de bagues, facilitant ainsi la prophylaxie.

L'émail est un substrat essentiellement minéral (86 à 98 %). Le mécanisme d'adhésion à l'émail repose sur un ancrage micromécanique. Les substrats non amélaire, rares chez l'enfant, ne sont pas envisagés ici.

⁴ Contribution de K. El Amrani, L. Hitmi

Tableau 5.1. Hauteurs de collage en techniques non informées (en mm).

	Incisive centrale	Incisive latérale	Canine	Première prémolaire	Deuxième prémolaire	Première molaire	Deuxième molaire
Maxillaire	4	3,5	4 (4,5)	4	4	3,5	3
Mandibule	3,5 (4)	3,5 (4)	4	4	4	3,5	3

Le collage s'effectue en quatre étapes dont la qualité conditionne le succès de l'assemblage.

1. Le nettoyage et l'activation de la surface : le nettoyage de la surface amélaire avec une brosse enduite de ponce est préconisé pour éliminer les glycoprotéines salivaires et les résidus de plaque dentaire. Il entraîne une activation de cette surface améliorant sa mouillabilité.

2. La déminéralisation de l'émail : selon le système utilisé, la déminéralisation de l'émail suit et complète le nettoyage de la surface amélaire ou s'effectue simultanément avec la pénétration de la colle dans les zones déminéralisées (colles auto-mordançantes). Le traitement de l'émail est adapté au matériau de collage utilisé :

- acide orthophosphorique (H₃PO₄) à 37 % pendant 15 à 30 s pour les colles résineuses traditionnelles et hydrophiles;
- acide polyacrylique à 10 % pendant 20 s pour les CVIMAR.

Il est suivi dans tous les cas d'un rinçage soigneux et d'un séchage.

Dans les colles auto-mordançantes, la déminéralisation est obtenue grâce au monomère acide contenu dans l'adhésif.

En cas de collage sur une reconstitution partielle au composite, la déminéralisation est effectuée en deux temps. Le traitement de la partie reconstituée est réalisé à l'acide fluorhydrique pendant environ 2 min. La partie amélaire est préparée à l'acide orthophosphorique comme le reste de l'arcade.

3. La pénétration de la colle dans les zones déminéralisées.

4. La polymérisation de la colle.

Selon le mécanisme initiateur de la réaction de polymérisation, on distingue :

- les colles chétopolymérisables : la réaction est initiée dès le mélange pâte-pâte ou pâte-activateur;
- les colles photopolymérisables : la réaction est initiée par l'insolation grâce à une lampe à photopolymériser.

Le collage de l'attachement sur la dent constitue un assemblage présentant deux interfaces :

- une interface émail-colle;
- une interface colle-attachement.

Cahier des charges des systèmes de collage orthodontique

Les systèmes de collage utilisés en orthodontie doivent répondre à un certain nombre d'impératifs :

- leur présence dans le milieu buccal impose :
 - une résistance aux agressions physicochimiques : pH, variations thermiques,
 - une résistance à la solubilité,
 - une biocompatibilité;
- l'interface avec l'émail doit assurer :
 - le respect de l'organe dentaire : absence d'endommagement amélaire,
 - une adhésion suffisante permettant la tenue de l'assemblage,
 - une étanchéité immédiate et médiate;
- le système de collage doit présenter des propriétés mécaniques suffisantes pour résister aux contraintes liées à la mastication, aux parafunctions et aux activations orthodontiques tout en garantissant une dépose facile sans altération de la surface de l'émail;
- les conditions de mise en œuvre nécessitent :
 - un temps de travail suffisant : collages multiples,
 - des propriétés optiques facilitant l'élimination des excès,
 - une tolérance à la contamination humide et salivaire.

Actuellement, aucun système de collage ne peut remplir toutes ces conditions imposant une sélection en fonction des propriétés des colles utilisées et de la situation clinique ([tableaux 5.2 et 5.3](#)).

Classification des différents systèmes de collage utilisés en ODF

Les systèmes de collage sont regroupés en trois grandes familles :

- **les colles résineuses** comprenant :
 - les colles traditionnelles;
 - les colles hydrophiles;
 - les colles auto-mordançantes :
- **les ciments verre ionomères modifiés par addition** de résine (CVIMAR) :
- **l'association des deux.**

Les propriétés et les indications de ces différents systèmes sont rapportées dans les [tableaux 5.2 et 5.3](#).

Tableau 5.2. Indications des différents types de colles en fonction du type de collage.

				Incisives et canines maxillaires	Incisives et canines mandibulaires	Prémolaires	Molaires	Canines incluses	Contention	Talon (technique linguale)
Colles résineuses	Colles traditionnelles	Chémo- polymérisables	Pâte-pâte, liquide-liquide	±	±	±	-	-	±	++++
			Pâte-activateur	-	--	--	--	--	-	-
			Photopolymérisables	±	+	+	-	-	±	++
	Colles hydrophyles			±	++	++	+++	+	++	
	Colles auto-mordançantes			++	++	++	+	-		
CVIMAR	Avec mordançage à l'acide polyacrylique			+++	+++	++	+	±		
	Avec mordançage à l'acide orthophosphorique			±	±	+++	++	+		
Associations	Adhésif auto-mordançant avec CVIMAR			++	++	+++	++	+++		
	Adhésif CVIMAR avec composite			++	++	+++	+++	-		

Tableau 5.3. Propriétés des différents types de colle.

				Type de polymérisation	Tolérance à l'humidité	Facilité de dépose	Utilisation avec épaisseur	Facilité de mise en œuvre
Colles résineuses	Colles traditionnelles	Chémo- polymérisables	Pâte-pâte, liquide-liquide	Chémopolymérisables	Non	Non	Oui	Non
			Pâte-activateur		Non	Non	Non	Oui
			Photopolymérisables	Photopolymérisables	Non	Non	Oui	Oui
	Colles hydrophyles			Photopolymérisables	Oui (avant la pose de l'adhésif)	Non	Oui	Oui
	Colles auto-mordançantes			Photopolymérisables	Oui	Oui		Oui
CVIMAR	Avec mordançage à l'acide polyacrylique			La part CVI est chémopolymérisable, la part résineuse est chémophotopolymérisable ou photopolymérisable	Oui	Oui	Non	Non
	Avec mordançage à l'acide orthophosphorique			La part CVI est chémopolymérisable, la part résineuse est chémophotopolymérisable ou photopolymérisable	Oui	Oui	Non	Non
Associations	Adhésif auto-mordançant avec CVIMAR			La part CVI est chémopolymérisable, la part résineuse est chémophotopolymérisable ou photopolymérisable	Oui	Oui	Non	Non
	Adhésif CVIMAR avec composite			La part CVI est chémopolymérisable, la part résineuse est chémophotopolymérisable ou photopolymérisable	Oui	Oui	Oui	Oui

Techniques de collage

Le collage des attachements peut être réalisé selon deux méthodes.

Collage direct (encadré 5.5)

Cette méthode consiste à placer directement en bouche les attaches sur les dents préparées selon les protocoles décrits précédemment, à l'emplacement souhaité.

Collage indirect (encadré 5.6)

Seul le principe général de cette méthode est décrit ici, ses différentes étapes dépendant, dans le détail, des produits utilisés.

Le collage indirect nécessite la prise d'une empreinte à l'alginatée coulée secondairement en plâtre ou en silicone. Les attaches sont collées sur les modèles ainsi obtenus selon les critères de positionnement optimal. Elles sont ensuite englobées dans une gouttière thermoformée double. Après retrait de la gouttière et élimination des contre-dépouilles, l'intrados des attaches est nettoyé à l'acétone puis réactivé au composite. La gouttière est alors repositionnée en bouche sur les dents préparées comme précédemment puis retirée après polymérisation de la colle.

Cette méthode nécessite une étape de laboratoire supplémentaire mais permet un positionnement plus précis des attaches, surtout dans les secteurs latéraux, et diminue les risques de contamination des surfaces dentaires préparées.

ENCADRÉ 5.5 Méthode de collage directe



Fig. 5.21

Méthode de collage directe.

A. Plateau des instruments et produits utilisés pour le collage; B. Nettoyage à la ponce des surfaces dentaires; C. Mordançage; D. Rinçage de l'etching; E. Pose du primer; F. Mise en place de l'attache et contrôle de la hauteur de collage. G. Retrait des excès de colle.

ENCADRÉ 5.6 Méthode de collage indirecte



Fig. 5.22

Méthode de collage indirecte.

A. Repérage de la position des attaches sur le modèle : après avoir tracé l'axe de la face vestibulaire, la hauteur de collage est reportée grâce à une jauge. B. Attaches positionnées sur le modèle; C. Gouttière de transfert et réactivation au composite de l'intrados des attaches.

Choix des fils orthodontiques⁵

En techniques multi-attaches, l'arc peut remplir trois fonctions différentes [10,13] :

- provoquer le déplacement dentaire dans les zones actives;
- guider le déplacement dentaire lors des déplacements en glissement;
- empêcher le déplacement dentaire dans les zones d'ancrage.

Ces différentes fonctions nécessitent des propriétés mécaniques particulières qui conditionnent le choix du fil orthodontique lors des différentes phases de traitement.

L'arc provoque le déplacement dentaire en restituant l'énergie mécanique emmagasinée lors de sa déformation élastique pendant l'insertion et l'activation. Elle est fonction :

- de la configuration de l'arc;
- des caractéristiques du fil qui le compose, caractéristiques dimensionnelles et propriétés intrinsèques du matériau.

Comme il a été indiqué dans les principes de biomécanique, une force appliquée à distance du centre de résistance de la dent entraîne l'apparition d'un moment. Le type de déplacement subi par la dent (version, translation, rotation) dépend du rapport moment/force (Burstone *in* [7]). Pour maintenir un type de déplacement donné, il convient donc d'obtenir un rapport moment/force le plus constant possible. Des rapports moment/force différentiels entre la zone active et la zone d'ancrage participent au contrôle de l'an-

crage. Le rapport moment/force est influencé par les caractéristiques mécaniques des fils.

Dans les zones actives, on recherche des forces légères et constantes, compatibles avec la biologie dentoparodontale et obtenues grâce à des fils élastiques.

Dans les zones d'ancrage, la rigidité du fil et sa faible activation assurent la stabilité de ces secteurs.

Lors des déplacements en glissement, les propriétés élastiques et l'état de surface du fil interviennent sur les caractéristiques du déplacement (vitesse, perte d'ancrage...).

Propriétés mécaniques des alliages

Les propriétés mécaniques des alliages sont étudiées à partir de la courbe contrainte-déformation. La contrainte est égale à la force par unité de surface. En fonction de la configuration du système, la contrainte peut être exercée en traction, en compression, en flexion ou en torsion.

En situation clinique, les arcs orthodontiques sont principalement sollicités en flexion et en torsion.

Courbe contrainte-déformation en traction

La courbe contrainte-déformation (figure 5.23) caractéristique de l'alliage étudié, est composée de deux parties :

- **une première partie rectiligne OA qui correspond à un comportement élastique de l'alliage** : lorsque la contrainte cesse, l'éprouvette retrouve ses dimensions initiales sans déformation permanente. La contrainte est proportionnelle à l'allongement, respectant la loi de proportionnalité de Hooke.

⁵ Contribution de M.-J. Boileau.

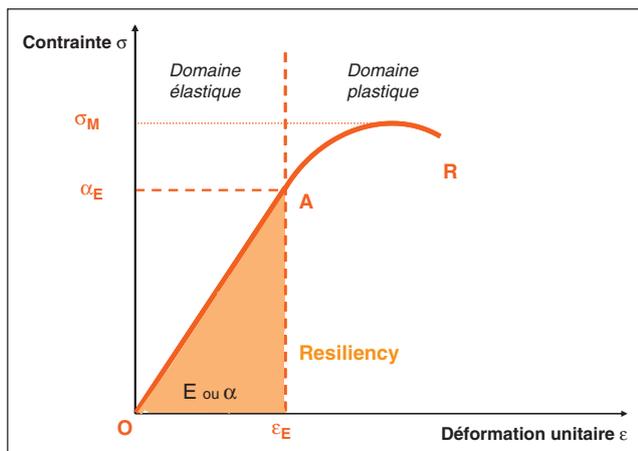


Fig. 5.23

Courbe contrainte déformation d'après Filleul [10].

OA : droite correspondant à la période où la loi de proportionnalité est respectée; σ_E : limite proportionnelle ou limite élastique; ε_E : déformation maximale élastique unitaire; E ou α = module d'élasticité ou module de Young = σ/ε .

La pente de cette droite correspond au module d'élasticité. C'est une caractéristique de l'alliage qui traduit sa rigidité ou son élasticité.

Module d'élasticité α ou E = σ/ε contrainte/déformation

- **une deuxième partie AR qui correspond au domaine plastique** : lorsque la contrainte cesse, l'éprouvette ne

retourne pas à ses dimensions initiales, il persiste une déformation. La loi de proportionnalité n'est plus respectée.

Le comportement élastique d'un alliage est caractérisé par :

- **son module d'élasticité**;
- **sa limite élastique** : c'est la contrainte maximale qui ne provoque pas de déformation résiduelle. Elle peut être modifiée par traitement [10];
 - mécanique : l'application d'une contrainte supérieure à la limite élastique entraîne une augmentation de cette limite (écrouissage);
 - thermique : selon le traitement (trempe, recuit) et l'alliage, la limite élastique peut être ainsi augmentée ou abaissée.

La capacité d'un matériau à emmagasiner de l'énergie (*resiliency* en anglais) correspond à la surface sous la portion élastique de la courbe.

Les propriétés élastiques des alliages en traction et en flexion sont très proches.

Courbe contrainte-déformation en torsion

La courbe charge-déformation lors d'un essai en torsion présente aussi une zone élastique et une zone plastique permettant de définir le module d'élasticité et la limite élastique en torsion.

La composition et les principales caractéristiques élastiques des alliages utilisés en ODF sont regroupées dans le [tableau 5.4](#).

Tableau 5.4. Composition et propriétés élastiques en traction et en torsion des principaux alliages utilisés dans les fils orthodontiques d'après Kusy (in Filleul [10]).

	Composition %	Module d'élasticité en traction Gpa	Limite élastique en traction GPa	Module d'élasticité en torsion Gpa	Limite élastique en torsion Gpa
Acier	71 Fer 18 Chrome 8 Nickel Traces Carbone	200	1,93	86,1	0,89
Cobalt- Chrome	40 Cobalt 20 Chrome 15 Nickel 15 Fer	196	2,14	77,2	1,45
Titane Molybdène	79 Titane 11 Molybdène 6 Zirconium 4 Étain	68,9	1,17	27	0,54
Nickel-Titane caoutchoutique	52 Nickel 45 Titane 3 Cobalt	33	1,24	13	0,717

Remarque

À côté de ces propriétés élastiques, les alliages présentent également des propriétés plastiques exploitées en ODF dont la malléabilité, qui est l'aptitude d'un métal à être façonné sans se fracturer. Elle permet la mise en forme des fils orthodontiques.

Propriétés des fils orthodontiques

En flexion

La courbe charge–flexion (figure 5.24) permet d'évaluer le travail en flexion des fils orthodontiques.

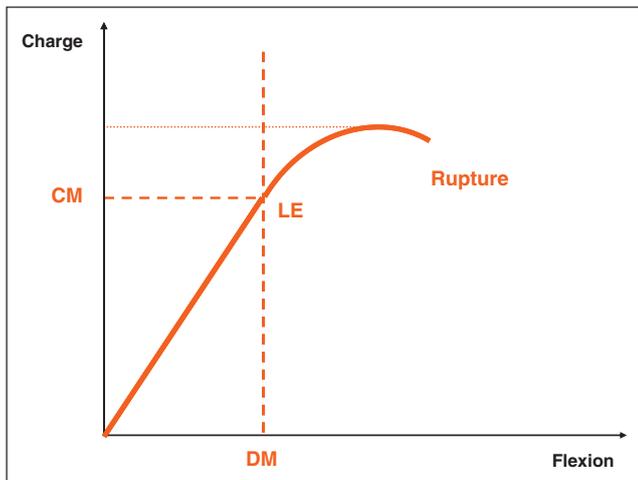


Fig. 5.24
Courbe charge–flexion.

Trois paramètres essentiels de cette courbe caractérisent les propriétés élastiques du fil :

- **le rapport charge–flexion** :
 - il donne la force délivrée par unité d'activation du fil. Un rapport charge–flexion faible permet de délivrer une force faible et constante (à rechercher selon Burstone *in* [8] pour obtenir un déplacement dentaire optimal). En effet :
 - une déformation importante ne délivre qu'une force faible,
 - la diminution de la déformation n'induit qu'une faible variation de la force délivrée (force constante);
 - par contre, lorsque la déformation est très faible, la force est insuffisante pour déplacer la dent. Pour produire de faibles déplacements, il faut donc utiliser un fil à rapport charge–flexion plus élevé qui délivre alors une force compatible avec un déplacement dentaire;
- **la charge maximale élastique** : c'est la plus grande force qui peut être appliquée sur le fil sans produire de déformation permanente;
- **la flexion maximale élastique** : c'est la plus grande distance sur laquelle le fil peut être activé sans déformation permanente.

Pour permettre une plage de travail importante, le fil doit posséder un rapport charge–flexion faible et une charge maximale élevée.

Le rapport charge–flexion dépend :

- **du module d'élasticité** de l'alliage;
 - **du moment d'inertie** qui caractérise la géométrie du fil.
- Le [tableau 5.5](#) regroupe les variations des paramètres caractérisant le comportement élastique des fils en flexion et en torsion en fonction de leurs caractéristiques dimensionnelles.

Tableau 5.5. Variations des caractéristiques mécaniques des fils orthodontiques en fonction des caractéristiques dimensionnelles des fils d'après Craig et Peyton et d'après Monteil *in* [7,10].

		Caractéristiques mécaniques en flexion d'après Craig et Peyton			Caractéristiques mécaniques en torsion d'après Monteil		
		Rapport charge/flexion	Charge maximale élastique	Flexion maximale élastique	Rapport charge/torsion	Moment du couple maximal élastique	Torsion maximale élastique
Fil rond	Diamètre d	d^4	d^3	$1/d$	d^4	d^3	$1/d$
	Longueur L	$1/L^3$	$1/L$	L^2	$1/L^2$		L
Fil rectangulaire	Épaisseur e	e^3	e^2	$1/e$	e^2	e^3	$1/e^4$
	Largeur l ($\perp e$)	l	l		l^2		$1/l$
	Longueur L	$1/L^3$	$1/L$	L^2	$1/L$		L

Pour diminuer le rapport charge–flexion on peut agir :

- **sur les dimensions du fil**, en réduisant son diamètre ou en augmentant sa longueur. Cette deuxième solution, obtenue par addition de boucles, est préférable car elle réduit beaucoup moins la charge maximale élastique, limitant le risque de déformation permanente de l'arc sous les forces masticatrices. L'adaptation du rapport charge–flexion par modification des dimensions du fil, utilisée avec les fils en acier a été appelée : *orthodontie à section variable*;

- **sur le module d'élasticité du fil**. L'apparition de nouveaux alliages à module d'élasticité différents (figure 5.25), plus faibles que celui de l'acier a permis aux praticiens d'adapter le rapport charge–flexion aux besoins de l'étape de traitement et surtout de l'abaisser dans les phases d'alignement sans réduire les dimensions de l'arc assurant ainsi une meilleure lecture des informations et un contrôle précoce du troisième ordre. C'est l'*orthodontie à module variable*. Dans ce nouveau contexte, Burststone a défini un coefficient de rigidité relative du matériau basée sur le module d'élasticité, la rigidité de l'acier étant arbitrairement fixée à 1 (figure 5.26).

L'utilisation en orthodontie d'alliages en nickel-titane à mémoire de forme permet de bénéficier de leurs propriétés pseudo-élastiques, superélasticité et mémoire de forme, assurant du rapports charge–flexion très faibles (voir plus loin encadré 5.7). C'est l'*orthodontie à température de transformation variable*.

En torsion

Les propriétés des fils en torsion ne sont pas directement corrélées à celles en flexion, mais la terminologie utilisée est relativement parallèle.

La courbe torque–torsion représente la courbe contrainte–déformation d'un fil soumis à un couple en fonction de l'angle d'activation.

Elle présente deux parties :

- **une partie linéaire** qui correspond à la zone élastique;
- **une partie non linéaire**, toujours ascendante, qui correspond à la zone plastique.

On définit :

- **le rapport charge–torsion** qui est proportionnel au module de rigidité en torsion;
- **la limite élastique**, frontière entre les zones élastique et plastique;
- **la charge maximale**;
- **la torsion élastique maximale** (figure 5.27).

Le rapport torque–torsion varie en fonction des caractéristiques dimensionnelles du fil étudié (cf. tableau 5.5).

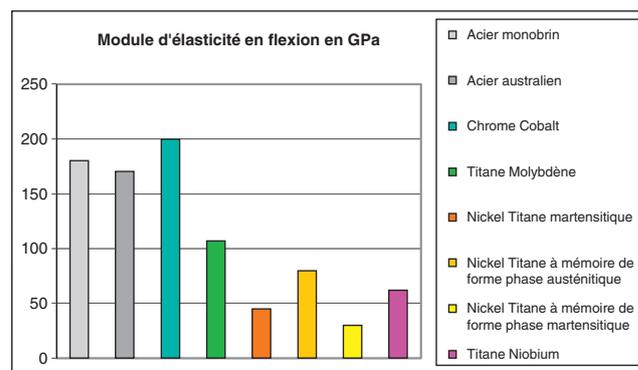


Fig. 5.25

Valeurs moyennes des modules d'élasticité de différents alliages orthodontiques (d'après Cuinet et al. [7]).

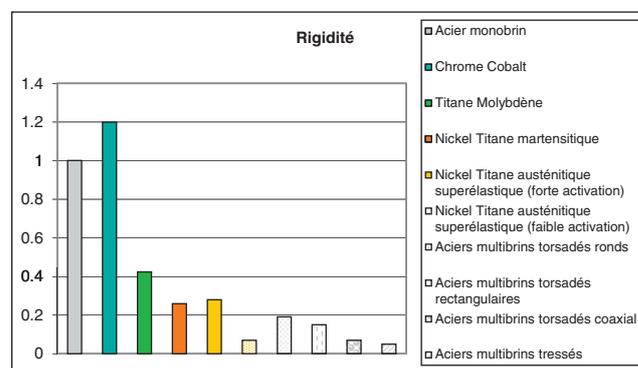


Fig. 5.26

Coefficients de rigidité de différents fils orthodontiques selon Burststone in [4] (étude réalisée avec des fils Elgiloy (alliage chrome/cobalt), TMA (alliage titane/molybdène), Nitinol (alliage nickel/titane martenstitique), NiTi chinois (alliage nickel/titane superélastique)).

Les coefficients de rigidité des fils multibrins acier correspondent aux valeurs moyennes rapportées par Cuinet et al. [7].

L'étude de Filleul et Bourgoïn in [7] sur des fils courbés révèle l'absence de parallélisme entre les propriétés des fils droits et celles des fils courbés et met en évidence deux types de fil :

- ceux présentant un rapport charge–torsion élevé (Tru chrome, Elgiloy, TMA);
- ceux présentant un rapport charge–torsion faible (Nitinol, multibrins) qui délivre des forces plus légères et plus constantes, plus compatibles avec un déplacement dentaire optimal.

Cependant, en situation clinique, le couple développé dépend fortement de la section de l'arc utilisé, du jeu dans l'attache ainsi que des propriétés élastiques en torsion du fil. Ces deux éléments sont en pratique difficiles à évaluer pour le praticien en raison des variations liées à la fabrication des fils et des attaches.

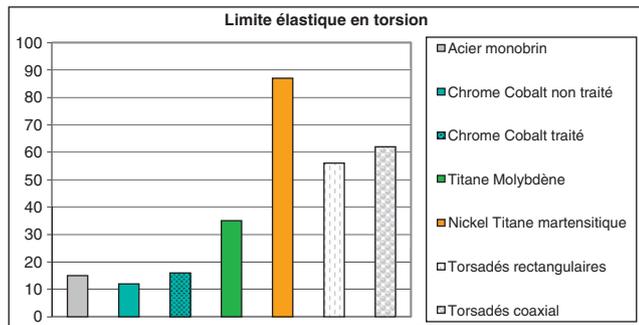


Fig. 5.27

Limite élastique en torsion de différents alliages d'après Le Gall [12].

État de surface et coefficient de friction

En glissement, des forces de friction entre l'attache et le fil tendent à s'opposer au déplacement. Des forces légères, biologiquement optimales, ne peuvent induire un déplacement que si elles sont supérieures aux forces de friction. Ceci a conduit au développement d'une orthodontie à basse friction et à forces légères qui cherche à réduire ces phénomènes (attaches autoligaturantes).

Plusieurs paramètres physiques et biologiques (salive, plaque...) interviennent dans ces phénomènes. L'arc y participe :

- par ses dimensions : pour certains auteurs, la friction augmente avec l'épaisseur du fil et elle est plus importante avec des arcs rectangulaires qu'avec des arcs ronds mais d'autres études n'ont pu mettre ces différences en évidence;
- par l'alliage qui le constitue et son état de surface :
 - les micro-aspérités de surface des arcs liées à leur usinage et au façonnage à la pince ainsi que les altérations électrochimiques dues à la corrosion contribuent à augmenter les forces de friction. Le poli de l'arc dépend de la nature de l'alliage et de la qualité de l'usinage. Mendès *et al.* in [7] ont cependant montré que les coefficients de friction statique et dynamique ne sont pas directement corrélés à la rugosité des états de surface,
 - les coefficients de friction avec des attaches en acier sont selon Tudy in [7] :
 - 0,25 pour les aciers,
 - 0,39 pour les NiTi,
 - 0,55 pour les TMA classiques;

Afin de pallier cet inconvénient, des TMA dits « *low friction* » subissent un traitement de surface qui réduit les forces de friction d'environ 50 %.

Utilisation des différents fils orthodontiques

Caractéristiques de l'arc « idéal »

Pour Burstone in [7], les propriétés les plus importantes des fils orthodontiques sur le plan clinique sont :

- **une rigidité faible** pour délivrer des forces légères malgré une section suffisante pour contrôler le déplacement;
- **une flexibilité importante** (rapport LE/E) pour permettre de grandes activations sans déformation;
- **une malléabilité et une résistance à la rupture** permettant de façonner le fil;
- **la possibilité de liage** par soudure ou brasure;
- **une bonne résistance** à la corrosion.

Il doit aussi présenter un coefficient de friction faible pour ne pas freiner le glissement.

Critères de choix des fils orthodontiques

L'arc idéal n'existe pas. Le choix du fil repose donc sur l'importance relative de ces différentes propriétés en fonction de la phase de traitement et de certaines caractéristiques du patient.

Divers paramètres cliniques interviennent, en effet, dans le choix des fils orthodontiques : la longueur radiculaire, la hauteur d'os alvéolaire, l'état parodontal, la sensibilité du patient à la douleur. Un contexte parodontal dégradé ou une sensibilité exacerbée nécessitent l'utilisation de forces encore plus légères.

Lors de l'alignement, on recherche des forces faibles et constantes et de grandes déformations élastiques sont nécessaires. Il faut donc privilégier les arcs présentant une faible rigidité et une flexibilité importante (arcs multibrins, arcs en nickel titane). En fin de nivellement, un arc présentant un rapport charge-flexion plus élevé peut être utilisé pour parfaire le contrôle du torque et le nivellement de la courbe de Spee (arc en acier ou en bêta titanium).

Pour le recul canin ou incisif en glissement, où l'arc joue un rôle de rail, on privilégie un fil possédant un coefficient de friction faible, un rapport charge-flexion élevé, une section suffisante pour contrôler le déplacement mais sous-dimensionnée légèrement pour limiter les phénomènes de friction. Les arcs monobrins en acier sont donc utilisés.

Lorsque ces phases de rétraction sont effectuées avec des boucles, des arcs en acier en bêta-titanium ou en alliage chrome-cobalt peuvent être employés.

Lors de la correction du décalage interarcade ou lors des phases de stabilisation, un rapport charge-flexion élevé est nécessaire car on recherche une rigidité maximale. On utilise donc des arcs acier de pleine taille.

Pendant les phases de finition, pour favoriser l'intercuspidation sous l'action des élastiques et de la musculature du patient, des forces légères sont requises. Idéalement, l'arc doit être façonnable afin de permettre le contrôle de la forme d'arcade et l'ajustement des informations des trois ordres.

Les différents fils orthodontiques

On distingue différentes familles de fils orthodontiques en fonction des alliages qui les composent.

Les fils en acier

Les fils acier monobrins

Ils ont remplacé les fils en or et ont constitué pendant de nombreuses années les seuls alliages utilisés. Ils servent de référence dans de nombreuses études pour évaluer les propriétés des nouveaux alliages. Ils présentent :

- une rigidité importante;
- une flexibilité moyenne qui oblige à des activations relativement fréquentes;
- un coefficient de friction faible;
- des possibilités de liage par soudure et brasure aisées;
- une très bonne résistance à la corrosion et une biocompatibilité.

Excellents fils de stabilisation, ils sont recommandés dans les phases :

- de rétraction canine et incisive;
- d'ancrage;
- de correction interarcade avec des tractions intermaxillaires;
- de stabilisation.

Ils sont peu adaptés aux phases d'alignement où leur rigidité importante impose l'utilisation de fils de faibles sections et la réalisation de boucles au détriment du contrôle du déplacement et du confort du patient.

Les fils acier multibrins

Dans ces fils, l'association de plusieurs fils d'acier élémentaires de section réduite (brin), permet de conserver le rapport charge-flexion peu élevé du fil élémentaire, lié à sa faible section, tout en augmentant la limite élastique de l'ensemble.

Ils existent en section ronde ou rectangulaire. Le nombre de brins est variable selon le procédé de fabrication (entre 3 et 9). De même, on distingue des fils torsadés, tressés ou coaxiaux, selon le procédé d'assemblage des brins.

Ces fils ont un coefficient de rigidité (cf. [figure 5.26](#)) très faible et une très grande flexibilité mais ils présentent un coefficient de friction élevé en raison de leur irrégularité de surface qui favorise aussi la rétention de plaque.

Ils sont particulièrement adaptés à la phase d'alignement, surtout en cas de fortes dystopies. Les fils multibrins rectangulaires permettent un contrôle précoce du torque et peuvent aussi être utilisés pendant la phase d'intercuspidation.

Le fil australien

Ce fil en acier austénitique, développé par Wilcock et particulièrement utilisé en technique de Begg, présente des

propriétés différentes de celles des aciers classiques. Il existe sous cinq formes de rigidité et de résilience différentes. Par limite d'élasticité croissante on distingue les fils :

- Regular;
- Regular plus;
- Spécial;
- Spécial plus;
- Extra spécial.

C'est un fil rigide, résilient, avec une bonne résistance à la rupture et un faible coefficient de friction mais une malléabilité faible. Il est utilisable sous de très faible section et développe des forces légères.

Les fils en alliage chrome-cobalt (Elgiloy®)

Très utilisé en technique de Ricketts, ces fils présentent des propriétés mécaniques qui varient avec un traitement thermique adapté.

Ils existent sous quatre types avec des limites élastiques croissantes :

- Elgiloy bleu®, ductile et peu résilient, utilisé pour réaliser des boucles. Après pliage sa résilience est augmentée par traitement thermique;
- Elgiloy jaune®;
- Elgiloy vert®;
- Elgiloy rouge®.

Ces fils sont employés en alternative aux fils en acier pour un compromis entre rigidité et élasticité.

Les fils à base de titane

Les fils en béta titanium ou en alliage titane molybdène (TMA)

Cet alliage introduit par Burstone et Goldberg présente des propriétés mécaniques particulièrement intéressantes en orthodontie.

Son module d'élasticité, intermédiaire entre ceux de l'acier et des nickel-titane, son coefficient de rigidité moyen et sa grande flexibilité lui permettent de développer des forces modérées, relativement constantes et de travailler plus longtemps que l'acier.

Grâce à sa malléabilité, il peut être façonné pour adapter la forme d'arcade ou incorporer les informations dans les trois ordres. Il peut être soudé par soudure électrique, et présente une bonne résistance à la corrosion.

Son principal inconvénient est son coefficient de friction élevé. Un traitement de surface complémentaire a partiellement résolu ce problème dans les TMA « *low friction* ».

Il est utilisable dans presque toutes les phases de traitement, de l'alignement aux phases d'intercuspidation où il permet, tout en délivrant des forces légères, de réaliser les finitions par ajustement des informations.

ENCADRÉ 5.7 Les propriétés pseudo-élastiques des alliages nickel-titane

Les alliages nickel-titane à mémoire de forme, grâce à leur possibilité de transformation martensitique, (figure 5.28) possèdent des propriétés pseudo-élastiques étonnantes sous l'effet d'une contrainte mécanique ou d'une modification de température :

- la superélasticité;
- la mémoire de forme.

Ces alliages existent sous deux formes cristallines en fonction de la température :

- une phase austénitique ou phase mère ou phase haute température;
- une phase martensitique ou phase basse température.

La transformation martensitique ne se produit pas à température constante (figure 5.28).

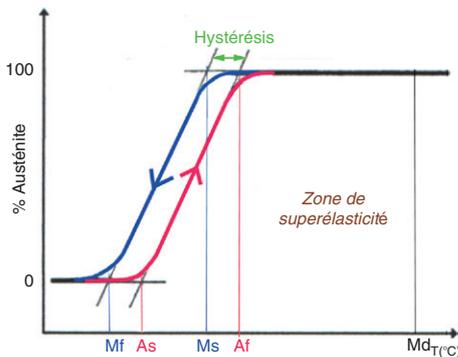


Fig. 5.28

Paramètres de la transformation martensitique d'après Jordan et al. [11].

Au refroidissement, elle débute à la température Ms (martensite start) et est complète à la température Mf (martensite finish). Entre ces deux températures, les phases martensitique et austénitique coexistent.

À température croissante, l'austénite apparaît à la température As (austénite start) et la transformation est complète à la température Af (austénite finish). Af est supérieure à Ms induisant un phénomène d'hystérésis.

Dans certaines conditions, il existe une phase R intermédiaire entre les phases austénitique et martensitique.

Superélasticité (figure 5.29) : Un alliage en phase austénitique stable peut subir une transformation martensitique sous l'effet d'une contrainte. Sous cette contrainte, il présente une déformation élastique jusqu'au seuil critique de contrainte où la martensite apparaît. L'échantillon continue à se déformer de façon importante comme lors d'une déformation plastique. Quand la contrainte cesse, la martensite qui s'était formée retourne à la phase austénitique et l'échantillon retrouve sa forme initiale sans déformation résiduelle. Le plateau de décharge correspond aux forces délivrées qui sont donc légères et pratiquement constantes;

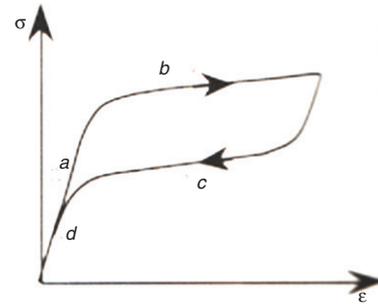


Fig. 5.29

La superélasticité (d'après Jordan et al. [11]).

- A. Déformation élastique de l'austénite;
- B. Formation de martensite sous contrainte avec un premier plateau;
- C. Lorsque la contrainte cesse la martensite instable se retransforme en austénite avec un second plateau;
- D. Récupération de la déformation élastique de l'austénite.

Effet mémoire de forme (figure 5.30) : C'est la capacité d'un matériau à retrouver sa forme initiale sous l'effet de l'élévation de température après avoir subi une déformation plastique en phase martensitique. Cliniquement, un fil initialement en phase austénitique est refroidi (spray réfrigérant, eau glacée) et passe en phase martensitique. Il est inséré en subissant une déformation plastique dans cette phase, puis lors du réchauffement il repasse en phase austénitique retrouvant sa forme initiale.

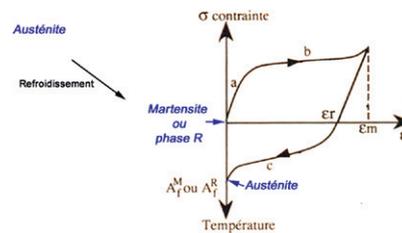


Fig. 5.30

La mémoire de forme.

- A : déformation élastique de la martensite; B : réorientation de la martensite; ϵ_r : déformation résiduelle après arrêt de la contrainte; c : transformation de la martensite en austénite et retour à la forme initiale.

Ces fils à mémoire de forme ont un module d'élasticité variable en fonction de la contrainte. Ainsi, un même arc peut présenter des modules d'élasticité différents selon les secteurs de l'arcade : élevé, dans les zones non déformées favorisant l'ancrage, et faible dans les zones fortement déformées (nivellement).

Avec les arcs NiTi japonais, l'utilisation de la mémoire de forme permet d'obtenir des forces plus légères et plus constantes que l'utilisation de la superélasticité.

En fonction des procédés de fabrication et des températures de transformation, tous les arcs en nickel-titane ne présentent pas ces propriétés pseudo-élastiques. Les températures doivent être compatibles avec l'utilisation clinique pour en bénéficier.

Les fils en nickel-titane

Il existe différents types de fils en nickel-titane qui ne présentent pas tous les mêmes propriétés pseudo-élastiques (encadré 5.7) :

- **le nitinol** :
 - le nitinol a été le premier alliage nickel-titane utilisé en orthodontie. Stabilisé en phase martensitique et pré-écroui, il ne possède pas les propriétés de superélasticité et de mémoire de forme. Il bénéficie par contre de l'effet caoutchoutique. Il délivre des forces très légères par unité de désactivation,
 - il ne peut être ni façonné, ni soudé au cabinet dentaire,
 - il est moins résistant à la corrosion que l'acier et présente un coefficient de friction supérieur,
 - il est employé sous forme d'arc préformé pour les phases d'alignement;
- **le NiTi chinois** :
 - stabilisé en phase austénitique et faiblement écroui, ce fil présente une rigidité faible, variable en fonction de la désactivation. Extrêmement élastique, le NiTi chinois peut subir des déformations importantes sans déformation permanente. Il présente la propriété de superélasticité,
 - il est particulièrement adapté aux phases d'alignement et, en section rectangulaire, et permet un contrôle précoce du torque dans les techniques pré-informées;
- **le NiTi japonais** :
 - mis au point par Miura, cet alliage possède les propriétés pseudo-élastiques de superélasticité et de mémoire de forme associées à un excellent effet détente,
 - il présente les mêmes utilisations que le NiTi chinois
 - sa lente désactivation permet de le laisser travailler longtemps en bouche et d'espacer les rendez-vous.

Les fils en alliage cuivre nickel titane (Copper NiTi®)

Ces fils possèdent les propriétés de superélasticité et de mémoire de forme. Ils délivrent des forces plus constantes sur une plus grande étendue que le NiTi classique.

Selon la fabrication, quatre types présentant des températures de transformation précises (15°, 27°, 35° et 40°) et délivrant des niveaux de force différents sont commercialisés. Ainsi, le Copper NiTi® de type III (température de transformation à 35°) délivre des forces légères et constantes. Le Copper NiTi® de type IV (température de transformation à 40°) délivre des forces légères et intermittentes (il est actif quand la température buccale est supérieure à 40°). Il est principalement utilisé pour des patients sensibles ou ayant un parodonte affaibli.

Les fils en alliage titane-45 niobium (niobium)

Ce fil faiblement rigide est particulièrement adapté aux phases de finition.

Les fils esthétiques [9]

Les exigences esthétiques des patients ont conduit à la recherche de fils de la couleur des dents. Initialement, cet effet esthétique a été obtenu en recouvrant les fils de téflon ou de polymères organiques. Cette méthode est décevante car, à l'utilisation clinique, le polymère s'écaille entraînant une perte de l'aspect esthétique et une augmentation des phénomènes de friction. La compression du polymère induit, de plus, une perte des informations.

Actuellement, la recherche s'oriente vers des polymères renforcés par addition de fibres ou polymères fibrés. Les fibres de verre sont les plus utilisées.

Ces nouveaux fils esthétiques possèdent des qualités biomécaniques compatibles avec un usage clinique pendant les phases initiales et intermédiaires du traitement. Ils ont une rigidité intermédiaire entre celle des multibrins acier et celle du bêta-titanium.

À section égale, leur module élasticité varie en fonction du pourcentage volumique de fibres incorporées.

Leur utilisation est limitée par la quasi impossibilité de les façonner et de les plier. D'autres recherches s'orientent donc actuellement vers des polymères auto-renforcés plus élastiques et pouvant être façonnés après chauffage.

Accessoires et auxiliaires

Dispositifs extra-oraux

Les forces extra-oraux sont des dispositifs qui permettent d'exercer des forces sur des dents ou sur une arcade dentaire à partir d'un appui crânien ou cervical, en évitant donc de solliciter un ancrage dentaire.

En fonction de l'appui dentaire et surtout de l'intensité des forces utilisées, certains de ces dispositifs peuvent avoir une action orthopédique sur les sites de croissance faciale (cf. chapitre 4).

Deux dispositifs principalement sont utilisés comme auxiliaires extra-oraux au cours des traitements orthodontiques. Ce sont :

- les forces extra-oraux sur molaires avec arc facial;
- les forces extra-oraux avec J Hooks ou barettes de Whitman.

Forces extra-orales sur molaires

Le terme *forces extra-orales* ou *extra-buccales* (FEO ou FEB) désigne le plus souvent ce dispositif qui délivre aux molaires, par l'intermédiaire d'un arc facial, une force antéro-postérieure de façon intermittente.

Description

Ce dispositif comprend :

- **un appui dentaire** constitué par des bagues scellées, le plus souvent sur les premières molaires maxillaires, plus rarement sur les secondes, portant un tube cylindrique qui accueille l'arc intra-oral de l'arc facial;
- **un arc facial**, élément de transmission de la force, composé de deux arcs soudés à leur partie antérieure (figure 5.31) :
 - un arc interne intra-oral adapté à la forme de l'arcade. Il s'insère dans les tubes des bagues molaires et se bloque à leur niveau par une butée façonnée sur l'arc (baïonnette, boucle en U, trombone...) ou soudée sur l'arc (stop, trombone). Cet arc interne passe à distance (environ 5 mm) des faces vestibulaires des incisives ou de leurs attaches. Une plicature en V ou en U peut être incorporée sur cet arc pour ajuster sa longueur en fonction du recul des molaires,
 - un arc externe dont les branches, terminées par un crochet pour fixer l'élément moteur, peuvent être :
 - courtes : le crochet est situé en avant des molaires,
 - moyennes : le crochet est situé au niveau des molaires,
 - longues : le crochet est situé en arrière des molaires;
- **un élément dynamique** qui délivre la force. Il s'agit d'un dispositif élastique, ressort comprimé ou élastique, qui s'attache sur les crochets de l'arc externe et sur l'ancrage crânien. Ce dispositif doit obligatoirement être muni d'une sécurité qui le détache en cas de traction excessive afin de prévenir le risque de blessure, en particulier au niveau des yeux. L'intensité de la force pour une action orthodontique reste inférieure à 450 g;
- **un ancrage crânien ou cervical**; cet appui peut être réalisé par :
 - une bande située au niveau de la nuque, la force est alors dite à traction cervicale c'est un appui dit de Kloehn,
 - un casque qui selon l'orientation de ses bandes et la position des crochets permet une traction :
 - intermédiaire ou occipitale,
 - haute ou pariétale.

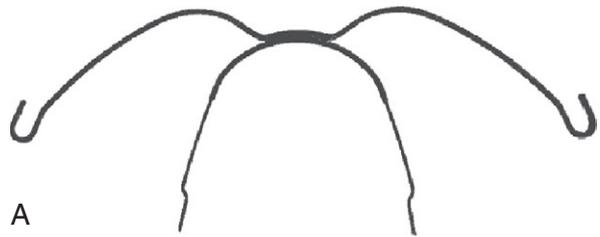


Fig. 5.31

Forces extra-orales sur arc facial.
 A. Arc facial avec baïonnette. B. Arc facial ajusté en bouche avec boucles en U. C. Dispositif dynamique et casque pour traction haute.

Analyse biomécanique et action des FEO

Action sur les molaires d'ancrage

Dans le plan sagittal, la FEO exerce sur la molaire une force que l'on peut décomposer dans le plan sagittal en :

- une **force antéropostérieure**, qui tend à reculer la molaire;
- une **force verticale d'égression ou d'ingression** en fonction de l'appui péri-crânien choisi (figure 5.32).

La force antéropostérieure, le plus souvent, ne passe pas par le centre de résistance de la molaire induisant un moment responsable d'une version :

- **corono-distale**, si la ligne d'action de la force passe au-dessous du centre de résistance de la dent;
- **corono-mésiale**, si elle passe au-dessus (figure 5.33).

La ligne d'action de la force est représentée par la droite joignant le crochet de l'arc externe à l'appui crânien.

Le moment de version distale ou mésiale peut donc être déterminé en modifiant la longueur et l'angulation par rapport à l'arc interne des branches externes.

De nombreuses combinaisons sont possibles pour obtenir la force et le moment souhaités (figure 5.33B).

Dans le plan frontal, la composante verticale de la force crée un moment de version au niveau de la molaire :

- version coronovestibulaire si cette force est ingressive (traction haute);
- version coronopalatine si elle est égressive (traction basse) (figure 5.34).

Dans le plan horizontal, la résultante de la force s'exerce dans le plan sagittal médian (figure 5.35).

Il est possible d'obtenir une action asymétrique en déplaçant la ligne d'action de la force en modifiant la longueur ou l'écartement d'une branche externe. La force est plus importante du côté de la branche la plus longue ou la plus écartée (figure 5.36).

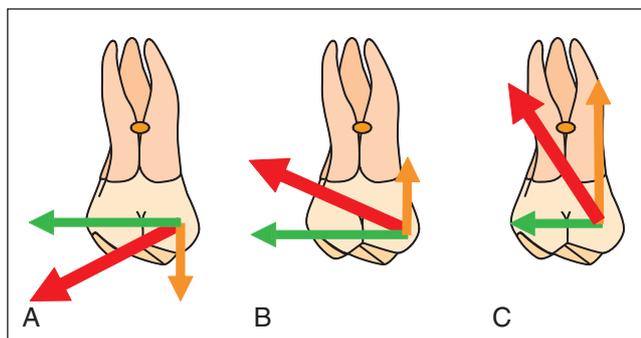


Fig. 5.32

Incidence du type de traction sur les composantes de la force exercée.

A. Traction cervicale. B. Traction intermédiaire. C. Traction haute.

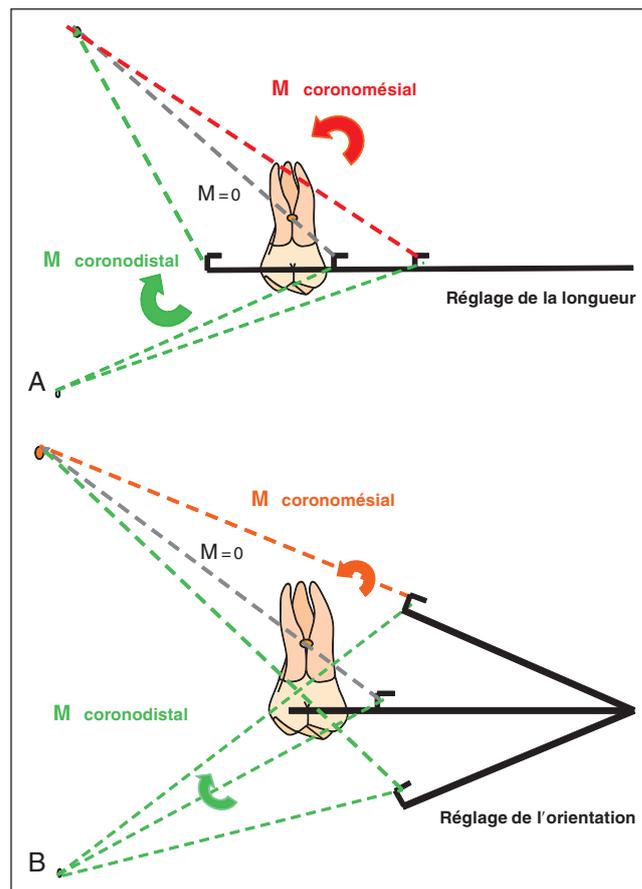


Fig. 5.33

Influence des réglages des branches externes sur la version de la molaire d'ancrage dans le plan sagittal.

A. Réglage de la longueur. B. Réglage de l'orientation. En rouge : la ligne d'action de la force passe au-dessus du centre de résistance de la dent entraînant une version coronomésiale. En vert : elle passe en dessous induisant une version coronodistale.

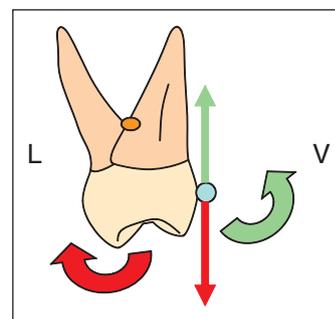


Fig. 5.34

Influence du type de traction sur la version de la molaire d'ancrage dans le sens vestibulo-lingual.

En rouge : une traction basse entraîne une version coronolinguale et donc une contraction transversale de l'arcade.

En vert : une traction haute provoque une version coronovestibulaire et par suite une expansion de l'arcade.

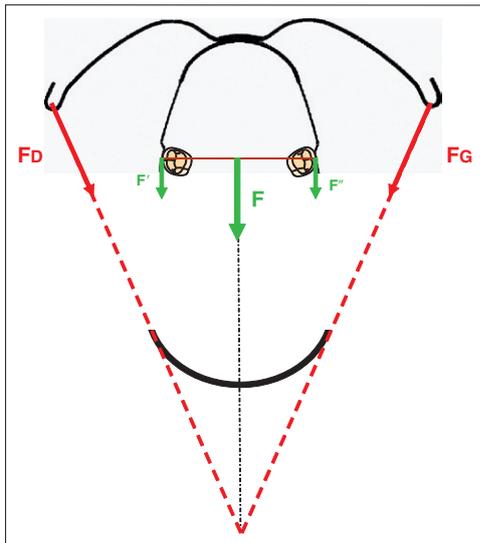


Fig. 5.35
Analyse biomécanique des FEO dans un plan horizontal.

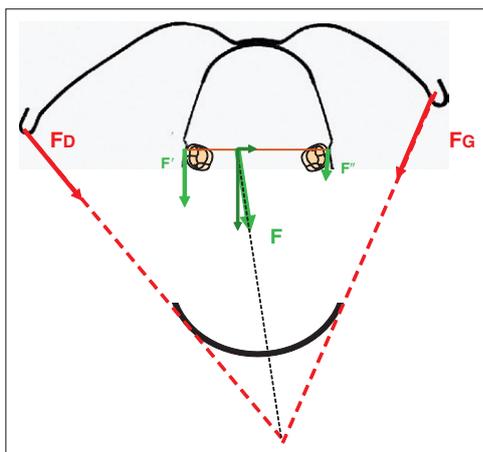


Fig. 5.36
FEO asymétriques : la modification de longueur ou d'écartement d'une branche externe déporte latéralement la force résultante. Les forces distalantes sur les deux molaires sont alors inégales.

Action sur l'arcade maxillaire et le maxillaire

Les FEO tendent à freiner le déplacement vers l'avant du maxillaire et de l'arcade maxillaire au cours de la croissance. Pour Philippe [24], cette action est plus marquée lorsque le réglage de la FEO favorise le recul apical de la molaire (moment de version coronomésiale) l'action étant alors plus profonde.

Mais les FEO sur les molaires tendent aussi à provoquer une rotation horaire du plan palatin et de l'arcade maxillaire, surtout lorsque la traction est cervicale. Cette rotation, observée entre autres par Merrifield et Cross [21], peut entraîner l'apparition ou l'aggravation d'un sourire gingival et freiner la réponse de croissance mandibulaire.

Action sur la mandibule

Lorsque les forces extra-orales provoquent une égression des molaires maxillaires, on observe une rotation postérieure de la mandibule avec recul du point B. Lorsqu'elles freinent leur égression naturelle ou qu'elles les ingressent, elles participent au contrôle vertical de la croissance. Cependant, la fermeture attendue du plan mandibulaire est rarement observée, une égression compensatrice de la molaire mandibulaire et le déplacement distal de la molaire maxillaire atténuant cet effet.

Indications et contre-indications des forces extra-orales

Indications

Les forces extra-orales à visée orthodontique sont surtout utilisées :

- **pour renforcer l'ancrage des molaires et s'opposer à leur déplacement :**

- sous l'action des tractions intermaxillaires de classe III lors de la préparation d'ancrage en technique Edgewise,
- lors du recul canin ou incisif,

Le réglage de la FEO doit être adapté pour s'opposer à la sollicitation subie par la molaire (encadré 5.8) ;

- **pour déplacer les molaires**, essentiellement les reculer en contrôlant leur mouvement vertical et transversal. Ce recul est recherché :

- lors d'un recul sectoriel de l'arcade maxillaire, pour corriger une classe II,
- pour libérer de l'espace au niveau antérieur de l'arcade dans les cas d'encombrement maxillaire et de mésioposition molaire,
- pour corriger la dérive mésiale d'une ou des molaires dans un espace d'extraction ou après perte prématurée de molaires temporaires ;

- **pour reculer en masse l'arcade maxillaire dans les classes II.**

Contre-indications

Les forces extra-orales sont contre-indiquées :

- **en cas d'encombrement postérieur** qu'elles tendent à aggraver et qui gêne leur action orthodontique. Si un recul molaire est recherché dans ces cas, l'encombrement postérieur doit être traité par extraction, le plus souvent de la dent de sagesse, si elle est techniquement réalisable et si la coopération du patient pour le port de la force extra-orale est acquise ;
- **en cas d'hyperdivergence mandibulaire sévère et de postérorotation mandibulaire ;**

- **en cas de non-coopération du patient.** Ces dispositifs relativement encombrants nécessitent une bonne coopération du patient et un port assidu pour être efficaces. Un environnement familial défavorable, un mode de vie irrégulier, des problèmes psychologiques ou un sommeil

ENCADRÉ 5.8 Réglage des FEO

Choix de la traction

Il détermine la composante verticale de la force exercée sur les molaires et dépend donc du type de croissance du patient :

- **un ancrage cervical** provoque une égression de la molaire qui ouvre l'occlusion et favorise la rotation postérieure de la mandibule. Ce type d'ancrage est à proscrire chez les sujets hyperdivergents ou ayant tendance à la rotation postérieure;
- **un ancrage pariétal**, ou à un degré moindre occipital, exerce une force ingressante sur les molaires maxillaires freinant ou bloquant leur égression. Ce type de traction est donc recommandé :
 - chez les sujets hyperdivergents ou à rotation postérieure pour contrôler les molaires maxillaires et essayer de réduire cette tendance de croissance,
 - lorsque les forces extra-orales stabilisent les molaires maxillaires contre l'action des tractions intermaxillaires.

Réglage des branches internes

La boucle de compensation et la butée sont ajustées de manière à ce que l'arc interne entre sans difficulté dans les tubes molaires et passe à environ 5 mm de la face vestibulaire des attaches des incisives.

Dans le sens transversal, une légère expansion peut être incorporée sur l'arc interne afin de compenser éventuellement :

- le moment de version coronolinguale exercé par les forces extra-orales à traction basse;
- l'incoordination transversale entre les deux arcades au niveau molaire induite par le recul parallèle des molaires maxillaires face à une arcade mandibulaire divergente.

Lorsque la force extra-orale sert d'ancrage, les moments parasites transversaux peuvent être contrôlés par le port d'un arc transpalatin ou par l'arc orthodontique.

Réglage des branches externes

La longueur et l'orientation des branches externes sont adaptées en fonction de la version molaire désirée. La combinaison de ces deux paramètres doit permettre le passage de la ligne d'action de la force.

- au-dessous du centre de résistance de la molaire (le crochet se situe alors au-dessous de la ligne joignant l'ancrage et la furcation molaire) lorsqu'un mouvement distoverision coronaire est recherché :
 - dans la première phase de recul, la distoverision lève les interférences occlusales postérieures,
 - pour s'opposer au moment de mésoversion induit par les tractions intermaxillaires de classe III ou les tractions intra-arcades,
 - pour ouvrir un espace important sur l'arcade;
 - au-dessus du centre de résistance de la molaire lorsqu'un moment de mésoversion coronaire est recherché :
 - pour corriger une distoverision trop importante et poursuivre le recul apical de la molaire,
 - pour s'opposer aux mouvements parasites d'un arc d'ingression en technique segmentée,
 - pour favoriser l'action de recul apical niveau de l'arcade maxillaire;
 - par le centre de résistance lorsqu'un mouvement de translation est souhaité pour le recul de la molaire.
- Ce réglage peut être contrôlé en observant le mouvement vertical de l'arc externe antérieurement lors de la fixation de la traction élastique : s'il s'abaisse, les molaires se verseront distalement, s'il s'élève, elles se verseront mésialement.

Intensité et port

Pour une action orthodontique seule, la force doit rester inférieure à 450 g. Les forces extra-orales sont portées la nuit de 10 à 12 heures par 24 heures. La durée du port journalier dépend les objectifs recherchés, ancrage ou recul.

perturbé constituent des conditions défavorables pour le port d'appareils extra-oraux;

- **en cas de troubles posturaux;**
- **chez les enfants trop jeunes** : l'apex des molaires doit être suffisamment édifié pour éviter les déformations radiculaires.

La technique de réglage des FED est présentée dans l'[encadré 5.8](#).

Le rôle de ce dispositif dans le traitement, l'importance de son port assidu, la technique de mise en place et les règles de sécurité à respecter doivent être clairement expliqués au patient. Il doit être informé de la gêne éventuelle, de douleur initiale lors du port et doit être conseillé sur les moyens d'y palier.

Forces extra-orales sur « J Hooks » ou sur barrettes de Whitman

Ce type de forces extra-orales, souvent appelées « J Hooks » ou « forces directionnelles » car elles représentent le dispositif majeur du concept des forces directionnelles développé par Merrifield [21–23], s'applique directement sur un couple de dents ou sur l'arc. Elles permettent ainsi le recul des canines sans sollicitation de l'ancrage postérieur, le contrôle des effets parasites des mécaniques sur les dents antérieures et s'opposent aux mouvements de rotation horaire des plans horizontaux (plan palatin, plan d'occlusion, plan mandibulaire). En technique de Tweed-Merrifield, elles permettent lors des différentes phases d'assurer un mouvement de

rotation anti-horaire des arcades qui favorise la réponse de croissance mandibulaire.

Description

Elles comprennent :

- **deux barrettes en forme de J** dont une extrémité intra-orale est placée :

- sur l'arc, au contact de l'attache de la dent à reculer,
- ou sur des crochets soudés sur l'arc :
 - entre les incisives centrales et latérales maxillaires,
 - ou entre les canines et les incisives mandibulaires.

L'autre extrémité est fixée au dispositif de traction. Ces crochets sont façonnés en fonction de leur point d'ancrage intra-oral pour contourner les commissures labiales ou les lèvres sans les blesser (figure 5.37) ;

- **un ancrage péricrânien**. Un casque extra-oral ou une bande cervicale permettent selon leur forme, d'exercer en fonction du cas :

- une traction basse (*low pull*) orientée en dessous du plan d'occlusion (inclinée d'environ 25° [17]) ; très rarement utilisée elle est réservée à certains cas d'infraclusion incisive,
- une traction horizontale (*straight pull*) au voisinage du plan d'occlusion (inclinée de 5 à 10°) ;
- une traction haute (*high pull*) inclinée de 35° au-dessus du plan d'occlusion.

- **un élément moteur** par côté qui délivre la force. C'est, ici encore, un élastique extra-oral ou un ressort comprimé. L'intensité dépend de la phase thérapeutique et des dents d'appui. Elle est le plus souvent de l'ordre de 220 à 250 g par côté.

Indications et actions

Ces forces extra-orales peuvent être utilisées lors des principales phases du traitement orthodontique, sur des arcs suffisamment rigides.

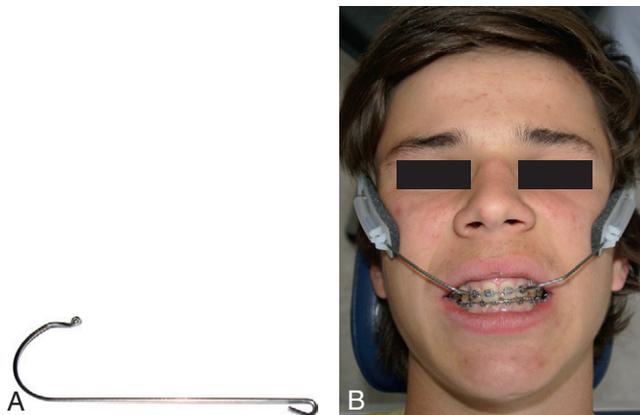


Fig. 5.37

Forces extra-orales sur J Hooks.

A. Crochet en J. B. Forces extra-orales sur J Hooks à traction haute sur un jeune patient.

Pendant le nivellement mandibulaire, elles soutiennent la partie antérieure de l'arcade et s'opposent à la vestibuloversion des incisives pendant le redressement molaire.

Lors de la préparation d'ancrage mandibulaire, des forces directionnelles hautes sur le secteur antérieur mandibulaire produisent la force nécessaire à la préparation d'ancrage tout en s'opposant à l'égression molaire et à l'ingression relative des incisives [19].

Pendant le recul canin maxillaire et mandibulaire, elles évitent la sollicitation de l'ancrage postérieur. À la mandibule, elles peuvent être à traction horizontale ou haute. En technique de Tweed-Merrifield, on choisit une traction haute pour favoriser le mouvement anti-horaire de l'arcade [19].

Pendant la rétraction incisive, des forces directionnelles hautes :

- participent au mouvement de recul par leur composante antéropostérieure ;
- contrôlent la position verticale des incisives et évitent leur égression par leur composante verticale ;
- potentialisent le torque radiculopalatin.

Lors de la correction des rapports interarcades de classe II, elles renforcent l'action des tractions intermaxillaires et s'opposent à leur action égressante sur le secteur antérieur maxillaire évitant ainsi la rotation horaire du plan d'occlusion.

Dans les cas asymétriques, un crochet peut être fixé sur une arcade et l'autre sur l'autre arcade permettant d'avoir une action asymétrique et, entre autre, de corriger la déviation des médianes incisives.

Contre-indications

Comme tout dispositif extra-oral elles dépendent de la coopération du patient.

Chez les patients ayant des prédispositions aux troubles articulaires une surveillance particulière doit accompagner leur port à l'arcade mandibulaire.

Les forces intermaxillaires [14, 20, 24]

Ce sont des dispositifs fixés sur les deux arcades qui délivrent sur chacune d'elles des forces réciproques.

Ce terme recouvre classiquement les tractions intermaxillaires (TIM) ou élastiques intermaxillaires mais on peut y ajouter maintenant des dispositifs développés comme alternatives aux TIM réduisant le besoin de coopération du patient : bielles, ressorts...

Les tractions intermaxillaires

Les tractions intermaxillaires sont des auxiliaires intra-oraux constitués par des anneaux élastiques en latex ou en polymères synthétiques tendus entre les deux arcades.

La force délivrée est modulable en fonction de leur épaisseur et de leur diamètre ainsi que de la durée de port journalier. La force indiquée par le fabricant correspond à la force délivrée lorsque l'élastique est étiré de trois fois son diamètre.

Leurs points d'ancrage sur les arcades peuvent être :

- vestibulaires ou linguaux;
- antérieurs ou postérieurs;
- directement sur une dent (sur un crochet ou une potence incorporée dans l'attache ou sur une ligature de Kobayashi ou de Jarabak) ou sur un crochet soudé ou coulissant sur l'arc.

Elles peuvent ainsi avoir des orientations très diverses mais la résultante des forces exercées est toujours oblique ou verticale. Elles ont toutes une composante verticale d'égression des points d'ancrage qui, dans les tractions obliques, est le plus souvent responsable des effets parasites observés.

Caractéristiques communes des tractions intermaxillaires

Avantages et inconvénients

Ces élastiques présentent un certain nombre d'avantages et d'inconvénients étroitement liés :

- leur utilisation est facile et moins contraignante que celle des forces extra-orales;
- mis en place par le patient, ils ne nécessitent pas l'intervention du praticien pour leur réactivation. Mais cette autonomie est aussi un inconvénient car leur efficacité est totalement dépendante de la coopération du patient. En cas d'absence ou d'insuffisance de port la correction attendue n'a pas lieu et des déplacements parasites peuvent survenir, l'arc continuant son action non équilibrée par celles des TIM. De plus, le patient peut se tromper dans la localisation des points d'ancrage et provoquer ainsi des déplacements inopportuns, voire iatrogènes;
- ils ne nécessitent pas d'entretien spécifique, sont jetés après utilisation et facilement remplacés. Ce changement d'élastique fréquent (journalier, le plus souvent) est indispensable car la salive leur fait perdre rapidement leurs propriétés élastiques;
- les mouvements mandibulaires renforcent leur activation, mais cette modification augmente préférentiellement la composante verticale aggravant les effets parasites;
- la force qu'ils délivrent est, pour ces différentes raisons, inconstante et difficile à évaluer réellement.

Indications et contre-indications

Les tractions intermaxillaires sont fréquemment employées pendant les traitements orthodontiques :

- pour corriger les relations interarcades dans les trois dimensions de l'espace;
- pour orienter l'effet mécanique de l'arc et contrôler ses effets parasites (exemple : sur un arc de fermeture des espa-

ces à l'arcade mandibulaire, le port de TIM de classe II renforce la mésialisation du secteur postérieur et évite un recul incisif excessif);

- pour parfaire l'intercuspitation dans les phases de finition;
- en contention post-chirurgicale.

Leur principale contre-indication est liée aux mouvements d'égression des dents d'ancrage et de rotation des arcades qui doivent les faire éviter chez les patients hyperdivergents à rotation postérieure de la mandibule.

Des précautions et une surveillance accrue sont recommandées chez les sujets présentant des troubles articulaires, surtout lorsque des forces antéropostérieures sont exercées sur la mandibule.

Le choix d'élastiques sans latex permet de les prescrire chez des sujets allergiques.

Principaux types de tractions intermaxillaires

Les tractions intermaxillaires obliques

Les **tractions intermaxillaires de classe II** sont tendues de la partie postérieure de l'arcade mandibulaire à la partie antérieure de l'arcade maxillaire (figure 5.38) et visent à corriger un décalage occlusal de classe II.

De nombreuses variantes existent en fonction de l'intensité et de la localisation souhaitée des composantes verticales (figure 5.39). L'écartement des points d'ancrage, en attachant l'élastique sur la deuxième molaire mandibulaire, réduit la composante d'égression mais augmente les mouvements de mésioversion et de rotation de cette dent, moins contrôlée par l'arc en raison de sa position terminale.

Cependant, les tractions de classe II courtes, malgré leur composante verticale plus importante, entraînent moins de phénomènes de rotation du plan d'occlusion en raison de leur situation plus proche du centre de résistance des arcades.



Fig. 5.38

Tractions intermaxillaires de classe II ancrées sur le crochet mésial de la première molaire mandibulaire et sur une potence de l'attache de la canine maxillaire.

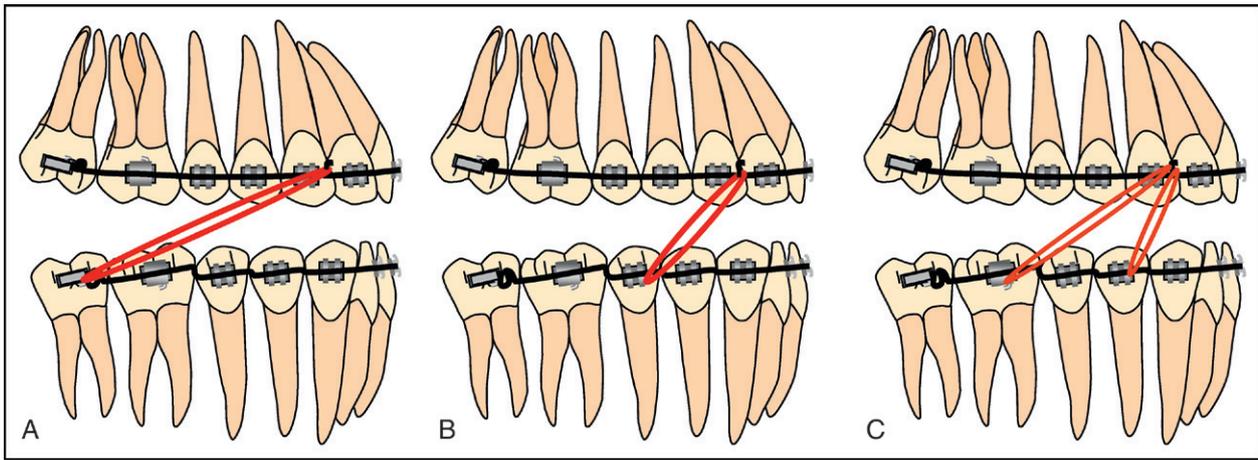


Fig. 5.39

Principales sortes de tractions intermaxillaires de classe II.

A. Tractions intermaxillaires de classe II ancrées sur la deuxième molaire. B. Tractions intermaxillaires de classe II courtes. C. Tractions de classe II avec composante verticale antérieure.

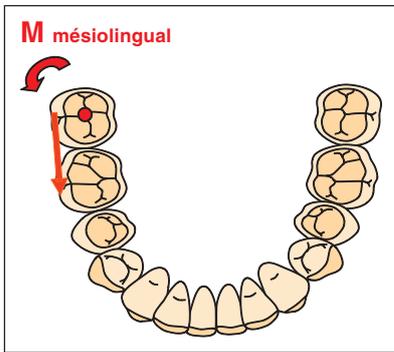


Fig. 5.40

Rotation de la molaire terminale d'ancrage sous l'action des TIM.

- **Action.** Leur port provoque :
 - un recul en masse de l'arcade maxillaire et un mouvement mésial de l'arcade mandibulaire (« effet tiroir » sur les arcades),
 - une égression et une palatoversion des incisives maxillaires qui peuvent aggraver un sourire gingival,
 - une égression et une version coronomésiale de la molaire mandibulaire qui subit aussi une rotation (figure 5.40),
 - une vestibuloversion des incisives mandibulaires,
 - une bascule horaire du plan d'occlusion,
 - une rotation postérieure de la mandibule avec augmentation de la hauteur faciale antérieure et recul du menton ;
- **Indications et contre-indications.** Ces élastiques sont indiqués dans le traitement des classes II :
 - pour le recul en masse ou sectoriel de l'arcade maxillaire,
 - pour mésialer en masse l'arcade mandibulaire ou pour perdre de l'ancrage postérieur à la mandibule,
 - pour vestibuloverser les incisives mandibulaires,
 - pour ouvrir l'occlusion.

En raison de leur effet vertical, ils sont à proscrire chez les sujets hyperdivergents, à tendance à la rotation postérieure et chez les patients présentant un sourire gingival.

Ces tractions intermaxillaires sont également contre-indiquées en cas de vestibuloversion des incisives mandibulaires qu'elles tendent à aggraver.

Les **tractions intermaxillaires de classe III** sont tendues de la partie antérieure de l'arcade mandibulaire à la partie postérieure de l'arcade maxillaire. Comme pour les TIM de classe II, il existe de nombreuses variantes dans leur disposition (figure 5.41)

- **Action.** Elles ont une action en miroir de celle des TIM de classe II :
 - recul en masse de l'arcade mandibulaire et mouvement mésial de l'arcade maxillaire,
 - égression et version coronomésiale de la molaire maxillaire avec une rotation surtout si l'élastique est accroché sur la dent terminale,
 - égression et linguoversion des incisives mandibulaires,
 - rotation anti-horaire du plan d'occlusion,
 - rotation postérieure de la mandibule avec augmentation de la hauteur faciale antérieure et recul du menton qui réduit la classe III ;
- **Indications et contre-indications.** Elles sont indiquées dans :
 - la préparation d'ancrage mandibulaire lorsque les molaires maxillaires sont stabilisées par des FEO hautes,
 - la rétraction des incisives mandibulaires et la correction d'une occlusion inversée antérieure,
 - la perte d'ancrage molaire au maxillaire,
 - la correction d'une classe III occlusale par mouvement en masse des deux arcades.

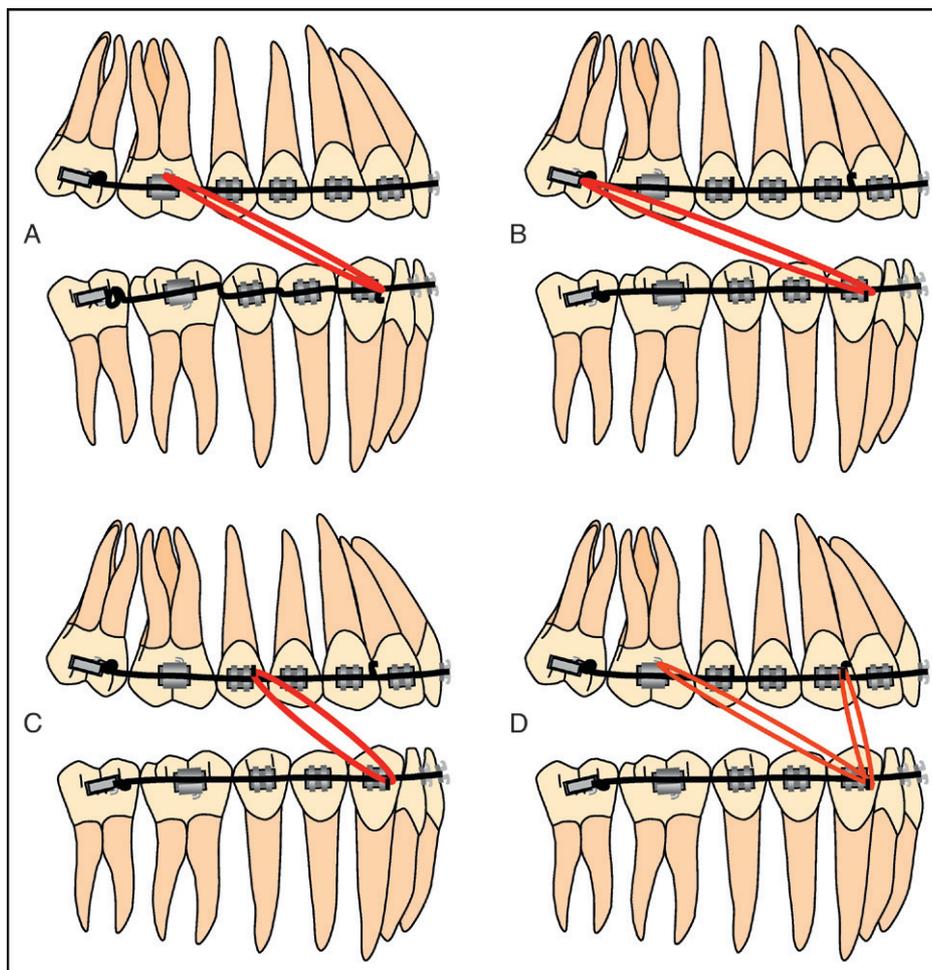


Fig. 5.41

Principales sortes de tractions intermaxillaires de classe III.

A. TIM tendues de la 1^{ère} molaire maxillaire à la canine mandibulaire. B. TIM ancrées sur la 2^e molaire. C. TIM de classe III courtes. D. TIM de classe III avec composante verticale antérieure.

À côté des contre-indications des TIM en fonction de la typologie verticale, l'utilisation de TIM de classe III est contre-indiquée en cas de dysfonction articulaire et doit être prudente en cas de prédisposition à ces dysfonctions qu'elles peuvent révéler.

Les **tractions intermaxillaires en diagonale**, ancrées sur une canine maxillaire et sur la canine mandibulaire controlatérale, participent à la correction des asymétries et particulièrement à celle du décalage des médianes incisives, associées ou non selon les cas à :

- des TIM de classe II d'un côté et de classe III de l'autre,
- des TIM de classe II ou de classe III d'un côté et des élastiques verticaux ou croisés de l'autre, pour stabiliser l'occlusion ou corriger une occlusion inversée.

Elles sont responsables d'une bascule frontale parasite du plan d'occlusion.

Les tractions intermaxillaires croisées

Ce sont des élastiques tendus de la face linguale d'une ou plusieurs dents à la face vestibulaire de leurs antagonistes pour corriger les rapports transversaux ([figure 5.42](#)). Le plus souvent, elles joignent la face palatine d'une molaire maxillaire à la face vestibulaire d'une molaire mandibulaire pour corriger une occlusion inversée latérale. Elles peuvent renforcer l'action de dispositifs d'expansion ou de contraction.

Les tractions intermaxillaires verticales

Ces élastiques présentent une composante verticale qui, ici, est recherchée.

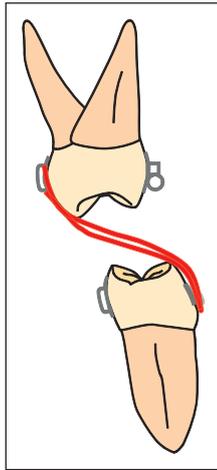


Fig. 5.42

Tractions intermaxillaires croisées.

On distingue :

- **les élastiques antérieurs en carré, en U, en W et en M** pour fermer les béances antérieures;
- **les élastiques d'intercuspitation** qui peuvent fermer des béances latérales mais qui sont le plus souvent utilisés pour asseoir l'occlusion en fin de traitement (figure 5.43).

Ces élastiques sont disposés verticalement entre des dents homologues, en delta, en W, en M ou en Z.

En fonction de leur orientation, ils peuvent présenter une composante antéropostérieure qui contribue à parfaire la correction sagittale.

Tendus entre les faces vestibulaires de dents antagonistes, ils provoquent une légère version coronolinguale qui renforce le torque radiculovestibulaire.

En conclusion, ces auxiliaires, très utilisés en orthodontie, permettent d'orienter l'action mécanique des arcs et d'exercer des forces dont la direction peut être adaptée au mieux à la situation clinique grâce à leurs multiples dispositions et combinaisons.

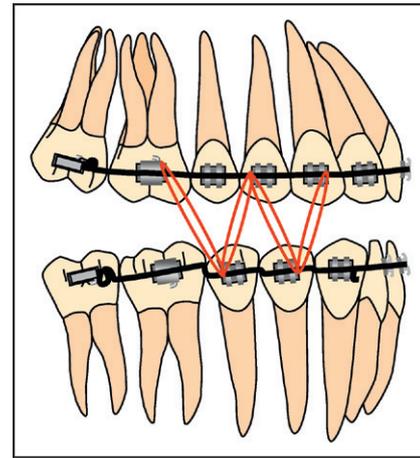


Fig. 5.43

Élastiques d'intercuspitation en W.

Ils présentent cependant deux inconvénients majeurs :

- leurs effets parasites verticaux;
- l'absolute nécessité de la coopération du patient.

En période de croissance, ils interfèrent avec celle-ci et peuvent présenter une légère action orthopédique.

Bielles et ressorts comprimés intermaxillaires

La recherche d'une action orthopédique associée à la correction occlusale et celle d'une réduction de la coopération a conduit à la mise au point de dispositifs intermaxillaires visant à corriger les classes II squelettiques et occlusales.

Ces appareils dérivent pour beaucoup des bielles de Herbst. Ils maintiennent la mandibule en position protrusive par des systèmes plus ou moins rigides, tout en lui laissant la liberté des autres mouvements.

Cette action mandibulaire repose sur l'utilisation de bielles associées ou non à des ressorts comprimés, de ressorts comprimés seuls ou de lames flexibles... Les principaux appareils sont les Forsus®, le Jasper jumper®, l'Eureka spring®, le Twin force®... (figure 5.44) [15, 16, 18, 25].



Fig. 5.44

Forsus en bouche.

En période de croissance, la correction de la classe II est obtenue à la fois par une action squelettique et une action alvéolaire. L'importance relative de ces deux actions varie en fonction de l'appareil utilisé et des différentes études.

Au niveau dento-alvéolaire, leurs effets s'apparentent à ceux des tractions intermaxillaires.

On observe le plus souvent :

- une protrusion, une ingression et une vestibuloversion des incisives mandibulaires;
- une égression et une mésialisation des molaires mandibulaires;
- une ingression le plus souvent des molaires maxillaires associée à une palatoversion et une égression des incisives maxillaires entraînées par l'arc;
- une rotation horaire du plan d'occlusion;
- une rotation postérieure de la mandibule.

Ancrages squelettiques : minivis et miniplaques⁶

Ces dispositifs d'ancrage temporaire sont de plus en plus utilisés en orthodontie car ils apportent un ancrage absolu tout en limitant la coopération du patient. Ils permettent, en effet, de s'affranchir des appareils extra-oraux et de réduire le port des tractions intermaxillaires.

Lorsque l'ancrage dentaire est insuffisant, parodontie réduit ou éléments dentaires en nombre restreint par agénésies ou extractions multiples, ils constituent des renforts d'ancrage indispensables. Mais surtout, dans certains cas, ils repoussent les limites de l'orthodontie conventionnelle en améliorant les possibilités de :

- contrôle vertical des molaires;
- recul des molaires;
- gestion des mécaniques asymétriques;
- contrôle ou de correction des bascules du plan d'occlusion.

Enfin, les minivis et surtout les miniplaques semblent pouvoir être employées dans le cadre de thérapeutiques orthopédiques pour contrôler ou réorienter la croissance [28, 29] ouvrant des perspectives thérapeutiques particulièrement intéressantes qui doivent encore être explorées.

Minivis

Les minivis sont les dispositifs d'ancrage temporaire les plus fréquemment employés en raison de leur simplicité de pose et de dépose. Elles assurent un ancrage dans de très nombreuses situations cliniques et peuvent être utilisées en ancrage direct ou en ancrage indirect.

Description

Les minivis sont fabriquées dans des matériaux biocompatibles, le plus souvent en alliage de titane associé au vanadium et à l'aluminium (TiAl7V4) pour favoriser l'ostéo-intégration, parfois en acier chirurgical poli pour éviter l'ostéo-intégration et faciliter la dépose.

À la différence des implants dentaires, l'ostéo-intégration n'est pas nécessaire pour l'utilisation des minivis en orthodontie. Il s'agit plutôt d'une fibro-intégration [30]. La stabilité est assurée en grande partie par l'ancrage mécanique dans l'os d'où l'importance de la stabilité primaire. Le taux d'ostéo-intégration varie selon les études et les patients [32, 35] et augmente avec le temps. De plus, les études histologiques montrent une densification osseuse autour de la vis après sa mise en charge et son utilisation clinique [33].

La minivis est composée de trois parties :

• **une partie intra-osseuse**, le corps, fileté, cylindro-conique, dont les dimensions sont variables selon les sites implantaires :

- diamètre de 1,2 à 2 mm; les faibles diamètres facilitent la pose de la vis dans les procès alvéolaires en situation inter-radicaire mais augmentent le risque de fracture,
- longueur de 6 à 12 mm : la longueur est adaptée au site anatomique et à la qualité osseuse. Lorsque la corticale osseuse est fine et qu'une partie de l'ancrage est recherchée dans l'os trabéculaire on augmente la longueur de la vis [33]. Toutes les vis sont autotaraudantes et la plupart aujourd'hui sont autoforantes, évitant ainsi un pré forage sur toute la longueur de la vis;

• **une partie transgingivale**, le col, qui est lisse afin d'éviter l'accumulation de plaque et les phénomènes inflammatoires et dont la hauteur doit être adaptée à l'épaisseur gingivale;

• **une partie extragingivale**, la tête, qui permet le visage et assure la connexion avec le dispositif orthodontique. Plusieurs formes de tête sont proposées en fonction des fabricants et des situations cliniques. On distingue des têtes offrant un seul point d'ancrage : bouton, trou, gorge de celles en forme de bracket qui permettent d'assurer un contrôle tridimensionnel [30, 33].

Indications et contre-indications des minivis

Les indications [26, 27, 30–36, 38] des minivis en orthodontie sont nombreuses même si elles ne doivent pas se substituer systématiquement aux ancrages conventionnels. Elles sont particulièrement recommandées :

- en cas d'ancrage dentaire insuffisant (figure 5.45);
- pour éviter les mouvements parasites des dents d'ancrage;
- pour contrôler les mouvements verticaux associés aux déplacements dentaires;
- lors de l'utilisation de mécaniques asymétriques.

⁶ Contribution de M.-J. Boileau et K. El Amrani.

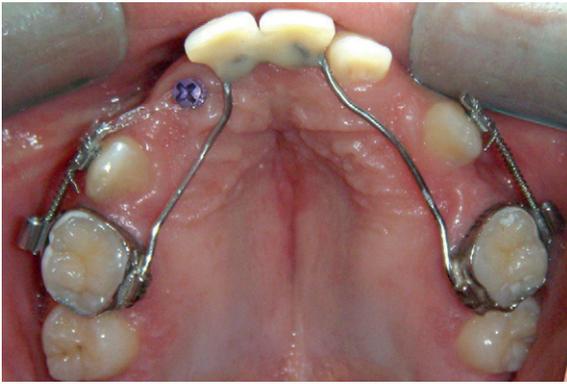


Fig. 5.45

Jeune patient présentant des agénésies multiples : l'utilisation d'une minivis permet d'assurer un ancrage pour la mésialisation de la canine.

Cas traité par le Dr Bazert.

Elles concernent pratiquement tous les déplacements orthodontiques, en particulier :

- le recul incisivo-canin après extraction de prémolaires;
- la distalisation des molaires, maxillaires dans les classes II, mandibulaires dans les classes III (figures 5.46 et 5.47);

- la préparation d'ancrage mandibulaire (figure 5.48);
- la mésialisation des molaires mandibulaires en cas de risque esthétique par rétraction parasite des incisives;
- l'ingression des incisives maxillaires ou mandibulaires (figure 5.49);
- le contrôle vertical des molaires (ingression unitaire, fermeture de la dimension verticale ou contrôle des mouvements parasites d'égression);
- le redressement des molaires mandibulaires;
- le redressement transversal des molaires pour corriger un articulé inversé ou exagéré;
- les déplacements asymétriques : correction des médianes incisives, recul d'une héli arcade, correction de la bascule du plan d'occlusion;
- la traction d'une dent incluse;
- le port de tractions intermaxillaires après chirurgie orthognathique en cas d'ancrage dentaire déficient...

Les contre-indications médicales à la pose des minivis sont rares mais doivent être systématiquement recherchées. Elles sont liées le plus souvent au risque infectieux et aux troubles du métabolisme osseux. Ce sont celles des

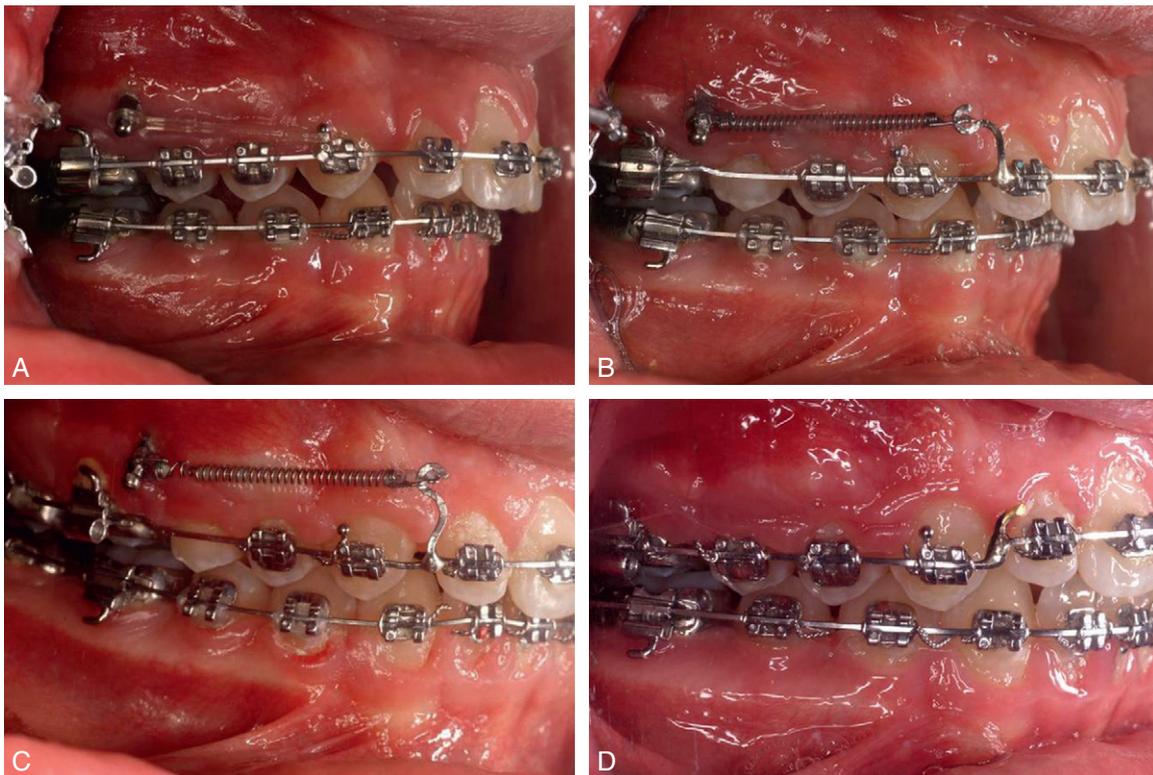


Fig. 5.46

Distalisation de l'arcade maxillaire dans une classe II à l'aide d'une minivis entre la première molaire et la deuxième prémolaire maxillaires.

A. Rétraction de la canine maxillaire par chaînette ancrée sur la minivis. B et C. Rétraction incisive par mécanique de glissement activée par un ressort Nitinol tendu entre la minivis et une potence soudée sur l'arc entre la canine et l'incisive latérale. Cette mécanique assure le contrôle vertical du groupe incisivocanin et du torque radiculopalatin. D. Fin de la rétraction.

Cas traité par le Dr Darqué.

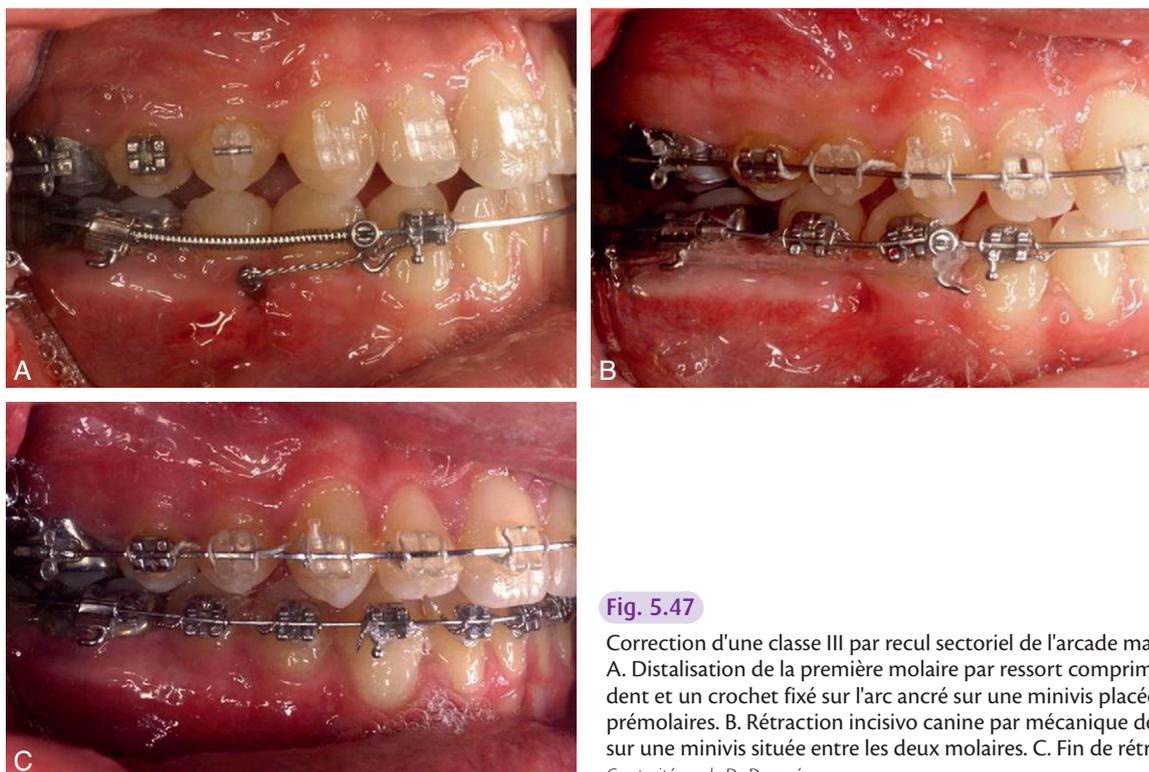


Fig. 5.47

Correction d'une classe III par recul sectoriel de l'arcade mandibulaire. A. Distalisation de la première molaire par ressort comprimé entre cette dent et un crochet fixé sur l'arc ancré sur une minivis placée entre les deux prémolaires. B. Rétraction incisivo canine par mécanique de glissement ancrée sur une minivis située entre les deux molaires. C. Fin de rétraction.

Cas traité par le Dr Darqué.

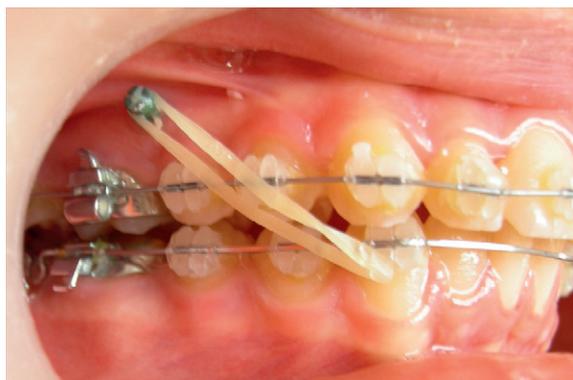


Fig. 5.48

Utilisation d'une minivis maxillaire comme ancrage pour des TIM de classe III pour préparer l'ancrage mandibulaire.

Cas traité par le Dr El Amrani.

implants dentaires (cardiopathies et risque oslérien, hémolyse, immunodépression ou chimiothérapie récente, troubles de la coagulation, perturbation du métabolisme osseux, prise de biphosphonates...).

La contre-indication majeure est le manque de coopération du patient et surtout une hygiène insuffisante qui peut être responsable de phénomènes inflammatoires entraînant la perte de la minivis.

Il existe aussi des contre-indications relatives locales à la pose des minivis. Elles concernent :

- les zones où la quantité ou la qualité de l'os sont insuffisantes;
- les espaces interradiculaires trop étroits;
- la face linguale des zones alvéolaires mandibulaires où les sollicitations de la langue compromettent la stabilité de la vis [35];
- les zones de remaniements osseux suite à la résorption de dents temporaires ou à des extractions récentes [33,35].

Sites implantaires

Le choix du site implantaire dépend des impératifs biomécaniques qui doivent être soigneusement analysés avant la pose des minivis. Les caractéristiques de la vis sont ensuite déterminées en fonction des conditions anatomiques du site choisi.

Les minivis ne doivent pas léser certains éléments anatomiques :

- les sinus maxillaires;
- les paquets vasculonerveux palatins;
- le nerf mandibulaire en particulier au niveau du foramen mentonnier;
- les racines dentaires. Il est souhaitable de maintenir lors de la pose au moins 1,5 mm entre la vis et l'espace

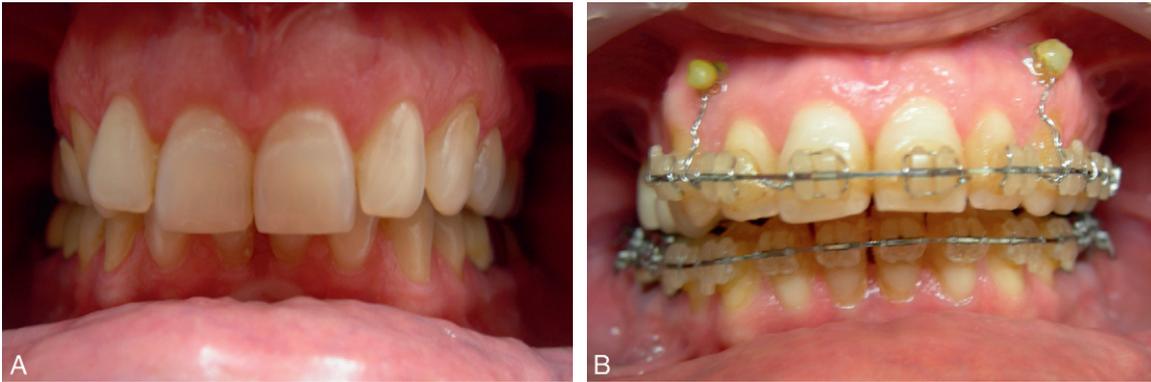


Fig. 5.49

Ingression des incisives maxillaires à l'aide de minivis situées entre les incisives latérales et les canines maxillaires.

A. Début de traitement. B. Fin de correction de la supraclusion : stabilisation du résultat par des ligatures tendues à partir des minivis.

Cas traité par le Dr El Amrani.

desmodontal [32]. Une préparation orthodontique préalable peut être nécessaire pour écarter les racines afin de ne pas être obligé d'insérer la vis trop apicalement. La minivis ne doit pas non plus interférer avec les racines lors du déplacement dentaire.

Les minivis sont placées si possible dans de la gencive attachée pour éviter les risques d'inflammation et de prolifération de la muqueuse. Lorsqu'elles sont situées dans une zone de muqueuse alvéolaire, la plupart des auteurs préconisent de les conserver en situation enfouie.

Au maxillaire, la corticale est fine, surtout du côté vestibulaire, et l'os trabéculaire est peu dense. L'épaisseur de la gencive est variable selon les sites, fine le plus souvent du côté vestibulaire et épaisse du côté palatin, créant alors un risque de porte à faux entre la partie intra-osseuse et la partie extra-osseuse. Les principaux sites implantaire sont :

- les procès alvéolaires du côté vestibulaire et du côté palatin ;
- le palais, au voisinage de la suture palatine médiane ;
- la zone rétromolaire ;
- l'épine nasale antérieure ;
- la crête infrazygomatique.

À la mandibule, la corticale est plus épaisse et l'os est plus dense. Les minivis sont principalement placées :

- au niveau des procès alvéolaires du côté vestibulaire ;
- dans la région rétromolaire ;
- dans la région symphysaire.

Pose et dépose des minivis

La pose des minivis est un acte chirurgical simple qui doit respecter les normes d'hygiène chirurgicale relatives à la pose d'implants dentaires.

Après avoir recherché à l'interrogatoire et à l'examen clinique les contre-indications générales et locales, un bilan radiologique est réalisé pour étudier le site implantaire et définir la position et l'orientation des minivis. Selon les zones d'implantation, il comporte, outre la panoramique initiale, une radiographie rétroalvéolaire long cône ou une tomographie [27, 30, 33].

Les différentes étapes de la pose d'une minivis sont ensuite :

- **le nettoyage du site implantaire** avec une solution de chlorhexidine ou de métronidazole ;
- **une anesthésie locale légère**, essentiellement muqueuse, afin de maintenir la sensibilité desmodontale qui sert de guide pour éviter une lésion radiculaire ;
- **l'évaluation à la sonde de l'épaisseur gingivale** pour choisir la hauteur du col de la vis ;
- **le forage éventuel d'un avant trou**. Ce forage, sous irrigation pour éviter tout échauffement, est recommandé sur une hauteur de 2 à 3 mm, même avec des vis auto-forantes, surtout en cas de corticale épaisse pour limiter les contraintes de vissage au niveau osseux [32, 33]. Il doit être d'un diamètre inférieur à celui de la vis de 0,2 à 0,3 mm environ. En cas de vis seulement autotaraudantes, le forage doit être effectué sur toute la longueur de la vis ;
- **le vissage** : le vissage manuel est recommandé par la majorité des auteurs afin de mieux ressentir une résistance éventuelle mais il peut aussi, dans certains sites, être réalisé avec un contre angle à vitesse réduite et contrôle du torque. La minivis est vissée jusqu'à son col pour assurer un sertissage gingival sans comprimer la gencive ;
- **la vérification de la stabilité primaire** qui est un élément essentiel ;

- **un contrôle radiographique;**
- **la mise en charge de la vis** qui peut être immédiate [30, 32, 33], le jour même ou très rapidement avec des forces légères (50 g), ou après cicatrisation muqueuse.

Les suites opératoires sont simples, peu douloureuses. Des bains de bouche à la chlorhexidine sont prescrits.

La dépose se fait par dévissage, sans anesthésie locale. Elle est le plus souvent facile en raison du faible taux d'ostéo-intégration.

Échecs et complications

Les taux d'échec sont variables selon les études entre moins de 10 à 30 % mais ils restent le plus souvent limités. La perte d'une minivis a peu d'incidence, une autre pouvant être placée, immédiatement, à distance, ou au même endroit, après un délai de cicatrisation de 3 semaines [35].

Les principales complications et causes d'échec immédiates sont la douleur liée à un contact avec une racine, la fracture de la minivis, le manque de stabilité primaire. À plus long terme, ce sont la mobilité de la vis qui ne peut supporter efficacement les forces appliquées et la perte de la minivis.

Ces complications et ces échecs sont liés le plus souvent à :

- **des phénomènes inflammatoires ou infectieux;**
- **la qualité de l'os**, de densité trop faible pour assurer une stabilité primaire ou en remaniement;
- **l'épaisseur de gencive** qui induit un porte à faux lors de la charge ou l'absence de gencive attachée;
- **un mauvais choix des caractéristiques de la vis** : diamètre trop fin qui induit une fracture, hauteur de col inadaptée, longueur insuffisante...;
- **la technique opératoire lors de la pose** : pression excessive lors du vissage ou du forage, serrage excessif, mouvement d'ondulation lors du vissage ou du retrait du tournevis, site trop préparé (avant trou de diamètre trop important), mauvaise direction d'implantation...

Mécanique orthodontique

Les minivis peuvent être utilisées comme :

- **ancrage direct** : la force est alors appliquée directement sur la vis et, dans ce cas, il est souhaitable que sa ligne d'action passe par la tête de la vis;
- **ancrage indirect** : la force est appliquée sur une dent ou un groupe de dents stabilisées par leur liaison à la minivis.

Ce système d'ancrage temporaire est particulièrement adapté aux techniques en glissement.

La localisation de la minivis et le point d'ancrage de la force sur l'arc dépendent des effets mécaniques recherchés

et de chaque situation clinique. Ces deux paramètres ont été particulièrement étudiés dans de nombreuses publications [27] lors de la phase de recul incisivo-canin maxillaire pour contrôler les mouvements verticaux des incisives ainsi que leur torque.

Une conception et une gestion correctes des mécaniques utilisées avec ce type d'ancrage sont les garants du succès de ces traitements orthodontiques. La présence d'un ancrage absolu ne doit pas faire oublier l'existence de mouvements parasites qui doivent être recherchés et éliminés ou compensés. Il faut aussi rester vigilant au contrôle des bascules d'arcade.

Miniplaques [28, 29]

Leur mise en œuvre est plus délicate mais elles permettent de :

- se situer à distance des racines dentaires et d'éviter ainsi aux dents toute interférence lors de leur déplacement;
- reculer en masse une arcade (figure 5.50);
- supporter des forces plus importantes.

Le système Bollard mis au point par De Clerck est constitué d'une plaque d'ostéosynthèse reliée à un élément de fixation par une barre de connexion lisse et de section ronde qui émerge dans la gencive attachée à 1 mm environ de la jonction mucogingivale. Leur mise en charge peut être rapide.

Ces miniplaques possèdent les mêmes indications que les minivis en orthodontie.

De Clerck a présenté une application prometteuse dans le traitement orthopédique des classes III, les plaques servant d'ancrage à des tractions intermaxillaires de classe III portées 24 h/24.



Fig. 5.50

Distalisation en masse de l'arcade maxillaire avec des miniplaques.
Cas traité par le Dr El Amrani.

De même, l'apport des miniplaques dans le contrôle vertical des molaires permet, dans certains cas, de repousser les limites de la chirurgie ou de modifier les procédures de chirurgie orthognathique [39].

En conclusion, ces ancrages squelettiques sont un outil particulièrement intéressant pour gérer l'ancrage et contrôler les forces appliquées sur l'arcade [33] ouvrant des perspectives nouvelles en orthodontie et en orthopédie.

Si leur mise en œuvre chirurgicale est relativement simple, leur utilisation biomécanique l'est moins, surtout dans les cas complexes.

Le succès de ces traitements dépend de la qualité de l'os du patient, de son contrôle de l'hygiène, de la procédure chirurgicale mais aussi de la gestion biomécanique du traitement.

Extractions en orthodontie⁷

Depuis la querelle entre Angle et Case à la fin du XIX^e siècle, les extractions restent toujours un sujet de controverse en orthodontie où s'affrontent leurs partisans et leurs détracteurs. Cette controverse repose sur les conséquences des extractions ou plutôt, sur les conséquences des traitements avec extractions, car elles sont indissociables de la gestion de l'espace libéré et du contrôle des mécaniques utilisées.

La gestion des déplacements dentaires dans les espaces d'extractions conditionne, en effet, l'accomplissement des objectifs thérapeutiques initiaux et la qualité du résultat obtenu.

Deux éléments essentiels sont à considérer :

- **les déplacements relatifs des dents mésiales et des dents distales aux espaces d'extractions** qui déterminent les dispositifs d'ancrage à mettre en œuvre. Ils conditionnent aussi le choix des dents à extraire. Une insuffisance de contrôle de ces déplacements a toujours des conséquences négatives :

- si le déplacement mésial des dents postérieures est plus important que prévu, par insuffisance d'ancrage postérieur, les objectifs de repositionnement incisif ne seront pas atteints, n'autorisant pas complètement ou du tout la correction de la convexité du profil labio-mentonnier et la libération de la croissance mandibulaire, ou au maxillaire, la correction de la classe II,

- à l'opposé, si la dérive des secteurs postérieurs est insuffisante par ancrage trop important, le recul excessif des dents antérieures tend à creuser le profil ;

- **le contrôle des axes dentaires**, dans le sens mésiodistal, de part et d'autre des espaces d'extractions mais aussi dans

le sens vestibulolingual au niveau du secteur incisif. Ce contrôle axial, garant du résultat esthétique et fonctionnel ainsi que de la stabilité de la fermeture des espaces d'extractions impose, dans la plupart des cas, un appareil multi-attaches.

Indications des extractions

À côté des indications d'extractions pour des raisons endodontiques, parodontales ou une morphologie anormale d'une dent non récupérable prothétiquement, comme nous l'avons vu dans le chapitre 2, la décision d'extraire des dents permanentes lors d'un traitement d'orthodontie repose sur le besoin d'espace sur l'arcade pour corriger les différents aspects de la malocclusion :

- l'encombrement ;
- la courbe de Spee ;
- la vestibuloversion des incisives responsable d'une convexité exagérée du profil ou d'un déséquilibre dento-parodontal ;
- le décalage occlusal sagittal ;
- la dissymétrie d'arcade.

Le type de croissance vient moduler les indications d'extractions, surtout dans les cas limites. Les extractions sont plutôt indiquées dans les rotations mandibulaires postérieures car, pour certains auteurs, elles tendent à limiter le développement vertical de l'étage inférieur. À l'opposé, elles sont contre-indiquées dans les rotations antérieures qu'elles ont tendance à favoriser et dont le profil se creuse naturellement par la croissance importante du pogonion et du nez.

Choix des extractions

Prémolaires

Même si presque toutes les dents peuvent présenter des indications d'extractions, les premières et deuxième prémolaires sont les dents les plus fréquemment extraites à des fins orthodontiques. En effet, leur extraction libère une place importante, environ 15 mm, et leur position stratégique au milieu de l'arcade permet aisément les déplacements opposés des molaires et du groupe incisivo-canin. De plus, ce sont des dents fragiles et leur similitude rend l'absence d'une prémolaire invisible lors du sourire en fin de traitement.

De très nombreuses combinaisons d'extractions entre premières et deuxième prémolaires sont possibles en fonction des déplacements dentaires envisagés.

⁷ Contribution de M.-J. Boileau.

Extractions symétriques

Les dents homologues sont extraites sur une même arcade.

Extractions de quatre prémolaires (figure 5.51)

Une prémolaire est extraite sur chaque secteur. Ce sont les combinaisons les plus fréquentes car elles conduisent à une occlusion de classe I molaire et canine parfaitement équilibrée.

- **Extractions des quatre premières prémolaires** : elles sont indiquées dans les cas d'encombrement antérieur important et de pro-alvéolie incisive où la convexité du profil doit être réduite car elles permettent une rétraction incisive importante. Ce choix est particulièrement adapté aux classes I mais peut être retenu dans les classes II et les classes III lorsque les paramètres précédents n'autorisent pas ou très peu de dérive molaire.

- **Extractions des quatre deuxièmes prémolaires** : ce choix s'applique à des cas d'encombrement moins important ou plus postérieur avec un repositionnement lingual des incisives limité, voire à risque (profil concave). Il favorise, en effet, la mésialisation des secteurs postérieurs.

Il peut aussi être préféré, pour des raisons esthétiques et fonctionnelles, aux extractions de quatre premières prémolaires ou des premières prémolaires maxillaires et des deuxièmes prémolaires mandibulaires lorsque les deuxièmes prémolaires maxillaires présentent une face et une cuspidé vestibulaires courtes.

- **Extractions des premières prémolaires maxillaires et des deuxièmes prémolaires mandibulaires** : c'est le choix classique d'extractions dans les classes II occlusales si le repositionnement incisif et l'encombrement mandibulaire le permettent. car il facilite la correction de la classe II par rétraction incisivocanine au maxillaire et mésialisation du secteur postérieur mandibulaire. C'est aussi le choix d'extractions adapté à la décompensation d'une classe III squelettique avant chirurgie.

- **Extractions des deuxièmes prémolaires maxillaires et des premières prémolaires mandibulaires** : c'est, pour des raisons analogues, le choix optimal pour le rattrapage occlusal des classes III ou pour la décompensation pré-chirurgicale des classes II.

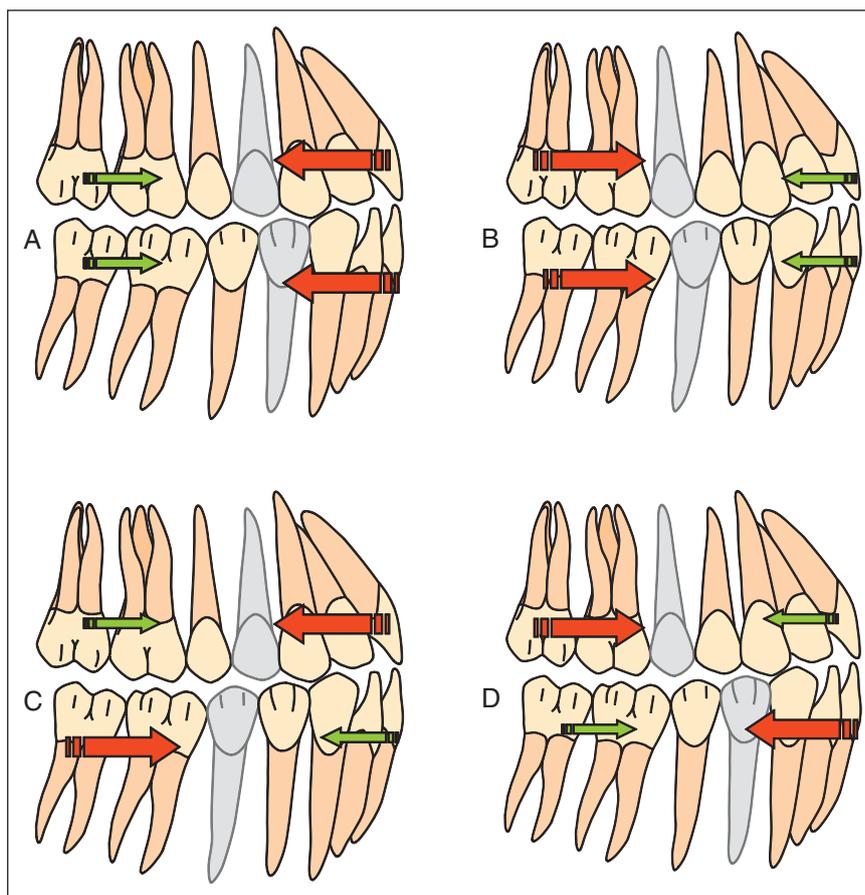


Fig. 5.51

Extractions de quatre prémolaires et déplacements dentaires en fonction des choix.

A. Extractions de 14, 24, 34 et 44. B. Extractions de 15, 25, 35 et 45. C. Extractions de 14, 24, 35 et 45. D. Extractions de 15, 25, 34 et 44.

Extractions monomaxillaires (figure 5.52)

Elles sont beaucoup plus rares et correspondent à des cas de classe II et de classe III dont l'arcade la plus distale ne nécessite pas d'extraction.

- **Extractions des premières prémolaires maxillaires** : elles sont indiquées dans les cas de classe II car elles permettent de rétablir une occlusion de classe I canine en faisant reculer les secteurs molaires en classe II lorsque leur recul est difficile. Cette occlusion dite de classe II thérapeutique est moins stable que l'occlusion de classe I et nécessite des finitions occlusales spécifiques.

- **Extractions des premières prémolaires mandibulaires** : cette solution thérapeutique est peu recommandée car elle conduit à une occlusion de classe III molaire qui oppose la deuxième prémolaire maxillaire, relativement fragile, à la molaire mandibulaire. Elle nécessite une équilibration occlusale pour stabiliser ce contact et il convient de vérifier l'existence d'un calage vertical de la dernière molaire maxillaire par son antagoniste mandibulaire. Elles ne peuvent être envisagées qu'en fin de croissance lorsque l'évaluation du décalage occlusal définitif est possible.

Extractions asymétriques

Elles répondent aux nécessités thérapeutiques des asymétries d'arcade. Il est possible de n'extraire qu'une seule première prémolaire sur une arcade mais, le plus souvent, les extractions asymétriques correspondent à un choix d'extractions d'une première prémolaire d'un côté et d'une deuxième prémolaire de l'autre. À l'arcade antagoniste, les extractions éventuelles peuvent être symétriques ou non en fonction de la malocclusion. La première prémolaire est toujours extraite du côté où il faut reculer la canine et la deuxième prémolaire du côté de la molaire la plus distale qui doit être mésoalée (cf. tome 2).

Molaires

Premières molaires

L'extraction des quatre premières molaires pour des raisons strictement orthodontiques est exceptionnelle. Leur principale indication correspond à des cas sévères d'hyperdivergence associée à une dysharmonie dentomaxillaire antérieure et postérieure avec des dents de sagesse présentes et

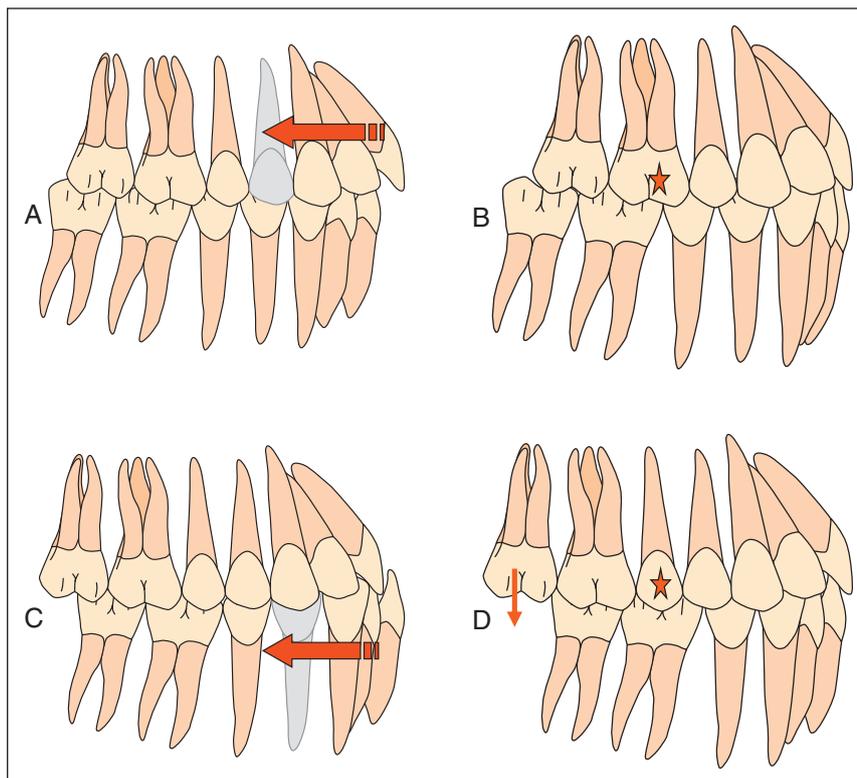


Fig. 5.52

Extractions monomaxillaires : déplacements dentaires et conséquences occlusales.

A et B : Extractions des 1^{ères} prémolaires maxillaires avec rétraction incisivocanine (A), conséquences occlusales : classe II molaire thérapeutique (B).
C et D : Extractions des 1^{ères} prémolaires mandibulaires avec rétraction incisivocanine mandibulaire (C) et conséquences occlusales : contact occlusal entre la deuxième prémolaire maxillaire et la première molaire mandibulaire et risque d'égression de la molaire terminale (D).

de forme normale. L'espoir de réduction du sens vertical par ce choix d'extraction est souvent déçu car le déplacement mésial des secondes molaires s'effectue le plus souvent avec une égression qui limite les bénéfices verticaux de l'extraction des premières molaires. La correction de la proalvéolie incisive est inférieure à celle obtenue avec l'extraction des premières prémolaires.

L'extraction des deux premières molaires maxillaires est indiquée parfois dans les classes II sévères, sans croissance et peu de coopération, en association à quatre prémolaires surtout si le sens vertical est augmenté. Les dents de sagesse doivent présenter une morphologie et une évolution normales.

L'introduction des ancrages squelettiques et les alternatives chirurgicales, souvent préférables sur le plan esthétique, limitent ces indications extrêmes.

La procidence des sinus maxillaires gêne parfois la fermeture des espaces d'extraction avec des axes corrects.

Lorsque les premières molaires sont cariées, délabrées, traitées endodontiquement elles peuvent être extraites à la place de prémolaires saines.

Dans les cas qui ne nécessitent pas impérativement des extractions, face à une première molaire délabrée, plusieurs choix se posent :

- restaurer la molaire ou l'extraire;
- fermer l'espace par mésialisation ou choisir une solution prothétique;
- symétriser l'arcade et l'occlusion par l'extraction d'autres molaires.

La réponse doit avant tout être individualisée et basée sur les avantages et les risques de chaque solution.

Deuxièmes molaires

À la mandibule, il n'y a pas d'indication orthodontique de leur extraction.

Au maxillaire, par contre, elle permet le recul de l'arcade dans certaines malocclusions de classe II. L'extraction des deuxièmes molaires maxillaires est une alternative à l'extraction des premières prémolaires maxillaires quand l'arcade mandibulaire ne nécessite pas d'extractions. Cette solution permet d'obtenir une classe I molaire. Elle évite aussi les répercussions trop importantes sur la partie antérieure de l'arcade.

L'extraction d'une deuxième molaire associée à l'extraction de la dent de sagesse controlatérale peut aussi être envisagée dans les traitements des classes II subdivision.

Enfin, dans certains cas de classe II sévères avec biprotrusion, l'extraction des deuxièmes molaires maxillaires peut

compléter celle des quatre premières prémolaires pour obtenir une classe I, surtout chez l'hyperdivergent.

Ces différentes solutions ne peuvent être envisagées qu'en présence de troisièmes molaires susceptibles d'évoluer et de remplir pleinement leur fonction occlusale.

Troisièmes molaires

Leur agénésie fréquente et leur extraction pour des accidents d'évolution font considérer, à tort, les troisièmes molaires comme des dents dont l'extraction ne « compte » pas. Ainsi, de nombreux traitements qualifiés de sans extractions, sont en fait des traitements avec extraction des troisièmes molaires.

Orthodontiquement, l'extraction des dents de sagesse est indiquée dans les cas d'encombrement postérieur et de recul de l'arcade ou lorsque leur orientation défavorable compromet la stabilité de l'arcade.

• Les dents de sagesse mandibulaires sont donc extraites :

- avant une préparation d'ancrage mandibulaire importante surtout en cas d'encombrement postérieur,
- quand des molaires maxillaires ont été extraites,
- lorsque leur évolution semble compromise par une insuffisance d'espace ou une orientation défavorable, L'impact de leur évolution sur la récurrence ou l'apparition d'un encombrement antérieur est moindre que ce que l'on envisageait autrefois et ne justifie pas leur extraction systématique.

• Les dents de sagesse maxillaires peuvent être extraites :

- pour permettre le recul de l'arcade en classe I si ce recul est possible (coopération du patient, sinus...),
- en cas d'encombrement postérieur.

Incisives

À l'arcade mandibulaire

L'extraction d'une incisive chez l'enfant ne doit être envisagée que dans le cas d'une dysharmonie dentodentaire à excès mandibulaire important (cf. tome 2).

La fermeture unilatérale d'un espace d'agénésie d'une incisive latérale maxillaire peut conduire à ce type d'extraction mandibulaire en raison de la dysharmonie dentodentaire ainsi constituée.

Le compromis thérapeutique représenté par l'extraction d'une incisive mandibulaire dans des cas en tendance classe III, pour corriger l'occlusion antérieure, ne peut être envisagé que hors croissance et ne s'adapte donc pas à l'enfant ni à l'adolescent.

À l'arcade maxillaire

Les extractions d'incisives sont exceptionnelles et correspondent quasiment toutes à des indications non orthodontiques :

- anomalies de forme (dents gémellaires, incisives latérales riziformes sans solution prothétique pérenne...);
- dents fracturées;
- dents ankylosées en infraclusion après un traumatisme.

L'extraction d'une incisive latérale peut-être indiquée au cours d'un traitement d'orthodontie pour symétriser une agénésie controlatérale.

Canines

Comme les incisives maxillaires la canine est une dent qui ne présente aucune indication d'extraction orthodontique en raison de son rôle esthétique (soutien de la lèvre) et fonctionnel. L'extraction ne sera donc prescrite que dans le cas d'une canine incluse ankylosée après échec de la tentative de mise en place, ce qui est très rare chez un enfant.

Le moment des extractions

Il dépend essentiellement de deux paramètres :

- l'alignement spontané recherché;
- l'ancrage à maintenir.

C'est l'équilibre entre ces deux paramètres qui déterminent le moment optimal pour l'extraction. Lorsque l'ancrage est critique, les extractions seront retardées après la préparation d'ancrage.

Conséquences des extractions

Conséquences esthétiques [41–43]

Elles s'expriment au niveau du profil et du sourire.

Conséquences sur l'esthétique faciale

Les traitements avec extractions ont un impact significatif sur l'esthétique faciale lorsqu'ils s'accompagnent d'une rétraction incisive. Ils réduisent la convexité du profil, en particulier nasomentonnier, par recul labial et parfois par réponse de croissance mandibulaire. Le caractère positif ou négatif de cet impact dépend donc de la biprotrusion initiale et de la quantité de rétraction effectuée.

La rétraction incisive autorisée par les extractions dans les cas de biprotrusion :

- favorise la fermeture naturelle des lèvres;
- diminue la convexité disgracieuse du profil (figure 5.53).

Cet effet esthétique positif est une des indications majeures des extractions dans les biprotrusions en l'absence d'encombrement.

Lorsque la rétraction incisive est insuffisante, elle ne permet pas la correction du profil qui demeure protrusif avec souvent une prochéilie inférieure résiduelle inesthétique (Lamarque *in* [41]). Ce résultat est confirmé par Xu [46] qui compare les résultats de cas limites traités avec et sans extractions. Les extractions améliorent le profil des patients chinois étudiés par une rétraction plus importante de la lèvre inférieure et une modification de l'inclinaison du menton.

À l'opposé, l'impact esthétique des traitements avec extractions est négatif lorsque le repositionnement incisif est excessif par rapport au contexte facial du patient.

Cette rétraction excessive peut être due à deux facteurs parfois associés :

- **une mauvaise estimation de l'objectif de repositionnement incisif.** Elle repose, en effet, sur des paramètres difficiles à évaluer :

– *la croissance du patient et ses répercussions sur le visage*, plus particulièrement ici sur le nez et le menton, qui peuvent être parfois très surprenantes. Des croissances mandibulaire et nasale importantes creusent défavorablement le profil indépendamment des extractions. Une grande prudence est donc de mise dans les rotations antérieures mandibulaires sévères,

– *le recul labial qui accompagne la rétraction incisive.* Il est très variable d'un individu à l'autre en fonction de la tonicité des lèvres et de leur épaisseur,

– *l'impact de la correction du surplomb incisif* : les lèvres étant soutenues le plus souvent par l'incisive maxillaire, dans les classes II, la correction du surplomb et ses modalités (recul incisif maxillaire, avancée mandibulaire par croissance ou chirurgie) jouent un rôle majeur dans le recul labial,

– *enfin, l'estimation du degré de biprotrusion initiale* est éminemment subjective conduisant à des interprétations variables. Les modifications des critères esthétiques sont une des raisons principales de la réduction du nombre d'extractions actuellement car les profils protrusifs sont appréciés. Plusieurs paramètres socioculturels sont responsables de cette évolution : brassage ethnique, recherche de la notion de jeunesse et de la sensualité attachées à ce type de profil. La prise en compte du vieillissement du profil a également influencé l'estimation de la biprotrusion des patients;

- **le non-respect des objectifs par une mauvaise gestion de la mécanique orthodontique.** L'excès d'ancrage postérieur, le plus souvent naturel, entraîne une fermeture



Fig. 5.53

Impact esthétique des extractions et de la rétraction incisive dans un cas de biproalvéolie.

A. Photographie exobuccale de profil de début de traitement : on note la crispation mentonnière pour obtenir la fermeture labiale, la convexité du profil nasomentonnier et la prochéliie inférieure. B. Photographie exobuccale de face de début de traitement avec inoclusion labiale au repos. C. Photographie exobuccale de profil de fin de contention : occlusion labiale non forcée et réduction de la convexité du profil, disparition de la prochéliie inférieure. D. Photographie exobuccale de face de fin de contention : occlusion labiale non forcée.

des espaces d'extractions par un excès de rétraction incisive et une mésialisation molaire insuffisante. Ce risque est important chez les sujets hypodivergents dont la force musculaire élevée et l'orientation des dents renforcent l'ancrage naturel. Dans les cas à risque (rotation antérieure, profil plat et a fortiori concave) si les extractions sont indispensables en fonction de l'encombrement, les mécaniques de mésialisation doivent être renforcées et, surtout, le site d'extraction doit être reculé [42,43] (extraction de la deuxième prémolaire par exemple à la place de celle de la première prémolaire).

Si le vieillissement naturel tend à creuser le profil, la présence ou non d'extractions lors d'un traitement d'ortho-

dontie ne modifie pas l'évolution à long terme du profil d'après Stephens et al [44].

Esthétique du sourire

L'impact esthétique positif majeur des traitements avec extractions sur le sourire est lié à la correction des dystopies et aux possibilités d'alignement dentaire parfait qu'elles procurent dans les cas d'encombrement (figure 5.54). L'étude de Johnston et Smith *in* [41] montre qu'il n'y a pas de différence significative entre l'esthétique des sourires de patients traités avec et sans extractions. Mais elle souligne aussi que l'aspect esthétique de ces sourires dépend de la qualité des finitions, tout particulièrement dans les



Fig. 5.54

Amélioration du sourire lié à l'alignement dentaire.
A. Avant traitement. B. Fin de contention.

cas avec extractions. Les principaux reproches faits à ce type de traitement peuvent être prévenus par des finitions soignées :

- **l'impression d'arcade «étriquée»**, avec des corridors noirs importants, peut être évitée en maintenant une largeur d'arcade suffisante et en ajustant le torque radiculo-vestibulaire des secteurs latéraux maxillaires. La face vestibulaire des dernières dents visibles dans le sourire doit être à peu près verticale (Zachrisson *in* [41] (figure 5.54B) ;
- **le contrôle du torque et de l'égression des incisives** pendant leur recul est essentiel. Une rétraction par linguo-version des incisives maxillaires tend à les égresser entraînant parfois l'apparition ou l'aggravation d'un sourire gingival. De profil, l'insuffisance du torque radiculo-palatin confère aux incisives une inclinaison en bas et en arrière inesthétique qui renforce l'impression de sourire étriqué observée de face ;
- **la réouverture des espaces d'extractions** peut être évitée par un bon contrôle du parallélisme des axes des dents adjacentes et par un ajustement de l'occlusion pour éviter l'« effet de coin » de la prémolaire mandibulaire entre la canine et la prémolaire maxillaires, surtout dans les cas d'extractions monomaxillaires ;
- **la rupture de la ligne des collets** entre la canine et la deuxième prémolaire maxillaires doit être évaluée avant d'extraire des premières prémolaires, (amplitude du sourire qui découvre ou non les prémolaires, hauteur de la face vestibulaire de la deuxième prémolaire). Lorsque ces paramètres sont défavorables, l'extraction de la deuxième prémolaire peut-être envisagée pour éviter cette dysharmonie.

Conséquences parodontales [40]

Les complications parodontales des traitements avec extractions sont liées :

- **au geste chirurgical** qui peut entraîner en cas d'extraction difficile ou d'alvéolectomie, une perte d'os alvéolaire. Ce risque parodontal a conduit à limiter les indications de germectomies des prémolaires ;
- **au déplacement dentaire** : lors de la fermeture des espaces, le remaniement gingival, moins rapide que celui de l'os alvéolaire, entraîne une accumulation de tissu gingival qui provoque, dans certains cas, des lésions gingivales de type fissures, plis gingivaux ou gingivo-osseux (figure 5.55). Ces plis augmentent les risques d'inflammation et de poche parodontale par accumulation de plaque. Ils compliquent

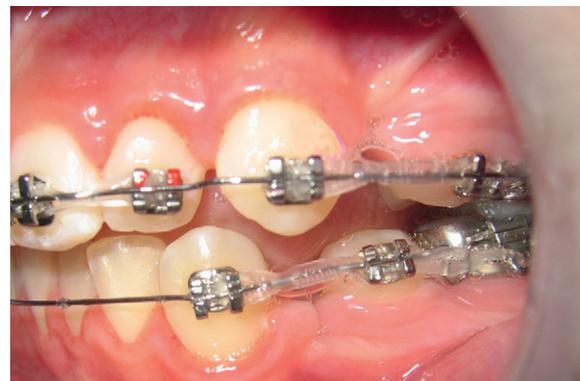


Fig. 5.55

Fissure et pli gingivaux dans les espaces d'extraction pendant la rétraction canine.

la fermeture des espaces et peuvent être à l'origine de leur réouverture. Ces fissures gingivales selon Achawi *in* [40] se résolvent spontanément dans 80 % des cas, pendant la première année de contention. Dans certains cas extrêmes, une chirurgie mucogingivale permet de corriger ces défauts.

Les études à long terme montrent que les traitements avec extractions n'ont pas d'influence négative au niveau parodontal si le patient a une bonne hygiène. L'alignement obtenu améliore les conditions d'hygiène et les conditions parodontales même chez les patients à parodontite fin.

Conséquences occlusales et articulaires [39]

Les extractions modifient les relations dentaires intra- et interarcades.

Modifications intra-arcades

Les extractions interrompent la progression morphologique des dents au sein de l'arcade pouvant perturber la physiologie du point de contact et provoquer des tassements alimentaires. Elles entraînent en effet une perte de la symétrie des crêtes marginales de part et d'autre du point de contact. L'extraction d'une dent fait s'opposer deux faces proximales de convexité différente (figure 5.56).

De même, la hauteur des cuspidés vestibulaires mandibulaires diminue d'avant en arrière et le point de contact se rapproche des faces occlusales. La disparition d'une dent rompt, là encore, cette progression et induit une dysharmonie des hauteurs des crêtes marginales. Ce phénomène est particulièrement visible lors de l'extraction de la deuxième prémolaire mandibulaire. Il provoque la perte du point d'occlusion sur la cuspidé mésiale de la première molaire ou un décalage vertical des crêtes marginales. Il est aggravé en cas de contrôle insuffisant de l'axe de la molaire. Une coronoplastie de la cuspidé vestibulaire de la première prémolaire est souvent nécessaire.

L'extraction des quatre premières ou des quatre deuxièmes prémolaires crée une dysharmonie dentodentaire, plus



Fig. 5.56

Évolution des crêtes marginales des prémolaires mandibulaires. Symétrie des faces mésiale et distale de deux dents adjacentes.

ou moins importante selon les variations dimensionnelles individuelles, qui peut entraîner la présence de diastèmes avec perte du point de contact, à l'arcade où la prémolaire la plus petite a été conservée.

Les extractions modifient les dimensions transversales de l'arcade et réduisent la distance intermolaire, ceci d'autant plus que la mésialisation des secteurs latéraux est importante lors de la fermeture des espaces.

Modifications interarcades

Dans les cas d'extractions de quatre prémolaires, les relations «cuspidé-fosse» habituelles sont maintenues. Cependant, lorsque les extractions induisent une dysharmonie dento-dentaire au maxillaire, liée à la petite taille de la deuxième prémolaire, la fermeture de cet espace supplémentaire est obtenue par mésialisation postérieure entraînant une occlusion en tendance classe II, facteur d'instabilité occlusale qui peut favoriser la récurrence de classe II.

Par contre, en cas d'extraction de deux prémolaires maxillaires uniquement, il s'établit au niveau prémolomolaire des relations «cuspidé-embrasure» moins stables. Pour parfaire ce contact et stabiliser l'occlusion un mouvement de mésiorotation de la première molaire est nécessaire.

Le choix de la prémolaire extraite, première ou deuxième, modifie certaines répercussions occlusales.

• L'extraction des premières prémolaires :

- au maxillaire, diminue le guidage en latéralité surtout après usure des canines, car la cuspidé vestibulaire de la deuxième prémolaire est plus courte que celle de la première ;
- entraîne la perte du guidage proprioceptif du mouvement rétrusif de la mandibule situé sur les premières prémolaires ;
- favorise un mouvement lingual des canines qui réduit l'enveloppe fonctionnelle à leur niveau.

• L'extraction des deuxièmes prémolaires :

- conduit, selon Planché, à une occlusion plus stable par l'établissement d'un puissant verrou occlusal entre la cuspidé vestibulaire de la première prémolaire maxillaire et la partie mésiale de la molaire mandibulaire ;
- perturbe, par contre, davantage le calage occlusal molaire avec en particulier la perte du point d'occlusion sur la cuspidé mésovestibulaire de la première molaire mandibulaire déjà évoquée.

Conséquences articulaires

La plupart des études ne mettent pas en évidence d'incidences des extractions orthodontiques sur les risques de dysfonctionnement de l'ATM ni par modification de la dimension verticale, ni par modification de la position condylienne.

Modifications de la dimension verticale

Différents auteurs pensaient que la mésialisation molaire dans certains traitements avec extractions pouvait diminuer la dimension verticale. Même dans ces cas, cette diminution n'est souvent pas constatée en raison de l'égression qui accompagne la plupart des déplacements orthodontiques.

Il semble que les modifications de la dimension verticale observées soient plus liées à la typologie de croissance qu'à l'effet des extractions. La dimension verticale tend plutôt à s'ouvrir chez les sujets hyperdivergents et à se fermer chez les sujets hypodivergents.

Modifications de la position condylienne

Certains auteurs ont évoqué le risque de modification de la position condylienne dans les traitements avec extractions pouvant induire des dysfonctionnements articulaires. Ce risque est surtout avancé dans les cas d'extraction de deux prémolaires maxillaires où la rétraction incisive, lorsqu'elle s'effectue avec un mouvement de linguoversion, pourrait entraîner une contrainte distale sur la mandibule.

Mais la plupart des études n'ont pas démontré de liaison entre les traitements orthodontiques et les dysfonctions articulaires. Il convient cependant de rester vigilants avec les patients à risque et d'éviter tout blocage mandibulaire par insuffisance de torque antérieur.

Conséquences des extractions sur le volume des voies aériennes supérieures

Dans le cadre de la prévention des syndromes d'apnée du sommeil, le risque de réduction des volumes de la cavité buccale et des voies aériennes supérieures liée à la rétraction des incisives dans les traitements avec extractions a été évoqué. Il n'est actuellement pas prouvé et même, l'étude de Valiathan [45] montre le contraire concluant à l'absence d'influence des traitements avec extractions sur le volume des voies aériennes supérieures.

La fréquence des extractions évolue en fonction de l'évolution des techniques et des objectifs esthétiques. Proffit rapporte les pourcentages de cas traités avec des extractions à l'université de Caroline du Nord, 30 % en 1953, 73 % en 1973 et 28 % en 1993. Ces variations qui reflètent le comportement orthodontique mondial sont liées à la conjugaison de différents facteurs :

- les résultats d'études sur la stabilité des traitements ;

- la prise en compte du vieillissement naturel des patients après traitement ;
- l'évolution des critères esthétiques qui modifient les objectifs de repositionnement incisif ;
- la disparition des bagues au profit des attaches collées supprimant l'espace supplémentaire interproximal qu'elles imposaient ;
- l'apparition de nouveaux appareils et l'augmentation des traitements interceptifs...

Si leurs indications ont donc diminué, elles n'ont pas disparu et les extractions ne doivent pas être systématiquement rejetées. Le bon choix d'extraction [42, 43] associé à un contrôle rigoureux de la mécanique orthodontique, en particulier de l'ancrage, du sens vertical et du torque, contribue au succès et à la stabilité de nombreux traitements orthodontiques.

Les phases de traitement

Le traitement orthodontique s'organise en différentes phases qui dépendent de la dysmorphose traitée, des choix thérapeutiques (extractions ou non, ancrage...) et de la technique utilisée.

Il est impossible de présenter l'ensemble des séquences envisageables. Seules les phases classiques d'un traitement en technique d'arc continu sont donc présentées à titre d'exemple.

Quelle que soit la technique utilisée et les séquences envisagées, l'accomplissement des objectifs d'une phase est nécessaire avant de commencer la phase suivante pour éviter la multiplication des effets parasites.

Nivellement

C'est la première phase du traitement. Elle assure :

- **l'alignement des dents et des attaches en corrigeant les dystopies et les rotations.** Cette phase permet dans la suite du traitement le passage d'arcs plus rigides et l'utilisation de mécaniques de glissement. La correction des dystopies, en particulier des rotations très récidivantes, dès le début du traitement, favorise la stabilisation de ces mouvements au cours du traitement laissant du temps aux remaniements tissulaires ;
- **le nivellement de la courbe de Spee.**

Cette phase contribue ainsi à la levée des verrous occlusaux libérant le potentiel de croissance mandibulaire.

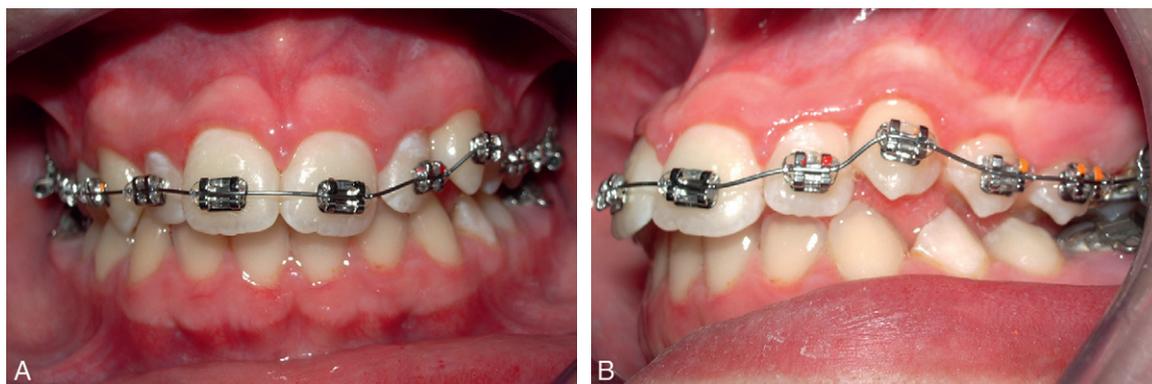


Fig. 5.57

Nivellement de l'arcade maxillaire avec un fil en nickel-titane (A et B).

Pendant l'alignement l'arc doit délivrer des forces légères et constantes et donc présenter un rapport charge–flexion faible. Les arcs en nickel-titane, les arcs en acier multibrins sont préférentiellement utilisés (figure 5.57). Quand elle est possible l'utilisation d'un arc rectangulaire permet un contrôle précoce du torque.

Le nivellement de la courbe de Spee est réalisé avec des arcs plus rigides en fin de phase.

L'alignement et le nivellement nécessitent de l'espace sur l'arcade qui est fourni par des extractions ou de l'expansion ou, plus rarement, des meulages interproximaux.

Pour éviter la vestibuloversion des incisives lorsqu'elle n'est pas désirée, ou les mouvements de va-et-vient qui en résulteraient, le nivellement peut être réalisé en deux étapes :

- le nivellement des secteurs latéraux;
- le nivellement incisif qui est alors différé après le recul canin.

La flexibilité des arcs utilisés le plus souvent ne permet pas un contrôle rigoureux des déplacements. Il faut rester vigilant au respect de la symétrie et de la forme d'arcade pendant cette phase. L'expansion réalisée, si elle a lieu, doit rester compatible avec les objectifs thérapeutiques et l'équilibre neuromusculaire.

Cette phase est achevée avec des arcs rectangulaires à rapport charge–flexion plus élevée qui terminent le nivellement de la courbe de Spee, le contrôle de l'arcade et la stabilisation des corrections obtenues.

Préparation d'ancrage

Elle n'existe pas dans tous les traitements ni dans toutes les techniques. Elle dépend des besoins d'ancrage révélés par l'analyse diagnostique du cas et évalués dans le plan de traitement.

Elle vise à préparer les dents des secteurs latéraux, surtout mandibulaires, à résister aux sollicitations qu'ils subissent :

- pendant la rétraction canine et la rétraction incisive;
- lors de l'utilisation de TIM de classe II pour rétablir une classe I occlusale.

L'objectif est de placer les dents en position de résistance aux forces qui leur sont appliquées, c'est-à-dire en position de distoversion sans mésialer leurs apex.

Ce mouvement nécessite :

- des informations de deuxième ordre sur les molaires et les deuxièmes prémolaires mandibulaires :
 - *tip back bends* en technique non informée,
 - angulations négatives en technique pré-informée;
- une force distalante;
- un soutien antérieur de l'arcade pour éviter la vestibuloversion et l'ingression des incisives ainsi que la rotation horaire du plan d'occlusion avec égression des molaires.

L'intensité des courbures et des forces utilisées dépend des besoins d'ancrage.

Préparation d'ancrage classique (figure 5.58)

En technique Edgewise classique ou dans les techniques pré-informées intégrant des informations d'angulations négatives dans les attaches des secteurs postérieurs, la préparation d'ancrage est réalisée simultanément sur les groupes prémolomolaires. En techniques pré-informées, ces angulations s'expriment dès la phase de nivellement. Il faut donc anticiper précocement leurs effets parasites.

Classiquement, la force distalante est apportée par des TIM de classe III sur les premières molaires maxillaires stabilisées par une FEO à traction haute mais des FEO

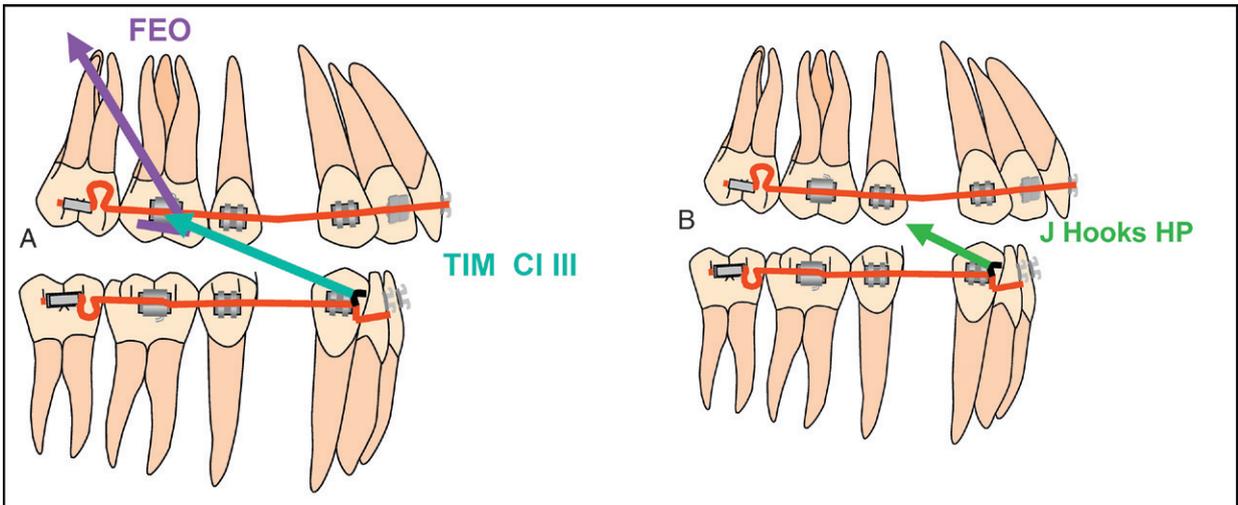


Fig. 5.58

Préparation d'ancrage mandibulaire classique.
 A. Avec FEO et TIM de classe III. B. Avec J Hooks.

de type J Hooks à traction haute peuvent être directement appliquées sur des crochets soudés sur l'arc mandibulaire.

En technique Edgewise non informée ou lorsque des informations de deuxième ordre sont rajoutées sur l'arc, les compensations sont placées au contact de la face mésiale des attaches des dents à distoverser pour leur transmettre directement la force distalante.

En technique de Tweed-Merrifield

La préparation d'ancrage est réalisée selon le concept dit du « Ten Two system » ou « Twelve Two system » : l'ensemble de l'arcade (10 ou 12 dents) sert d'ancrage pour le déplacement de deux dents.

L'ancrage est préparé en deux temps :

- la préparation de la deuxième molaire mandibulaire pendant le nivellement pour s'opposer aux forces mésialantes exercées lors du recul canin et de la rétraction des incisives. Ce seul couple de dents est distoverisé car ces mouvements sollicitent peu l'ancrage postérieur (rétraction canine effectuée avec des FEO J Hooks et résistance de huit dents postérieures contre le recul des incisives);
- la préparation d'ancrage proprement dite, après la fermeture des espaces mandibulaires. Elle est réalisée en trois temps (figure 5.59) :
 - la préparation des deuxièmes molaires qui sont distoverisées avec ouverture d'un léger espace entre elles et les premières molaires,

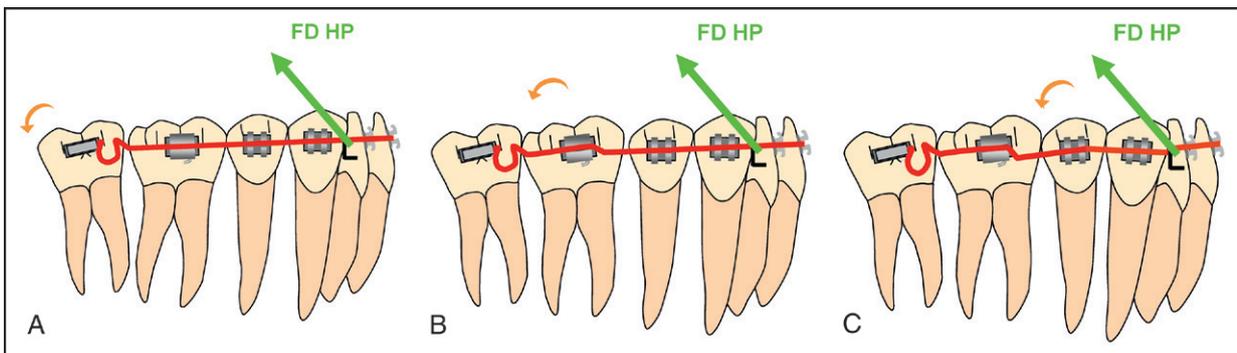


Fig. 5.59

Préparation d'ancrage avec le ten two system.
 A. Préparation des deuxièmes molaires. B. Préparation des premières molaires. C. Préparation des deuxièmes prémolaires.

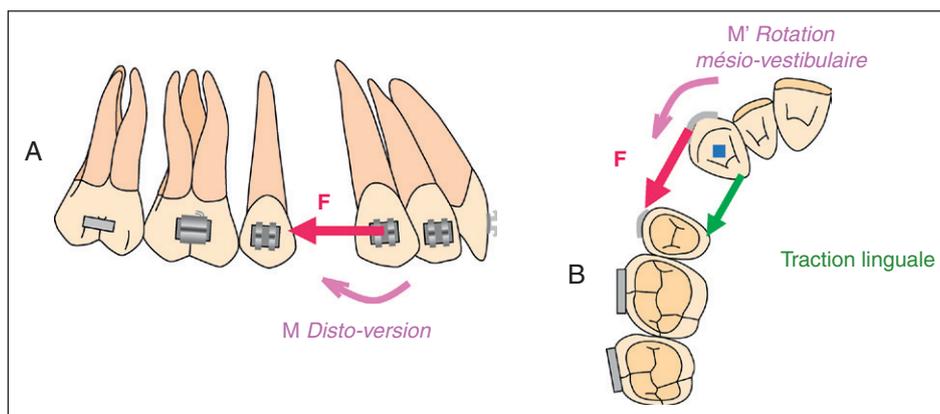


Fig. 5.60

Biomécanique du recul canin au niveau de la canine.
A. Dans le plan sagittal. B. Dans le plan horizontal.

- la préparation des premières molaires dont la distover-
sion est facilitée par cet espace,
- la préparation des deuxièmes prémolaires.

Cette préparation d'ancrage vise à s'opposer à la composante mésialante des TIM de classe II et son intensité varie en fonction de la quantité de classe II à corriger. Elle est activée et contrôlée par une FEO sur J Hooks à traction haute sur crochets soudés en mésial des canines mandibulaires.

Recul canin

La quantité de recul canin correspond à l'espace nécessaire pour aligner et reculer les incisives afin de réduire leur proalvéolie et, au maxillaire, de rétablir un guide incisif.

Dans les asymétries d'arcade, il peut être asymétrique et libérer l'espace pour la correction de la déviation des médianes.

La mécanique mise en œuvre dépend des quantités respectives de recul canin et d'espace disponible. Trois cas de figure peuvent se rencontrer :

- le recul canin prévu est supérieur à l'espace disponible : il faut envisager de distaler le secteur postérieur ou de faire un compromis sur le repositionnement incisif. Le recul, après ces ajustements sera égal à l'espace disponible;
- le recul est égal à l'espace disponible. L'ancrage est alors critique : les secteurs postérieurs ne doivent pas être mésialés il faut donc prévoir :
 - de les stabiliser par une préparation d'ancrage, une minivis, ou à l'arcade maxillaire par une FEO sur les premières molaires,
 - et/ou de limiter leur sollicitation pendant le recul en utilisant pour sa réalisation des FEO J Hooks sur les canines ou des accessoires de rétraction ancrés sur une mini-

vis. Ces différents moyens seront choisis en fonction de la quantité de recul à réaliser;

- si l'espace disponible est supérieur à la quantité de recul canin, la mésialisation des secteurs latéraux est envisageable.

Biomécanique

La force utilisée induit des mouvements parasites sur la canine et sur les dents d'ancrage.

Sur la canine (figure 5.60)

La force distalante passe à distance du centre de résistance et induit deux moments parasites :

- un moment de version coronodistale que l'on neutralise par une information de deuxième ordre (*tip forward*);
- un moment de rotation mésovestibulaire que l'on neutralise par une traction complémentaire côté lingual ou par un *toe in* sur les sectionnels de rétraction.

Sur la dent d'ancrage (figure 5.61)

Elle subit également deux moments parasites opposés aux précédents :

- un moment de version coronomésiale, neutralisé par des *tip back*;
- un moment de rotation distovestibulaire contrôlé par une accentuation du *toe in* sur l'arc.

Modalités du recul canin

Le recul canin peut être effectué :

- **par des sectionnels de rétraction** utilisés le plus souvent dans les techniques segmentées, ils délivrent des forces légères en fonction des boucles choisies mais difficiles à contrôler au cours des réactivations;

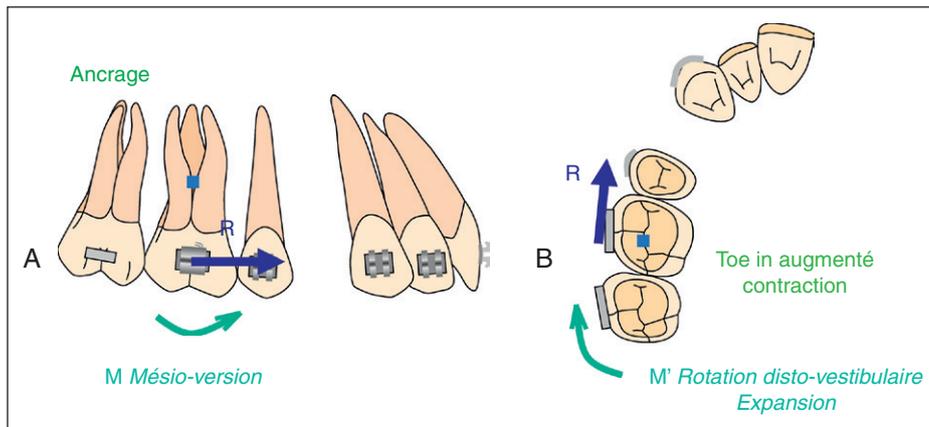


Fig. 5.61

Biomécanique du recul canine : mouvements parasites au niveau de la dent d'ancrage. A. Dans le plan sagittal. B. Dans le plan horizontal.

• **par glissement de la canine sur l'arc.** Les phénomènes de friction tendent à s'opposer à ce déplacement. Ils dépendent de l'arc (nature, dimensions), des attaches et des ligatures. La friction est aggravée par les mouvements parasites. Lors de la rétraction canine, le phénomène d'arc-boutement dû à la flexion du fil insuffisamment rigide bloque transitoirement le mouvement jusqu'à ce que son élasticité redresse la dent. Le déplacement s'effectue alors par une succession de versions et de redressements. Dans ce type de déplacement, la force motrice est assurée par de nombreux accessoires choisis en fonction de l'ancrage et de la quantité de recul. La force optimale initiale est de 100 g. Elle peut être délivrée par :

- des chaînettes élastomériques (figure 5.62A),
- des élastiques intra-arcades,
- des ressorts comprimés (cf. figure 5.62A),
- des ressorts de Pletcher,

- des ressorts étirés,
- des FEO de type J Hooks (figure 5.62B).

Le recul canine peut être freiné ou arrêté par le contact de la racine avec la corticale ou par des interférences occlusales. Ces deux phénomènes augmentent la perte d'ancrage.

À la fin de la rétraction, les axes canins et prémolaires doivent être contrôlés et parallélisés.

Rétraction incisive

La rétraction des incisives est réalisée après leur nivellement et après le recul canine. Elle est plus ou moins importante en fonction de la malocclusion et du plan de traitement.

À la mandibule, elle n'existe que dans les cas avec extraction de prémolaires ou les cas présentant des diastèmes importants.

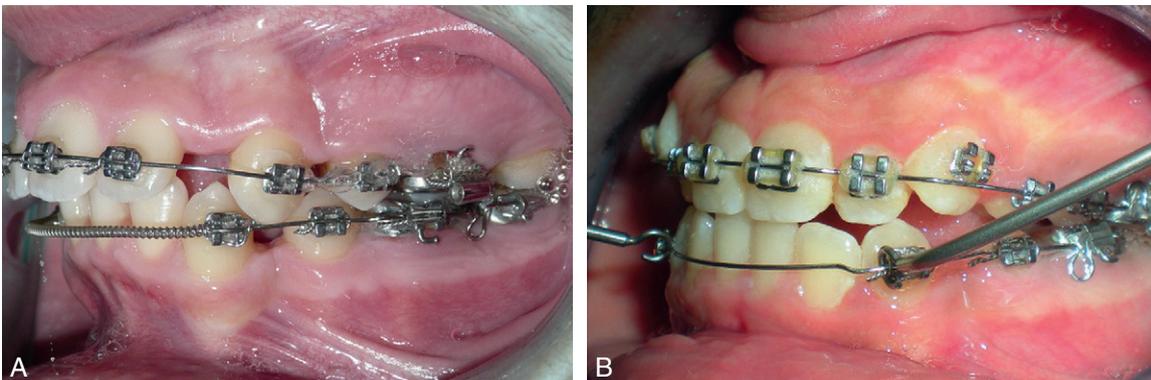


Fig. 5.62

Rétraction canine.

A. Avec chaînette élastomérique à l'arcade maxillaire et ressort comprimé à l'arcade mandibulaire. B. Avec des FEO type J Hooks à l'arcade mandibulaire.

Au maxillaire, cette phase est importante dans la thérapeutique des classes II dont elle achève la correction après la distalisation de l'arcade maxillaire ou après le recul canin dans les espaces d'extractions.

Les rétractions des incisives mandibulaires et maxillaires peuvent être réalisées successivement ou simultanément.

Principes

Trois éléments importants doivent être pris en compte dans la gestion de cette phase :

- le contrôle de l'ancrage;
- le contrôle du sens vertical lors de la rétraction;
- le contrôle du torque incisif.

Le contrôle de l'ancrage permet le respect des objectifs.

La rétraction des incisives mandibulaires consomme peu d'ancrage, surtout lorsqu'elle est réalisée par un mouvement de version. Au niveau maxillaire, la quantité de rétraction est souvent plus importante et le contrôle du torque consomme beaucoup plus d'ancrage. Selon les cas, la rétraction incisive doit être réalisée :

- sans déplacement des secteurs latéraux des deux arcades, l'ancrage est alors maximal et les dispositifs utilisés devront être adaptés aux conditions du recul incisif (quantité de recul et contrôle ou non du torque incisif);
- sans déplacement des secteurs latéraux de l'arcade concernée mais avec mésialisation possible des secteurs latéraux de l'arcade antagoniste. L'utilisation de TIM facilite alors la rétraction incisive si le sens vertical le permet;
- avec mésialisation des secteurs latéraux de la même arcade, la fermeture des espaces est alors réciproque.

La supraclusion incisive est corrigée avant la rétraction pour éviter, pendant le recul, des interférences qui freineraient ou arrêteraient le déplacement et provoqueraient une perte d'ancrage postérieur. Au cours de la rétraction, la position verticale des incisives doit être maintenue pour éviter l'égression relative qui accompagne le mouvement de linguoversion des incisives (figure 5.63).

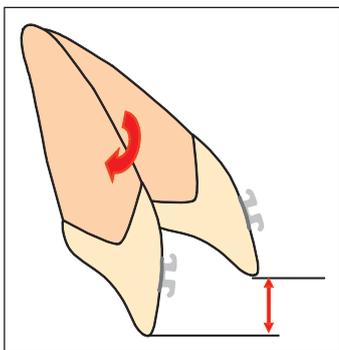


Fig. 5.63

Égression relative des incisives lors de leur linguoversion.

Les incisives maxillaires, selon leur situation initiale, doivent être reculées avec un **déplacement radiculaire** plus ou moins important. Lorsque le mouvement radiculaire doit être contrôlé, du torque radiculopalatin actif est incorporé en tenant compte du jeu dans les attaches. Les FEO type J Hooks sur les incisives ont tendance à renforcer le torque antérieur.



Remarque

Ce sont ces conditions d'ancrage, de contrôle vertical et de contrôle du torque qui vont déterminer le choix de l'arc et des accessoires utilisés pour activer ou compléter les mécaniques de rétraction : FEO sur molaires ou sur arc, vis d'ancrage, TIM...

Les mécaniques de rétraction

La rétraction des incisives peut être effectuée avec des arcs à boucles ou par une technique de glissement.

Rétraction avec des arcs à boucles (figure 5.64)

Dans cette méthode, la rétraction n'est pas gênée par les phénomènes de friction mais sa mise en œuvre est, selon Le Gall, délicate au niveau de la boucle. Si la boucle est trop souple (grande quantité de fil), il y a une perte du contrôle antérieur. Si, au contraire, elle est trop rigide (trop peu de fil), la force délivrée est trop forte.

De plus, les boucles doivent être activées faiblement (1 mm) pour ne pas entraîner un mouvement de linguoversion des incisives due à une expression insuffisante du torque.

En technique non informée, les informations seront mésialées par rapport à leur situation habituelle pour permettre l'activation de l'arc.

Rétraction incisive avec une mécanique de glissement

Les forces de friction ont tendance à freiner le recul incisif. Elles dépendent des mêmes paramètres que précédemment. Un compromis doit être réalisé dans le choix de l'arc :

- sur les secteurs latéraux, l'arc doit être rigide et légèrement sous-dimensionné avec des bords plutôt arrondis pour faciliter le glissement;
- au niveau du secteur antérieur, l'arc devrait être de pleine taille pour assurer le contrôle du torque.

On peut donc choisir un arc .0215x.0275 dans des gorges de .022 en le réduisant postérieurement ou un arc légèrement sous-dimensionné .020x.026.

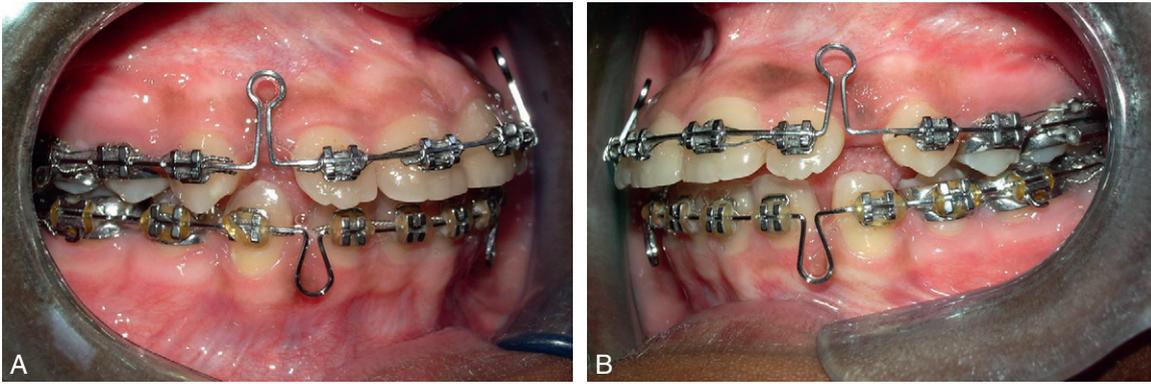


Fig. 5.64

Rétraction incisive avec des arcs à boucles (A et B).

Finitions

C'est une **phase essentielle** dans le traitement qui :

- achève l'accomplissement des différents objectifs de traitement :

- objectifs fonctionnels,
- objectifs esthétiques,
- objectifs parodontaux;

- contribue à la stabilité du traitement;
- détermine la qualité du traitement.

C'est une **phase délicate** :

- pour des raisons psychologiques : à la fin du traitement, le patient aspire à être libéré le plus vite possible et les modifications apportées au cours de cette phase sont quasiment invisibles pour lui;

- pour des raisons techniques : les mouvements à réaliser sont des ajustements fins qui interagissent entre eux.

Il faut donc essayer de limiter au maximum cette étape de finition grâce à la rigueur et à la précision de toutes les phases précédentes. Elle doit être anticipée tout au long du traitement, particulièrement lors du baguage.

Cette phase repose sur une évaluation de la situation clinique par rapport aux objectifs de traitement, basée sur un examen systématique et détaillé des documents et du patient. Elle comprend en particulier :

- l'évaluation de l'occlusion statique et surtout dynamique du patient ainsi que de l'esthétique faciale et dentaire à partir d'un examen clinique;
- le contrôle des axes dentaires sur les radiographies;
- le contrôle sur les modèles des relations dentaires intra- et interarcades, en particulier du côté palatin qui ne peut être visualisé à l'examen clinique.

Elle permet aussi la gestion de l'hypercorrection. Cette notion d'hypercorrection est actuellement discutée car si pour certains auteurs, comme Roth, elle anticipe les réci-

dives, d'autres considèrent qu'elle éloigne de l'occlusion idéale et constitue donc une cause d'instabilité occlusale. De plus, elle constitue un pari sur la récurrence dont l'intensité est difficile à prévoir.

Ce principe d'hypercorrection semble devoir être réservé aux malocclusions très récurrentes en particulier :

- la supraclusion incisive;
- la palato-version des incisives maxillaires;
- les béances incisives;
- les palato-versions incisives.

Principaux objectifs

Après avoir contrôlé la normalisation des fonctions, la phase de finition vise à optimiser les positions dentaires pour remplir les objectifs intra-arcades, occlusaux et esthétiques.

Objectifs intra-arcades

Pour assurer une occlusion normale et un fonctionnement harmonieux des points de contact, les positions dentaires doivent respecter différents critères :

- alignement des faces vestibulaires et pointes cuspidiennes vestibulaires mandibulaires sur une courbe symétrique;
- alignement des faces palatines et des sillons médians des dents maxillaires sur la même courbe;
- absence de diastèmes;
- absence de rotations, en particulier des premières molaires maxillaires (4^e clé de l'occlusion selon Andrews);
- absence de décalage vertical des points de contact (5^e clé de l'occlusion d'Andrews). Les courbures de compensation de la préparation d'ancrage sont ainsi par exemple atténuées avant la dépose des attaches;
- parallélisme des axes dentaires de part et d'autre des espaces d'extractions.

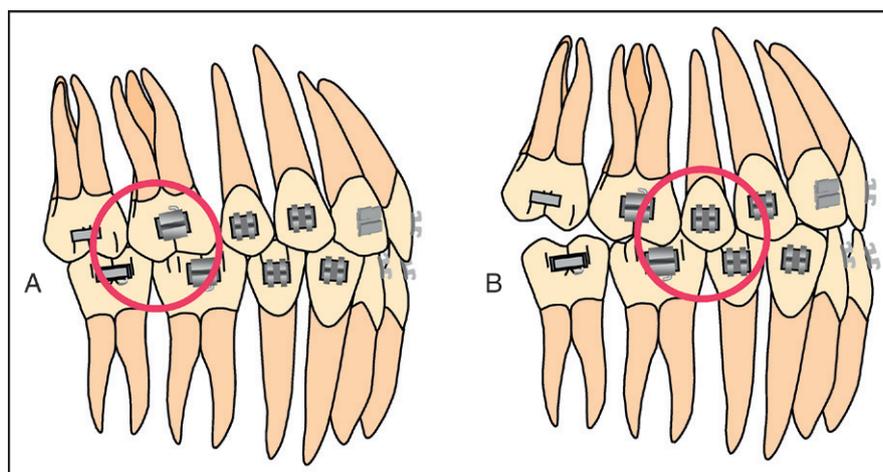


Fig. 5.65

Occlusion de fin de traitement actif.
A. Selon Andrews. B. Selon Tweed.

Les courbes de compensation sont contrôlées et modifiées éventuellement en fonction du concept de finition :

- la courbe de Spee est nivelée à l'arcade mandibulaire, mais à l'arcade maxillaire elle peut être :
 - aplatie, pour Andrews, afin de favoriser la coaptation mésiodistale des dents maxillaires et mandibulaires entre elles (6^e clé de l'occlusion) avec une inclinaison en direction méso-occlusale des grands axes verticaux coronaires des dents (2^e clé) (figure 5.65A),
 - maintenue accentuée en technique de Tweed pour maintenir la désocclusion postérieure et laisser les dents postérieures en position pré-éruptive afin que le rétablissement de l'occlusion se fasse selon les paramètres physiologiques du patient (figure 5.65B);
- la courbe de Wilson doit être respectée.

Objectifs occlusaux

Statiques (figure 5.66)

La classe I

Une occlusion de classe I est impérativement recherchée au niveau canine et le plus souvent molaire (excepté après extraction de deux prémolaires maxillaires : classe II thérapeutique). Le verrouillage en classe I dépend là encore des concepts de finitions :

- pour Andrews, le pan distal de la cuspide distopalatine de la première molaire maxillaire est au contact du pan mésial de la cuspide mésiolinguale de la deuxième molaire mandibulaire (1^{ère} clé de l'occlusion) (figure 5.65A);
- pour Tweed, l'occlusion s'établit entre la deuxième prémolaire maxillaire et la partie mésiale de la première molaire mandibulaire (figure 5.65B);



Fig. 5.66

Occlusion de fin de traitement.

- en occlusion de classe II thérapeutique, une rotation distovestibulaire de la molaire est recherchée pour asseoir le contact cuspide–embrasure.

Le surplomb et le recouvrement incisifs

Selon les auteurs et l'hypercorrection recherchée, les objectifs occlusaux concernant les incisives sont variables. Ainsi, pour Tweed, excepté dans les cas de béance initiale et de classe III, le surplomb et le recouvrement sont diminués par rapport à la normale et les incisives sont placées presque en bout à bout, en position pré-éruptive, pour permettre au guide antérieur de se recréer selon les paramètres fonctionnels du patient (figure 5.65B).

La position des incisives étant très sujette à récurrence, surplomb et recouvrement sont souvent hypercorrigés. Il est essentiel de maintenir une enveloppe fonctionnelle suffisante et d'éviter tout verrouillage de la mandibule. Pour cela, le torque radiculo-palatin doit être soigneusement

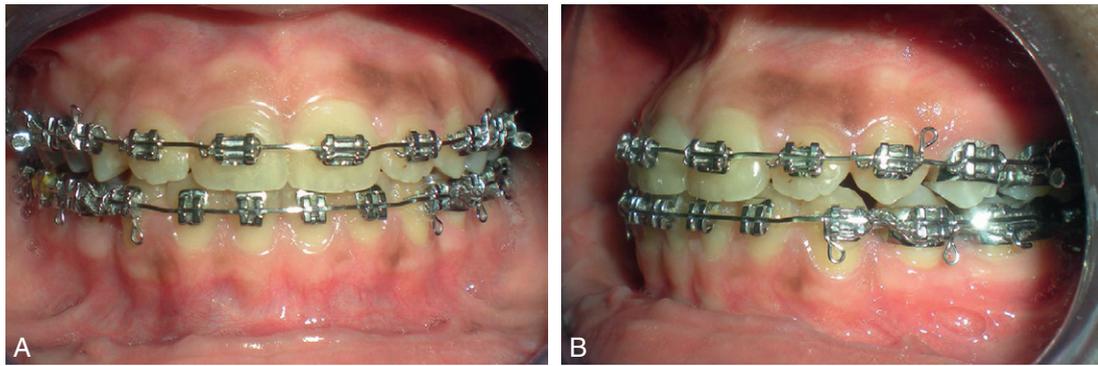


Fig. 5.67

Finitions : l'occlusion canine sera assise avec des TIM en triangle sur les crochets de Kobayashi.

contrôlé. Dans les cas de supraclusion et de rétroalvéolie incisives, il sera hypercorrigé.

Dans la dimension transversale, l'arcade maxillaire circonscrit l'arcade mandibulaire, les cuspidés palatines occupant les fosses mandibulaires. Là encore, une enveloppe fonctionnelle doit être assurée par un torque adapté sur les secteurs latéraux pour éviter un verrouillage latéral de la mandibule.

La concordance des médianes doit être rétablie.

Dynamiques

Le contrôle de l'accomplissement des objectifs occlusaux dynamiques vient compléter les relations occlusales statiques précédentes.

Chez l'enfant et le jeune adulte, on recherche le plus souvent :

- en propulsion, une protection incisive assurant une désocclusion immédiate;
- en latéralité, une protection canine. La protection de groupe est moins conseillée et aussi plus difficile à régler orthodontiquement.

Le maintien d'une liberté mandibulaire doit être assuré.

Objectifs esthétiques

Les objectifs esthétiques lors de la phase de finition concernent essentiellement la position des dents dans le sourire.

Dans la mesure du possible, certains critères devront être respectés (cf figure 5.54B) :

- le décalage vertical entre les incisives centrales et latérales;
- le parallélisme des bords libres des incisives avec la lèvre inférieure;
- lors du sourire la lèvre supérieure affleure le collet des incisives maxillaires;
- la concordance des médianes incisives;
- la face vestibulaire des dernières dents exposées doit être perpendiculaire au plan de Francfort;
- la face vestibulaire des incisives maxillaires, de profil, doit être elle aussi verticale ou très légèrement vestibulée (environ 5° au maximum).



Fig. 5.68

Finitions : des TIM verticaux antérieurs en carré augmenteront le recouvrement insuffisant dans ce cas initialement en béance.

Réalisation des finitions

Ces finitions sont normalement limitées, les principales erreurs et divergences par rapport aux objectifs précédents devant être corrigées le plus tôt possible.

Elles nécessitent des ajustements et une individualisation des informations apportés à la pince sur les arcs qui doivent donc être façonnables. Des fils d'acier ou de TMA sont recommandés pour cette phase.

Une grande vigilance doit être apportée aux torques antérieurs et latéraux qui conditionnent une grande partie du résultat fonctionnel et esthétique. Les TIM d'intercuspidation (figures 5.67 et 5.68), qui permettent d'asseoir l'occlusion, délivrent une composante de torque radiculovestibulaire sur les deux arcades. Latéralement, elle peut gêner le positionnement des cuspidés palatines maxillaires au fond des fosses mandibulaires et, antérieurement, elle tend à fermer l'enveloppe fonctionnelle incisive. Ces effets parasites doivent, si nécessaire, être neutralisés sur l'arc.

Le dernier arc maxillaire peut être en niobium-titane ou en multibrin acier rectangulaire sous-dimensionné pour laisser s'exprimer la physiologie du patient.

Techniques orthodontiques

L'évolution des concepts et les progrès technologiques ont conduit au développement de nombreuses techniques orthodontiques. Il est impossible de les présenter toutes. Nous en avons arbitrairement sélectionné quelques-unes représentatives de ces différentes technologies mais surtout d'approches thérapeutiques globales différentes et complémentaires.

Aucune de ces techniques ne peut ni ne doit, en effet, être réduite à l'utilisation d'une attache ou d'un dispositif donné.

Techniques d'arcs continus

Techniques non informées

*Technique de Tweed-Merrifield*⁸

Edward H. Angle ne connaissait qu'un principe thérapeutique selon lequel, la nature nous ayant conçu avec 32 dents, toutes celles-ci devaient être conservées et l'expansion était la règle. Charles H. Tweed suivit les préceptes de son maître jusqu'au jour où un recul suffisant l'amena à reconnaître le bien-fondé de la réduction du matériel dentaire pour en harmoniser le volume global avec celui des bases osseuses. Tweed pratiquait alors les extractions des quatre premières prémolaires et développait une technique rigoureuse lui permettant de traiter les malocclusions en exploitant les espaces d'extractions avec la meilleure efficacité.

Ses objectifs étaient triples :

- établissement d'une fonction équilibrée;
- amélioration de l'esthétique faciale;
- obtention de résultats stables dans le temps.

Il définissait :

- la position idéale de l'incisive mandibulaire en fonction du type vertical squelettique;
- les différents types de croissance;
- la notion de préparation d'ancrage avant l'utilisation de la mécanique de classe II;
- les phases de traitement utilisant la mécanique Edgewise .022;
- un concept occlusal de fin de traitement particulier. Ce dernier point plaçait les dents dans une situation pré-éruptive de classe I à partir de laquelle, sous l'influence des fonctions de la sphère oro-faciale, l'intercuspidation fonctionnelle complète, harmonieuse et individualisée pouvait s'établir (figure 5.69).

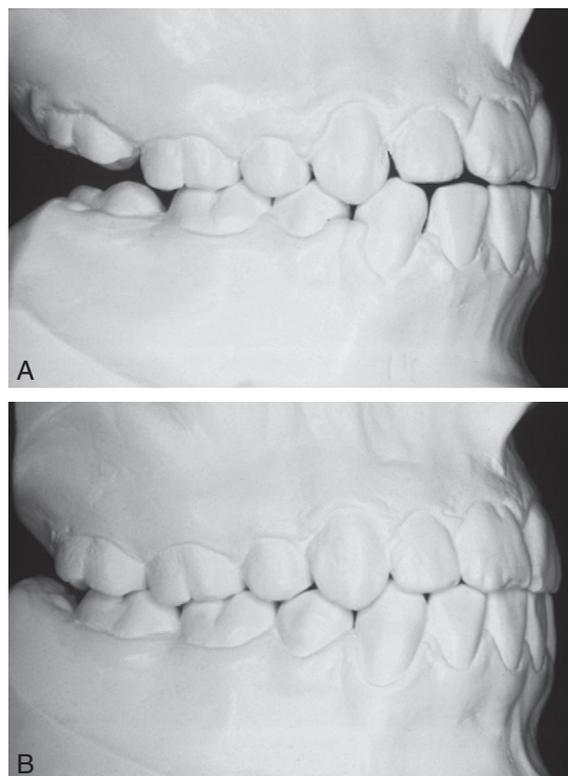


Fig. 5.69

Évolution de l'occlusion de fin de traitement.

A. Occlusion de fin de traitement selon Tweed. B. Occlusion après le « recovery ».

Après Charles H. Tweed, Lavern L. Merrifield réalisait plusieurs évolutions parmi lesquelles :

- les limites de la denture (respect des dimensions d'arcade dans les trois sens de l'espace);
- l'analyse de l'espace total (figure 5.70) (synthèse des déficits dentaires avec les bases osseuses en fonction de leurs rapports sagittaux, du sexe, de l'âge et du type squelettique vertical);
- les variations des sites d'extractions (selon les pathologies rencontrées et les stratégies de traitement choisies, différents sites d'extractions sont envisagés et celles des quatre premières prémolaires perdent leur caractère exclusif);
- le système des forces directionnelles qui est l'ensemble des forces mises en jeu (forces extra-orales à direction contrôlée, plicatures actives réalisées sur les arcs, élastiques intermaxillaires) pour obtenir la correction de la malocclusion et établir l'occlusion de fin de traitement décrite par Tweed.
- le « ten-two-system » processus de préparation de l'ancrage mandibulaire qui privilégie le contrôle du sens vertical et sectorise les mouvements de versions coronodistales des dents postérieures.

⁸ Contribution de J.-P. Ortial.

Analyse de Tweed-Merrifield		Début de Trait.	Fin de Trait.	Fin de Cont.		
	Ref. Norm.					
FMIA	67°±3	53	66			
FMA	25°±3	26	22			
IMPA	88°±3	101	92			
SNA	82°±2	79	77			
SNB	80°±2	75	76			
ANB	2°±2	4	1			
Ao-Bo	2mm±2	5	0			
PO	10°-14°	4	7			
Z	75°±5	61	77			
Post. Fac.	45mm	33	45			
Ht Fac. Ante.	65mm	55	62			
Index Post-Ant.	0,69	0,60	0,73			
Rapport d'évolu.	2/1		12/7			
Moyenne		Ceph.	Ecart	Coeff.	Diff.	
Analyse cranio-faciale	FMA 22° 28°	426	0	5	0	
	ANB 1° 5°	4	0	15	0	
	Angle Z 70° 80°	61	9	2	18	
	Plan d'Occ 8° 12°	4	4	3	12	
	SNB 78° 82°	75	3	5	15	
	HFP/HFA 0,65 0,75	0,60	0,05	300	15	
Difficulté cranio-faciale : 60						
Analyse de l'espace total	Anté	Enc arc dent	0	1,5	0	
		Cor céph	-11,2	1	11,2	
		Tissus mous	0	0,5	0	
		Total	-11,2			
	Moy	Enc arc dent	0	1	0	
		C. de Spee	-3	1	3	
		Total	-3			
	Post	Classe II		10	2	20
		Enc arc dent	-20		0,5	10
		Croissance	0			
Total	-20					
Total dentaire :		-34,2	Diff. dent. :		44,2	
Index de difficulté	Difficulté cranio-faciale		60			
	Difficulté dentaire		44,2			
	DIFFICUTE TOTALE :		104,2			

Index de difficulté : Faible : 0-60 ; Moyenne : 60-120 ; Sévère : supérieure à 120

Fig. 5.70

Analyse de l'espace total.

Chaque traitement se déroule en quatre phases dont l'importance varie en fonction du protocole choisi :

- **1. préparation de la denture** : décompensation de la malocclusion ;
- **2. correction de la denture** : préparation de l'ancrage mandibulaire plus ou moins importante selon les sollicitations qui seront exercées sur cette arcade pour la résolution de la classe II, puis mise en œuvre de la mécanique de classe II ;
- **3. finition de la denture** : mini-traitement qui s'attache à finaliser l'ajustement occlusal le plus précis possible selon les critères décrits par Tweed ;
- **4. « recovery » ou rétablissement de la denture** : contention sous surveillance active pour contrôler le passage de l'occlusion de Tweed à l'occlusion physiologique.

Les stratégies de traitement concernent quatre grandes familles de malocclusions :

- **la classe I bi-proalvéolie** avec déficit antérieur où le choix d'extraction peut concerner les 14-24-34-44 (voire les 15-25-35-45) ;
- **la classe II molaire** (incisive mandibulaire assez bien placée dans le contexte squelettique) où les extractions des 4/5 constituent un choix raisonnable (figures 5.71) ;
- **la classe II molaire légère** dans un schéma squelettique hypodivergent et où les blocages de croissance paraissent évidents (supraclusion incisive...) qui devrait pouvoir être traitée sans extractions de prémolaires (figures 5.72) ;
- enfin, **la classe II division 1 avec biproalvéolie** (malocclusion assez rare) pour laquelle les extractions des 14-24-34-44 peuvent être envisagées et préférées à un protocole orthodontico-chirurgical (la participation de la mandibule

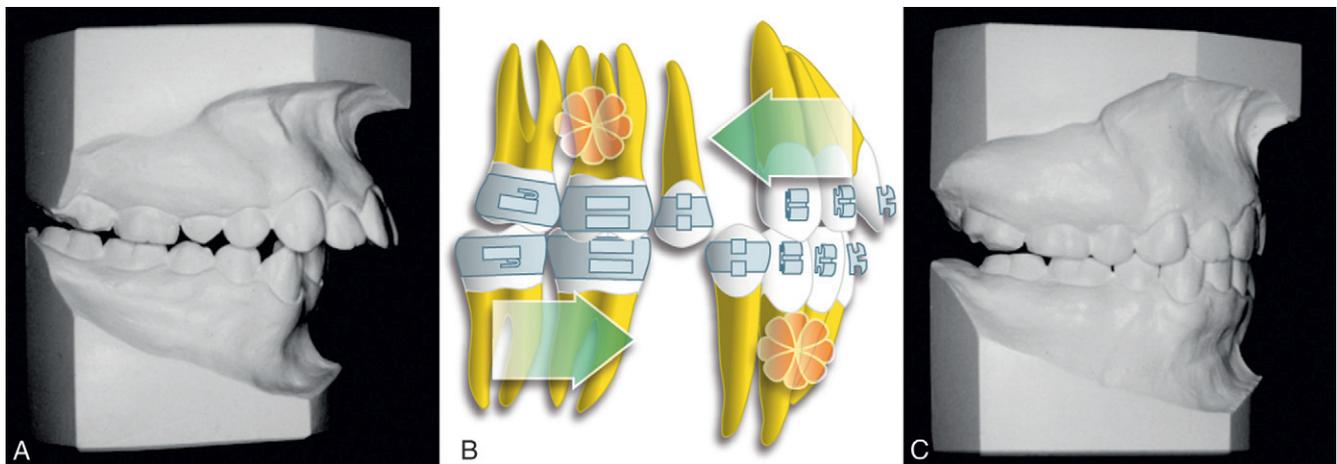


Fig. 5.71

Traitement d'une classe II division 1 avec extraction de 14, 24, 35 et 45.

A. Occlusion initiale. B. Correction de la classe II par mésialisation des molaires et rétraction du groupe incisivocanin maxillaire. C. Occlusion de fin de traitement.

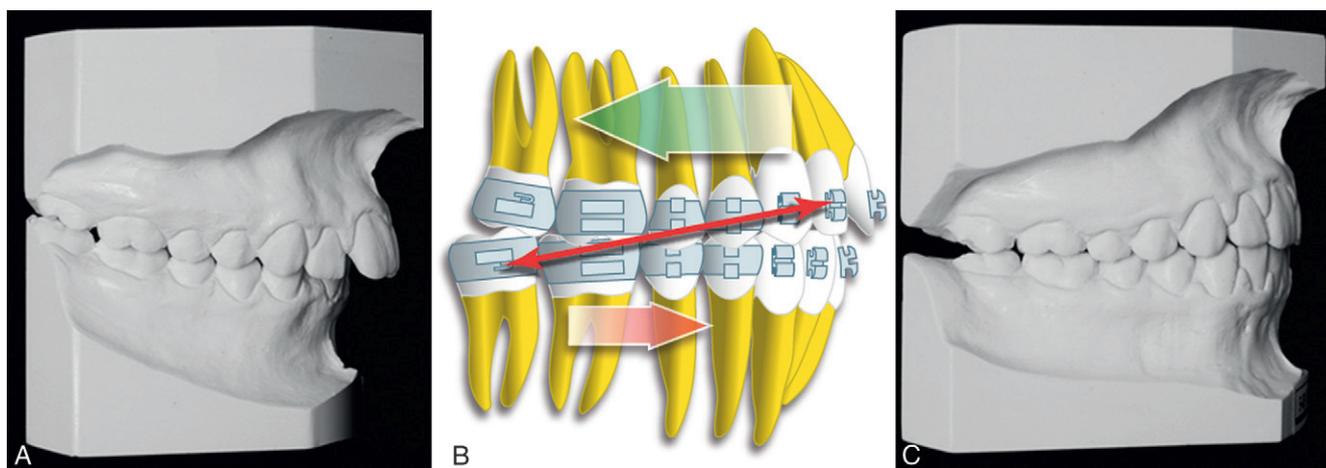


Fig. 5.72

Correction d'une classe II occlusale modérée par mécanique de classe II.

A. Occlusion initiale. B. Action de la mécanique de classe II après préparation d'ancrage mandibulaire. C. Occlusion de fin de traitement.

au décalage sagittal constitue un élément de choix stratégique essentiel).

Les détracteurs de la technique de Tweed l'ont souvent qualifiée de « mécaniste » alors qu'après l'avoir maîtrisée, les résultats obtenus s'inscrivent dans une dynamique de croissance fonctionnelle respectant la physiologie et le réaménagement de la sphère orofaciale.

En raison de sa logique analytique et biomécanique, la qualité des résultats obtenus est à la portée de tout orthodontiste rigoureux qui a fait la démarche de son apprentissage ([cas clinique 1](#)).

Elle peut être reproduite, individualisée et adaptée à toutes les malocclusions et dysmorphoses car, à tous les stades de son exécution, elle est sous le contrôle du praticien qui reste toujours libre et indépendant de toutes structures complémentaires. C'est l'orthodontiste qui gère l'appareillage et non l'inverse.

Cet appareillage (attaches, fils, auxiliaires) sont parmi les moins onéreux. Leurs dessins minimalistes, très peu rétentifs pour la plaque dentaire, les rend plus hygiéniques.

L'efficacité et la précision de cette technique en font un outil des plus performants pour les traitements des malocclusions et la stabilité des résultats occlusaux à long terme, but d'un traitement orthodontique.

L'apprentissage de la manipulation des fils peut constituer un obstacle à la mise en œuvre de la technique de Tweed mais cette démarche, incontournable, est le prix à payer pour un clinicien à la recherche de l'excellence.

La coopération du patient intervient d'une manière non négligeable dans la rapidité et la qualité des résultats de traitement. En présence d'une coopération minimale, nous avons la possibilité d'adapter nos objectifs et d'obtenir des résultats satisfaisants.

Les orthodontistes européens pratiquant cette technique ont intégré dans leur exercice, certaines des nouvelles technologies (minivis, fils à mémoire de forme...) réduisant ainsi le temps passé au fauteuil et le besoin de coopération du patient. De même, nous avons pu adapter nos choix d'extractions et nos stratégies aux critères esthétiques de la société actuelle sans renoncer aux objectifs de fonction, d'esthétique et de stabilité définis par Charles H. Tweed.

Cas clinique 1

Technique de Tweed-Merrifield

Cas traité par le Dr. J.-P. Ortial

Traitement en technique de Tweed-Merrifield d'un jeune patient présentant une classe II division 1 avec proalvéolie mandibulaire dans un schéma squelettique de classe II légère mésodivergente (Voir charte d'analyse [figure 5.70](#)).

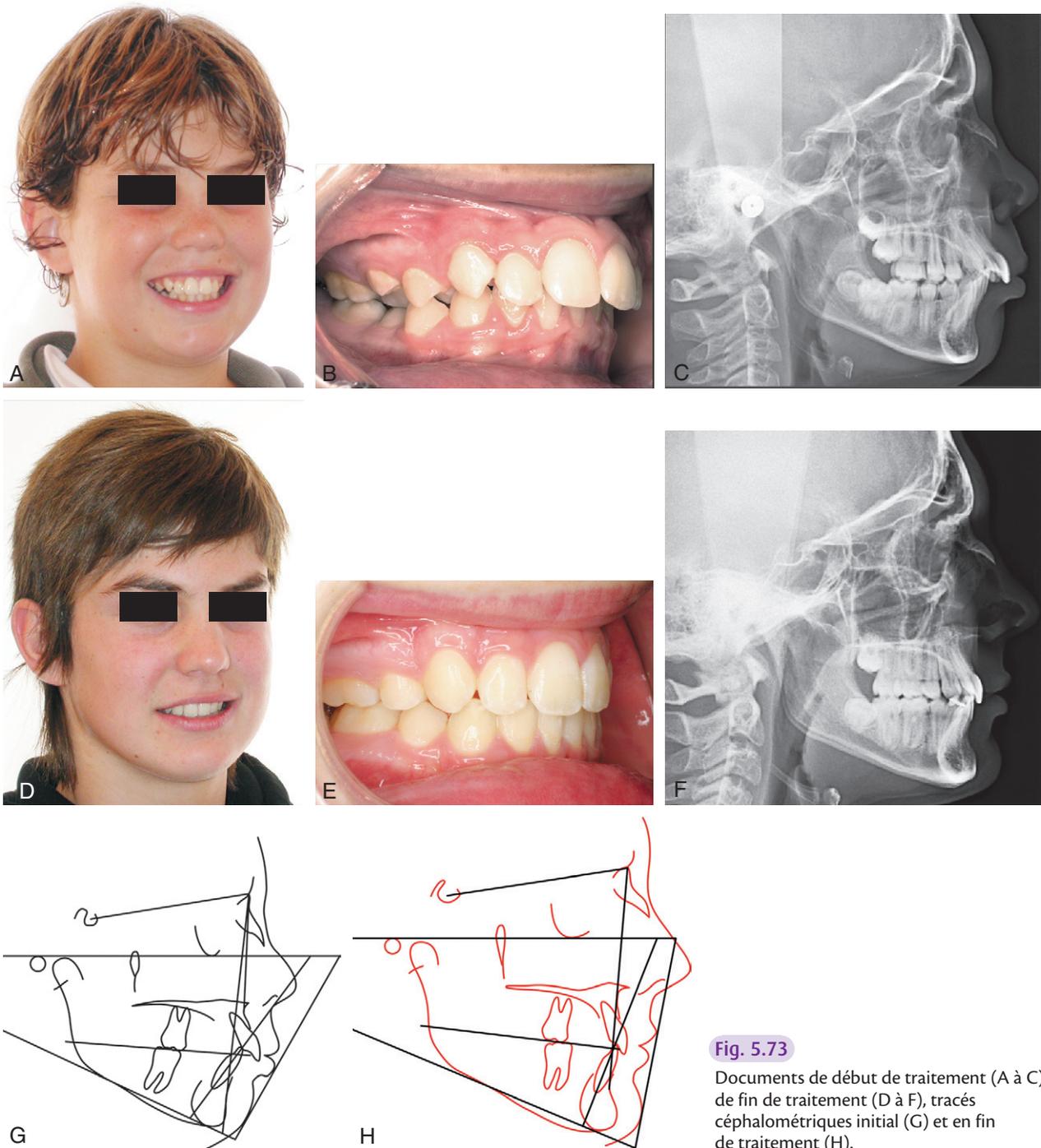


Fig. 5.73

Documents de début de traitement (A à C), de fin de traitement (D à F), tracés céphalométriques initial (G) et en fin de traitement (H).

Cas clinique 1

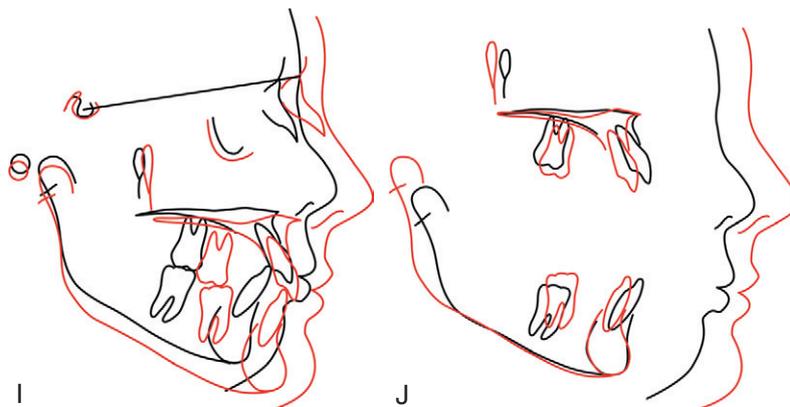


Fig. 5.73

Suite.
Superpositions générales (I) et locales (J).

Techniques pré-informées

Le transfert dans l'attache des informations nécessaires au positionnement de la dent facilite la mise en œuvre des techniques multi-attaches :

- assure la constance des informations d'un arc à l'autre ;
- autorise l'utilisation des arcs non façonnables à faible module d'élasticité permettant de délivrer des forces légères tout en assurant un contrôle précoce des inclinaisons dentaires ;
- optimise les déplacements dentaires en glissement.

Plusieurs auteurs se sont intéressés à ce concept et, dès 1960, Ricketts présente un appareil en grande partie programmé.

L.F. Andrews propose le premier appareil totalement programmé après avoir standardisé la position idéale des attaches sur toutes les dents et déterminé les informations nécessaires dans les trois dimensions de l'espace à partir de l'étude de l'engrènement de 120 dents adultes idéales. Cependant, ces informations n'étaient pas adaptées à certaines contraintes thérapeutiques. Ainsi, l'information de mésoversion sur les dents des secteurs latéraux ne leur

permettait pas d'assurer l'ancrage nécessaire à certaines phases thérapeutiques (tableau 5.6).

Roth, en se basant sur l'évolution de l'occlusion après traitement, détermine des informations qui anticipent les phénomènes de récurrence et répondent mieux aux contraintes mécaniques (cf. tableau 5.6). Ces informations sont encore aujourd'hui les plus utilisées.

Depuis, de nombreux auteurs ont proposé divers types d'informations en fonction de leurs concepts thérapeutiques. Ces valeurs sont, en effet, adaptées aux objectifs thérapeutiques et aux moyens mis en œuvre. D'un auteur à l'autre, des variations considérables peuvent ainsi être observées. Le choix des informations doit donc s'inscrire dans une démarche thérapeutique globale et cohérente.

Trois techniques pré-informées sont présentées ici. Deux dérivent de la technique de Tweed et proposent deux approches thérapeutiques complémentaires. La troisième, issue de la technique de Begg, associe aux concepts de cette technique le contrôle des inclinaisons par des arcs rectangulaires grâce au dessin spécifique de ses attaches.

Tableau 5.6. Informations préconisées par Andrews et par Roth.

Arcade maxillaire		17-27	16-26	15-25	14-24	13-23	12-22	11-21
ANDREWS	Antirotation	10°	10°	0°	0°	0°		
	Angulation	5°	5°	2°	2°	11°	9°	5°
	Inclinaison	-9°	-9°	-7°	-7°	-7°	3°	7°
ROTH	Antirotation	14°	14°	2°	2°	4°		
	Angulation	0°	0°	0°	0°	13°	9°	5°
	Inclinaison	-14°	-14°	-7°	-7°	-3°	8°	12°
Arcade mandibulaire		37-47	36-46	35-45	34-44	33-43	32-42	31-41
ANDREWS	Antirotation	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
	Angulation	2°	2°	2°	2°	5°	2°	2°
	Inclinaison	-35°	-30°	-22°	-17°	-11°	-1°	-1°
ROTH	Antirotation	4°	4°	4°	4°	4°		
	Angulation	-1°	-1°	0°	-1°	7°	2°	2°
	Inclinaison	-30°	-30°	-22°	-17°	-11°	-1°	-1°

Le Level Anchorage System de Root⁹

Présenté en 1981 par Terrell Root, le «level anchorage system» est une technique Edgewise .018x.025 pré-informée avec préparation d'ancrage (tableau 5.7) reposant sur une analyse clinique et céphalométrique de l'ancrage.

Ancien président de la Fondation Tweed, Root a conservé les critères thérapeutiques classiques en technique Edgewise énoncés, entre autres, et surtout, par Charles Tweed et Cecil C. Steiner :

- objectifs fonctionnels, esthétiques et de stabilité du traitement;
- respect des limites de la denture;
- contrôle et gestion de l'ancrage;
 - tout en utilisant des progrès technologiques (pré-information des attaches, propriétés mécaniques des arcs en nickel-titane) pour simplifier la mise en œuvre du traitement, optimiser les mécaniques de glissement et surtout bénéficier d'un contrôle précoce du torque.

L'analyse de Root

Cette analyse est indissociable de l'appareil et des moyens thérapeutiques employés. Elle repose, en effet, sur l'évaluation précise, réalisée par Root après étude de 3000 cas traités, de l'ancrage nécessaire pour corriger les diverses composantes de la malocclusion mais aussi de l'ancrage

apporté par les différents choix thérapeutiques retenus (figure 5.74).

Elle permet d'évaluer la sévérité du cas, la faisabilité des objectifs thérapeutiques choisis et la demande de coopération ainsi que de sélectionner les moyens thérapeutiques nécessaires à leur accomplissement (extractions, type d'ancrage, major ou regular, utilisation et durée de port des auxiliaires et des tractions intermaxillaires...).

En fonction de la sévérité du décalage sagittal et de la malocclusion, Root propose trois objectifs de correction de l'angle ANB associés aux positions incisives correspondantes (figure 5.74).

Évaluation des besoins d'ancrage

Aux classiques éléments consommateurs d'espace et d'ancrage (encombrement, nivellement de la courbe de Spee et redressement des incisives mandibulaires) Root ajoute :

- l'ancrage nécessaire à la réduction du décalage sagittal évalué en fonction de sa sévérité et modulé en fonction de l'orientation axiale des dents (détermination de l'ANB effectif). La correction des relations de classe II molaire est d'autant plus difficile que les dents maxillaires sont initialement orientées vers l'arrière (distorsion des secteurs latéraux et palatoversion des incisives);
- l'ancrage supplémentaire nécessité (grand FMA) ou apporté (petit FMA) par la typologie verticale du patient;
- l'ancrage mandibulaire consommé par la rétraction des incisives maxillaires avec des TIM de classe II.

⁹ Contribution de Cl. Lemasson.

Tableau 5.7. Informations du Level Anchorage System.

Arcade maxillaire		17-27	16-26	15-25	14-24	13-23	12-22	11-21
Ancrage regular	Antirotation	10°	10°	0°	0°	0°		
	Angulation	-15°	0°	0°	0°	6°	7°	4°
	Inclinaison	-10°	-10°	-7°	-7°	0°	7°	15°
Ancrage major	Antirotation	10°	10°	0°	0°	0°		
	Angulation	-15°	0°	0°	0°	6°	7°	4°
	Inclinaison	-10°	-10°	-7°	-7°	0°	7°	15°
Arcade mandibulaire		37-47	36-46	35-45	34-44	33-43	32-42	31-41
Ancrage regular	Antirotation	10°	10°	0°	0°	0°	0°	0°
	Angulation	-10°	-6°	-4°	-4°	6°	2°	2°
	Inclinaison	-25°	-22°	-11°	-11°	0°	0°	0°
Ancrage major	Antirotation	10°	10°	0°	0°	0°	0°	0°
	Angulation	-15°	-10°	-6°	-4°	6°	2°	2°
	Inclinaison	-25°	-22°	-11°	-11°	0°	0°	0°

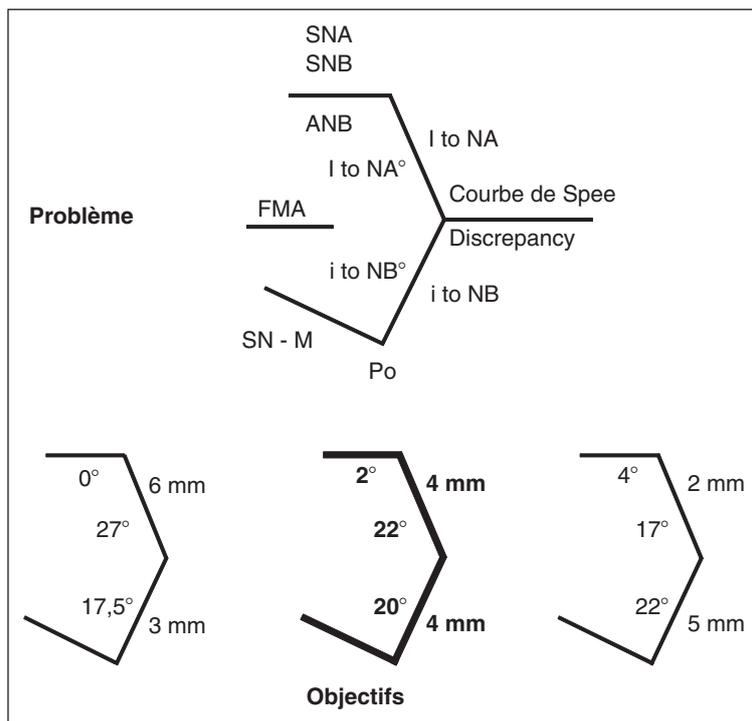


Fig. 5.74

Objectifs de traitement en Level Anchorage System.

Évaluation de l'ancrage disponible

L'ancrage peut, à l'opposé, être économisé ou apporté par différents moyens thérapeutiques :

- le port d'une barre palatine;
- le port d'une force extra-orale sur molaire à traction haute;

- le port de TIM de classe III;
 - le report des extractions de prémolaires maxillaires.
- Root a quantifié l'ancrage ainsi apporté en fonction de la durée de port des différents appareils.

Les phases de traitement

Lors du traitement d'une classe II avec extractions le plan de traitement classique comporte au maximum 7 phases. En l'absence d'extraction ou en cas de décalage moins sévère, certaines phases n'existent pas :

- **1. nivellement et stabilisation de l'arcade maxillaire.** La première phase de traitement réalise le nivellement de l'arcade maxillaire et la préparation de la deuxième molaire en assurant un contrôle tridimensionnel très précoce des dents grâce à l'utilisation d'arc nickel-titane carré et aux distances importantes entre les attaches monoplots (premier arc : si possible NiTi .018×.018). L'arcade ainsi préparée peut, dans une deuxième phase, résister aux TIM de classe III. Lors de cette phase, on observe une amélioration des relations occlusales de classe II (notion d'ancrage du point A) si les dents maxillaires sont initialement mésioversées avec des incisives vestibuloversées, ou si l'encombrement maxillaire est important;
- **2. nivellement et préparation d'ancrage** des secteurs latéraux mandibulaires sans répercussion sur les incisives mandibulaires qui ne sont pas baguées initialement et avec des TIM de classe III si l'analyse de l'ancrage le nécessite;
- **3. rétraction des canines mandibulaires** de la quantité nécessaire et suffisante à la correction de l'encombrement et au redressement des incisives mandibulaires.
- **4. nivellement et redressement des incisives mandibulaires** par arcs sous-dimensionnés dans la zone incisive;
- **5. stabilisation de l'arcade mandibulaire** et correction des relations de classe II résiduelles;

- **6. rétraction du groupe incisivocanine maxillaire** le plus souvent avec une mécanique de glissement, associée à une perte d'ancrage contrôlée sur l'arcade mandibulaire qui garantit l'obtention de la position recherchée de l'incisive mandibulaire;
- **7. finitions.**

Il est impératif de contrôler l'accomplissement des objectifs de chaque phase avant de passer à la phase suivante.

Le contrôle vertical

À côté et en même temps que la gestion très précise de l'ancrage, le Level Anchorage System se caractérise aussi par l'importance accordée au contrôle de la dimension verticale.

Suite aux travaux de Schudy montrant l'impact des mouvements verticaux des molaires sur la position antéropostérieure de la symphyse mentonnière et, par conséquent, sur le résultat esthétique des traitements des classes II, Root a privilégié le contrôle vertical des molaires maxillaires en freinant leur égression naturelle voire, en tentant de les ingresser grâce au port de la barre palatine et de forces extra-orales hautes.

De même, les TIM ne sont utilisées que sur des arcades préparées et stabilisées afin d'éviter leurs répercussions verticales parasites.

Le Level Anchorage System constitue un ensemble thérapeutique cohérent, extrêmement didactique, basé sur le contrôle de l'ancrage et de la dimension verticale assurant la qualité et la reproductibilité des résultats obtenus ([cas clinique 2](#)).

Cas clinique 2

Level Anchorage System

Cas traité par Cl. Lemasson

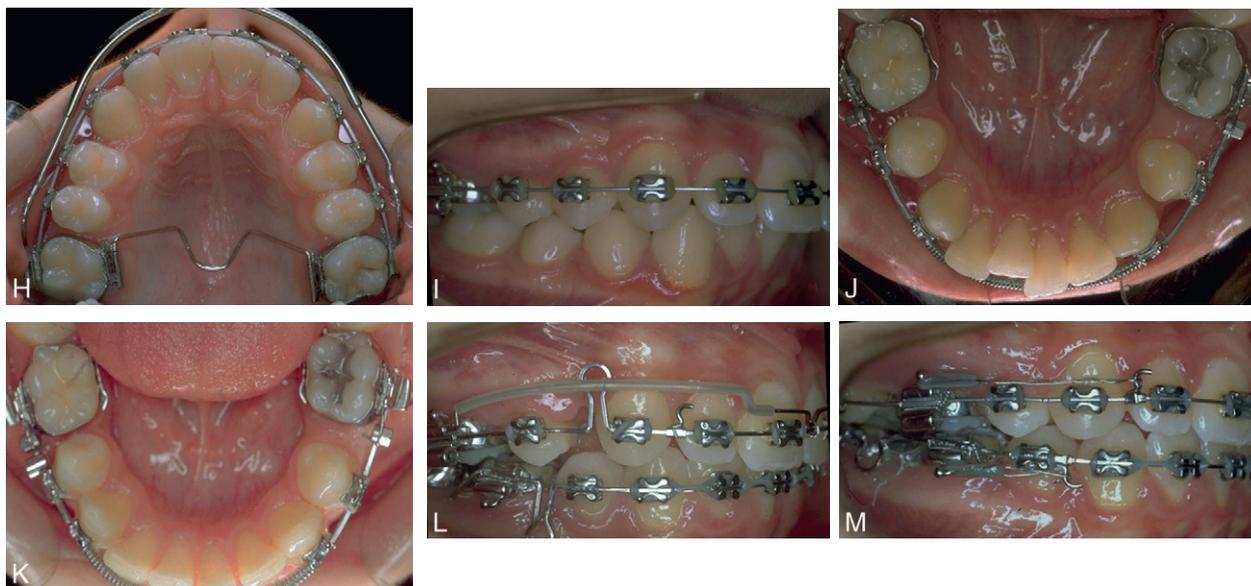
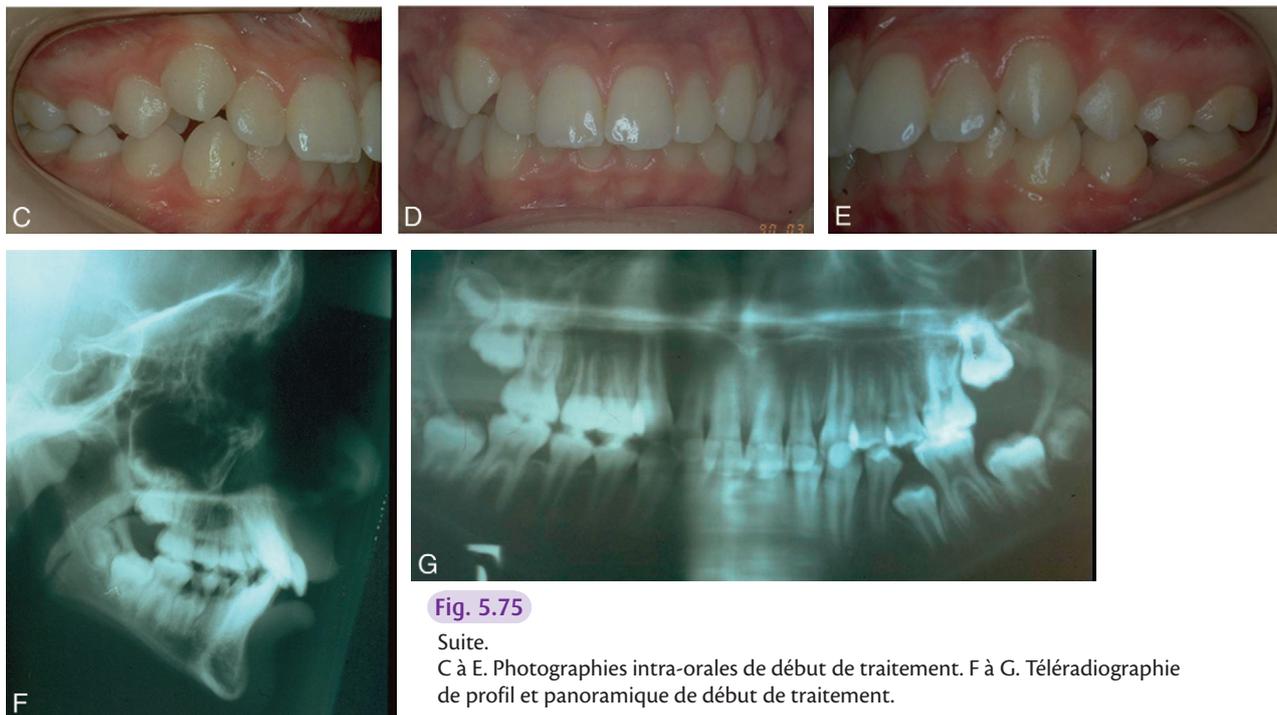
Traitement d'un jeune patient présentant une classe II division 1 avec DDM, proalvéolie inférieure et inclusion de 35 dans un schéma squelettique de classe II hyperdivergente.



Fig. 5.75

A et B. Photographies exobuccales de profil et de face avant traitement.

Cas clinique 2



Cas clinique 2

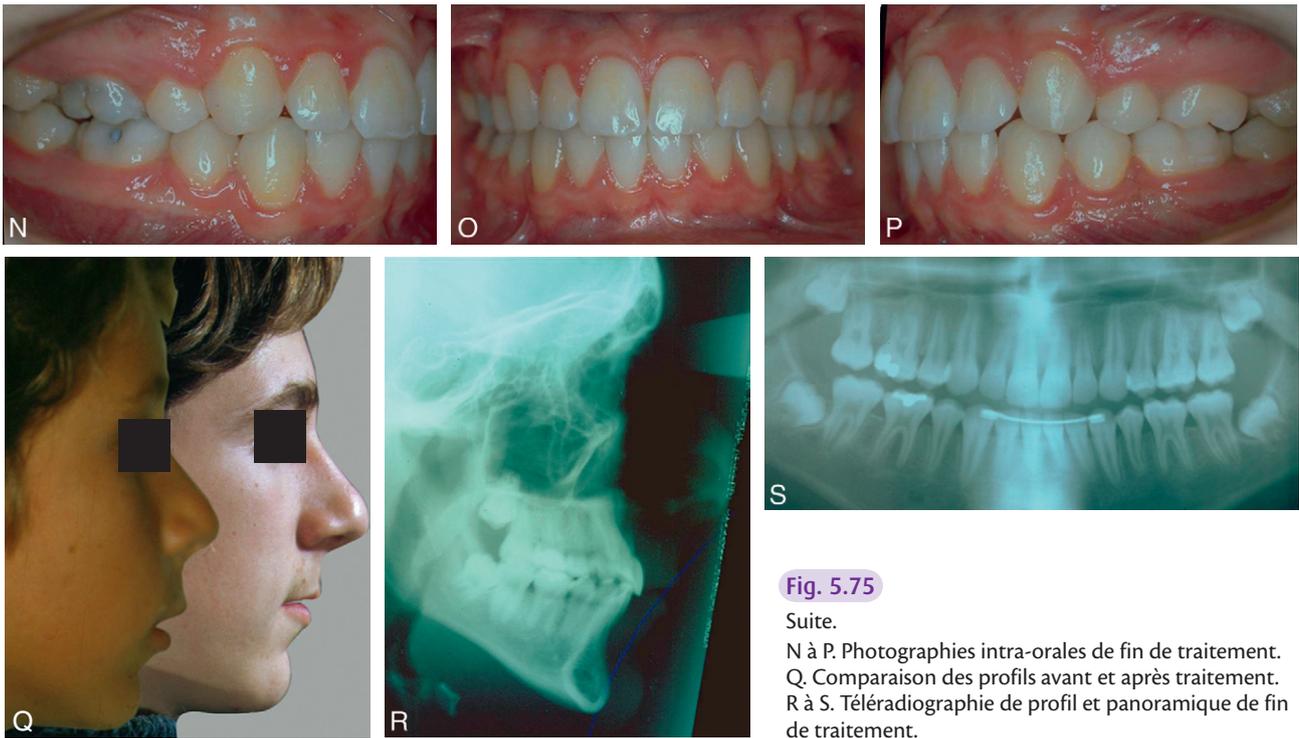


Fig. 5.75

Suite.

N à P. Photographies intra-orales de fin de traitement.

Q. Comparaison des profils avant et après traitement.

R à S. Téléradiographie de profil et panoramique de fin de traitement.

*Le système Swing (straight wire in normal growth)*¹⁰

Concept basé sur l'intégration dans l'approche thérapeutique de la typologie et du schéma facial ainsi que des effets de la mécanique, le système Swing associe aux avantages des techniques pré-informées – simplification des procédures, légèreté des forces – une réponse aux exigences, déjà évoquées par Andrews, d'individualisation des informations en fonction des compensations alvéolaires des décalages squelettiques. Les classes I, II et III constituent, en effet, des entités morphologiques comportant des rapports intermaxillaires spécifiques dans les trois sens de l'espace et des compensations dento-alvéolaires adaptées (figures 5.76A et B).

Le système dento-alvéolaire tend à compenser les décalages squelettiques pour rétablir une occlusion de convergence excepté si des troubles fonctionnels associés perturbent cette évolution.

Toutes les dents sont, à des degrés divers, impliquées dans ces mécanismes de compensation cohérents dans les trois sens de l'espace.

Le système Swing, par ses informations, reproduit ces compensations alvéolaires en respectant leur cohérence (cas clinique 3) :

- dans le sens sagittal, les angulations des secteurs latéraux accompagnent les inclinaisons du secteur antérieur;
- dans le sens transversal, les inclinaisons des secteurs latéraux accompagnent les angulations du secteur antérieur.

Le respect de cette double cohérence sur l'ensemble de l'arcade évite les proximités radiculaires et des problèmes occlusaux en fin de traitement.

- **Le Swing A** (tableau 5.8) propose des informations correspondant à des rapports maxillomandibulaires équilibrés dans les trois sens de l'espace.
- **Le Swing B** possède des informations correspondant aux compensations alvéolaires d'un maxillaire relativement grand par rapport à une mandibule insuffisamment développée.
- **Le Swing C** a des informations correspondant aux compensations alvéolaires d'un maxillaire relativement hypo-développé par rapport à une grande mandibule.

¹⁰ Contribution de P. Planché.

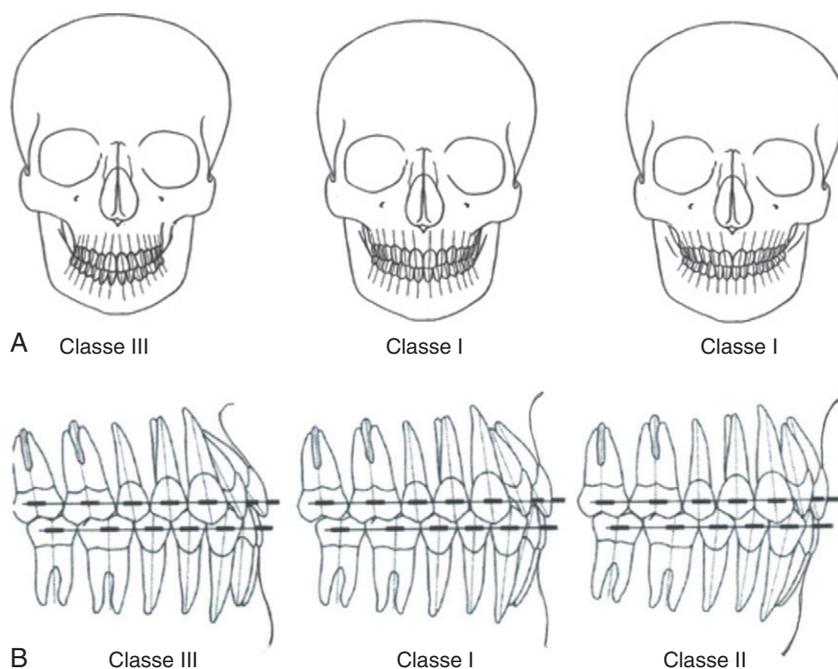


Fig. 5.76

Orientations et compensations alvéolaires dans les classes I, II et III squelettiques.
A. Frontales. B. Sagittales.

Tableau 5.8. Différents jeux d'informations dans le système Swing.

Arcade maxillaire		17-27	16-26	15-25	14-24	13-23	12-22	11-21
Swing C	Antirotation	15°	12°	0°	0°	0°		
	Angulation	8°	10°	7°	7°	15°	6°	3°
	Inclinaison	5°	5°	7°	7°	7°	17°	21°
Swing A	Antirotation	15°	12°	0°	0°	0°		
	Angulation	4°	6°	3°	3°	11°	8°	5°
	Inclinaison	-2°	-2°	0°	0°	0°	10°	14°
Swing B	Antirotation	15°	12°	0°	0°	0°		
	Angulation	0°	2°	-1°	-1°	7°	10°	7°
	Inclinaison	-9°	-9°	-7°	-7°	-7°	3°	7°
Arcade mandibulaire		37-47	36-46	35-45	34-44	33-43	32-42	31-41
Swing C	Antirotation	6°	4°	0°	0°	0°	0°	0°
	Angulation	-10°	-7°	-3°	-3°	0°	4°	4°
	Inclinaison	-35°	-32°	-27°	-22°	-16°	-8°	-8°
Swing A	Antirotation	6°	4°	0°	0°	0°	0°	0°
	Angulation	-5°	-2°	2°	2°	5°	2°	2°
	Inclinaison	-30°	-27°	-22°	-17°	-11°	-1°	-1°
Swing B	Antirotation	6°	4°	0°	0°	0°	0°	0°
	Angulation	0°	3°	7°	7°	10°	0°	0°
	Inclinaison	-25°	-22°	-17°	-12°	-6°	6°	6°

Tableau 5.9. Adaptations verticales dans le système Swing.

Arcade maxillaire		17-27	16-26	15-25	14-24	13-23	12-22	11-21
Swing Hyper classe I	Antirotation	15°	12°	0°	0°	0°		
	Angulation	4°	6°	3°	3°	11°	10°	7°
	Inclinaison	-2°	-2°	0°	0°	0°	3°	7°
Swing Hypo classe I	Antirotation	15°	12°	0°	0°	0°		
	Angulation	6°	6°	3°	3°	11°	6°	3°
	Inclinaison	-2°	-2°	0°	0°	0°	17°	21°
Arcade mandibulaire		37-47	36-46	35-45	34-44	33-43	32-42	31-41
Swing Hyper classe I	Antirotation	6°	4°	0°	0°	0°	0°	0°
	Angulation	-10°	-7°	-3°	-3°	0°	4°	4°
	Inclinaison	-35°	-32°	-27°	-22°	-16°	-8°	-8°
Swing Hypo classe I	Antirotation	6°	4°	0°	0°	0°	0°	0°
	Angulation	0°	3°	7°	7°	10°	0°	0°
	Inclinaison	-25°	-22°	-17°	-12°	-6°	6°	6°

Les adaptations alvéolaires à la typologie squelettique verticale (tableau 5.9) doivent être aussi prises en compte. Il est alors possible de moduler le choix des informations en fonction de ce paramètre.

L'analyse du patient repose sur un examen clinique approfondi complété par l'analyse biodynamique de Bjork-Steiner et Litt qui permet, entre autre, d'évaluer les compensations alvéolaires établies (tableau 5.10).

L'évolution du schéma de croissance est estimée par l'observation de caractères structuraux qui permettent d'évaluer :

- la direction de croissance mandibulaire grâce à l'échelle de Leiba et Charron d'après les travaux de Bjork et Ricketts (tableau 5.11, item C);
- le potentiel de croissance mandibulaire selon la classification des types de croissance de Tweed (tableau 5.11, item D).

L'adaptation des informations à la typologie du patient et aux besoins mécaniques du traitement est rendue possible par la combinaison des différents jeux d'informations.

Lorsqu'une intervention sur l'évolution du schéma de croissance par une mécanique intermaxillaire ou des extractions est envisagée les informations choisies correspondent au schéma squelettique inverse de celui du patient afin de compenser les effets de la mécanique et de décompenser la malocclusion.

Tableau 5.10. Analyse biodynamique Bioceph.

Les valeurs retenues représentent les valeurs moyennes garçon-fille selon l'Atlas of cranio-facial growth de l'université du Michigan.

	Moyenne	Début	Réévaluation	Fin	Contention
Forme de la base du crâne					
SN/Ba	130°4 ± 5°2				
SN/Frft	6°4 ± 4°0				
Rapports squelettiques sagittaux					
SN/A	81°4 ± 3°6				
SN/Pog	77°9 ± 3°4				
AN/Pog	3°5				
SN/A	81°4 ± 3°6				
SN/B	77°7 ± 3°4				
ANB	3°7 ± 2°4				
Ao-Bo (mm)	2.0				
Rapports squelettiques verticaux					
SN/MP	34°1 ± 5°3				
SN/Ans-Pns	8°3 ± 2°4				
Ans-Pns/MP	25°8 ± 5°1				
Pog-NB (mm)	1,3 ± 1,5				
Compensations sagittales					
I/Ans-Pns	113°9 ± 5,9				
I-NA (mm)	4,3 ± 2,8				
i/MP	94°7 ± 6,5				
i/NB (mm)	5,0 ± 2,5				
Overjet (mm)	3,5 ± 2,5				
Compensations verticales					
I/i	125°5 ± 10,0				
Overbite (mm)	2 ± 2,5				
P.d'occlusion/Frft	9°4 ± 3,0				
Ans-Pns/Ols	10°8				
MP/Oli	29°3				
Forme de la mandibule					
Angle goniale	126°2 ± 4°2				
Angle symphysaire	67°5 ± 2°9				
Pog-Symp (mm)	15,8 ± 1,8				
Larg. Ramus (mm)	35,0 ± 2,0				

Cas clinique 3

Système Swing

Cas traité par P. Planché

Cas d'un jeune patient présentant une classe II division 2 sévère avec forte rétroalvéolie maxillaire, supraclusion incisive et agénésie d'une incisive latérale mandibulaire. Le traitement avec des attaches de Swing C à l'arcade maxil-

laire a permis de déverrouiller la malocclusion, favorisant l'expression de la croissance mandibulaire et d'assurer une hypercorrection de l'inclinaison des incisives, garante de leur stabilité.

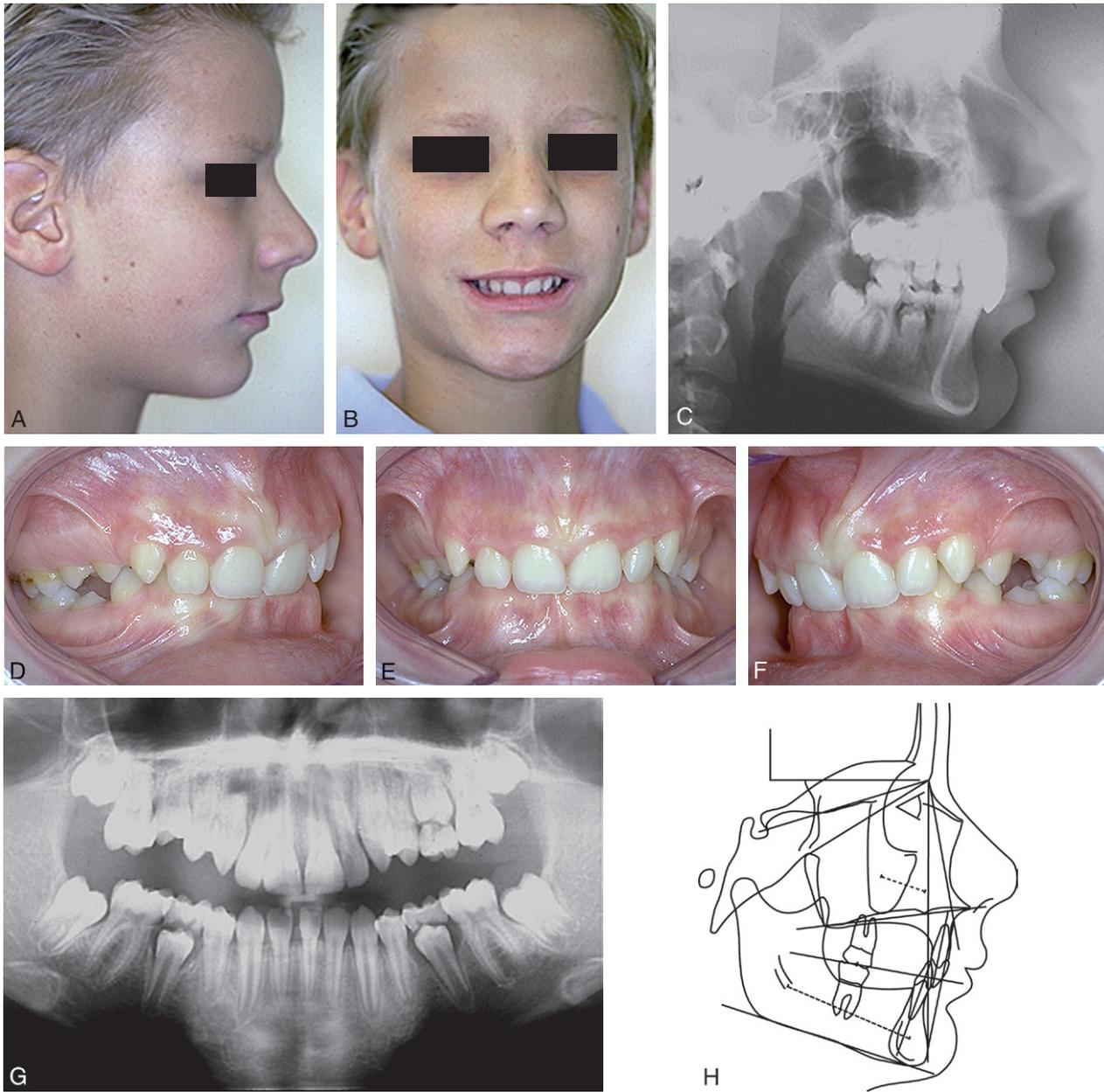
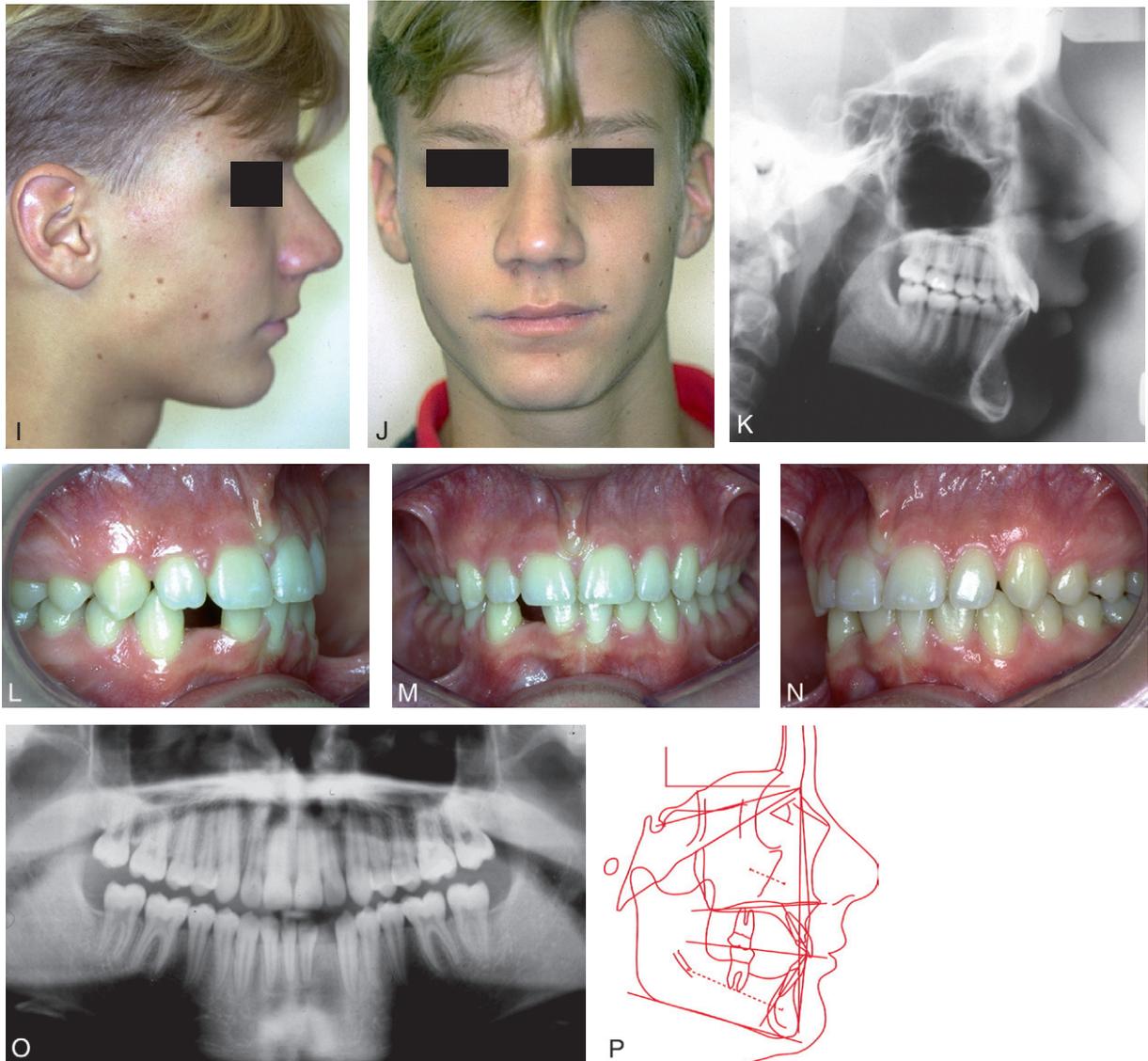


Fig. 5.77

Orientations et compensations alvéolaires dans les classes I, II et III squelettiques. A à H. Documents de début de traitement.

Cas clinique 3

**Fig. 5.77**

Suite.

I à P. Documents de fin de traitement.

Cas clinique 3

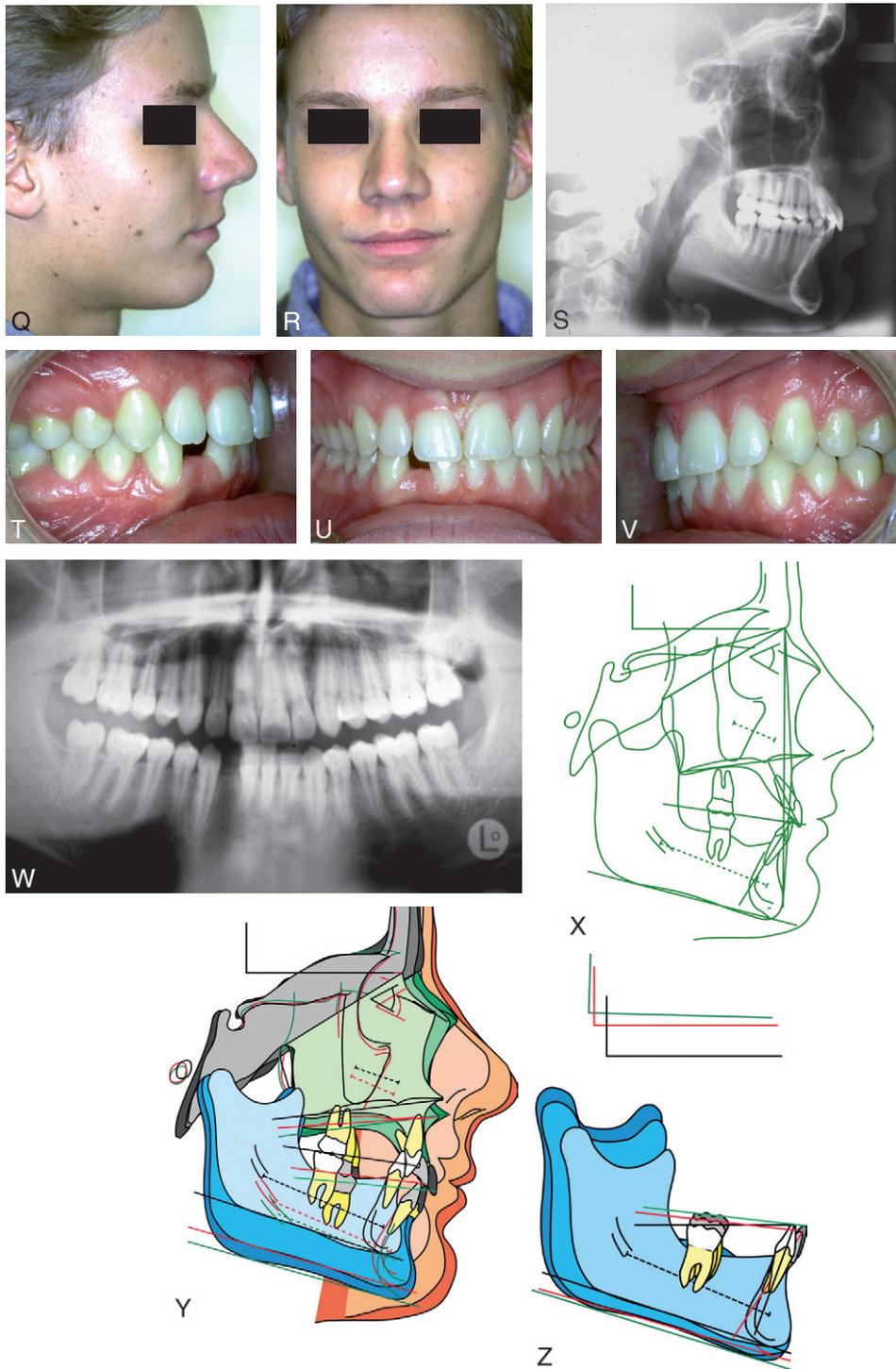


Fig. 5.77

Suite.

Q à X. Documents de fin de contention avant la réalisation de la prothèse définitive. Y à Z. Superpositions des tracés de début, de fin de traitement et de fin de contention.

Le Tip Edge®¹¹

Le Tip Edge® a été présenté pour la première fois par PC Kesling en octobre 1986 à Memphis (Tennessee). Ce concept est une réponse aux critiques de RW Strang et de Ch Tweed concernant les difficultés de fermeture des espaces d'extractions en technique Edgewise par glissement sur des arcs continus.

Le Tip Edge® est apparenté à l'Edgewise arc droit .022, avec les informations de Roth (tableau 5.12) mais les attachements étroits ou doubles, spécifiques à cette technique, autorisent en plus les dents à se déplacer en version coronaire, suivie d'un redressement radiculaire comme en technique de Begg. À cette fin, un tube vertical est associé à la gorge horizontale pour permettre l'introduction de ressorts de redressement ainsi que divers auxiliaires, tels que des ressorts de rotation ou des crochets pour TIM (figure 5.78A).

Il existe plusieurs types d'attachements (figure 5.79) selon la version initiale autorisée en fonction des extractions associées. Les tubes molaires doubles, ronds et rectangulaires, sont également spécifiques (figure 5.78B).

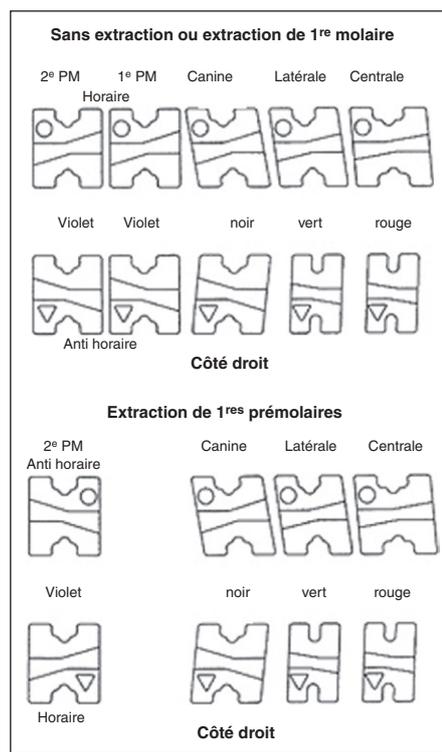


Fig. 5.79

Les différents types d'attachements pour les traitements avec et sans extractions (extrait du catalogue TP).

Source : extrait du catalogue TP.

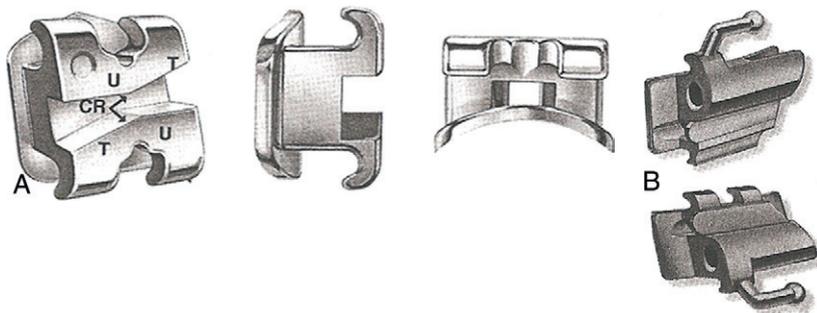


Fig. 5.78

Attachement Tip Edge® (A) et doubles tubes molaires maxillaire et mandibulaire gauche (B).

Source : extrait du catalogue TP.

Tableau 5.12. Pré-angulation des attachements Tip Edge® étroits

		Version mésiodistale initiale permise	Version coronaire finale	Torque radiculaire final
Maxillaire	Incisive centrale	20° distal	5°	12°
	Incisive latérale	20° distal	9°	8°
	Canine	25° distal	11°	-4°
	Première prémolaire	20° distal ou mésial	0°	-7°
	Deuxième prémolaire	20° distal ou mésial	0°	-7°
Mandibule	Incisive centrale	20° distal	2°	-1°
	Incisive latérale	20° distal	5°	-1°
	Canine	25° distal	5°	-11°
	Première prémolaire	20° distal ou mésial	0°	-20°
	Deuxième prémolaire	20° distal ou mésial	0°	-20°

11 Contribution de A. Pujol.

Phases de traitement

Les objectifs thérapeutiques et céphalométriques font référence à la position des incisives mandibulaires par rapport à la ligne APo, avec les conséquences sur l'ancrage molaire qui en découlent. Le traitement est réalisé en trois phases thérapeutiques (figure 5.80).

Nous décrivons ici les phases de traitement d'une classe II division 1 avec extractions de 14, 24, 34 et 44.

Stade I (figure 5.80A)

Seuls le groupe incisivo-canin et les premières molaires sont concernés. En fonction des malpositions initiales, des arcs ronds ou des arcs rectangulaires plus lourds sont mis en œuvre. Ils comportent une coudure molaire (*tip back*) pour renforcer l'ancrage molaire et corriger la supraclusion incisive. L'effet vertical et sagittal de cette coudure sur les molaires est contrôlé par des tractions intermaxillaires qui doivent rester légères (2oz).

Cette phase a pour objectifs :

- de corriger la supraclusion incisive;
- de corriger les décalages sagittaux en version coronolinguale et distale des dents antérieures;
- de surcorriger toutes les dystopies;
- d'obtenir des relations molaires et canines de classe I.

Ces corrections doivent être rapides et nécessitent le glissement distal libre des arcs dans les tubes molaires ronds pour éviter les mouvements antérieurs de va-et-vient parasites, générateurs de pertes d'ancrage.

Stade II (figures 5.80B et C)

Il correspond à la fermeture des espaces d'extractions en version coronaire par adjonction de tractions monomaxillaires sur arcs lourds après prise en charge des prémolaires.

Stade III (figure 5.80D)

Les deuxièmes molaires sont à leur tour prises en charge. Les tubes molaires rectangulaires sont utilisés. Des arcs lourds rectangulaires servent de support aux auxiliaires spécifiques à cette technique pour :

- redresser les axes;
- exprimer le torque;
- réaliser les finitions.

Le sens vertical est contrôlé par affaiblissement des coudures d'ancrage, le sens transversal, en fonction de l'expression du torque latéral, le sens sagittal par individualisation des tractions intermaxillaires de classe II et des tractions monomaxillaires.

En fin de traitement, les objectifs de surcorrection peuvent rendre indispensable de débiter une contention active par la mise en œuvre d'un *tooth positioner*.

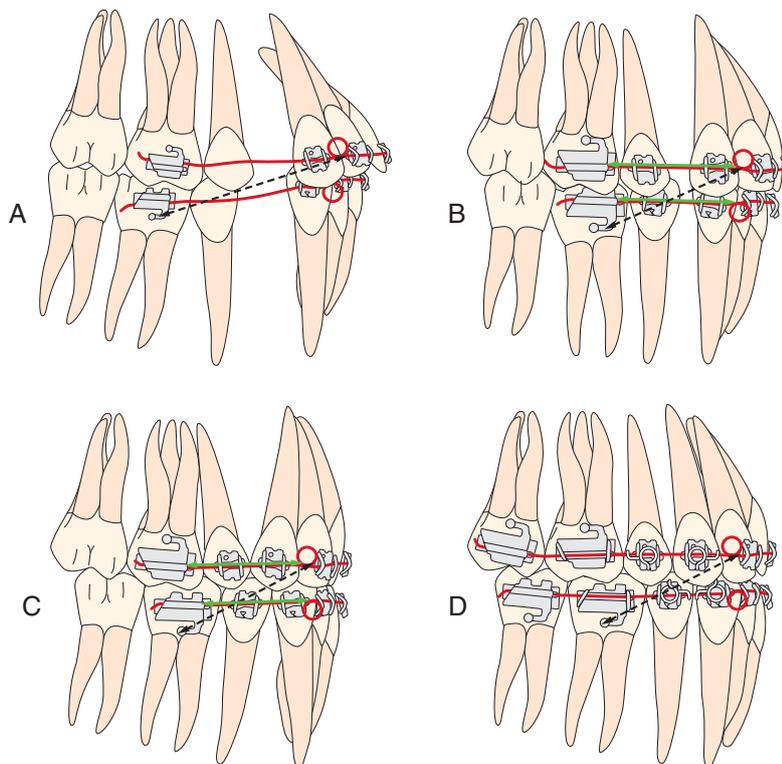


Fig. 5.80

Différents stades de la technique Tip Edge®.
A. Stade I. B. Début de stade II. C. Fin de stade II. D. Stade III.

Caractères spécifiques au bracket Tip Edge®

Le glissement sur arc continu, en version coronaire, est facilité par l'élargissement à .028 inch d'un secteur de la gorge de l'attachement. Cet élargissement est obtenu par suppression de deux coins opposés de l'attachement à sommets décentrés (figure 5.81). La valeur angulaire au sommet de ces coins est de 25° pour les attachements des canines et de 20° pour toutes les autres dents, permettant, mais aussi limitant, leurs versions mésiale et distale selon la phase thérapeutique. Pour les attachements doubles ces valeurs sont diminuées.

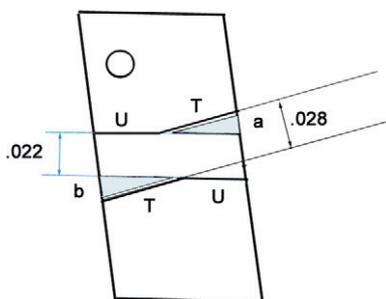


Fig. 5.81

Attachement pour canine maxillaire droite. Il comporte : une surface de version (*T tipping*) ; une surface de redressement (*U uprighting*) qui contrôle le redressement final et le torque.

Le transfert de la relation arc-attachement vers la zone d'élargissement de la gorge permet le glissement, même sur un arc lourd .021x.0275. Quel que soit le cas de figure envisagé, la friction reste faible (figure 5.82).

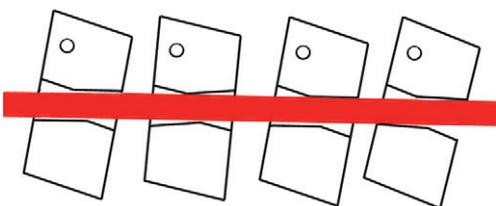


Fig. 5.82

Incidence de la gorge sur les phénomènes de friction. Dans la zone .028, même dans les cas de version extrême, les forces de friction restent faibles en raison de l'éloignement des zones de contact arc-attachement. Les pré-informations de l'attachement s'expriment uniquement lorsque l'arc de pleine taille est engagé dans la zone .022 de la gorge.

Les valeurs d'ancrage naturel des dents versées sont peu augmentées. Cette spécificité est exploitée aux stades I et II, en association avec l'utilisation d'un arc lourd dès le début du traitement et des tractions intermaxillaires légères, de classe II.

En présence de fortes dystopies, des arcs co-axiaux peuvent être ligaturés sur les attachements à gorges profondes, et des ressorts auxiliaires de rotation mis en œuvre. Dans le sens vertical, le jeu entre l'arc et la lumière .028 limite les mouvements parasites sur les dents proximales, facteurs d'ancrage antérieur non recherchés (figure 5.83).

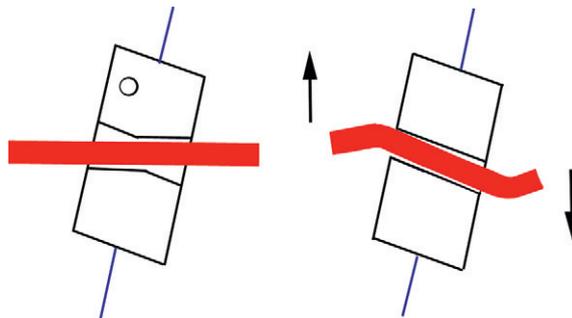


Fig. 5.83

Comparaison des effets parasites sur les dents adjacentes lors de l'introduction d'un arc dans l'attachement d'une dent en malposition : l'attachement Tip Edge® les supprime ou les réduit. A. Attachement de Tip Edge®. B. Attachement Edgewise.

Durant le stade I, la liberté tridimensionnelle laissée aux dents antérieures facilite la correction de la supraclusion incisive : cette propriété remarquable est spécifique au concept de Begg et de Tip Edge®. Cette correction rapide, associée à celle du décalage incisif horizontal s'accompagne de l'amélioration fonctionnelle des relations lèvres-dents et de la proprioception antérieure.

Au stade II, les espaces d'extractions sont fermés par glissement en version des canines et des prémolaires. L'ancrage est contrôlé par :

- ajustement des coutures molaires ;
- augmentation de la friction de l'arc sur la surface de redressement de l'attachement par action d'un ressort de redressement ;
- mise en œuvre d'un auxiliaire de torque radiculovestibulaire sur les incisives mandibulaires.

Au stade III, les canines et les prémolaires sont redressées grâce à des auxiliaires « *side winder springs* » (figure 5.84). Leurs actions opposées, qualifiées de « judo-orthodontique » se neutralisent partiellement dans le sens sagittal.

Le torque, par contre, reste consommateur d'ancrage, les arcs lourds doivent prendre en charge toutes les dents. Le torque et les redressements axiaux s'expriment par une mise en action originale des « *side winder springs* » sur toutes les dents ou progressivement pour limiter les pertes d'ancrage. Ces ressorts de redressement amènent au contact de l'arc les surfaces « U » de l'attachement, forçant l'arc dans la zone .022 de la gorge, obligeant en même temps l'expression du torque et du tip pré-informés.

Les actions de torque peuvent être renforcées par des auxiliaires de torque introduits conjointement aux arcs lourds.

Les finitions et l'intercuspitation sont réalisées classiquement.

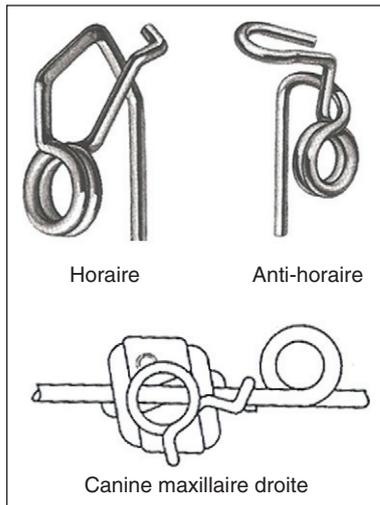


Fig. 5.84

Ressorts de redressement horaire et anti-horaire.

Le « Tip-Edge plus® »

Dans cette variante technique, les redressements axiaux ne sont plus réalisés par des ressorts side winders, mais par introduction d'arcs super élastiques en nickel-titane dans un « tunnel » horizontal, creusé dans l'attache, entre la gorge Tip Edge® et la base de collage. L'association de cet arc de redressement à l'arc Tip Edge® déjà décrit est présentée comme une simplification pratique, mais ne doit pas faire oublier les principes biomécaniques du concept Tip Edge®.

En conclusion, les principes thérapeutiques en Tip Edge® reposent sur la recherche précoce de la surcorrection des dysmorphoses et des dystopies, et sur l'obtention d'un équilibre naturel des arcades dentaires, facteurs de stabilité à long terme. La technique Tip Edge® résout les inconvénients de la friction des attachements sur les arcs orthodontiques. Son efficacité est attestée par la possibilité de n'utiliser que des forces légères et différentielles.

Le contrôle de l'ancrage et du sens vertical est réalisé par des arcs lourds, les repositionnements dentaires unitaires par des auxiliaires pouvant être insérés dans le tube vertical des attachements prévus pour cet usage.

Ce concept original lie l'expression progressive du torque aux redressements sagittaux.



Remarque

Le lecteur consultera les cas cliniques abondamment présentés dans la littérature par P.-C. Kesling et R. Parkhouse.

Les techniques à attaches autoligaturantes

Dans les mécaniques de glissement, les phénomènes de friction gênent le déplacement dentaire et nécessitent une augmentation des forces mises en œuvre. La part importante des ligatures métalliques et surtout élastomériques dans ces phénomènes ont conduit différents auteurs à les supprimer en réalisant des attaches ou verrous qui peuvent assurer seuls le maintien de l'arc dans l'attache. Les progrès technologiques ont permis la réalisation de telles attaches et leur commercialisation.

Ces attaches sont pré-informées et permettent, grâce aux fils employés, de délivrer des forces légères. Selon la conception de l'attache, elle peut être passive ou active exerçant alors, dans certaines circonstances, un contrôle du fil qui favorise l'expression des informations.

Les caractéristiques et les avantages de ces différentes attaches sont rappelés dans la présentation de deux techniques basées sur leur utilisation.

Le bracket autoligaturant In Ovation R® et son dérivé le bracket TGO®¹²

L'avènement de la technique du fil droit grâce aux boîtiers pré-informés associé à l'intérêt grandissant des orthodontistes pour les mécaniques de glissement, a contribué au développement des systèmes autoligaturants. L'intérêt principal de ce boîtier réside dans une diminution du frottement entre l'arc et le boîtier. Ce gain sur le plan frictionnel aurait des répercussions sur l'efficacité du traitement orthodontique. Une réduction de temps au fauteuil, un meilleur confort pour le patient et une hygiène facilitée sont autant d'arguments mis en avant par les fabricants.

Propriétés de l'auto-ligaturant en général

Principe du bracket autoligaturant

Afin de comprendre le concept du bracket auto-ligaturant, il est utile de considérer le bracket comme un tube, mais avec la paroi vestibulaire enlevée.

Cette paroi doit être remplacée par un élément de verrouillage qui exerce une action de glissement afin de contenir l'arc.

¹² M. Le Gall et P.-J. Soulié.

Le bracket utilise donc un coulisseau de verrouillage placé dans une gorge en avant de l'arc (clip), avec les zones de glissement occlusal et gingival donnant une paroi vestibulaire rigide. Suivant le type de fabricant, ce clip est soit passif soit interactif.

Une fermeture robuste et sécurisée

Il est indispensable qu'une fois ligaturé, le système de fermeture soit hautement résistant à l'ouverture et indépendant d'une quelconque ligature. En effet, contrairement à la ligature élastomérique qui a tendance à devenir moins compressive avec le temps passé en bouche, le système de fermeture autoligaturant présente l'avantage de la reproductibilité de serrage.

Un engagement complet de l'arc dans le bracket

L'engagement complet de l'arc est une caractéristique du bracket auto-ligaturant car le clip ne peut être que complètement fermé ou pas du tout. L'engagement partiel n'est pas possible.

Les ligatures métal auront le même effet sauf que leur caractère fragile fait que le patient risque à tout moment de les perdre induisant par la suite une absence totale de maintien de l'arc dans la gorge. Les ligatures élastomériques sont pires encore : polymère hydrophile, elles perdent leurs caractéristiques physiques initiales et donc leur capacité à maintenir complètement l'arc dans le bracket.

Des forces de friction légères

Les ligatures métal produisent une friction 30 à 50 % moins importante que les ligatures élastomériques [49–51]. Ces dernières entraînent un effet de plaquage dû à l'étirement du polymère.

Malgré tout, les forces développées restent trop élevées pour un déplacement optimal des dents. Le bracket auto-ligaturant apporte un niveau de friction compatible avec un déplacement dentaire optimisé.

Il doit permettre l'utilisation de forces de friction élevées lorsque nécessaire.

Lors de certaines phases de traitement, des forces de frictions plus élevées seront nécessaires. Grâce à un système de blocage de l'arc dans le bracket, on pourra prévenir des mouvements non voulus de dents sur l'arc.

Attachement facilité pour une chaînette élastomérique

Le bracket autoligaturant comme le conventionnel se doit de présenter des ailettes ergonomiques rendant possible la mise en place de chaînettes ou de ligatures élastomériques.

Une hygiène facilitée

Les ligatures élastomériques provoquent l'accumulation de plaque dentaire et ce, beaucoup plus que les ligatures métal. L'hygiène moyenne de certains patients ne sera pas facilitée par ce genre de ligature. Les brackets autoligaturants ont

l'avantage de présenter moins d'éléments de rétention de la plaque dentaire et ainsi de faciliter le nettoyage qui doit être, malgré tout, parfaitement minutieux.

Un certain confort pour le patient

De par son relief avec peu d'aspérités, le bracket auto-ligaturant apporte un confort au patient. Les ligatures métal doivent être parfaitement plaquées contre les bords du bracket afin d'éviter les blessures provoquées par le métal. Les ligatures élastomériques, elles, sont relativement confortables.

Une facilité d'utilisation, moins d'assistance et un gain de temps au fauteuil

La motivation primaire au développement du boîtier autoligaturant était d'accélérer la procédure de ligature. Il est également intéressant de constater que son utilisation ne nécessite pas d'assistance au fauteuil dans un souci de gain de temps.

Particularité de l'autoligaturant In Ovation R® (métal) et In Ovation C® (céramique)

Le bracket In Ovation® [52]

Il est en totale adéquation avec le cahier des charges précédemment décrit.

C'est un bracket autoligaturant interactif avec une véritable forme biplots à quatre ailettes permettant aussi, suivant l'indication, la mise en place de ligatures et chaînettes élastomériques.

Le contour de la base est de forme rhomboïde pour une meilleure adaptation aux surfaces dentaires, un positionnement plus facile et un taux de décollements moindre. Les contours arrondis offrent un meilleur confort au patient (figure 5.85).

Système interactif versus actif

Avec les autoligaturants passifs (Damon® (Ormodent) - Smart Clip® (3M) - Vision LP® (American Orthodontics) - Carriere LX® (Orthoplus), il n'existe pas de force comprimant l'arc dans la gorge du bracket.

Aussi, la présence d'une plus grande liberté arc/bracket au niveau du bracket autoligaturant se fera aux dépens du contrôle. De manière spécifique, le contrôle de la rotation et les considérations sur le torque méritent d'être commentés. La perte de contrôle de la version constitue également un facteur. De plus, un manque de friction peut être un inconvénient dans les étapes ultérieures du traitement. La friction peut être souhaitable pour maintenir la fermeture des espaces et sera également intéressante pour l'expression efficace du torque.

La particularité de l'autoligaturant In Ovation® est d'être en fait interactif. En effet, le clip peut être actif ou passif, en fonction de la taille de l'arc et de la position relative du bracket (donc de la dent) (figure 5.85).

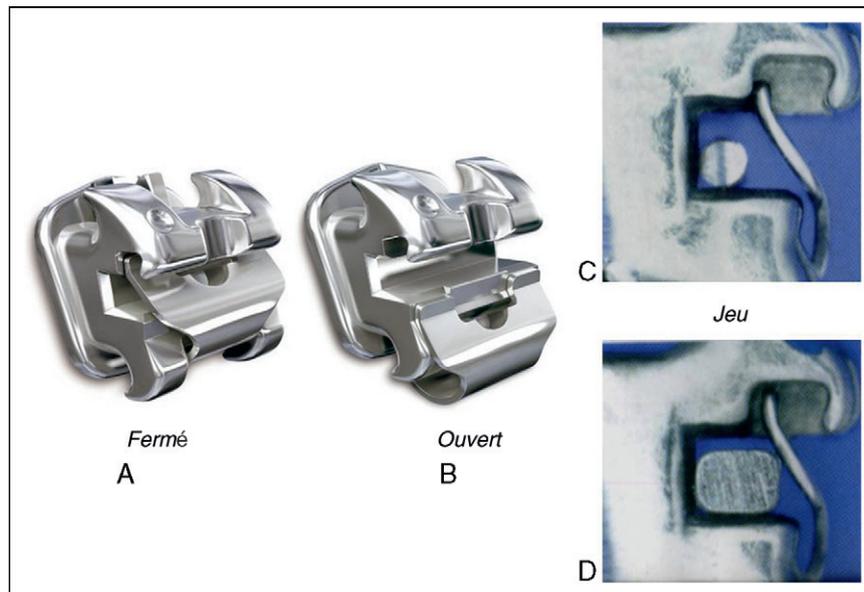


Fig. 5.85

Bracket In Ovation R® en position fermé/ouvert et différence dans le degré de liberté entre un fil rond et un fil rectangulaire.

Ce bracket présente le double avantage de basse friction et de contrôle précis. La faible friction est engendrée par le contact métal-métal entre le corps du bracket et le clip. Cette friction est minimale durant les premières phases de traitement, lors de l'utilisation d'arcs de faible section. Les arcs sous-dimensionnés peuvent glisser librement en mésial et en distal durant les phases initiales de glissement. Plus tard, dans le traitement, lorsque des arcs de plus grosse section sont utilisés, les propriétés élastiques du clip permettent de plaquer l'arc dans la gorge et d'obtenir une friction minimale et donc un déplacement dentaire. Un contrôle précis dans les 3 sens de l'espace est permis par l'interaction unique entre l'arc et le clip actif du bracket. Le bracket auto-ligaturant interactif a la capacité unique de se réorienter et d'accompagner la dent le long de l'arc lorsqu'un mouvement dentaire est nécessaire [47].

Les autoligaturants passifs forment une simple gorge contenant le fil. Ainsi, il sera nécessaire d'introduire un arc pleine taille pour le contrôle total du mouvement dentaire, mais là encore, le contrôle sera limité car l'arc ne sera jamais complètement plaqué dans la gorge.

Le bracket TGO®

Le bracket TGO (technique de glissement optimisé) combine les avantages du système In Ovation®. Son originalité vient d'une prescription en 0,020x0,028 dans la zone antérieure (incisives centrales et latérales supérieures et inférieures) avec des brackets 0,022x0,028 dans la zone postérieure.

C'est au cours de certaines phases stratégiques de traitement orthodontique que la nécessité du contrôle du troisième ordre des incisives supérieures et inférieures prend tout son sens [50]. La réduction de la gorge du bracket dans la zone antérieure renforce et améliore ce contrôle.

Ces principales phases sont essentiellement celles du nivellement et de la décompensation de l'arcade supérieure, celle concernant la rétraction des incisives et enfin celle, plus complexe, de la mise en place de la mécanique interarcade de classe II (cas clinique 4).

L'évolution de nos techniques nous permet d'obtenir un tel résultat par une réflexion mécanique adaptée ainsi que par l'utilisation de matériel spécifique formé par l'ensemble bracket/fil [47,48].

Conclusion

Les brackets autoligaturants peuvent être considérés comme une avancée technologique indéniable mais pas comme la panacée qui va garantir le succès de nos traitements orthodontiques.

Même si des résultats peuvent paraître impressionnants tant par leur qualité que par leur rapidité, il ne faut pas considérer ces brackets comme une manière simple de résoudre tous nos problèmes d'encombrement : il ne faut pas oublier l'importance de la précision du diagnostic et de la stratégie thérapeutique. La technologie ne doit pas nous faire oublier que l'essentiel est d'utiliser les moyens thérapeutiques adaptés à la situation clinique.

Cas clinique 4

Technique *In Ovation*

Cas traité par M. Le Gall

Traitement sans extraction d'une jeune patiente en technique In Ovation R®.



Fig. 5.86

A à E. Photographies avant traitement : exobuccales (A et B), endobuccales (C à E).

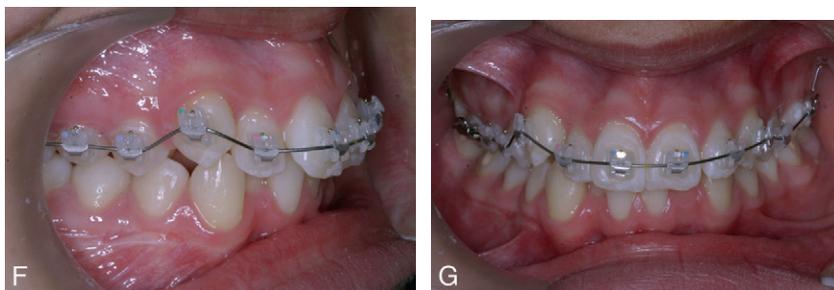


Fig. 5.86

Suite.

F à J. Photographies endobuccales en cours de traitement : baguage de l'arcade maxillaire en In Ovation C avec mise en place d'un arc Sentalloy 0,018 inch (F à H), baguage de l'arcade mandibulaire en In Ovation C avec mise en place d'un arc Sentalloy 0,018 inch (I). Étape suivante : mise en place d'un arc BioForce 0,020 x 0,020 inch (J)



Cas clinique 4



Fig. 5.86

Suite.

K à Q. Photographies de fin de traitement, photographies exobuccales (K et L), photographies endobuccales (M à Q).

*Les spécificités du système Damon*¹³

Nous assistons depuis quelques années au développement de nouveaux matériels en orthodontie issus de technologies innovantes. L'essor des attaches autoligaturantes est de ce point de vue pertinent. Cette nouvelle génération de boîtiers s'affranchit des ligatures métalliques ou élastomériques par la présence d'un clapet solidaire de l'attache qui ouvre et ferme la gorge (figures 5.87 et 5.88). Ils semblent constituer une « petite révolution » pas seulement dans le

simple fait de ne plus être obligé de ligaturer l'arc et de le déligaturer à chaque changement d'arc, mais également dans les concepts cliniques retrouvés dans la littérature.

Nous porterons notre attention sur les attaches de type Damon développées par le Dr. Dwight Damon au sein de la société ORMCO® qui ont contribué à cet essor.

Ces boîtiers autoligaturants combinés à des fils orthodontiques développant des forces légères et continues engendrent un déplacement dentaire qui stimule l'activité cellulaire sans interrompre la vascularisation du ligament alvéolodentaire de la face en pression.

13 Contribution de C. Dunglas.



Fig. 5.87

Boîtier Damon Q.

A. Fermé, vue de face B. Ouvert, vue de face. C. Ouvert, vue de profil.

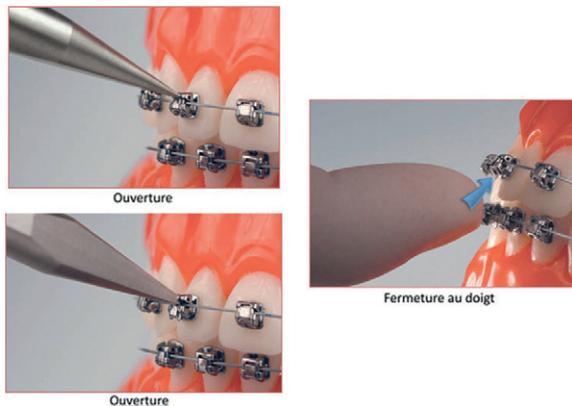


Fig. 5.88

Ouverture et fermeture du boîtier Damon.

A et B. Ouverture par quart de tour. C. Fermeture au doigt.

L'utilisation de ces attaches s'entend avec l'utilisation de fils superélastiques à mémoire de forme type Cu-Ni-Ti. Ces fils vont développer, dans les premières phases d'alignement, et quelle que soit la déformation du fil, des forces faibles et continues, ceci avec de minces diamètres de fil (figure 5.89) afin de diminuer le frottement entre l'arc et l'attache. Les forces ainsi développées sont inférieures à 50 g pour être compatibles avec un mouvement dentaire provoqué le plus physiologique possible.

Le seuil de contrainte développé par les fils orthodontiques est de plus en plus faible car une grande partie de cette force n'est plus utilisée pour dépasser les forces de frottements développées par le système de ligature traditionnelle. La réduction du frottement permet donc d'optimiser le degré de contrainte développé dent par dent quel que soit l'encombrement et de faciliter le glissement de la dent via le boîtier collé, autour du fil orthodontique (cas clinique 5, figure 5.90H à L).

La réduction des encombrements chez les patients où les extractions ne sont pas indiquées pour des raisons typologiques (face courte) ou des raisons esthétiques (profil rétru-

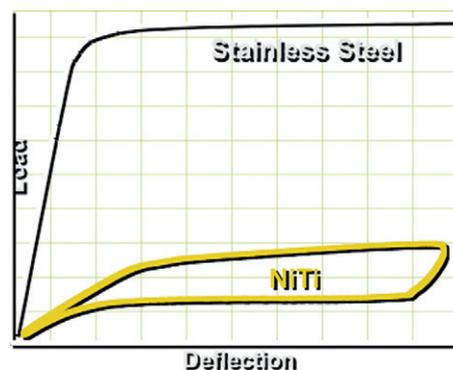


Fig. 5.89

Comparaison des rapports charge-flexion des fils acier et NiTi.

sif) est rendue possible sans trop modifier la position des incisives dans le plan sagittal. Le gain de place est obtenu par un développement transversal des arcades dentaires dans un environnement fonctionnel stabilisé. Le praticien détermine la position des incisives par rapport à leur base osseuse respective, leur relation avec les lèvres et la forme d'arcade finale (cas clinique 5).

Les indications d'extractions apparaissent plus limitées et réservées aux situations où les dents ont un impact négatif sur le visage et le sourire ou si la situation parodontale l'impose.

Un certain nombre de bénéfices sont donc retrouvés dans l'utilisation de ces boîtiers combinés à des fils de haute technologie :

- une réduction des indications d'extractions réservées à des situations, telles que la proalvéolie, un schéma facial hyperdivergent peu favorable, l'inocclusion labiale au repos ;
- un confort amélioré pour le patient, la gêne occasionnée par l'appareillage étant diminuée par l'utilisation de forces légères dans des boîtiers à faible friction ;
- une hygiène facilitée par l'arrêt des ligatures ;
- des sourires plus larges avec un profil plus harmonieux dans la position des lèvres par rapport au nez et au menton.

Ces récentes innovations permettent d'envisager une intégration au quotidien des conclusions des travaux d'Alain Fontenelle sur l'optimisation du déplacement dentaire provoqué. Il est permis de penser que déplacer les dents dans le respect du parodonte est désormais réalisable en pratique quotidienne avec des mécaniques simples, permettant une bonne hygiène, adaptable à tous les patients et de façon assez standardisée pour être reproductible.

Cas clinique 5

Technique de Damon

Cas traité par C. Dunglas

Traitement sans extraction d'une jeune fille présentant une classe II molaire avec un encombrement maxillaire et mandibulaire en technique de Damon.

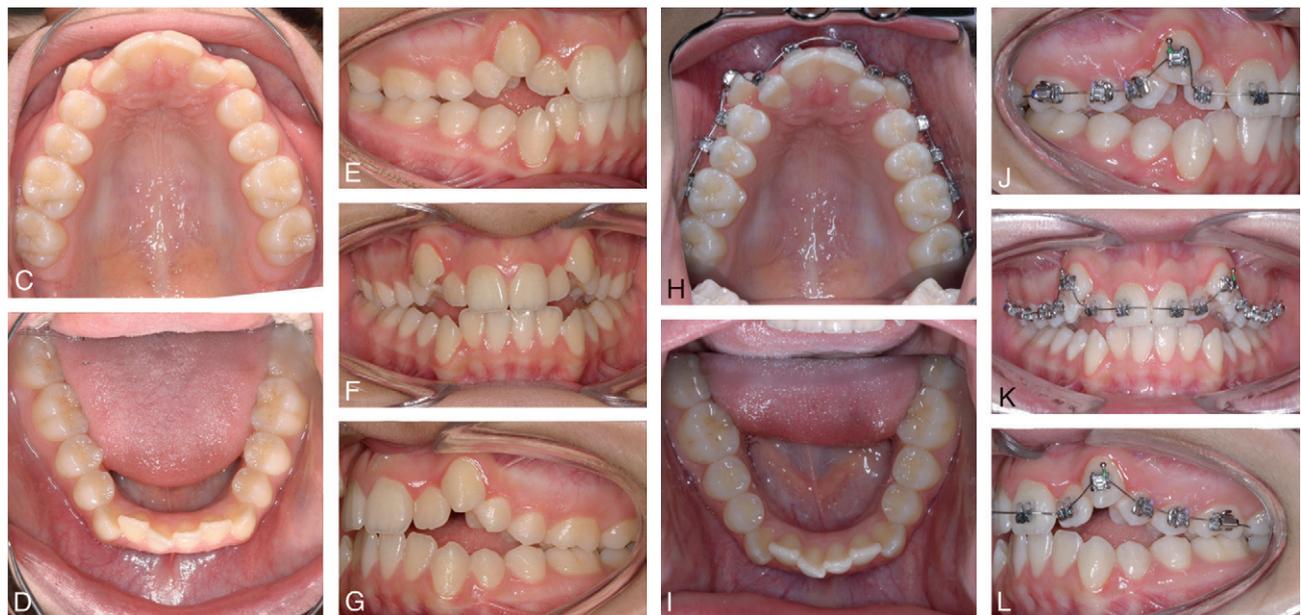
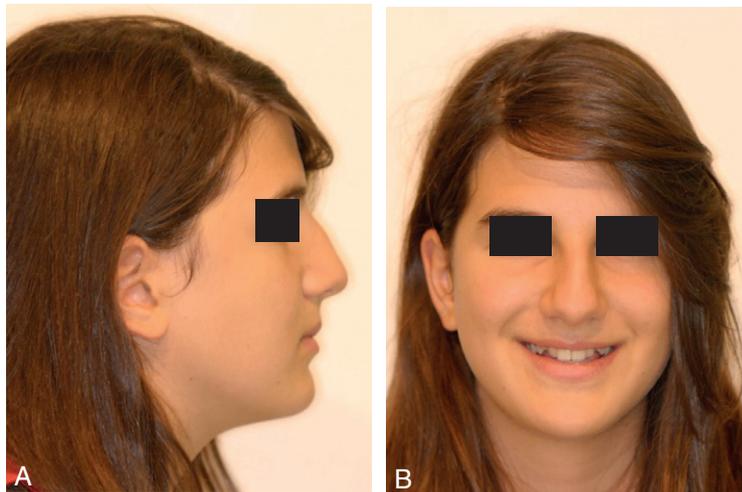
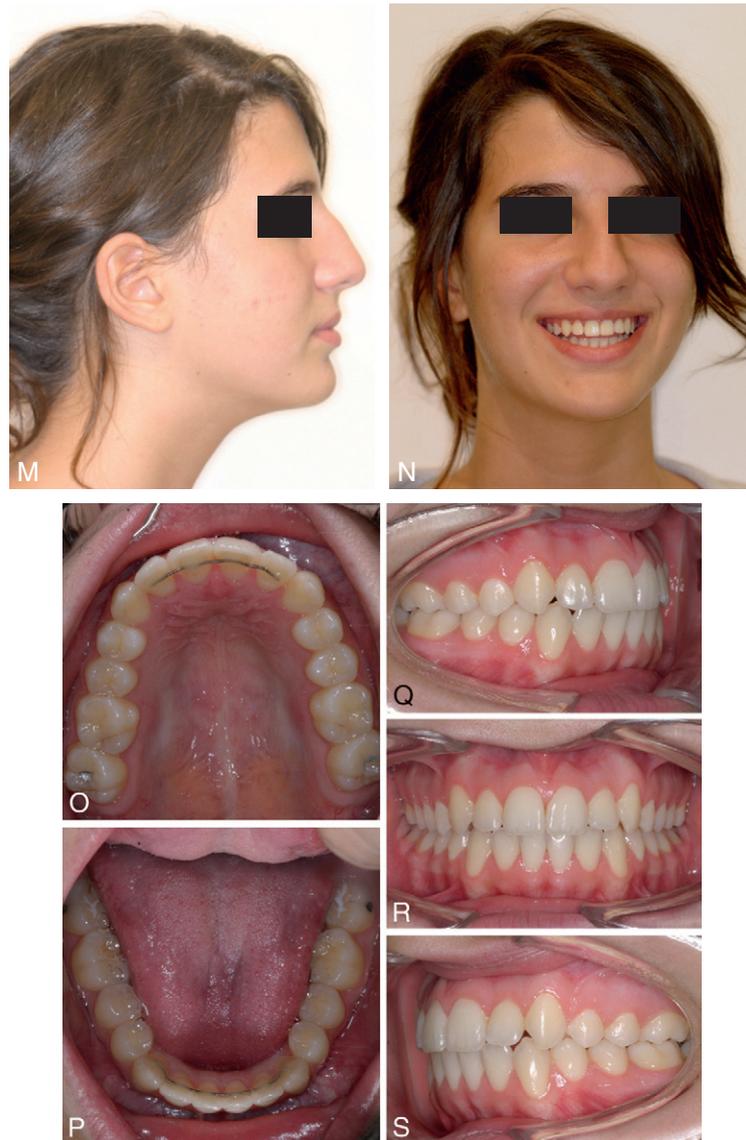


Fig. 5.90

Photographies avant traitement (A à G). Vues intra-orales après la pose des attaches à l'arcade maxillaire et insertion du premier arc (H à L).

Cas clinique 5

**Fig. 5.90**

Suite.

M. Photographie exo-buccale de profil en fin de traitement. N. Photographie endo-buccale de face avec sourire. O à S. Vues intra-orales de fin de traitement.

Techniques segmentées

Le principe de la segmentation de l'arcade proposé par Burstone vise à diviser la difficulté de la correction pour simplifier le cas.

Elle permet des mouvements plus rapides et facilite, entre autre, le contrôle vertical des incisives.

La technique bioprogressive élaborée par Ricketts intègre ce principe dans une approche thérapeutique globale du patient et de sa malocclusion.

Technique bioprogressive¹⁴

La technique bioprogressive désigne un concept global élaboré par Ricketts à la fin des années 1950. Au centre de ce concept se situe le diagnostic auquel Gugino attribue 75 % du succès du traitement, 25 % revenant à l'élaboration et à la mise en place des systèmes mécaniques. « Douze principes », proposés par Ricketts, Gugino, Bench, Hilgers et Schulhof en 1980 [56] constituent les bases de son fonctionnement. Ainsi, l'équilibre ou l'harmonie, valeur fondamentale du concept, sont respectés par une technique au service du traitement, élaboré en envisageant le patient dans sa globalité.

Principes de la thérapeutique bioprogressive proposée par Ricketts et al.

- **1. éducation de prise de conscience et de motivation du patient** [54,55]. Il s'agit de faire comprendre au patient ce qu'on lui fait, comment et pourquoi on le fait, afin de stimuler sa coopération et de le faire adhérer au traitement;
- **2. déverrouillage progressif des malocclusions pour normaliser les fonctions.** Gugino différencie trois grands types de « déverrouillage » :
 - fonctionnel ou physiologique (suppression des contraintes néfastes sur les dents en améliorant les comportements, donc la musculature qui modifie alors la forme),
 - mécanique (levée des verrous occlusaux),
 - psycho-physiologique;
- **3. segmentation des arcades en fonction du « degré de difficulté » présenté par le cas.** Ce principe de segmentation diffusé par Burstone permet d'assurer la stabilité de l'axe facial et le contrôle tridimensionnel précis des mouvements dentaires;
- **4. correction orthopédique des décalages des bases.** « Plus le traitement est précoce, plus la face s'adaptera à votre concept thérapeutique. À l'opposé, plus le traitement est tardif, plus votre concept doit s'adapter à la face [53] ». La cor-

rection orthopédique précoce du décalage des bases s'inscrit donc comme un préalable essentiel au traitement mécanique, assurant un résultat plus harmonieux et plus stable;

- **5. ancrage dans l'os cortical.** L'utilisation raisonnée de l'arc de base permet de placer les racines des molaires dans l'os cortical où le déplacement est plus lent;
- **6. ancrage musculaire.** La tonicité musculaire différentielle selon la typologie du patient peut être utilisée en ancrage;
- **7. consolidation et idéalisation préalable de l'arcade mandibulaire.** L'arcade mandibulaire conditionne le plan de traitement. La forme d'arcade mandibulaire est idéalisée et individualisée en choisissant à partir du patient et des cinq formes d'arcs pentamorphiques de Ricketts *et al.* [56], la forme d'arc à employer dans les stades de finition;
- **8. achèvement de chaque étape avant d'entamer la suivante.** Ce principe rejoint celui du déverrouillage mécanique. Ainsi, le sens transversal est toujours pris en charge avant le sens sagittal, le nivellement toujours terminé avant les déplacements;
- **9. traitement du recouvrement interincisif avant celui du surplomb.** Le non-respect de ce commandement se traduit par la persistance de diastèmes ou la non-correction complète de la classe II;
- **10. hypercorrection.** Elle permet de prévenir la tendance naturelle à la récurrence des mouvements mécaniques;
- **11. contrôle des forces appliquées selon le principe des quatre « D » de Stoner** (direction, degré, distribution et durée). Les valeurs nécessaires au déplacement de chaque dent ont été décrites. Ce contrôle des forces doit être particulièrement adapté dans le cas d'un parodonte déficient.
- **12. conception des systèmes mécaniques** en fonction des objectifs individualisés et du degré de difficulté présenté par la denture et l'enveloppe fonctionnelle. L'objectif visuel de traitement (OVT) a été développé par Ricketts pour la planification à court terme du traitement. Il s'agit d'intégrer la croissance prévue aux différentes options thérapeutiques qui deviennent visuellement accessibles pour planifier un traitement.

Ces principes sont illustrés par le [cas clinique 6](#).

Conclusion

La technique bioprogressive repose sur un concept qui affirme la primauté du diagnostic dans la réussite de nos traitements. De plus, elle permet une intervention précoce qui utilise la croissance, optimisant ainsi le résultat esthétique et la stabilité du traitement.

Évoluant dans ses moyens grâce à l'informatique et aux nouvelles technologies, elle s'adapte à son époque tout en gardant son originalité initiale.

¹⁴ Contribution de C. Philip Alliez et A. Salvadori.

Cas clinique 6

Technique bioprogressive

Cas traité par A. Salvadori

Cas d'une jeune fille présentant une classe II division 2



Fig. 5.91

Photographies exobuccales et intra-orales de début de traitement (A à E) et schémas des séquences de traitement (F à L) : F et G. Déverrouillage fonctionnel et mécanique. H et I. Déverrouillage et expansion sagittale de l'arcade mandibulaire. J. Alignement - nivellement des secteurs latéraux des arcades maxillaire et mandibulaire : système arc rond à cheval (Overlay). K. Rétraction des incisives maxillaires : alignement - nivellement et idéalisation de l'arcade mandibulaire. L. Finition, idéalisation et coordination des arcades maxillaire et mandibulaire.



Cas clinique 6



Fig. 5.91

Suite.
M à Q. Photographies exobuccales et intra-orales de fin de traitement.

Les techniques linguales

Seules techniques multi-attaches totalement esthétiques, les techniques linguales sont le plus souvent réservées aux adultes en raison de leur coût et de leur difficulté de mise en œuvre. Chez l'enfant et surtout l'adolescent, l'effet disgracieux de l'appareil peut être atténué lorsqu'il pose un problème par l'utilisation d'attaches vestibulaires dites « esthétiques », le plus souvent en céramique ou en fibre de verre, même si elle pose par-

fois des problèmes de mise en œuvre (risque de fracture des attaches, difficulté de dépose ou risque d'abrasion des dents antagonistes).

Cependant, aujourd'hui, la fiabilité et la reproductibilité des techniques linguales disponibles permettent d'atteindre des objectifs thérapeutiques identiques à ceux des techniques vestibulaires et ces techniques commencent donc à être utilisées chez les adolescents.

Chez l'adolescent, les techniques linguales sont particulièrement indiquées lorsque le rejet psychologique du port d'attaches conduit à une demande d'arrêt anticipé du traitement ou à un refus de traitement ou lorsque la fragilité de l'émail vestibulaire contre-indique le port d'attaches vestibulaires.

L'amélioration des procédures de collage permet de limiter les décollements souvent plus fréquents chez l'adolescent moins attentif à son appareil que l'adulte. Pour cette raison, il convient de surveiller l'hygiène du patient et de faciliter par le choix d'attaches les moins rétentives possibles. Les dépôts de plaque doivent être repérés et éliminés afin d'éviter les gingivites.

L'utilisation d'attaches sur mesure comme dans la technique Incognito® permet de résoudre les problèmes de rétention des attaches liés à la faible hauteur dentaire chez l'adolescent en adaptant la forme de l'attache à la morphologie dentaire. De petites extensions peuvent, en cas de nécessité, être effectuées sur les faces occlusales de dents trop courtes.

Comme chez l'adulte, la pose de minivis permet de répondre aux besoins d'ancrage sans avoir recours aux appareils extra-oraux.

Les principes et la mise en œuvre de ces techniques sont identiques chez l'adolescent et l'adulte. Le lecteur pourra les retrouver dans le livre « Orthodontie de l'adulte » de P. Canal et A. Salvadori.

Les techniques par gouttières thermoformées

La technique Invisalign®¹⁵

Invisalign® est une technique orthodontique permettant de déplacer les dents grâce à une série de gouttières amovibles en polycarbonate transparentes quasi invisibles et réalisées sur mesure (figure 5.92a).

L'efficacité de cette méthode, qui n'est plus à démontrer, repose sur la bonne connaissance des limites de cette technique par rapport aux mouvements requis et à l'expérience du praticien la mettant en place.

Principes de la méthode et réalisation des gouttières

Après un diagnostic clinique complet, des empreintes maxillaire et mandibulaire en élastomère et un enregistrement de la relation centrée par un mordu en PVS (polyvinyl siloxane) sont réalisés au cabinet dentaire puis expédiés chez Invisalign® accompagnés des radiographies et des

photographies exo- et endobuccales du patient ainsi que du formulaire de diagnostic et de prescription.

Le laboratoire Invisalign® peut ainsi, à partir de ces données, réaliser un *set up* virtuel et évolutif de l'ensemble de la thérapeutique grâce au logiciel Clincheck® (figure 5.92B).

Ce *set up* dynamique virtuel du traitement permet, dans un premier temps, au praticien :

- **de parfaire l'analyse de l'occlusion initiale dans les trois dimensions de l'espace** grâce à la précision remarquable et aux possibilités de grossissement et de variation de l'angle de vue de cet outil (calcul précis de l'encombrement, observation précise de points de contact, diagnostic de DDD, etc.);
- **d'évaluer les déplacements prévus pour chaque dent pendant le traitement.** En effet, chaque *set up* virtuel est réalisé par un technicien aguerri mais non orthodontiste, il est donc indispensable de vérifier consciencieusement chaque mouvement dentaire et chaque étape afin de s'assurer de la faisabilité des déplacements prévus;
- **de visualiser et d'apprécier le résultat thérapeutique proposé;**
- **de comparer différentes stratégies thérapeutiques** pour choisir la meilleure;
- **de présenter le traitement au patient** et de lui en expliquer les différentes étapes.

La quantité, la localisation et le moment des meulages interproximaux (*strippings*) éventuellement nécessaires sont parfaitement définis et indiqués sur ce *set up* comme la mise en place d'accessoires pour permettre ou contrôler les déplacements dentaires (taquets, *power ridges* pour le contrôle du torque antérieur, encoches pour les tractions intermaxillaires).

Le praticien peut modifier le projet thérapeutique et la prévision des différents éléments précédents jusqu'au résultat souhaité.

Après validation du projet thérapeutique et acceptation du *set up* virtuel, les gouttières sont fabriquées. À chaque déplacement d'une dent ou d'un groupe de dents (limité à 0,25 mm) correspond une gouttière; il sera donc usiné autant de gouttières que nécessaire pour réaliser la thérapeutique du premier mouvement dentaire à la dernière finition.

Chaque gouttière doit être portée 15 jours, 22 heures par jour. Le patient ne s'en sépare qu'au cours des repas et du brossage des dents.

Il existe 3 types de traitements Invisalign® :

- **Complet®** qui intéresse toutes les dents pour les malocclusions les plus complexes;
- **Lite®** pour malocclusions légères à traiter en 14 gouttières maximum;
- **Teen®** pour le traitement des enfants et des adolescents.

15 Contribution de A. Thillard.

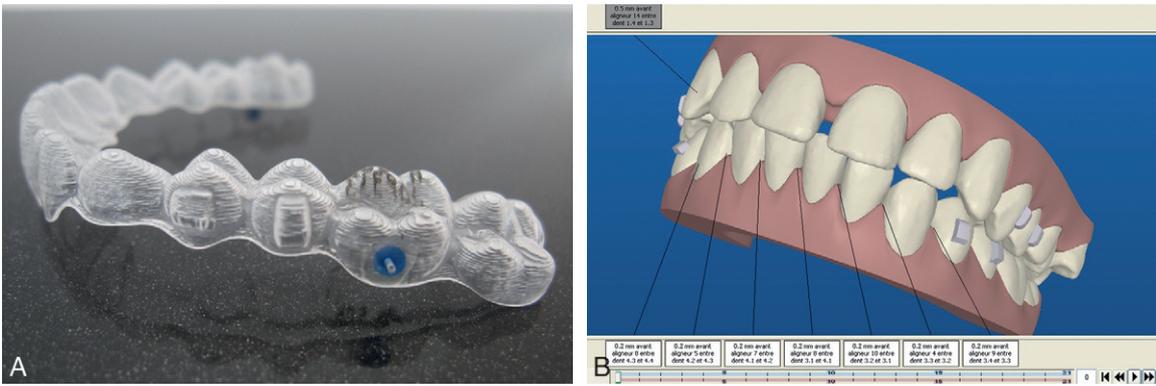


Fig. 5.92

Principes de la technique Invisalign®.

A. Gouttières Invisalign® avec logettes pour les taquets et indicateur de port (bleu). B. Clincheck avec taquets positionnés et information sur les quantités de stripping et le moment du stripping.

Indications et contre-indications

Le développement de gamme Teen® et des accessoires améliorant le contrôle des déplacements dentaires élargit l'utilisation de cette technique initialement plutôt destinée aux adultes, aux adolescents, surtout lorsque les attaches conventionnelles ne peuvent être tolérées (allergie, sensibilité muqueuse ou refus psychologique...).

La méthode Invisalign® est principalement indiquée :

- pour le traitement avec stripping d'encombrements légers à moyens;
- pour la correction d'incoordinations transversales ou antéropostérieures moyennes où la levée des verrous occlusaux grâce aux gouttières la rend particulièrement efficace;
- dans les cas nécessitant un contrôle de plaque maximum (terrains parodontaux à risque, risque carieux élevé...).

La coopération du patient est essentielle dans cette technique qui repose sur le port assidu des gouttières. Les patients non coopérants constituent donc sa contre-indication majeure.

Les mouvements de translation après extractions, les mouvements de rotation ou de version importants et les mouvements d'égression sont assez difficiles à réaliser et à contrôler et risquent de nécessiter la mise en place d'auxiliaires (élastiques à accrocher entre la gouttière et la dent à égresser, sectionnel multibagues sur gouttières perforées pour favoriser les translations pures, etc.) ([cas clinique 7](#)).

Avantages

La technique Invisalign® présente deux avantages essentiels pour le patient : esthétique et confort.

C'est, en effet, une technique particulièrement esthétique car les gouttières sont pratiquement invisibles. De plus, elles ne génèrent aucune gêne ou blessure et ne perturbent pas l'élocution.

La dépose des gouttières lors du brossage permet de conserver une hygiène dentaire parfaite pendant la durée de la thérapeutique.

Pour le praticien, le Clincheck® est un outil de réflexion remarquable qui permet une visualisation et le suivi du traitement. Il assure entre autre une grande maîtrise qualitative et quantitative des stripplings.

Limites

Les limites de cette technique sont avant tout celles du praticien qui la met en œuvre et de son expérience. Il n'y a pas de mouvement impossible à réaliser en utilisant des gouttières mais ceux-ci peuvent parfois demander une grande maîtrise de la technique et s'avèrent alors plus difficiles et plus longs à réaliser qu'en technique multibagues linguales ou vestibulaires.

L'efficacité dépend, comme toute technique amovible, de la coopération du patient au bon port des gouttières (pour les adolescents, Invisalign teen® comporte des témoins de bon port des gouttières réactifs à la salive, qui permet le contrôle du port effectif des gouttières (voir [figure 5.91](#)).

Le coût de cette technique représente une limite pour bon nombre de patients.

Conclusion

La technique Invisalign® s'intègre à l'arsenal thérapeutique du praticien. Bien utilisée, elle permettra d'obtenir de très bons résultats satisfaisant pleinement le patient et le praticien mais elle peut rester parfois hasardeuse dans certaines malocclusions, surtout pour des praticiens inexpérimentés.

Contrairement à beaucoup d'idées reçues, cette technique demande beaucoup de temps de réflexion (analyse et validation des Clincheck®) et de temps au fauteuil et ne constitue en aucun cas une technique où il suffit de livrer des gouttières.

Cas clinique 7

Technique Invisalign®

Cas traité par le Dr E. Garnier

Jeune fille présentant une classe II subdivision droite avec encombrement

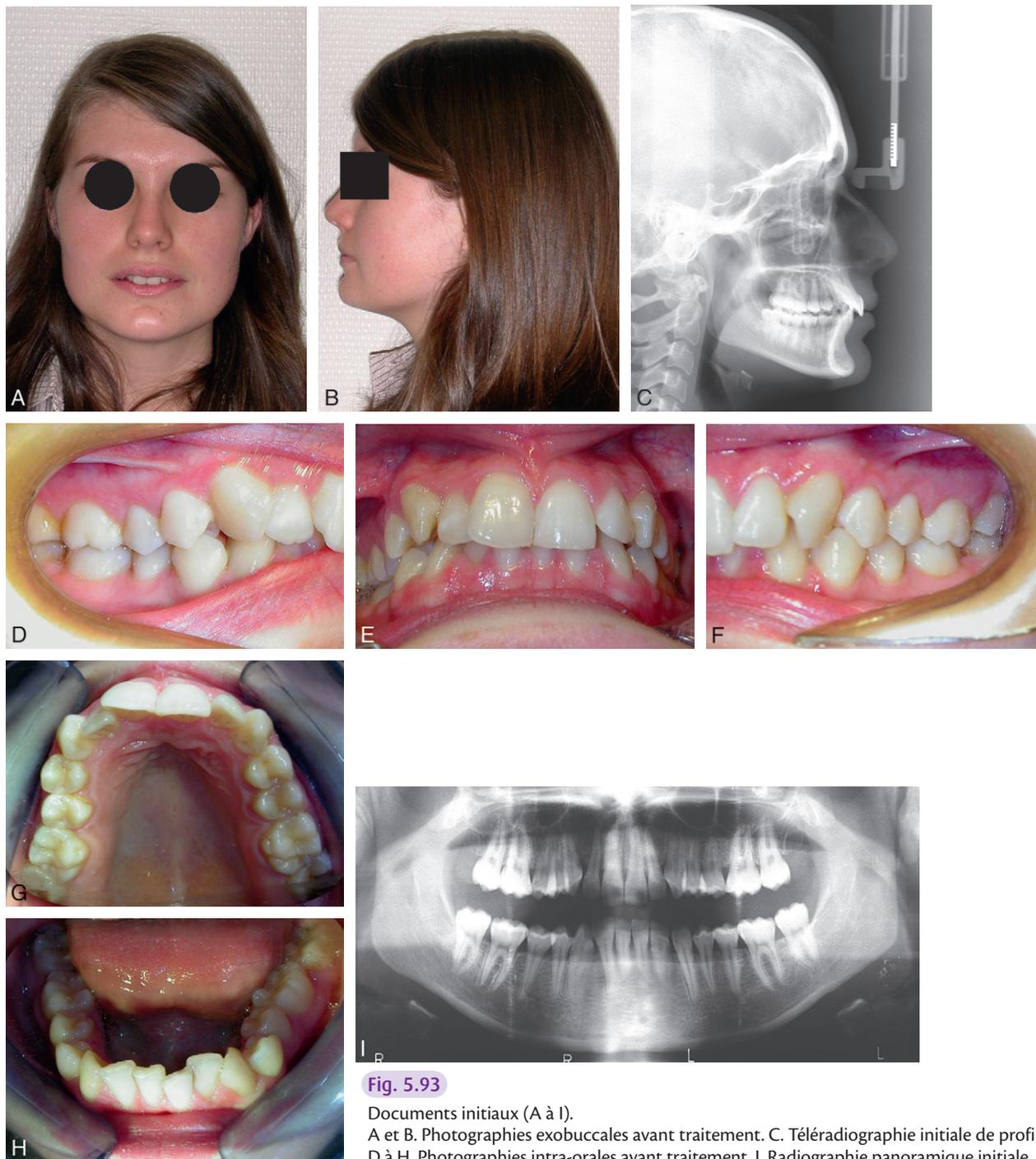


Fig. 5.93

Documents initiaux (A à I).

A et B. Photographies exobuccales avant traitement. C. Téléradiographie initiale de profil. D à H. Photographies intra-orales avant traitement. I. Radiographie panoramique initiale.

Cas clinique 7



Fig. 5.93

Suite.

Documents de fin de traitement (J à R). J et K. Photographies exobuccales de fin de traitement. L. Téléradiographie de profil de fin de traitement. M à Q. Photographies intra-orales de fin de traitement. R. Radiographie panoramique de fin de traitement.

Références

Histologie

- [1] Andreasen JO. Review of root resorption systems and models : etiology of root resorption and homeostatic mechanism of the periodontal ligament. In : *The biological mechanism of tooth eruption and tooth resorption*. 2nd ed. Birmingham : EBSCO Modic; 1988. p. 9–21.
- [2] Baron R. Histophysiologie des réactions tissulaires au cours du déplacement orthodontique. In : Château M, editor. *Orthopédie dentofaciale*. T. 1 : Bases fondamentales. Paris : Prêlat; 1975. p. 328–64.
- [3] Dorignac D, Bardinet E, Bazert C, Devert N, Diongue A, Duhart AM. Biomécanique et notion de « forces légères ». *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris) Odontologie*, 23-490-B-10, 2008; 23 p.
- [4] Duhart AM, Bardinet E, Bequain D, Darque F, Dorignac D. Biomécanique orthodontique et notion de « forces légères ». *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris) Odontologie*, 23-493-B-10, 1997; 21 p.
- [5] Melcher AM. Repair of wounds in the periodontium of the rat : influence of the periodontal ligament on osteogenesis. *Arch Oral Biol* 1970; **15** (12) : 1183–204.
- [6] Ten Cate AR, Deporter DA, Freeman E. The role of the periodontal ligament during physiological movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1976; **69** (62) : 155–68.

Fils

- [7] Cuinet M, Guivarch J, Huet AP, Morgon L. Les fils orthodontiques au début du troisième millénaire : innovation ou amélioration ? *Orthod Fr* 2001; **72** (3) : 233–92.
- [8] Deblock L, Lucht M. Contribution au choix du fil orthodontique. *Orthod Fr* 1986; **57** (1) : 233–89.
- [9] El Jabri Y. Les fils en alliages composite. *Orthod Fr* 2009; **80** (1) : 79–83.
- [10] Filleul MP. Les fils orthodontiques. Propriétés mécaniques. In : Château M, editor. *Orthopédie dento-faciale*. Bases fondamentales. 3^e éd. Paris : CdP; 1992. 346 p.
- [11] Jordan L, Filleul MP, Portier R. Les arcs orthodontiques à mémoire de forme : structures et propriétés. *Rev Orthop Dento Faciale* 1997; **31** : 199–212.
- [12] Le Gall M. Quel fil ? À quelle phase ? Pour quelle action ? En technique d'arc droit .022x.028. *J Edge* 2001; **44** : 125–41.
- [13] Veerasamy K, Lawniczak H. Les fils et les arcs. *Orthod Fr* 2009; **80** (1) : 11–22.

Auxiliaires

- [14] Bassigny F. *Manuel d'Orthopédie dento-faciale*. Paris : Masson; 1983.
- [15] Covell DA, Trammel DW, Boero RP, West R. A cephalometric study of class II division 1 malocclusions treated with Jasper Jumper appliance. *Angle Orthod* 1999; **69** : 311–20.
- [16] De Vincenzo J. The Eureka spring : a new interarch force delivery system. *J Clin Orthod* 1997; **31** : 454–67.
- [17] Hurez C. Métallotechnie et matériel en Edgewise. *Orthod Fr* 1990; **61** (1) : 95–119.
- [18] Jones G, Buschang PH, Kim KB, Oliver DR. Class II non-extraction patients treated with the Forsus Fatigue Resistant Device versus intermaxillary elastics. *Angle Orthod* 2008; **78** (2) : 332–8.
- [19] Klontz HA. Tweed-Merrifield sequential directional force treatment. *Semin Orthod* 1996; **2** (4) : 254–67.
- [20] Langlade M. *Optimisation des élastiques orthodontiques*. GAC International ed.; 2000.
- [21] Merrifield LL, Cross JJ. Directional forces. *Am J Orthod* 1970; **57** : 435–64.

- [22] Merrifield LL. The system of directional force. *J Charles Tweed Foundation* 1982; **10** : 15–29.
- [23] Merrifield LL. Le point sur la technique de Tweed (Interview par Horn AJ). *J Edge* 1989; **20** : 7–17.
- [24] Philippe J. *Orthodontie. Des principes et une technique*. Paris : J. Prêlat; 1972.
- [25] Stromeier EL, Caruso JM, De Vincenzo JP. A cephalometric study of the class II correction effects of the Eureka Spring. *Angle Orthod* 2002; **72** : 203–10.

Minivis et miniplaques

- [26] Cornelis MA, Scheffler NR, De Clerck HJ, Tulloch JF, Behets CN. Systematic review of the experimental use of temporary skeletal anchorage devices in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; **131** (Suppl. 4) : S52–8.
- [27] Darqué F, Ellouze S. Biomécanique des mini-implants d'ancrage : illustrations cliniques. *International Orthodontics* 2007; **5** (4) : 357–92.
- [28] De Clerk H, Amat P. Entretien avec Hugo De Clerck. *Rev Orthop Dento Faciale* 2006; **40** (1) : 9–36.
- [29] De Clerck HJ, Cornelis MA, Cevidanes LH, Heymann GC, Tulloch CJ. Orthopedic traction of the maxilla with miniplates : a new perspective for treatment of midface deficiency. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; **67** (10) : 2123–9.
- [30] Le Gall M. L'ancrage : les minivis. In : Canal P, Salvadori A, editors. *Orthodontie de l'adulte*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson; 2008. p. 73–104.
- [31] Maino BG, Mura P, Bednar J. Mini-implants : système d'ancrage Spider Screw. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris) Odontologie*, 23-492-A-15. 2005.
- [32] Massif L, Frapier L. L'utilisation clinique des minivis en orthodontie. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris) Odontologie/orthopédie dento-faciale*, 23-492-A-17. 2006.
- [33] Melsen B. Indications d'ancrage squelettique en orthodontie. *Rev Orthop Dento Faciale* 2006; **40** (1) : 41–61.
- [34] Park YC, Choi NC, Choi YJ, Lee JS, Hwang HS (traduit par A Soulet). Déplacement distal des molaires supérieures à l'aide d'implants mini-vis. *Rev Orthop Dento Faciale* 2006; **40** (1) : 93–110.
- [35] Peuch-Lestrade GR, Le Marie M, Guillaumot G, Decker A. Les mini-vis en orthodontie. *International Orthodontics* 2009; **7** (2) : 157–69.
- [36] Philippart F, Philippart-Rochaix M. « Les minivis » : un concept d'ancrage orthodontique. *International Orthodontics* 2004; **2** (4) : 319–30.
- [37] Sugawara J, Aymach Z, Nagasaka DH, Kawamura H, Nanda R. Surgery first : orthognathics to correct a skeletal class II malocclusion with an impinging bite. *J Clin Orthod* 2010; **44** (7) : 429–38.
- [38] Sung JH, Park HS, Kyung HM, Kwon OW, Kim HB. L'ancrage des micro-implants dans le système des forces directionnelles. *International Orthod* 2004; **2** : 137–61.

Extractions

- [39] Bartala M, Boileau MJ. Conséquences occlusales et articulaires des extractions de prémolaires : revue de la littérature. *Rev Orthop Dento Faciale* 2001; **35** (2) : 223–43.
- [40] Bazert C, Marteau M. Déplacements dentaires dans un site d'extraction : aspects parodontaux. *Rev Orthop Dento Faciale* 2001; **35** (2) : 199–220.
- [41] De Brondeau F, Boileau MJ, Duhart AM. Impact esthétique des extractions. *Rev Orthop Dento Faciale* 2001; **35** (2) : 251–73.
- [42] Guy JP. Esthétique faciale et orthodontie. *J Edge* 1989; **20** : 19–32.
- [43] Guy JP. Esthétique faciale et orthodontie. *J Edge* 1990; **21** : 29–47.

- [44] Valiathan M, Hakan EI, Hans MG, Palomo MJ. Effects of extraction versus non-extraction treatment on oropharyngeal airway volume. *Angle Orthod* 2010; **80** (6) : 1068–74.
- [45] Stephens CK, Boley JC, Behrents RG, Alexander RG, Buschang PH. Long-term profile changes in extraction and non-extraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; **128** : 450–7.
- [46] Xu TM, Liu Y, Yang MZ, Huang W. Comparison of extraction versus non extraction orthodontic treatment outcomes for borderline Chinese patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; **129** : 672–7.

Autoligaturants In Ovation®

- [47] Klump JP, Duncanson MG, Nanda RS, Currier GF. Elastic energy/stiffness ratios for selected orthodontic wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; **106** : 688–96.
- [48] Le Gall M. Quel Fil, à quel moment ? Pour quelle action ? *J Edg* 2000; **43** : 25–42.
- [49] Le Gall M. *Étude in vitro des forces de frottement durant la mécanique de glissement orthodontique au travers de brackets conventionnels et auto-ligaturants*. Thèse d'Université Doctorat en mécanique énergétique. Aix-Marseille I. Université de Provence; 2009.
- [50] Soulie PJ, Le Gall M, Volpi J. Contrôle de l'incisive supérieure en technique de glissement optimisé. *International Orthodontics* 2006; **4** : 443–54.
- [51] Tidy DC. Frictional forces in fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; **96** : 249–54.
- [52] Voudouris JC. Interactive Edgewise mechanisms : form and function comparison with conventional Edgewise brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; **111** : 119–39.

Technique bioprogressive

- [53] Gugino CF. Introduction à la philosophie bioprogressive Zerobase présente et future. *Rev Orthop Dento Faciale* 2000; **34** : 17–36.
- [54] Gugino CF, Dus I. Les concepts du déverrouillage : l'interaction entre forme et fonction. *Rev Orthop Dento Faciale* 2000; **34** : 83–108.
- [55] Lejoyeux E. Une philosophie orthodontique. Entretien avec Carl F Gugino. *Rev Orthop Dento Faciale* 1991; **25** : 137–46.
- [56] Ricketts RM, Bench RW, Gugino C, Hilgers JJ, Schulhof R. *Bioprogressive therapy*. Denver : Rocky Mountain; 1980.

Pour en savoir plus

Mécanique

- Cuinet M, Guivarch J, Huet AP, Morgon L. Les fils orthodontiques au début du troisième millénaire : innovation ou amélioration ? *Orthod Fr* 2001; **72** (3) : 233–92.
- Marcotte MR. *Biomécanique en orthodontie*. Paris : Cdp; 1999.
- Mulligan TF (traduit par Flageul F). Du bon usage de la mécanique en orthodontie. *Rev Orthop Dento Faciale* 1982; **16** : 299–305; 483–96.
- Smith J, Burstone CJ. Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod* 1984; **85** (4) : 294–307.

Collage

- Decrucq E, Devisse T, Benhammadi O. Les matériaux de collage et de scellement. *Orthod Fr* 2009; **80** (1) : 85–96.

- Hitmi L. *Étude et optimisation de l'adhésion à l'émail et à la dentine. Du laboratoire à la clinique*. Thèse de Doctorat d'université, Paris : 2004.
- Hitmi L, Muller C, Roussarie F, Attal JP. Le collage des brackets en orthodontie. *Clinic* 2001; **22** : 165–79.
- S.F.O.D.F. *Orthod Fr* 2009; **80** (2) [numéro spécial].

Minivis et miniplaques

- Melsen B. Is the intra-oral extra-dental anchorage changing the spectrum of orthodontics? In : McNamara Jr JA, editor. *Implants, microimplants, onplants and transplants. New answers to old questions in orthodontics*. Ann Arbor : University of Michigan; 2004. p. 41–68.
- Lee JS, coll. *Applications cliniques des mini implants en orthodontie*. SID ed (EDP Sciences); 274 p.
- Ellouze S, Darqué F. *Mini implants : Orthodontie de demain. Coll. Les essentiels*. Paris : Quintessence international; 2011 (à paraître).

Extractions

- Duterloo HS, Stöckli PW, Grobety D, Talmant J, Nanda R, Slavicek R, et al. *Extraction versus non extraction*. SID editions; 228p.
- Bassigny F. *Manuel d'orthopédie dento-faciale*. 2^e éd. Paris : Masson; 1991.
- Labarrère H. Extraire ou ne pas extraire : est-ce la bonne question ? *Rev Orthop Dento Faciale* 2003; **37** : 125–44.

Technique Tweed

- Klontz H. A Tweed-Merrifield sequential directional force treatment. *Semin Orthod* 1996; **2** : 254–67.
- Merrifield LL, Cross JJ. Directional forces. *Am J Orthod* 1970; **57** (5) : 435–64.
- Merrifield LL. Dimensions of the denture : back to basics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; **106** (5) : 535–42.
- Merrifield LL, Klontz HA, Vaden JL. Differential diagnostic analysis system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; **106** (6) : 641–8.
- Vaden JL, Dale JG, Klontz HA. Tweed-Merrifield Edgewise Appliances. In : Graber TM, Vanarsdall Jr RL, editors. *Orthodontics : current principles and techniques*. 3rd ed. St Louis : Mosby; 2000. p. 647–708.

Technique Root

- Root TL. Anchorage concepts based upon the posterior vertical dimension. *Bull Pac Coast Soc Orthod* 1967; **42** (3) : 30–6.
- Root TL. The level anchorage system for correction of orthodontic malocclusions. *Am J Orthod* 1981; **80** (4) : 395–410.
- Root TL. Level anchorage system treatment of Class III malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; **100** (6) : 562–71.

Technique Tip Edge

- Begg PR, Kesling PC. *Théorie et technique orthodontiques de Begg*. 2^e éd. Paris : Julien Prêlat, 1972.
- Bolender CJ. Tip-edge : une technique d'arc droit à friction variable. *Orthod Fr* 1993; **64** : 2.
- Bolender CJ. Pourquoi ne passeriez vous pas au tip edg, une technique différentielle d'arc droit ? *Rev Orthop Dento Faciale* 1996; **30** : 313–31.
- Couratier F, Pujol A. La technique tip edge est-elle un progrès des concepts orthodontiques ? *Orthod Fr* 1991; **62** (2) : 625–31.
- Kesling PC. Dynamics of tip edge bracket. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; **96** : 1, 16–25.

- Meyer R. Le bracket Tip-Edge Plus. *Rev Mens Suisse Odonto Stomatol* 2008; **118** : 723–32.
- Parkhouse RC. Rectangular wire and third order torque : a new perspective. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; **113**, (4) : 421–30.
- Parkhouse RC. In : *The tip-edge orthodontics and the plus bracket*. 2^e éd. Saint-Louis : Mosby; 2008. 204 p.
- Raymond JL, Bolender CJ. Technique originale d'arc droit. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris)* Orthopédie dento-faciale. 23-490-D-35, 2002.

Technique Damon

- Damon DH. The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket. *Clin Orthod Res* 1998; **1** (1) : 52–61.
- Damon DH. The Damon low-friction bracket : a biologically compatible straight-wire system. *J Clin Orthod* 1998; **32** (11) : 670–80.

Lingual

- Canal P, Salvadori A. *Orthodontie de l'adulte*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson; 2008.
- Simon JS, Raybaud P, Roussarie F. Utilisation de la technique Incognito pour les traitements d'orthodontie linguale chez l'enfant. *Rev Orthop Dento Faciale* 2007; **41** : 77–94.

Invisalign

- Bouchez R. *Les traitements orthodontiques Invisalign*. Paris : Quintessence international; 2009.
- Fischer K. Invisalign treatment of dental Class II malocclusions without auxiliaries. *J Clin Orthod* 2010; **44** (11) : 665–72.
- Schupp W, Haubrich J, Neumann I. Treatment of anterior open bite with the Invisalign system. *J Clin Orthod* 2010; **44** (8) : 501–7.



Traitements chirurgico-orthodontiques

Marie-José Boileau, Jean Casteigt, Laure Frapier, Pierre Canal

PLAN DU CHAPITRE

Indications des protocoles chirurgico-orthodontiques	208
Établissement de la stratégie thérapeutique	211
Préparation orthodontique préchirurgicale	211
Programme chirurgical	220
Phase postchirurgicale	227
Distractions osseuses	228
Conclusion	232

Lorsque les limites de l'orthodontie et de l'orthopédie sont dépassées, l'accomplissement des objectifs thérapeutiques (obtention d'une occlusion fonctionnelle stable dans le respect du contexte parodontal et articulaire et rétablissement de l'harmonie esthétique du visage et du sourire) impose le recours à la chirurgie orthognathique.

Initialement destinée aux traitements des grands syndromes, cette chirurgie a vu ses indications se multiplier dans le cadre de protocoles chirurgico-orthodontiques grâce à l'instauration d'un dialogue entre chirurgiens et orthodontistes [3,5-7], à l'amélioration constante des protocoles proposés, à la qualité des résultats obtenus et à l'allègements des procédures chirurgicales et postchirurgicales.

Ces traitements chirurgico-orthodontiques gardent des indications précises et ne doivent pas être systématisés. Ils ne peuvent concerner que des patients motivés et parfaitement informés.

Leur mise en œuvre doit être rigoureusement planifiée dans le cadre d'une étroite collaboration entre le chirurgien et l'orthodontiste, tout au long du traitement, de l'indication chirurgicale à la contention. L'équipe pluridisciplinaire [3] s'enrichit le plus souvent d'un odontologiste, d'un occlusodontiste, d'un orthophoniste ou d'un kinésithérapeute et parfois, en fonction des besoins du patient, d'un ORL, d'un somnologue ou d'un psychologue ([cas clinique 1](#)).

Le dialogue entre ces différents spécialistes, et tout particulièrement entre le chirurgien et l'orthodontiste, est la clé du succès de ces traitements. Il assure, en effet, la concordance des stratégies orthodontique et chirurgicale optimisant ainsi la préparation orthodontique préchirurgicale et facilite le soutien psychologique du patient. L'unité du discours et la cohérence du plan de traitement proposé renforcent la confiance du patient et le sécurisent pendant ce traitement long dont les répercussions psychologiques ne doivent pas être négligées [12].

Indications des protocoles chirurgico-orthodontiques

Si certains adultes consultent parfois le chirurgien en première intention, pour l'enfant ou l'adolescent l'indication d'un protocole chirurgico-orthodontique est posée par l'orthodontiste face à une dysmorphose sévère dont le potentiel évolutif semble défavorable tant sur le plan esthétique

que fonctionnel. L'appréciation de ce potentiel est souvent délicate. Elle repose sur :

- la sévérité de la dysmorphose et le préjudice esthétique associé;
- le caractère héréditaire de l'anomalie observée;
- les caractéristiques évolutives habituelles de ce type de dysmorphose. Ainsi, les classes III squelettiques, les asymétries faciales, les grands excès verticaux tendent le plus souvent à s'aggraver lors de la croissance;
- le type de croissance du patient dont l'estimation est quelque peu aléatoire.

Le dépistage précoce d'une anomalie relevant d'une prise en charge orthodontico-chirurgicale permet d'informer le patient et ses parents et de les préparer progressivement à l'éventualité d'une chirurgie.

Pour préciser le potentiel évolutif de la dysmorphose, une action orthopédique peut être instaurée en test thérapeutique [6].

Ce diagnostic chirurgical découle de l'examen clinique et de l'analyse céphalométrique. Il repose sur l'analyse esthétique du visage et du sourire et sur l'évaluation des compensations alvéolaires naturelles qui posent les limites des possibilités thérapeutiques orthodontiques.

Les indications des protocoles chirurgico-orthodontiques concernent :

- **les grands syndromes** : ces grandes anomalies cranio-faciales, souvent accompagnées d'un fort préjudice esthétique, relèvent de protocoles chirurgicaux complexes, souvent plus précoces dans lesquels les distractions osseuses peuvent parfois présenter un intérêt majeur. Nous ne développons pas ces prises en charge spécifiques, seule la distraction est présentée et illustrée, à la fin de ce chapitre, par le [cas clinique 7](#);
- **les décalages squelettiques sévères** qui dépassent les possibilités de compensations alvéolaires (*cf.* [cas clinique 1](#)) ou dont les répercussions esthétiques nécessitent de rétablir l'équilibre et l'harmonie faciale chirurgicalement;
- **les traitements orthodontiques à risque esthétique** : dans certains cas, la malocclusion, en particulier le surplomb incisif augmenté, assure un soutien aux lèvres minimisant les répercussions de la dysmorphose sur l'esthétique faciale. C'est par exemple le cas des classes II division 1 dans un schéma squelettique hypodivergent où la rétraction des incisives maxillaires risque de creuser défavorablement le profil nasomentonnier ([cas clinique 2](#));
- **les récidives ou les échecs thérapeutiques** liés à une croissance défavorable ou à un manque de coopération pendant la phase orthopédique.

Cas clinique 1**Nécessité d'une collaboration pluridisciplinaire**

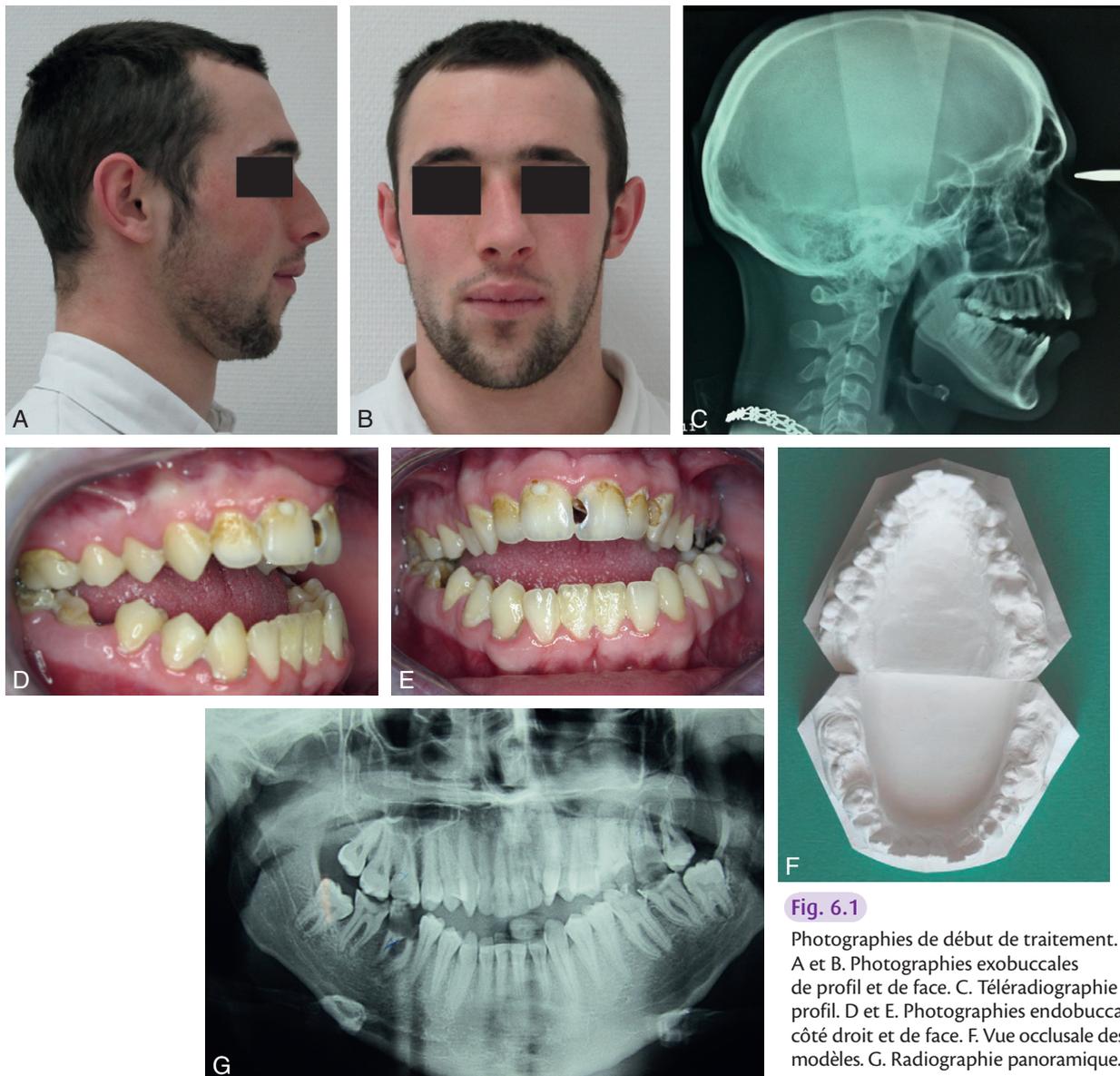
Patient de 22 ans relevant d'une prise en charge multidisciplinaire. Il présente une hyperdivergence sévère entraînant une incompetence labiale et une béance incisive majeure qui impose une prise en charge chirurgico-orthodontique.

Dans le sens transversal, l'endognathie maxillaire avec une discordance des diamètres intercanins nécessite une disjonction intermaxillaire chirurgicale pré-orthodontique.

Ce patient qui redoute les soins dentaires est par ailleurs polycarié. L'avenir des molaires mandibulaires droites est plus ou moins

compromis. Avant toute prise en charge chirurgico-orthodontique, des soins doivent être réalisés et les solutions prothétiques concernant les molaires mandibulaires doivent être envisagées car elles peuvent influencer le plan de traitement chirurgico-orthodontique.

De plus, dans ce contexte, l'évaluation de la motivation de ce patient est impérative avant d'entreprendre toute thérapeutique orthodontique.

**Fig. 6.1**

Photographies de début de traitement. A et B. Photographies exobuccales de profil et de face. C. Téléradiographie de profil. D et E. Photographies endobuccales côté droit et de face. F. Vue occlusale des modèles. G. Radiographie panoramique.

Cas clinique 2

Classe II division 1 hypodivergente

Cas traité par le Dr Boileau et le Dr Caix¹

Patiente hypodivergente présentant une classe II division 1 occlusale. Un traitement orthodontique par distalisation de l'arcade maxillaire et rétraction des incisives maxillaires provoquerait un recul très disgracieux des lèvres dans ce profil déjà concave.

Une chirurgie d'avancement mandibulaire avec nivellement post-chirurgical de la courbe de Spee a permis de maintenir l'équilibre labial et d'ouvrir la hauteur faciale inférieure.

Une génioplastie pourra éventuellement être envisagée après adaptation des tissus mous.

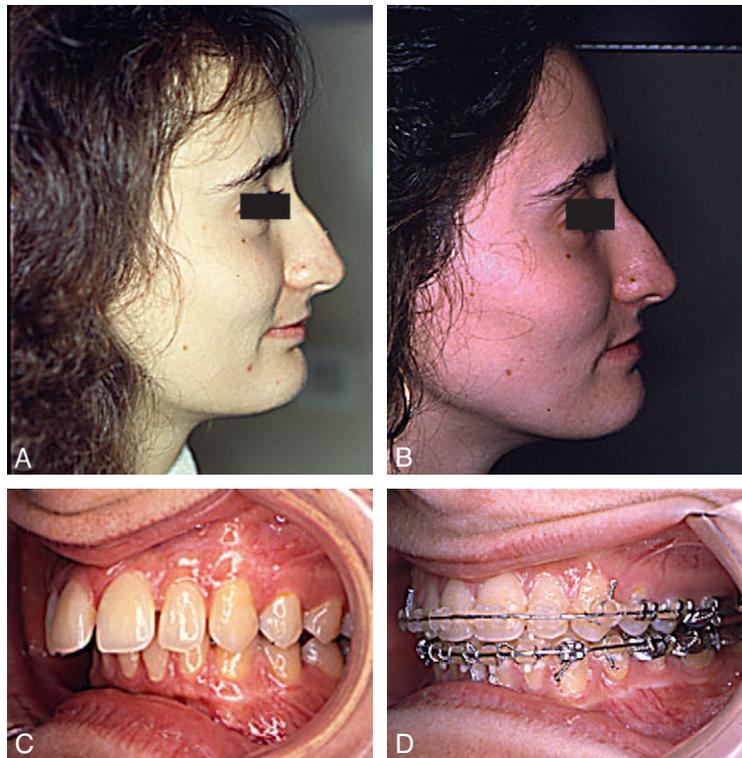


Fig. 6.2

Photographies de début (A et C) et de fin de traitement (B et D).

A. Photographie de profil initiale. B. Photographie de profil après chirurgie. C. Photographie endobuccale du côté droit avant traitement.

D. Photographie endobuccale après chirurgie et nivellement de la courbe de Spee.

¹Chirurgien maxillo-facial, PU-PH, service de chirurgie maxillo-faciale, hôpital Pellegrin, CHU de Bordeaux.

Établissement de la stratégie thérapeutique

La stratégie thérapeutique repose sur l'observation clinique et l'analyse des examens complémentaires en particulier d'imagerie.

L'examen clinique permet d'évaluer au niveau facial les déséquilibres du visage dans les trois dimensions de l'espace et le préjudice esthétique qui en découle.

Il détermine aussi les caractéristiques et la sévérité de la malocclusion associée ainsi que l'importance des compensations alvéolaires. Il précise le contexte dentoparodontal et articulaire du patient et les éventuelles dysfonctions associées.

Les examens complémentaires permettent de confirmer le siège des différentes anomalies, d'en quantifier l'importance et servent de base aux différentes simulations occlusales et surtout céphalométriques.

Différentes analyses céphalométriques à visée chirurgicale (analyses de Delaire, Coben, Arnett et Gunson... [20]) complètent les analyses céphalométriques orthodontiques habituelles.

Dans les dysmorphoses complexes où l'atteinte est le plus souvent tridimensionnelle, la tomodensitométrie est indispensable. L'analyse développée par Treil et Casteigt aide à « visualiser les sites pathologiques et quantifier les déséquilibres volumétriques [et par suite] à codifier les programmes chirurgicaux et apprécier l'impact des ostéotomies » [6] (cas clinique 3 : cf. figures 6.3 F à H).

Le dialogue entre le chirurgien et l'orthodontiste au cours de cette phase initiale permet de confronter leur approche esthétique et surtout de préciser les impératifs et les limites thérapeutiques de chaque spécialité, dans le cas précis du patient, afin d'accorder les stratégies chirurgicale et orthodontique pour optimiser sa prise en charge esthétique et fonctionnelle. La chirurgie modifie les références et les objectifs orthodontiques habituels par la disparition des références intermaxillaires et les nécessaires décompensations alvéolaires. L'intervention chirurgicale doit s'intégrer dans une prise en charge globale de l'état buccodentaire (correction de la dysharmonie dentomaxillaire ou des anomalies dentaires, réhabilitation prothétique éventuelle...). La réflexion thérapeutique sur ce projet dont les différentes phases sont en étroite dépendance doit donc être conjointe.

Ce dialogue s'organise le plus souvent autour de simulations occlusales et surtout céphalométriques : les set-up préchirurgicaux [5,6,10]. Ils permettent en effet de visualiser l'impact des différentes thérapeutiques envisagées, d'apprécier leur faisabilité et de les coordonner. Grâce à ces

simulations, les deux praticiens peuvent affiner la stratégie thérapeutique et quantifier les déplacements dentaires et chirurgicaux à effectuer.

Le projet thérapeutique est présenté conjointement au patient dans sa globalité avant toute action thérapeutique. Au cours de cette consultation initiale, les praticiens évaluent la motivation du patient, les raisons de sa démarche et déterminent sa capacité à adhérer au protocole choisi et à supporter sur le plan psychologique ses conséquences. Les patients non motivés ou trop fragiles ne doivent pas être opérés [3,6,7].

Préparation orthodontique préchirurgicale

Calendrier thérapeutique

Même lorsque l'indication chirurgicale est posée précocement, la chirurgie orthognathique n'intervient qu'en fin de croissance, vers 16 ou 17 ans chez les filles, 18 ans chez les garçons afin d'éviter les risques de récurrence liés à une croissance mandibulaire tardive défavorable, surtout dans les classes III et les asymétries.

La préparation orthodontique est, le plus souvent, réalisée juste avant la chirurgie, vers 15 ou 16 ans en fonction de sa durée estimée et de la date présumée de l'intervention.

Certains auteurs ont préconisé une préparation plus précoce, vers 12 ans, à l'âge habituel des traitements orthodontiques multi-attaches. Si l'appareil est peut-être mieux accepté à cet âge, ce calendrier présente plusieurs inconvénients majeurs :

- l'attente paraît très longue au jeune adolescent dont le préjudice esthétique a été aggravé par la levée des compensations alvéolaires ;
- il impose la dépose de l'appareil multi-attaches qui devra secondairement être remplacé 6 à 8 mois avant la chirurgie pour parfaire la préparation des arcades et stabiliser la chirurgie. La durée du traitement orthodontique est donc, dans son ensemble, allongée ;
- une partie de la préparation orthodontique récidive en l'absence de calage occlusal sous la pression de l'environnement musculaire qui tend à rétablir les compensations alvéolaires.

Une préparation orthodontique précoce ne semble donc trouver d'intérêt que dans les cas de très forte dysharmonie dentomaxillaire pour prévenir les risques d'inclusion, protéger l'environnement parodontal et rétablir un alignement dentaire plus harmonieux qui améliorera le sourire du patient.

Cas clinique 3

Apport de la tomodensitométrie dans les asymétries faciales

Cas traité par le Dr Faréou¹ et le Dr Casteigt

Patient présentant une forte asymétrie faciale dans un contexte squelettique de classe III hyperdivergente (figure 6.3 A et B).

La préparation orthodontique réalisée par le Dr Faréou a maintenu la bascule du plan d'occlusion et a permis le recentrage des points interincisifs respectivement dans le plan sagittal médian au maxillaire, et par rapport au menton, au niveau de la mandibule (figure 6.3 C à E).

La tomodensitométrie préchirurgicale réalisée et analysée par le Dr Treil (figure 6.3 F à I) montre la déviation de la partie inférieure de la charpente maxillofaciale ainsi que la tendance à la prognathie mandibulaire dans un contexte vertical d'hyperdivergence. L'analyse des arcades met en évidence la forte bascule de l'arcade maxillaire à gauche vers le haut ainsi que l'asymétrie des inclinaisons dentaires des secteurs latéraux.

Le programme chirurgical réalisé par le Dr Casteigt a consisté en une chirurgie bimaxillaire avec une ostéotomie de Lefort I d'impaction de 4 mm du côté droit avec superposition des structures et d'impaction de 1 mm du côté gauche associée à un clivage sagittal de recentrage mandibulaire avec un recul de 4 mm du côté droit et un avancement de 2 mm du côté gauche.

Les photographies exobuccales (figure 6.3 J et K) et endobuccales (figure 6.3 L à N) après chirurgie montrent l'harmonisation du visage et la correction de l'occlusion.

La comparaison des analyses 3D avant et après chirurgie confirme le rétablissement de la symétrie faciale, la fermeture du sens vertical et la normalisation des plans d'arcade (figure 6.3 O à V).

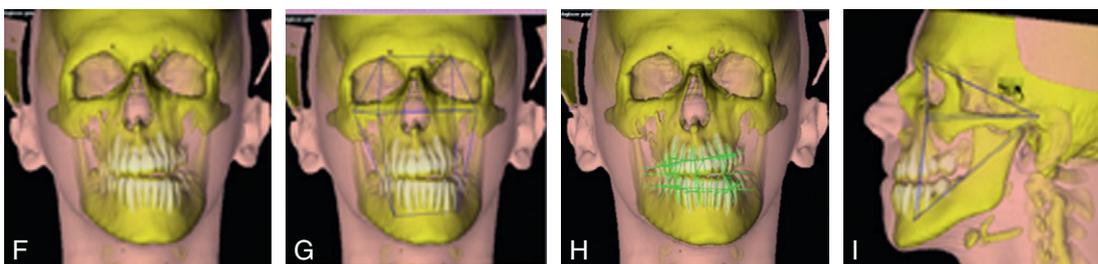


Fig. 6.3

Documents avant chirurgie. A et B. Photographies exobuccales initiales. C à E. Photographies endobuccales après préparation orthodontique. F à I. Tomodensitométrie et analyse de Treil.

Cas clinique 3



Fig. 6.3

Suite.

Documents après chirurgie et comparatifs céphalométriques. J et K. Photographies exobuccales après chirurgie. L à N. Photographies endobuccales de fin de traitement. Examens tomodensitométriques et analyses de Treil : comparatifs avant traitement (O à R) et après traitement (S à V).

¹Dr Faréou, spécialiste qualifié en ODF

Objectifs de la préparation orthodontique

Cette phase orthodontique remplit quatre objectifs essentiels.

Gérer les problèmes intra-arcades

(cas clinique 4)

Comme un traitement orthodontique classique, elle assure :

- la résolution de l'encombrement et la correction des dystopies dentaires, dans le respect de l'équilibre des dents sur leur base osseuse et en fonction des conséquences éventuelles des maladies carieuse et parodontale ;
- la mise en place des dents incluses ;
- le rétablissement, si possible, de la symétrie d'arcade.

Dans le cadre d'un traitement chirurgico-orthodontique, l'analyse des besoins d'espace reste identique à celle d'un traitement orthodontique classique. Le choix des extractions éventuelles et les modalités de fermeture des espaces doivent cependant intégrer les nécessités de décompensation alvéolaire.

Dans certains cas d'encombrement sévère, la correction des problèmes intra-arcades impose parfois une réduction des objectifs de décompensation.

Lever les compensations alvéolaires

L'orthodontiste doit supprimer toutes les compensations alvéolaires et donner au chirurgien l'amplitude de déplacement nécessaire à la correction squelettique. Il doit donc rétablir, au niveau des relations occlusales, un écart identique aux déplacements chirurgicaux envisagés.

Il aggrave ainsi les relations interarcades par :

- l'utilisation de tractions maxillaires inversées : TIM de classe II dans les classes III et TIM de classe III dans les classes II ;
- des choix d'extractions inversés : 15, 25, 34 et 44 dans les classes II et 14, 24, 35 et 45 dans les classes III.

Dans le sens sagittal, la levée des compensations alvéolaires aggrave le surplomb et induit un déplacement des lèvres qui augmente le préjudice esthétique. Le patient doit être informé avant le traitement des conséquences esthétiques de cette phase qui peuvent être difficiles à supporter psychologiquement.

La suppression des compensations alvéolaires concerne les trois dimensions de l'espace. L'orthodontiste ne doit corriger aucune manifestation occlusale de la dysmorphose afin de ne pas fausser l'acte chirurgical. Ainsi, les bascules frontales du plan d'occlusion dans les asymétries

et les béances antérieures dans les hyperdivergences seront maintenues [6].

Assurer la congruence des arcades

Une intercuspidation la plus parfaite possible en fin d'intervention est le garant d'une bonne stabilité post-chirurgicale. La préparation orthodontique doit donc harmoniser les formes d'arcades, gérer les éventuelles discordances transversales et obtenir un alignement optimal. La plupart des finitions orthodontiques doivent être réalisées avant l'intervention pour assurer cet objectif d'intercuspidation.

Offrir un ancrage au dispositif de contention postchirurgicale

Les arcs chirurgicaux, arcs rectangulaires de fortes dimensions avec pitons soudés ou clipés, constituent un ancrage fiable et respectueux du parodonte pour le blocage intermaxillaire peropératoire lors de l'ostéosynthèse mais surtout lors de la contention postopératoire (cf. cas clinique 5, figure 6.7 I à K). Ces dispositifs et la préparation orthodontique facilitent le geste chirurgical et réduisent la durée de l'intervention.

Principes de la préparation préchirurgicale

Les modalités de la préparation orthodontique sont individualisées en fonction du cas et dépendent de la technique orthodontique utilisée mais elles doivent respecter certains principes.

Position des incisives

Dans la dimension sagittale

L'objectif incisif doit respecter le principe de décompensation alvéolaire, voire même de surdécompensation [7]. L'hypercorrection des axes incisifs présente plusieurs avantages :

- elle anticipe la récurrence chirurgicale en autorisant des déplacements plus importants ;
- elle améliore le résultat esthétique par l'amplitude du geste chirurgical mais aussi en harmonisant les angles nasolabial et labiomentonnier. Ainsi, par exemple, dans un cas de classe III squelettique, le décalage basal et les compensations alvéolaires se traduisent au niveau esthétique par un angle nasolabial très fermé et un sillon labiomentonnier effacé.

Cas clinique 4

Préparation chirurgicale : gestion des problèmes intra-arcades

Cas traité par le Dr Pujol et le Dr Casteigt

Préparation orthodontique préchirurgicale, réalisée par le Dr Pujol, d'une jeune patiente présentant une hyperdivergence mandibulaire associée à une classe III squelettique. La préparation orthodontique doit gérer plusieurs problèmes intra-arcades (figure 6.4 A) : la présence de deux canines incluses maxillaires (figure 6.4 B), l'encombrement mandibulaire asymétrique lié à l'extraction unilatérale d'une prémolaire mandibulaire (44), la déviation dentaire des points interincisifs.

La préparation chirurgicale a assuré le nivellement de la courbe de Spee maxillaire et a levé les compensations alvéolaires

verticales des incisives maxillaires permettant ainsi l'affrontement des deux plans d'occlusion après chirurgie.

Lors de la préparation chirurgicale, le milieu maxillaire a été recentré par rapport au plan sagittal médian et le milieu mandibulaire, initialement dévié à droite en raison de l'extraction asymétrique mandibulaire, a été recentré par rapport à la symphyse (figure 6.4 A et 6.4 E). L'intervention chirurgicale, réalisée par le Dr Casteigt, a rétabli la concordance des milieux lors du recul asymétrique de la mandibule au cours de la chirurgie (figure 6.4 G).

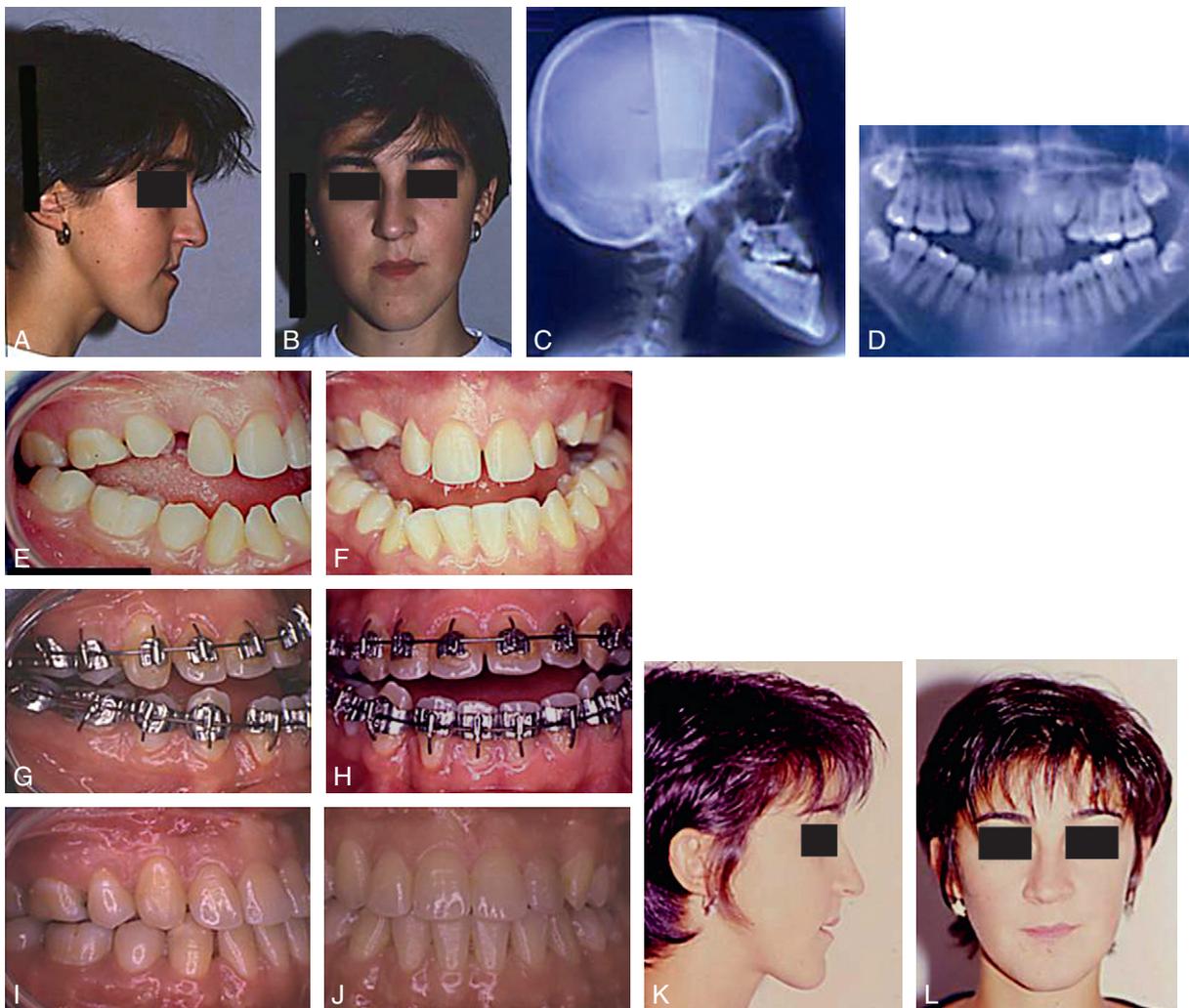


Fig. 6.4

Documents de début de traitement (A à F), en fin de préparation orthodontique (G à H) et de fin de traitement (I à L).

A et B. Photographies exobuccales de début de traitement. C et D. Téléradiographie de profil et panoramique. E et F. Photographies endobuccales. G et H. Photographies endobuccales de fin de préparation orthodontique. I et J. Photographies endobuccales de fin de traitement. K et L. Photographies exobuccales de fin de traitement.

La surdécompensation, par la forte linguoversion des incisives maxillaires, ouvre l'angle nasolabial qui se normalise et rétablit un sillon et un angle labiomentonnières harmonieux grâce à la vestibuloversion des incisives mandibulaires.

Ce choix thérapeutique induit cependant certains risques. Il peut :

- provoquer un déséquilibre dentoparodontal entraînant des fenestrations ;
- conduire à dépasser les possibilités chirurgicales, surtout en classe II, où la correction du décalage sagittal est essentiellement réalisée par l'avancement mandibulaire limité à une dizaine de millimètres en fonction de la largeur du ramus ;
- augmenter la tension des tissus cutanés au niveau du cou dans les classes II ;
- réduire l'enveloppe fonctionnelle du guide incisif.

L'inclinaison des incisives doit être appréciée par rapport à leur base respective grâce, par exemple, à la mesure des angles I/ENA-ENP ou IMPA, ces relations n'étant pas modifiées par la chirurgie.

Classiquement, en cas d'impaction maxillaire postérieure, la préparation orthodontique doit anticiper, au niveau de l'inclinaison de l'incisive maxillaire par une augmentation du torque radiculopalatin, la verticalisation induite par la rotation maxillaire. Cependant, pour Casteigt *et al.* [7] cette rotation étant limitée et l'angulation de l'incisive par rapport au plan d'occlusion n'étant pas modifiée par la rotation maxillaire, cette surcorrection axiale n'est pas nécessaire.

Dans la dimension verticale

La position de l'incisive maxillaire est évaluée par rapport à la lèvre supérieure. Elle guide l'amplitude du déplacement vertical antérieur du maxillaire.

Dans les cas d'hyperdivergence avec béance, aucune compensation alvéolaire de la dysmorphose squelettique verticale ne doit être créée ou maintenue. La courbe de Spee est nivelée à l'arcade mandibulaire. Au maxillaire, elle est maintenue voire accentuée si une impaction postérieure est prévue [21]. Par contre, si la courbe de Spee est inversée au maxillaire, elle sera nivelée pendant la préparation orthodontique pour permettre l'affrontement des plans d'occlusion maxillaire et mandibulaire après chirurgie (cf. [cas clinique 4](#)).

Dans les classes II hypodivergentes avec supra-alvéolie mandibulaire, le nivellement de la courbe de Spee peut être reporté après la chirurgie afin de favoriser l'augmentation de la hauteur de l'étage inférieur et de bénéficier de la réduction postchirurgicale des forces occlusales initialement très fortes chez ces patients (cf. [cas clinique 2](#)).

Lors de la chirurgie, l'occlusion s'effectue sur un tripode incisives–molaires avec des béances latérales [4]. Elle est

souvent stabilisée par une gouttière qui sera meulée pendant la phase orthodontique postchirurgicale pour permettre l'égression des secteurs latéraux.

Dans la dimension transversale

La position des points interincisifs doit permettre leur alignement dans le plan sagittal médian après la chirurgie.

Au maxillaire, le point interincisif est le plus souvent aligné pendant la préparation orthodontique avec le plan sagittal médian et l'axe de symétrie de la face supérieure. En effet, les rotations maxillaires lors de la chirurgie sont rares et limitées par l'anatomie du maxillaire.

À la mandibule, le point interincisif doit être aligné, en cas d'asymétrie, avec le point menton. C'est la chirurgie qui, en corrigeant la déviation du menton par une dérotation mandibulaire, rétablit simultanément la concordance du point interincisif avec le plan sagittal médian (cf. [cas clinique 4](#)).

Concordance transversale des arcades

La congruence postchirurgicale des arcades est indispensable à la stabilité du résultat chirurgical. Elle nécessite une concordance des dimensions transversales des arcades.

Dans les dysmorphoses chirurgicales, la discordance des arcades est fréquente par insuffisance transversale du maxillaire. Elle peut être due :

- au décalage sagittal dans certaines classes III squelettiques. La dysharmonie transversale n'est que relative et la concordance est rétablie lors de la correction chirurgicale du décalage sagittal ;
- à une endo-alvéolie maxillaire, fréquente dans les classes II et caractérisée par la convergence des axes dentaires. Elle doit être corrigée pendant la préparation orthodontique à l'aide d'un quadhélix, d'arcs en expansion... ;
- à une endognathie maxillaire, véritable insuffisance de développement de la base maxillaire. Elle relève d'une disjonction maxillaire qui, de plus, ouvre la boîte à langue et favorise la perméabilité des fosses nasales améliorant les conditions fonctionnelles. Selon l'âge du patient et l'état de la suture palatine médiane ([figure 6.5](#)), la disjonction peut être :
 - réalisée orthodontiquement,
 - assistée chirurgicalement en phase de préparation orthodontique,
 - effectuée pendant l'intervention chirurgicale.

La *disjonction orthodontique maxillaire* (cf. [cas clinique 5](#), [figure 6.7 G](#)) est réalisée à l'aide d'un disjoncteur scellé sur les premières molaires et les premières prémolaires. Elle apporte en début de préparation préchirurgicale de l'espace au niveau maxillaire qui peut aider à la résolution des



Fig. 6.5

Image radiologique d'une suture palatine non encore totalement ossifiée.

problèmes intra-arcades et à la décompensation incisive dans les classes III.

Au-delà de 14 ans chez les filles et 17 ans chez les garçons, la suture peut être partiellement synostosée limitant les possibilités d'expansion. La disjonction orthodontique entraîne alors des mouvements dentaires incontrôlés de vestibuloversion qui peuvent récidiver et dont la correction crée souvent des fenestrations.

La *disjonction intermaxillaire chirurgicale pré-orthodontique* [2] est indiquée lorsque la suture est ossifiée et qu'il existe une discordance des diamètres intercanins maxillaire et mandibulaire. Comme la disjonction orthodontique, elle apporte de la place sur l'arcade permettant de corriger certains problèmes d'encombrement maxillaire sans extraction. Elle s'apparente à une distraction (figure 6.6).

Une ouverture chirurgicale de la suture est associée à une ostéotomie de Lefort I avec disjonction ptérygomaxillaire, sans mobilisation, afin de lever la résistance des autres sutu-

res à l'expansion. La piézochirurgie simplifie cette procédure chirurgicale.

L'intervention est réalisée avec le disjoncteur en bouche pour vérifier l'ouverture de la suture. Béziat [2] préconise de commencer l'activation du disjoncteur autour du cinquième jour à raison d'une activation d'environ 0,4 mm matin et soir. Cette procédure qui facilite la phase orthodontique impose cependant deux interventions chirurgicales. Elle ne nécessite aucune préparation orthodontique avant sa réalisation.

L'expansion peut aussi être réalisée *au cours de l'intervention* chirurgicale après la préparation orthodontique, selon différentes techniques chirurgicales.

Dans ce cas, l'orthodontiste doit lever les compensations alvéolaires transversales et corriger la vestibuloversion des secteurs latéraux. Il aggrave l'occlusion transversale et rétablit ainsi une occlusion inversée bilatérale le plus souvent.

Casteigt [6] et Béziat [2] soulignent la faible stabilité de la correction chirurgicale transversale surtout dans les secteurs latéraux. La récurrence induit la réapparition d'une occlusion inversée difficile à équilibrer.

Bilan préchirurgical

En l'absence de repères intermaxillaires, l'orthodontiste vérifie l'avancée de la préparation en réalisant des modèles sur lequel il évalue la congruence des arcades.

À la fin de la préparation orthodontique, un nouveau bilan préchirurgical est réalisé à partir des modèles et de nouvelles radiographies ou d'un examen tomométrique du patient. Si les objectifs de la préparation orthodontique ont été atteints, la date de l'intervention est fixée conjointement par l'orthodontiste et le chirurgien.

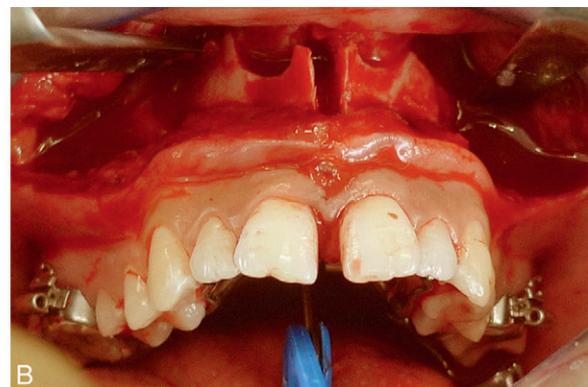


Fig. 6.6

Disjonction intermaxillaire chirurgicale pré-orthodontique.

A. Avant activation. B. Après essai d'activation.

Source : Dr Laurentjoye

Cas clinique 5

Hyperdivergence mandibulaire, endognathie maxillaire et asymétrie faciale

Cas traité par le Dr Devert et le Dr Monsaint¹

Patient présentant une classe III squelettique dans un contexte d'hyperdivergence mandibulaire avec endognathie maxillaire et asymétrie faciale (figure 6.7 A à C). Au niveau occlusal, la récurrence d'un traitement orthodontique précédent avec extraction des quatre premières prémolaires se caractérise par une forte classe III occlusale, surtout à droite une béance incisive, une occlusion inversée bilatérale associée à une déviation des médianes incisives et un encombrement (figure 6.7 D à F).

Les déplacements dentaires sagittaux se caractérisent essentiellement par une décompensation alvéolaire au niveau des incisives mandibulaires par vestibuloversion qui permettra aussi l'alignement mandibulaire et les déplacements squelettiques lors de la chirurgie bimaxillaire nécessaire :

- au maxillaire : impaction postérieure de 6 mm et avancement de 3 mm pour réduire la dimension verticale et corriger en partie la classe III squelettique ;
- à la mandibule : un recul rétablissant l'occlusion de classe I après autorotation de la mandibule.

La préparation orthodontique (figures 6.7 G à K), proposée par le Dr Devert, a corrigé l'endognathie maxillaire par une disjonction orthodontique (figure 6.7 G et H) qui a libéré l'espace nécessaire pour l'alignement maxillaire. Elle a assuré aussi la congruence des arcades et la décompensation mandibulaire.

La chirurgie bimaxillaire, réalisée par le Dr Monsaint, a corrigé le sens vertical et la classe III (figure 6.7 L et M) et rétabli une occlusion de classe I fonctionnelle (figure 6.7 N à P).

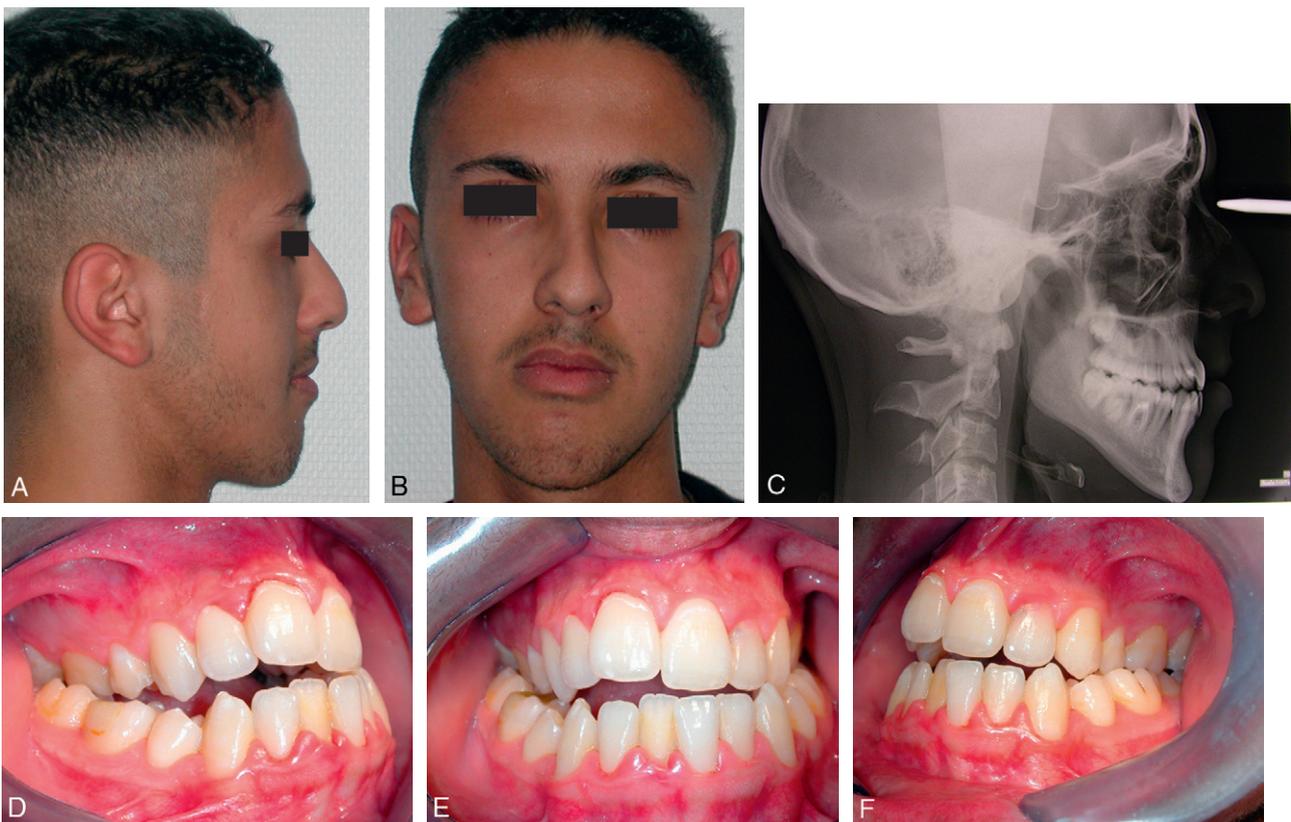


Fig. 6.7

Photographies de début de traitement (A à F), de préparation orthodontique (G à K) et de fin de traitement après chirurgie (L à P). A et B. Photographies exobuccales de début de traitement. C. Téléradiographie de profil initiale. D à F. Photographies endobuccales initiales. G et H. Disjonction orthodontique. I à K. Photographies endobuccales en fin de préparation orthodontique préchirurgicale. L et M. Photographies exobuccales après chirurgie. N à P. Photographies endobuccales après chirurgie.

Cas clinique 5



Fig. 6.7

Suite.

¹Dr Devert : spécialiste qualifié en ODF, ex-assistant en ODF UFR d'Odontologie, Université Bordeaux 2. Dr Monsaint : chirurgien maxillo-facial, ex-assistant en Chirurgie buccale, UFR d'Odontologie, Université Bordeaux 2.

Le plus souvent un nouveau set-up céphalométrique est effectué pour quantifier les déplacements chirurgicaux en fonction des résultats de la préparation orthodontique.

L'intervention peut aussi être simulée sur les modèles montés en articulateur. Cette simulation sert également à la réalisation de gouttières ou de plaques occlusales qui guident le chirurgien pour évaluer les déplacements à réaliser et assurent l'occlusion postchirurgicale idéale et stable nécessaire à la consolidation.

En effet, dans les chirurgies bimaxillaires complexes, en particulier pour les impactions asymétriques et les disjonctions, la gouttière intermédiaire est indispensable pour positionner précisément la première mâchoire ostéotomisée et réaliser son ostéosynthèse.

En cas de disjonction, la gouttière postchirurgicale présente un renfort transversal qui stabilise la nouvelle dimension transversale du patient.

Certains auteurs ont proposé des techniques de réalisation de ces gouttières assistées par ordinateur [9].

Programme chirurgical

Le chirurgien doit respecter le jeu de l'articulation temporo-mandibulaire, l'équilibre musculaire, la continuité osseuse et le paquet vasculonerveux.

Le rétablissement de l'équilibre fonctionnel et de l'harmonie esthétique de la face nécessite parfois d'associer une chirurgie de contours (profiloplastie) ou une chirurgie des sangles musculaires.

Ostéotomies [5–7,17]

Ce sont dans la quasi-totalité des cas des ostéotomies totales des maxillaires ou de la mandibule associées le plus souvent (75 % des cas [5]) en une chirurgie bimaxillaire. En effet, grâce à la préparation orthodontique préchirurgicale, les ostéotomies segmentaires type ostéotomies de Kole, de Wasmund ou de Schuchardt sont pratiquement abandonnées.

Ostéotomies des maxillaires

Il s'agit d'ostéotomies de Lefort I, plus rarement de Lefort II ou de Lefort III modifiées dans certaines anomalies syndromiques.

Cette ostéotomie autorise, en fonction du résultat souhaité :

- **un avancement maxillaire** :
 - elle corrige un déficit maxillaire dans le sens sagittal. Elle induit un avancement de la lèvre supérieure et une

fermeture de l'angle nasolabial associée à une légère rotation anti-horaire de cet angle,

– elle s'accompagne d'un redressement de la pointe du nez qui, selon Brunel et Garcia [5], s'autonomise. De face, on observe un élargissement du nez et un comblement des aires paranasales;

- **une impaction maxillaire** : elle réduit la dimension verticale et provoque une antérotation mandibulaire (autorotation mandibulaire) qui projette la symphyse mentonnière. La quantité d'impaction dépend de la correction verticale recherchée. Elle peut être différente :

– antérieurement et postérieurement, en fonction de la position verticale des incisives,

– à droite et à gauche afin de corriger une bascule frontale du plan d'occlusion.

L'impaction majore l'effet de l'avancée maxillaire sur le nez.

- **une épaction maxillaire avec greffon** : utilisée dans le traitement des faces courtes avec greffon, elle est souvent associée à un avancement maxillaire pour éviter un recul de la lèvre supérieure;

- **une expansion maxillaire** : grâce à un refend médian associé à l'ostéotomie de Lefort, cette intervention permet de rétablir une occlusion correcte sur les secteurs latéraux.

Ostéotomies mandibulaires

Le clivage sagittal de Dalpont-Obwegeser est l'ostéotomie mandibulaire la plus couramment réalisée. Il permet d'avancer, de reculer, d'élever, d'abaisser ou de déroter l'arcade et la symphyse mandibulaires. Les tissus mous suivent le déplacement mandibulaire.

L'avancée mandibulaire tend à élargir le visage au niveau des angles mandibulaires et à exposer davantage le sourire.

À côté de cette ostéotomie mandibulaire princeps, différents auteurs utilisent, en fonction des indications, des ostéotomies des branches horizontales, des branches horizontales ou de l'angle mandibulaire.

Chirurgie bimaxillaire

Cette association d'une ostéotomie maxillaire et d'une ostéotomie mandibulaire est souvent le protocole chirurgical le plus adapté particulièrement dans les asymétries faciales, les décalages sagittaux sévères et les grands excès verticaux. La multiplicité des sites opératoires permet de :

- rétablir l'harmonie esthétique faciale en corrigeant l'ensemble de la dysmorphose qui affecte le plus souvent le maxillaire et la mandibule;

- limiter l'amplitude des déplacements au niveau de chaque pièce osseuse en répartissant la correction sur les deux arcades;
- bénéficier des tendances à la récurrence opposées aux deux arcades stabilisant le résultat obtenu.

L'ordre entre les deux ostéotomies dépend des habitudes et de la convenance du chirurgien. Classiquement, en France, l'ostéotomie est d'abord maxillaire puis mandibulaire. Cette chronologie permet de respecter la règle d'or instaurée par Casteigt [6], soit traiter :

- d'abord la pathologie verticale;
- ensuite la pathologie transversale;
- enfin la pathologie sagittale.

Cependant plusieurs auteurs, tels que Defresnes, Garcia [15], préconisent aujourd'hui de commencer par l'ostéotomie mandibulaire. Pour Garcia et Brunel [15], ce protocole, dans les classes II hyperdivergentes, limite l'importance de l'impaction postérieure du maxillaire et les déplacements orthodontiques tout en favorisant une fermeture par rotation anti-horaire de l'ensemble maxillomandibulaire.

Chirurgies de contours

Ces gestes chirurgicaux complémentaires achèvent l'harmonisation du visage en équilibrant les saillies et les dépressions du profil ou en corrigeant une asymétrie résiduelle du nez ou du menton.

Ils peuvent concerner le nez (septorhinoplastie) et ou le menton (généoplastie).

Les différents types de généoplastie autorisent toutes les adaptations symphysaires : avancée, augmentation, diminution, translation, bascule, recentrage.

Elles peuvent être réalisées :

- isolément, en complément du traitement orthodontique pour améliorer le résultat esthétique (figure 6.8);
- ou associées aux ostéotomies précédentes. En fonction du cas et des habitudes du chirurgien, la généoplastie peut alors être réalisée pendant la chirurgie orthognathique ou quelques mois après lorsque la réorganisation des tissus mous permet de mieux évaluer les besoins esthétiques.

Outre son apport esthétique indéniable, la généoplastie présente un intérêt fonctionnel non négligeable, facilitant, notamment, dans les excès verticaux antérieurs importants, la fermeture labiale. Elle favorise aussi la ventilation nasale et, peut lorsqu'elle est précoce, améliorer la direction de croissance comme le démontre le docteur Frapier dans le cas clinique 6.

Plus rares, les greffes d'apposition au niveau des pommettes peuvent compléter l'acte chirurgical.

Chirurgies de l'environnement musculaire (chéiloplastie, glossoplastie, désinsertion musculaire)

Elles complètent parfois les ostéotomies pour assurer la stabilité du résultat obtenu.

Les indications des glossoplasties restent limitées aux macroglossies avérées.



Fig. 6.8

Incidences esthétiques d'une généoplastie sur le profil chez un jeune patient présentant une classe II squelettique avec une occlusion de classe I avec DDM et pro-alvéolie inférieure.

Photographies exobuccales de profil : A. de début de traitement ; B. après traitement orthodontique ; C. après généoplastie.

Source : M. Al Husini et M. El Okaily.

Cas clinique 6

Apport de la g nioplastie chez un adolescent hyperdivergent

Cas rédigé par le Dr Frapier et traité en collaboration avec le Dr Goudot et le Dr Dauvilliers¹

F, un jeune garçon âgé de 12,5 ans, consulte pour corriger un encombrement mandibulaire. Il présente une rétrognathie et une asymétrie mandibulaires avec une typologie hyperdivergente (figure 6.9). L'angle nasolabial est ouvert, les lèvres sont sèches et se joignent avec difficulté. L'occlusion labiale se fait au prix d'une contraction du muscle mentalis. La ventilation est orale. Une surveillance radiologique entre 10 et 12,5 ans montre une croissance verticale et une asymétrie condylienne (figure 6.15 A et B). L'interrogatoire révèle un antécédent de chute sur le menton à droite. Une probable fracture condylienne passée inaperçue peut expliquer l'asymétrie mandibulaire et des arcades alv olodentaires.

F. présente une classe II subdivision droite avec une occlusion inversée à droite du côté de la classe II. Une occlusion en ciseau existe à gauche (figure 6.10 D   F). La mastication est unilatérale droite et de type succion. Il existe une interposition linguale antérieure et latérale lors de la déglutition et lors de la prononciation des palatales.

L'examen ORL, demandé avant de débuter l'orthodontie, confirme une obstruction nasale chronique immuno-allergique, avec la présence de végétations adénoïdes. Cependant aucune adénoïdectomie n'a été indiquée. Seul un traitement médical sous forme de spray nasal à base de cortisone a été prescrit en cas d'inflammation en période allergique saisonnière. Une désensibilisation et une r ducation de la ventilation, de la

déglutition et de la mastication ont été cependant tentées en cours d'orthodontie.

Malgré le traitement ORL, F. présente une déshydratation nocturne qui lui impose de se réveiller pour boire, une fatigue avec céphalée et une sécheresse labiale au réveil. Des ronflements sonores sont rapportés par la famille.

Devant ce tableau dysfonctionnel ventilatoire et cette difficulté de fermeture labiale sans contraction du muscle mentalis, nous indiquons en fin d'orthodontie pour corriger l'excès vertical mandibulaire une g nioplastie fonctionnelle de réduction verticale et de transposition antérieure avec suture musculaire du muscle mentalis sans tension et ce, avant la fin de la croissance pubertaire. La g nioplastie a été couplée à la g rmectomie des dents de sagesse et suivie d'une r ducation neuromusculaire de la langue et de la sangle labiomentonnière au repos et en fonction (Pr P. Goudot).

Par ailleurs, un examen du sommeil et de l'activité électromyographique du muscle mentalis a été réalisé dans l'unité du sommeil (Pr Y. Dauvilliers) avant et 6 mois après g nioplastie (figure 6.9).

La g nioplastie a permis d'assurer les objectifs esthétiques, fonctionnels et de stabilité du traitement orthodontique. La fermeture labiale est spontanée sans contraction du mentalis. La ventilation est exclusivement nasale au repos. Le seuil narinaire est moins relevé; les lèvres ne sont plus sèches (figure 6.11).

La symétrie des contours est meilleure, malgré une légère asymétrie musculaire dans l'élévation de la commissure à droite avec hypertonie zygomatique du même côté. Le patient est très satisfait de son résultat, tant du point de vue esthétique que fonctionnel (figure 6.12).

La coordination des arcades et l'obtention d'une classe I dentaire autorisent une mastication alternée sans interférence d'où les formes d'arcade plus physiologiques. Les condyles et les branches montantes mandibulaires sont moins asymétriques (figures 6.13 et 6.14).

La g nioplastie a eu aussi un impact sur la croissance mandibulaire (figure 6.16) :

- avant orthodontie, celle-ci est exclusivement verticale;
- après orthodontie, elle est à prédominance verticale;
- après g nioplastie, elle est sagittale avec une composante rotationnelle antérieure.

Le traitement orthodontique couplé à la g nioplastie a permis d'augmenter l'espace respiratoire postérieur. Les végétations adénoïdes ont régressé.

La première polysomnographie avant g nioplastie révèle chez ce jeune adolescent un index d'apnées-hypopnées et une saturation minimale pathologiques. La seconde polysomnographie après g nioplastie montre une meilleure architecture du sommeil et surtout une amélioration des  v nements respiratoires

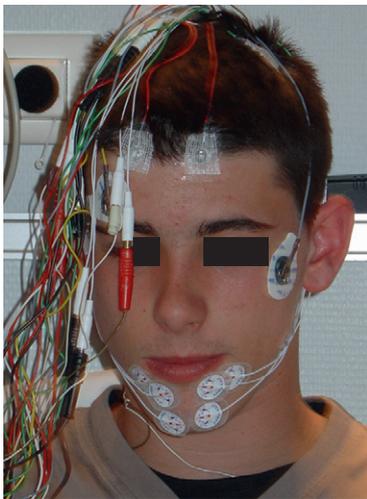


Fig. 6.9

F, 14 ans, lors de l'enregistrement polysomnographique pr g nioplastie.

La comparaison avant et 6 mois après g nioplastie montre l'impact fonctionnel lié à la meilleure fermeture labiale sur la ventilation et le sommeil.

(tableau 6.1). La ronchopathie a disparu. L'activité électromyographique du muscle mentalis en position de repos mandibulaire (lèvres jointes) et en fonction (déglutition, mastication, w

phonation) est significativement moindre après gènioplastie, ce qui confirme l'amélioration fonctionnelle liée à la diminution du sens vertical mandibulaire.

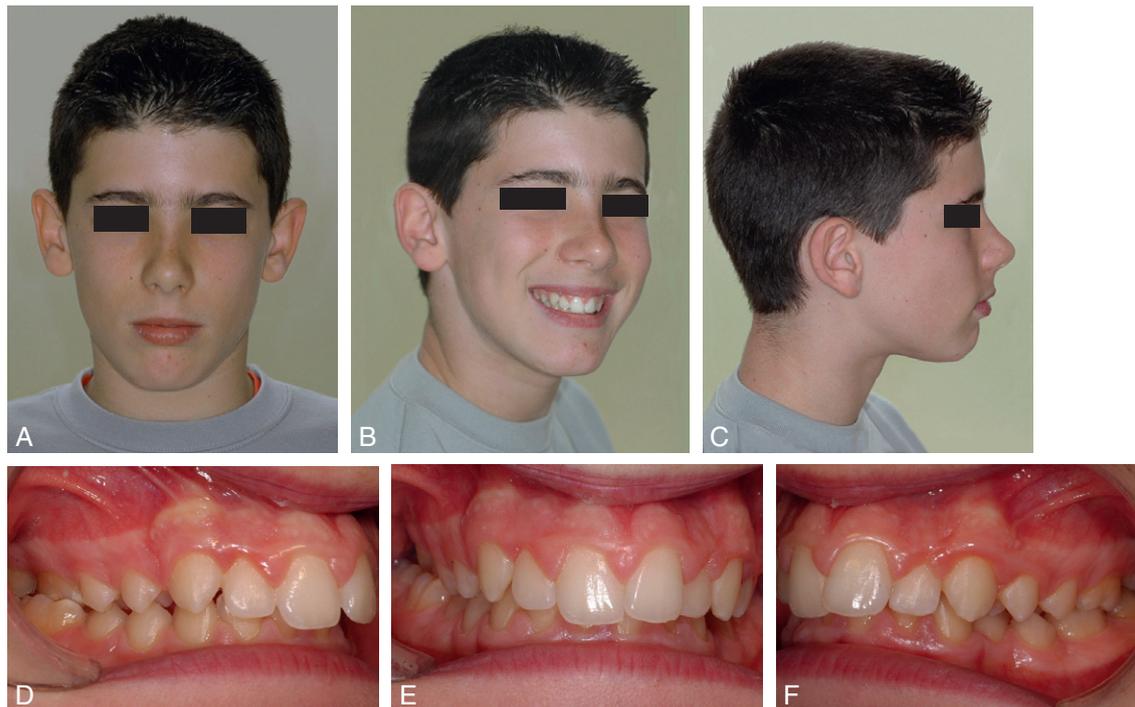


Fig. 6.10

F, âgé de 12,5 ans. A à C. Vues exobuccales avant orthodontie. D à F. Vues endobuccales avant orthodontie.



Fig. 6.11

F, âgé de 16 ans après contention orthodontique. A à C. Vues exobuccales à 2 ans postgènioplastie. D à F. Vues endobuccales à 2 ans postgènioplastie.

Cas clinique 6



Fig. 6.12
F, âgé de 16 ans, sourire de face.

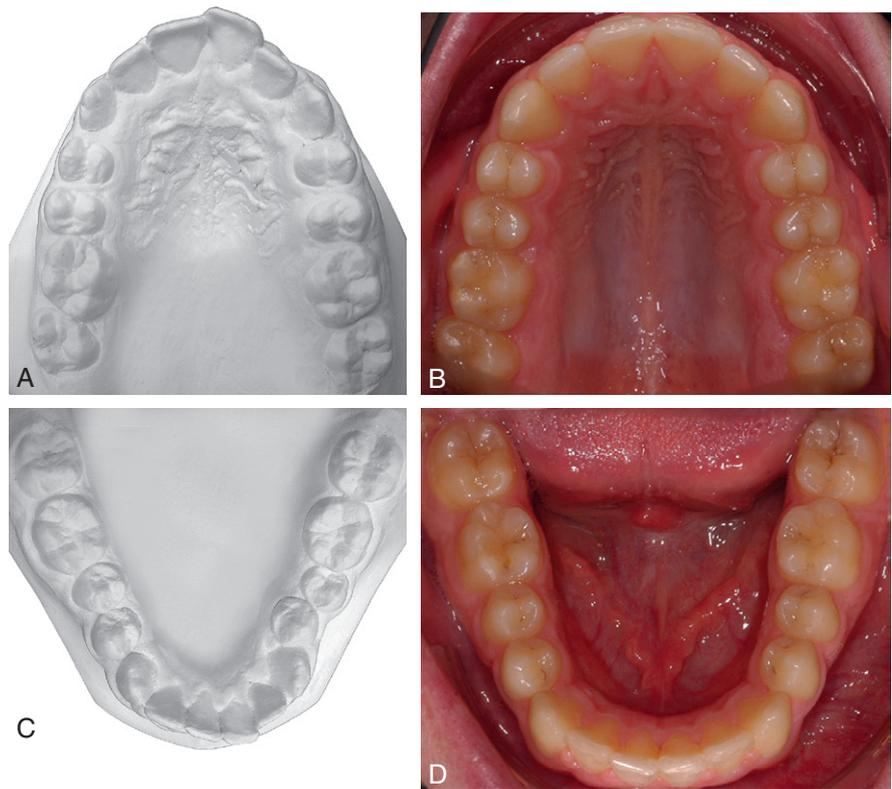


Fig. 6.13
Comparaison des vues occlusales avant orthodontie (A et C) et après contention (B et D).

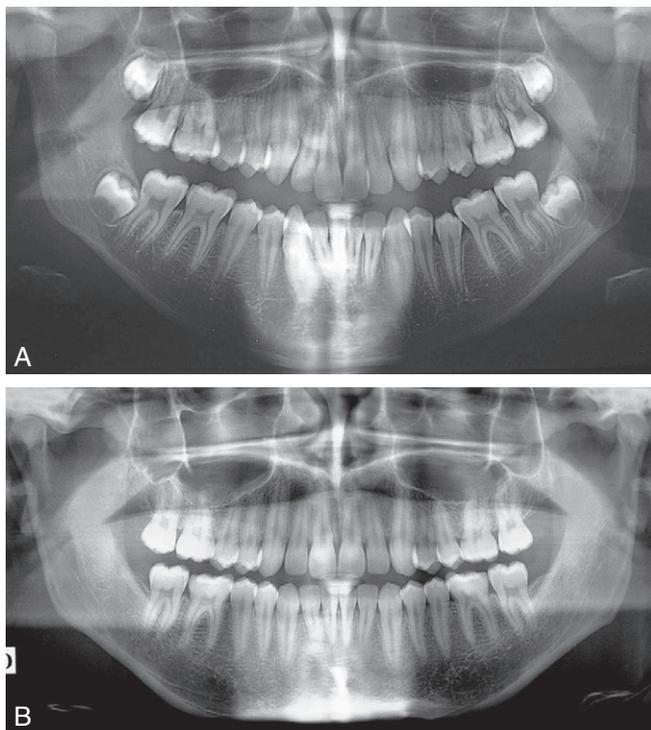


Fig. 6.14
Comparaison des radiographies panoramiques avant orthodontie (A) et après contention (B).

Cas clinique 6

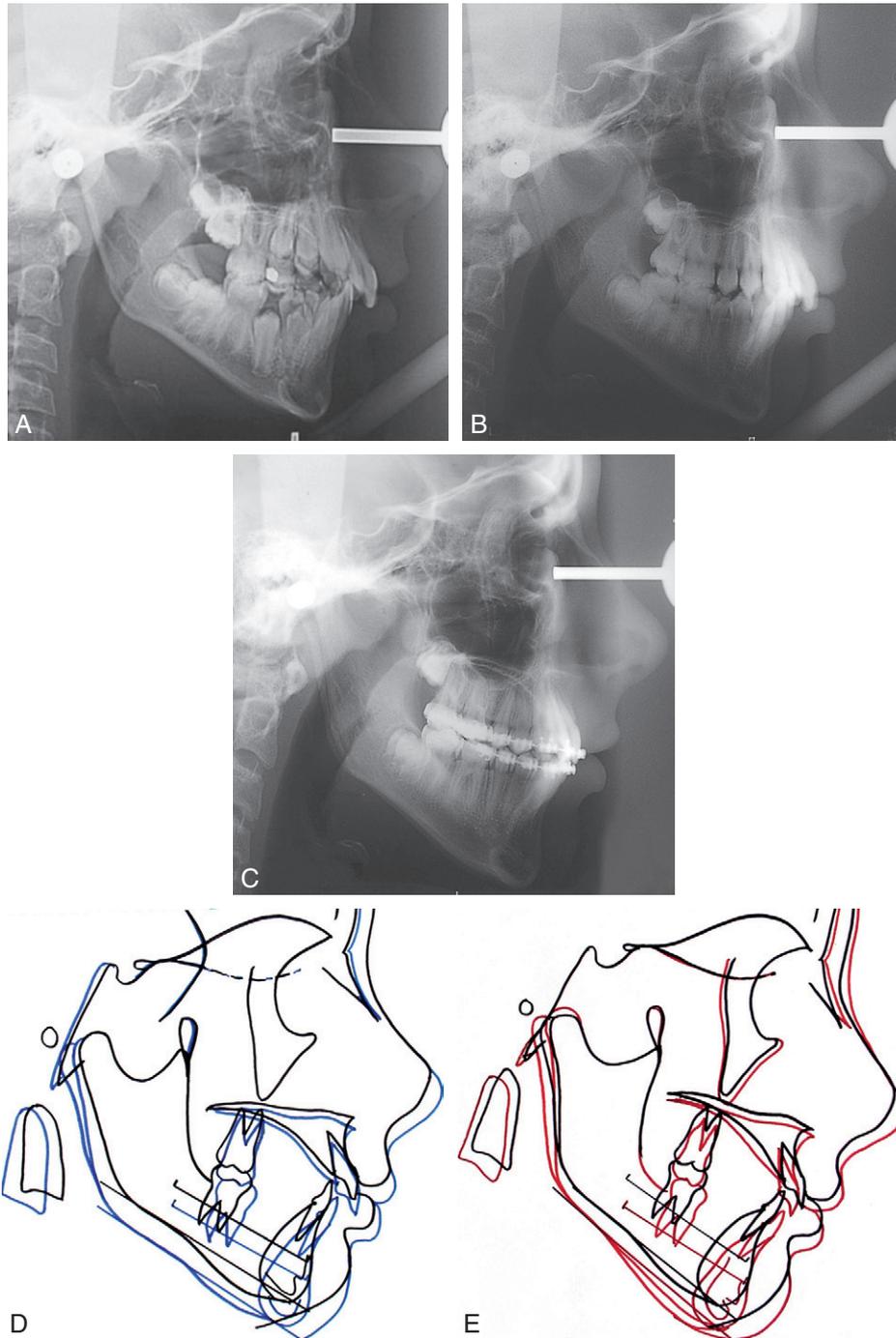


Fig. 6.15

Téléradiographies de profil (A à C) et superpositions structurales générales de Björk-Nielsen, avant génioplastie (D et E). A et B. Avant orthodontie entre 10 et 12,5 ans. C à E. Avant et après orthodontie entre 12,5 et 14 ans.

Cas clinique 6

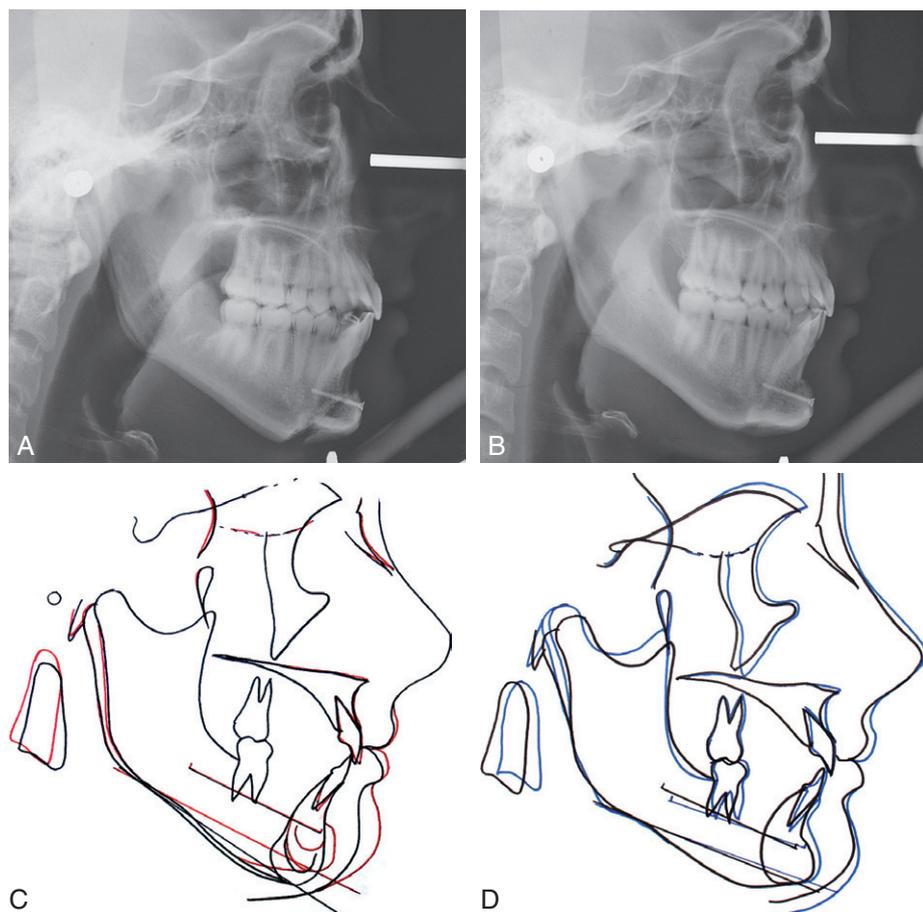


Fig. 6.16

Téléradiographies de profil après gènioplastie (1 mois et 24 mois postopèratoires) et superpositions structurales gènèrales de Bjørk-Nielsen. A. 1 mois gènioplastie. B. 24 mois après gènioplastie. C. Superposition avant et après gènioplastie. D. Superposition 1 mois et 24 mois après gènioplastie.

Tableau 6.1. Données polysomnographiques avant et 6 mois après gènioplastie : index de micro-éveils, évènements respiratoires.

	Avant gènioplastie	6 mois après gènioplastie	Stade Tanner 4
Arousal index (N/h)	13,1	7,5	9,5 ± 3,4
PLMS + arousal index (N/hour)	1,6	0,1	0,2 (0,0–3,1)
Apnea hypopnea index (N/h)	4,6	1,9	0,1 (0,0–1,2)
Apnea index (N/h)	0,6	0,13	0,0 (0,0–0,3)
Hypopnea index (N/h)	4,1	1,8	0,1 (0,0–1,0)
Lowest SaO ₂ %	87	90	94 (88–96)

Arousal index : index de microéveils. **PLMS + arousal index** : mouvements périodiques des membres inférieures lors du sommeil et associés à un micro-éveil. **SaO₂** : saturation minimale en oxygène.

Les valeurs de référence pour les adolescents stade 4 de Tanner sont exprimées selon moyenne ± SD dans les cas de distribution normale; dans le cas inverse, les valeurs sont exprimées selon médiane (rang).

¹ Pr Y. Dauvilliers, INSERM U888 de CHU Montpellier.

Pr P. Goudot, chirurgien maxillofacial, CHU de Montpellier.

Se reporter aux références bibliographiques [8,11,16,17,18,19 et 24].

Phase postchirurgicale

Au cours de cette phase, quatre missions essentielles doivent être accomplies par le chirurgien, l'orthodontiste et l'équipe pluridisciplinaire associée.

Accompagnement psychologique du patient [3,6,7,12]

C'est la principale phase à risque de ces traitements, même si à long terme les différentes études soulignent les bénéfices de ces interventions :

- augmentation de la confiance en soi ;
- ouverture vers les autres ;
- amélioration de la qualité de vie ;
- levée des complexes dans 90 % des cas [12].

La transformation radicale apportée par la chirurgie peut avoir des répercussions psychologiques majeures. Le patient ne se reconnaît plus et doit reconquérir son image.

La perte de la proprioception aggrave cette désorientation.

De plus, l'œdème postopératoire ne lui permet pas d'appréhender clairement le résultat obtenu et de lever totalement l'inquiétude qui accompagne toute intervention chirurgicale quant à son succès.

Desforges *et al* ont montré que pour 66 % des patients la déformation due à l'œdème était supérieure à celle attendue.

Une information préchirurgicale la plus complète et la plus précise possible, l'accompagnement et l'écoute du patient pendant cette phase sont essentiels pour améliorer le vécu de ces traitements et faciliter cette transition.

La durée de période d'adaptation varie selon les patients d'un à plusieurs mois. Il faut rester vigilant à tout signe d'appel évoquant l'installation d'un état dépressif et conseiller, si besoin, l'aide d'un psychologue.

Surveillance et contention du résultat chirurgical

Les complications infectieuses sont rares dans ce type de chirurgie [22]. Par contre, une anesthésie labiomentonnière transitoire est fréquente dans les ostéotomies mandibulai-

res par clivage sagittal. La récupération est plus ou moins rapide.

La contention des ostéotomies est actuellement principalement assurée par le dispositif d'ostéosynthèse, en particulier les plaques miniatures.

Le blocage par tractions intermaxillaires, d'une durée variable selon les équipes (nous préconisons de l'instaurer le troisième jour après l'intervention pour permettre un réveil sans risque et une réduction de l'œdème postopératoire et de le maintenir environ 25 jours) pérennise l'intercuspidation maximale obtenue. Il est adapté en fonction de l'évolution de l'occlusion.

Ces tractions sont supprimées en cas de symptomatologie douloureuse [6,7]. Elles ne concernent pas les secteurs postérieurs des arcades afin d'éviter toute surcharge articulaire. La béance verticale, laissée volontairement par le chirurgien, se ferme par égression spontanée, l'occlusion se rétablissant sans contraintes dentaires selon les caractéristiques physiologiques du patient.

Établissement d'un nouvel équilibre neuromusculosquelettique

L'intervention bouleverse les mécanismes proprioceptifs et induit des contractures et une incoordination musculaires.

Les tractions intermaxillaires, outre leur rôle de contention, soulagent la musculature orofaciale et sécurisent le patient pendant cette phase d'incoordination.

À l'issue de cette phase de contention, une kinésithérapie prudente permet de mettre en place un nouvel équilibre neuromusculosquelettique, de rééduquer les fonctions et de restaurer l'amplitude des déplacements mandibulaires.

Ce protocole de kinésithérapie débute plus ou moins tôt selon les équipes.

Une rééducation des parafunctions ou des dysfonctions apparues ou persistantes peut être nécessaire pour pérenniser la stabilité du résultat.

Une surveillance des ATM doit être instaurée par l'occlusodontiste durant cette phase afin de contrôler son adaptation aux nouvelles conditions anatomiques et physiologiques.

Finitions orthodontiques

Classiquement, cette phase d'orthodontie postchirurgicale est limitée (3 à 8 mois selon les auteurs et les cas), car la plupart des finitions orthodontiques ont été effectuées avant l'intervention. Elle vise essentiellement à asseoir l'occlusion (figure 6.17) et à corriger les effets parasites des tractions intermaxillaires sur les torques antérieurs et latéraux et les dernières imperfections.

Elle peut être plus longue lorsqu'une ou plusieurs phases de traitement dont la réalisation est facilitée par la neutralisation temporaire du système neuromusculaire ont été reportées après l'intervention.

C'est par exemple le cas du nivellement de la courbe de Spee dans les classes II hypodivergentes.

À la différence des protocoles classiques, le protocole « chirurgie en premier » proposé Sugawara [23] reporte la quasi-totalité du traitement orthodontique après la chirurgie. La correction des compensations alvéolaires sagittales est réalisée après l'intervention chirurgicale grâce à l'ancrage apporté par les systèmes d'ancrage squelettique (mini-plaques) placés lors de l'intervention.

Cette procédure évite l'aggravation esthétique transitoire liée à la décompensation alvéolaire préchirurgicale et réduit la durée du traitement.

Distractions osseuses

Cette technique chirurgicale qui permet d'allonger l'os et de créer de l'os en exerçant une traction entre les deux parties d'un os ostéotomisé grâce à un distracteur est une solution

complémentaire des chirurgies orthognathiques conventionnelles et une alternative à certaines greffes.

Les distracteurs ont été miniaturisés et peuvent ainsi être utilisés en intrabuccal évitant les cicatrices disgracieuses laissées par les distracteurs externes. De plus, ces distracteurs peuvent être uni- ou multidirectionnels permettant d'ajuster au mieux le vecteur d'allongement [11].

La distraction peut être réalisée chez l'enfant afin de restaurer une certaine harmonie faciale dans les grandes malformations faciales et d'éviter leurs répercussions sur le reste du squelette craniofacial ou sur les tissus mous environnants. Elle peut être complétée ultérieurement par une chirurgie orthognathique conventionnelle.

Ses principales indications concernent :

- les grands syndromes malformatifs affectant le squelette craniofacial [1], où elle peut assurer une protraction frontofaciale ou faciale, un allongement ou un élargissement mandibulaire;
- les cas d'insuffisance importante de la projection faciale [14]. Elle peut donc être indiquée dans la prise en charge de syndromes d'apnée du sommeil sévères;
- l'allongement mandibulaire [13] lorsque les possibilités de la chirurgie orthognathique sont dépassées (cas clinique 7);
- l'élargissement mandibulaire par distraction symphysaire dans certains cas de dysharmonie dentomaxillaire pour éviter les extractions. Le distracteur peut être osseux ou dentoporté.

C'est une technique relativement lourde qui nécessite une ou des ostéotomies, une période de latence, une phase d'activation du distracteur à raison d'un allongement de 1 mm par jour le plus souvent suivi d'une phase de consolidation puis de remaniements osseux. Il existe des risques de complications infectieuses ou de pseudarthrose.

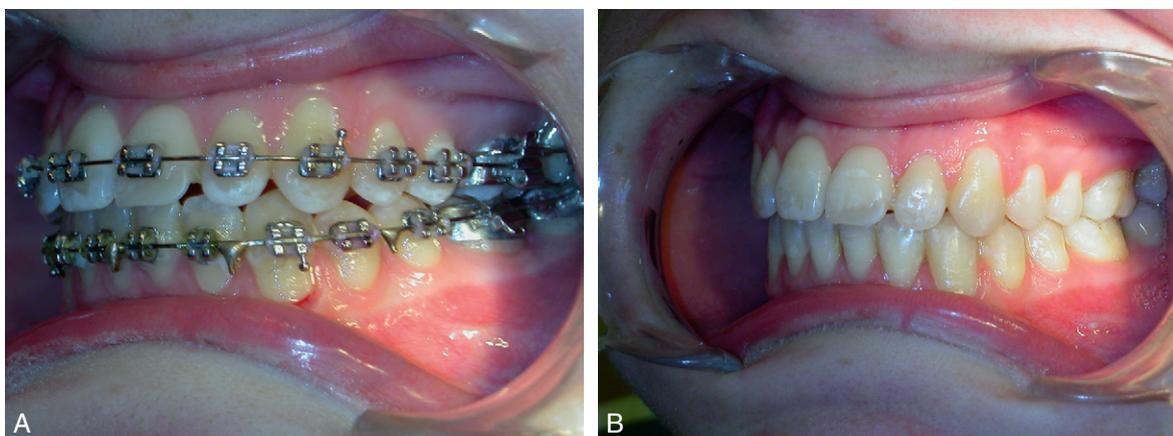


Fig. 6.17

Finitions postorthodontiques : amélioration de l'engrènement des secteurs latéraux.

A. Après chirurgie. B. En fin de traitement.

Source : E. Bardinet.

Cas clinique 7

Distraction mandibulaire chez une jeune adulte

Cas rédigé par le Dr Frapier et le Dr Canal à partir des clichés du Dr Parent et du Dr Yachouh¹

M., une jeune femme âgée de 20 ans, consulte pour corriger un encombrement mandibulaire. Elle présente des antécédents orthodontiques avec avulsions des premières prémolaires maxillaires. La mandibule est rétrognathe, asymétrique et obtuse (figure 6.18 A à C). L'angle nasolabial est ouvert. L'occlusion labiale se fait au prix d'une contraction du muscle mentalis. La ventilation est orale.

M. présente une classe II division 1 d'Angle, subdivision droite avec étroitesse maxillaire et DDM mandibulaire. Le parodonte est inflammatoire (figure 6.18 D à H).

Compte tenu de la sévérité de la classe II squelettique, la stratégie thérapeutique est orthochirurgicale. Le premier plan de traitement proposait une ostéotomie d'impaction maxillaire et une ostéotomie d'avancée mandibulaire associée à une génioplastie de réduction verticale et d'allongement sagittal. Des avulsions de premières prémolaires mandibulaires ont été programmées pour permettre une symétrisation des arcades (14–24 déjà avulsées), un alignement de l'arcade mandibulaire et un repositionnement lingual des incisives mandibulaires.



Fig. 6.18

M., âgée de 20 ans, vues exobuccales (A à C) et endobuccales (D à H) avant traitement.

Cas clinique 7

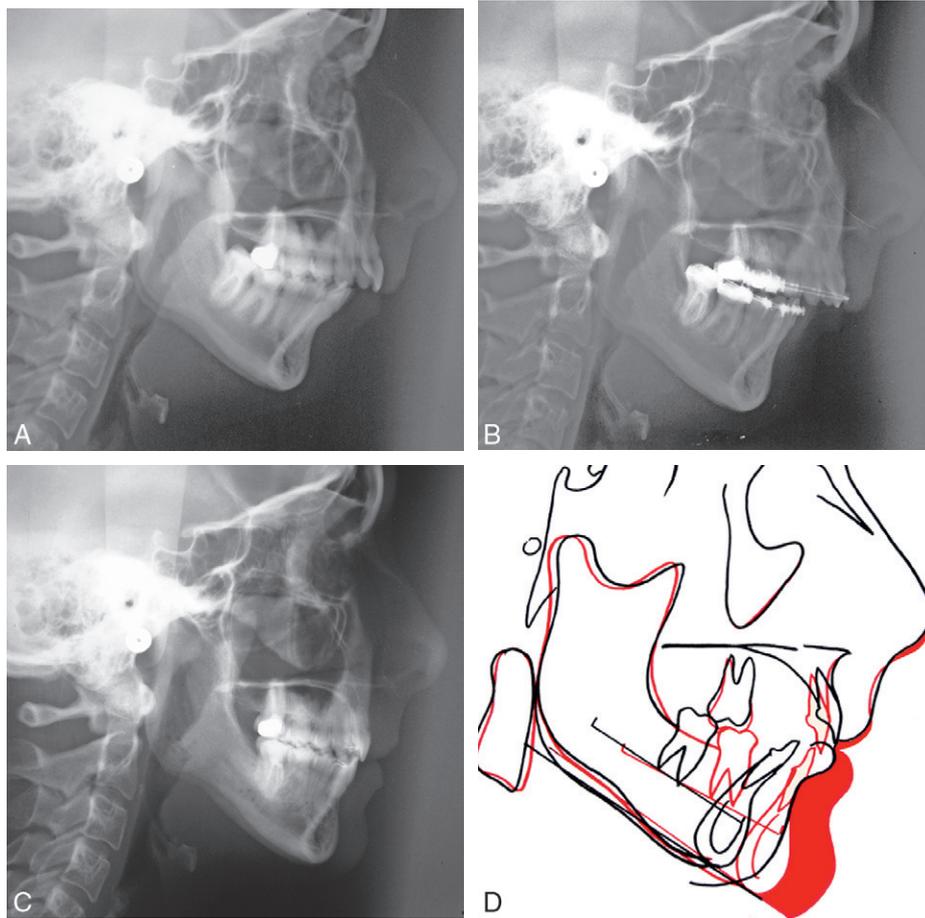


Fig. 6.19

Téléradiographies de profil avant orthodontie (A), après orthodontie de décompensation dento-alvéolaire (B), après orthodontie et distraction mandibulaire (C), superposition générale (D) (avant et après 24 mois de traitement).

Après 18 mois de décompensation dento-alvéolaire orthodontique, le surplomb horizontal est tel qu'une distraction mandibulaire est indiquée (figure 6.19). L'ostéotomie de Lefort I sera à réévaluer. Au total, la distraction mandibulaire apporte un gain sagittal de 13 mm avec un bon contrôle du vecteur directionnel. L'avancée mandibulaire est réalisée grâce à un distracteur interne de type McCarthy, sur une durée de 18 jours, activé au rythme de 1 mm/j. Une stabilisation de 3 mois avec ajustement occlusal orthodontique a été réalisée avant la dépose du distracteur. Trois mois de finition orthodontique ont été encore nécessaires afin d'assurer les objectifs esthétiques et fonctionnels. Une rééducation neuromusculaire a été menée en postopératoire afin de rétablir une ouverture buccale normale et une mastication solide.

Après traitement, la mandibule est mieux projetée. Les rapports labiaux sont améliorés. Et l'angle nasolabial est un peu moins ouvert. Cependant, le manque de soutien de la lèvre supérieure du fait de la rectitude de l'incisive maxillaire est à regretter. En outre, bien que la ventilation ne soit plus exclusivement orale, la fermeture labiale se fait toujours avec contraction du mentalis (figure 6.20). L'idéal serait de compléter cette chirurgie par une impaction maxillaire qui favoriserait une rotation mandibulaire plus antérieure et une diminution de l'étage sous-nasal. La patiente, très satisfaite de son résultat esthétique et fonctionnel, mais estimant le protocole très contraignant, ne souhaite pas de reprise chirurgicale.

Cas clinique 7



Fig. 6.20

M., âgée de 22 ans, vues exobuccales (A à C) et endobuccales après traitement (D à H).

¹Dr Audrey Parent : Odontologue, étudiante 4^e CECSMO, Service d'Orthopédie Dento-Faciale, Université de Montpellier I.

Dr Jacques Yachouh : Chirurgien Maxillo-Facial, PHU, Service de Chirurgie Maxillo-Faciale, Hôpital Lapeyronie, Université de Montpellier I.

Elle permet si nécessaire des déplacements plus importants que la chirurgie orthognathique, avec moins de risques de récurrence et assure un étirement progressif des tissus mous environnants améliorant leur adaptation.

Son utilisation possible chez l'enfant limite le handicap esthétique de certaines anomalies facilitant la vie du patient pendant son enfance et son adolescence et évite les répercussions de ces anomalies sur le squelette environnant. Ainsi les atteintes maxillaires consécutives à une anomalie mandibulaire seront évitées ou limitées.

Elle nécessite une étude très précise du site d'insertion et du vecteur d'allongement avant la pose du distracteur.

Conclusion

Grâce à la collaboration étroite des équipes chirurgiens-orthodontistes, aux progrès des techniques chirurgicales et de l'imagerie diagnostique, la chirurgie orthognathique apporte des solutions de plus en plus performantes dans le traitement des dysmorphoses faciales. Elle permet de rééquilibrer le squelette facial assurant une réharmonisation esthétique et une normalisation fonctionnelle.

Les distractions complètent la palette des ostéotomies et ouvrent d'autres possibilités de prise en charge.

Une des difficultés majeures pour l'orthodontiste reste, dans certains cas limites, d'évaluer précocement la nécessité d'une intervention, l'évolution liée à la croissance étant incertaine.

Références

- [1] Arnaud E, Marchac D, Renier D. L'apport de la distraction osseuse pour les facio-cranio-sténoses. *Mémoire de l'Académie Nationale de Chirurgie* 2007; **6** (2) : 90–5.
- [2] Beziat JL. Chirurgie de la dimension transversale. *Orthod Fr* 2011; **82** : 159–69.
- [3] Bouletreau P, Raberin M, Freidel M, Breton P. La chirurgie orthognathique est un travail d'équipe. *Orthod Fr* 2010; **81** : 157–64.
- [4] Bouletreau P, Raberin M. Chirurgie de la dimension verticale. *Orthod Fr* **82** : 183–92.
- [5] Brunel JM, Garcia C. La synergie orthodontico-chirurgicale. *Int Orthod* 2006; **4** : 155–96.
- [6] Casteigt J. Symbiose chirurgico-occluso-orthodontique. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)* Odontologie, 23-499-A-10 1997 : 8.
- [7] Casteigt J, Faure J, Labarrere H, Treil J. Symbiose chirurgico-occluso-orthodontique dans les dysmorphies maxillofaciales. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris)*. Odontologie/orthopédie dentofaciale, 23-499-A-10. 2006.
- [8] Chaushu G, Blinder D, Taicher S, Chushu S. The effect of precise reattachment of the mentalis muscle on the soft tissue response to genioplasty. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; **59** : 510–16.
- [9] Dahan S, Le Gall M, Julie D, Salvadori A. Nouveaux protocoles d'élaboration des gouttières chirurgicales dans les traitements orthodontico-chirurgicaux. *Int Orthod* 2011; **9** : 42–62.
- [10] Darqué J, Saulue P. Le set-up céphalométrique préchirurgical. *J Edge* 1993; **28** : 67–89.
- [11] Davidson EH, Brown D, Shetye PR, Greig AV, Grayson BH, Warren SM, et al. The evolution of mandibular distraction : device selection. *Plast Reconstr Surg* 2010; **126** : 2061–70.
- [12] Desforges E, Mathis R, Wilk A, Zagala-Bouquillon B, Bacon W, Meyer N, et al. L'impact psychologique des traitements chirurgico-orthodontiques. *Orthod Fr* 2007; **78** : 113–21.
- [13] Diner PA, Kollar EM, Martinez H, Vasquez MP. Intraoral distraction for mandibular lengthening : a technical innovation. *J Cranio Maxillofacial Surg* 1996; **24** (2) : 92–5.
- [14] Emparanza A, Zwetyenga N, Siberchicot F, Majoufre-Lefebvre C. La distraction osseuse dans les hypoplasies maxillaires. À propos de 14 cas. *Ann Chir Plast Esthet* 2001; **46** (4) : 285–92.
- [15] Garcia C, Brunel JM. Nouveau protocole pour la chirurgie des classes II hyperdivergentes : innovation ou rupture avec un tabou. *Int Orthod* 2009; **7** : 115–42.
- [16] Juliano ML, Machado MA, de Carvalho LB, Zancanella E, Santos GM, do Prado LB, et al. Polysomnographic findings are associated with cephalometric measurements in mouth-breathing children. *J Clin Sleep Med* 2009; **5** : 554–61.
- [17] Papagrigrakis M, Amfilochiou A, Vilos G, Lazarou S, Petroulakis A. Improvement of facial appearance and nocturnal breathing with geniotomy (sliding genioplasty) : report of two cases. *Sleep Breath* 2003; **7** : 189–96.
- [18] Pirelli P, Saponara M, De Rosa C, Fanucci E. Orthodontics and obstructive sleep apnea in children. *Med Clin North Am* 2010; **94** : 517–24.
- [19] Precious DS, Delaire J. Correction of mandibular vertical excess : the functional genioplasty. *Oral Surg Oral med Oral Pathol* 1985; **59** : 229–35.
- [20] Raberin M. La chirurgie orthognathique. Introduction. *Orthod Fr* 2011; **82** : 155–8.
- [21] Raberin M. Chirurgie de la dimension sagittale. *Orthod Fr* 2011; **82** : 171–82.
- [22] Raberin M. Priorités post-chirurgicales. *Orthod Fr* 2011; **822** : 207–12.
- [23] Sugawara J. Entretien avec le Pr Junji Sugawara. *Orthod Fr* 2008; **79** : 225–38.
- [24] Tapia IE, Karamessinis L, Bandla P, Huang J, Kelly A, Pepe M, et al. Polysomnographic values in children undergoing puberty : pediatric vs adult respiratory rules in adolescents. *Sleep* 2008; **31** : 1737–44.



Contention

Cédric Bazert

PLAN DU CHAPITRE

Définition	234
Récidive	234
La contention est-elle toujours nécessaire ?	234
Quand mettre en place la contention ?	235
Quel type de contention ?	235
Principaux dispositifs de contention utilisés	235
Individualiser la contention	238
Considérations complémentaires	239
Durée de la contention	240

Définition

La contention correspond à la phase terminale d'un traitement d'orthodontie et débute après le traitement actif.

Ses objectifs sont :

- maintenir les dents dans une position esthétique et fonctionnelle idéale;
- maintenir ou parfaire les résultats obtenus;
- éviter les récédives des anomalies corrigées.

Récédive

C'est l'apparition après le traitement orthodontique de malpositions dentaires ou de malocclusions similaires à celles ayant motivé le traitement mais pouvant aussi être de nature différente.

Facteurs de récédive

Les principaux facteurs de récédive sont :

- **la croissance résiduelle** des mâchoires, notamment de la mandibule. Cette dernière, achevée plus tardivement favorise, lorsqu'elle s'accompagne d'une rotation antérieure (la plus fréquente), une supraclusion incisive et une diminution de la largeur intercanine. Le point de contact interincisif est alors plus gingival, le périmètre d'arcade plus étroit facilitant l'apparition d'un encombrement. Dans les cas de rotation postérieure, une linguoversion incisive peut apparaître engendrant un encombrement;
- **le facteur musculaire** : la dent est dans une position relativement instable après le traitement et subit les pressions constantes des tissus mous. L'équilibre des postures céphalique, labiale, linguale et mandibulaire est ainsi indispensable pour maintenir la forme d'arcade obtenue;
- **le facteur parodontal** : la plupart des fibres du desmodonte au niveau apical et moyen se réorganisent en 3–4 mois sous l'influence de la mastication mais cela peut être plus lent (1 an, voire plus) pour les fibres supracrestales, très élastiques et principales responsables de la récédive immédiate. L'élasticité de la gencive compressée peut aussi être impliquée dans la récédive de rotation ou de la réouverture d'espaces fermés. Le support parodontal s'affaiblit aussi avec l'âge et sa participation au maintien des mouvements réalisés s'atténue;
- **le facteur dentaire** : la qualité de l'occlusion finale, des points de contact, la morphologie dentaire (dysharmonie dentodentaire, morphologie coronaire et radiculaire...) ont une influence sur la stabilité des traitements.

Vieillessement des arcades

Il participe à l'instabilité du résultat orthodontique et s'exprime dès l'adolescence, de manière assez rapide jusqu'à 25 ans, puis plus lentement.

Il se caractérise par une réduction de la distance intercanine mais une augmentation de la distance intermolaire, et une diminution de la longueur et de la corde d'arcade. Le périmètre d'arcade diminue donc, favorisant l'instabilité des positions dentaires obtenues.

Les principales caractéristiques du vieillessement des arcades sont :

- **la croissance résiduelle mandibulaire**, évoquée en tant que facteur de récédive;
- **la dérivation centripète des arcades** : il s'agit d'un déplacement lent et progressif des dents vers le centre des arcades. Elle est favorisée par :
 - la composante antérieure des forces occlusales. Elle se manifeste d'autant plus que les contacts dentaires sont serrés et contribue à une mésialisation des secteurs postérieurs,
 - les éruptions des deuxièmes puis des troisièmes molaires, qui participent à l'augmentation des forces de mésialisation de l'arcade dentaire,
 - l'abaissement et le recul des lèvres. La modification de l'appui des lèvres sur les incisives favorise une linguoversion et l'augmentation du recouvrement,
 - la diminution de l'attrition dentaire compensatoire.Tous ces éléments concourent à une augmentation de l'encombrement au cours du vieillessement.

La contention est-elle toujours nécessaire ?

Contention avec dispositif

Les facteurs de récédive et de vieillessement évoqués précédemment rendent bien souvent nécessaire la mise en place d'un appareil de contention.

La contention paraît indispensable :

- quand ont été réalisés :
 - un nivellement avec expansion,
 - une fermeture d'espace de grande amplitude,
 - la correction de sévères rotations dentaires ou malpositions;
- chez les patients présentant :
 - des problèmes parodontaux,
 - une classe III héréditaire,

- une fente labio-alvéolopalatine,
- une fin de traitement précoce avec une croissance résiduelle post-thérapeutique.

Contention naturelle

Certains auteurs préconisent l'absence de contention ou la contention naturelle pour faciliter l'adaptation post-thérapeutique du système stomatognathique, surtout si l'origine de la dysmorphie est fonctionnelle ou si une surcorrection a été réalisée.

Néanmoins, la contention naturelle est réservée au traitement de certains cas particuliers :

- occlusion antérieure inversée localisée à une dent, d'autant plus favorable que le recouvrement incisif est correct;
- occlusion latérale inversée avec torque favorable;
- proalvéolie inférieure avec occlusion inversée, associée à une rééducation de la posture linguale;
- infraclusion incisive fonctionnelle dont l'étiologie est supprimée;
- dent incluse.

Quand mettre en place la contention ?

- **Dès la dépose de l'appareil actif** : ce choix est adapté surtout aux contentions fixes, la qualité de la fin de traitement est alors primordiale. Il permet d'éviter la récurrence histologique qui débute dès la dépose de l'appareil orthodontique.
- **3–4 jours, maximum une semaine après** : ce choix est celui de la plupart des auteurs. Il laisse un peu de temps pour l'établissement d'une occlusion plus fonctionnelle, et de meilleures conditions de collage pour une contention fixe. Le risque est de laisser s'exprimer une récurrence partielle et de ne pouvoir la corriger complètement.

Quel type de contention ?

Elle peut être « active » et a pour objectifs :

- la fermeture des espaces résiduels dus aux bagues;
- l'amélioration de l'intercuspidation;
- le maintien de la correction du décalage antéropostérieur;
- la correction de la malocclusion d'une dent non incorporée dans le dispositif actif : par exemple, 17 évoluant en vestibuloposition;
- la correction d'anomalies mineures non traitées pendant la période active.

Elle peut être « passive » et a pour rôle de :

- maintenir l'alignement des incisives–canines inférieures dans l'attente de la fin de croissance et de l'évolution des dents de sagesse;
- éviter une récurrence de supraclusion ou d'infraclusion;
- conserver une expansion maxillaire.

La qualité de l'occlusion de fin de traitement est déjà une première contention. Nous devons ainsi avoir pour objectif :

- des contacts francs interarcades cuspidale/fosse ou embrasure. Le blocage occlusal est alors d'autant plus marqué que l'engrènement est profond (cuspidales hautes) et les antagonistes stables;
- des largeurs et formes d'arcade coordonnées, la distance intercanine devant être peu modifiée;
- une position des incisives proche de celle de départ pour une plus grande stabilité;
- des relations molaires de qualité. Cela a un effet positif sur le maintien de l'alignement incisif maxillaire et sur la contention de la correction du décalage antéropostérieur;
- le parallélisme des axes dentaires (évite une réouverture d'espaces);
- l'obtention d'un glissement RC-PIM faible;
- une symétrie fonctionnelle, notamment pendant la mastication;
- la possibilité de mouvements d'excursions mandibulaires libres et fréquents (déverrouillage), tant en latéralité qu'en propulsion.

Principaux dispositifs de contention utilisés

Amovibles unimaxillaires

Les plaques

- **Plaque de Hawley** (figure 7.1) : c'est la plus utilisée. Semi-passive, elle peut fermer de petits diastèmes. Avec peu d'interférences occlusales, elle favorise aussi l'occlusion des incisives et des canines. Elle est peu épaisse.
- **Plaque avec potence de Vienne** : cette plaque de contention active (par la tension d'un élastique vestibulaire) est indiquée en cas de persistance de diastèmes incisifs importants.
- **Plaque circonférentielle** ou **plaque de Begg** : sans interférences occlusales, elle permet un maximum d'adaptation occlusale.
- **Spring retainer** : il s'agit d'une contention mandibulaire partielle amovible antérieure (bandeaux vestibulaire

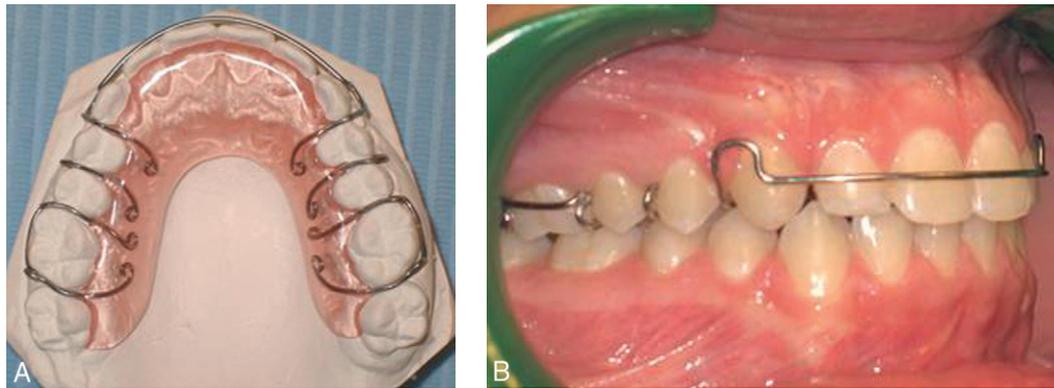


Fig. 7.1

Plaque de Hawley.
A. Vue occlusale sur modèle maxillaire. B. Vue latérale en bouche.

et lingual) avec ou sans prolongements latéraux vers les prémolaires et molaires inférieures.

- **Plaques amovibles avec accessoire** (ressort, vis...): ce sont des contentions actives pour correction unitaire mineure.
- **Plaque avec plan incliné de propulsion** : c'est une contention utilisée dans les classes II.
- **Plaque d'Eschler pour les classes III** : c'est une plaque maxillaire avec un bandeau vestibulaire aux incisives inférieures.
- **Enveloppe linguale nocturne** : elle contient la langue mais n'assure pas de maintien de l'alignement.

- **Plaque de Sved** : elle recouvre le bord des incisives maxillaires et offre une butée aux incisives mandibulaires. Elle est indiquée pour contenir la correction d'une supraclusion initiale.

Les gouttières

- **Retainer** (figure 7.2) : dispositif avec peu d'emprise palatine; il maintient plus fermement les dents mais pas suffisamment pour contenir les corrections de fortes rotations. Ses crochets occlusaux peuvent interférer avec l'occlusion.



Fig. 7.2

Retainers.
A. Retainer maxillaire. B. Retainers en bouche. C. Tractions intermaxillaires de classe II sur retainers.



Fig. 7.3

Gouttière thermoformée transparente.

- **Gouttière thermoformée** (figure 7.3) : peu encombrante, transparente, elle fixe la dent dans les trois sens de l'espace. Toutefois, elle laisse peu de possibilités de calage naturel, interfère avec l'occlusion et peuvent provoquer des béances si elle est portée longuement. De petits mouvements dentaires sont possibles, en version, en intercalant une fine épaisseur de composite.

- **Gouttière de libération occlusale** : indiquée en cas de traitement d'une dysfonction temporomandibulaire associée.

Ces dispositifs rigides, portés à mi-temps, peuvent ramener les dents dans une position un peu différente de l'occlusion naturelle qui s'instaure sollicitant alors le parodonte dans des mouvements d'aller-retour. Ils ne conviennent pas pour des contentions de longue durée et nécessitent la coopération du patient.

Amovibles bimaxillaires

- **Tooth positionner (gouttière de repositionnement)** :

- *gouttière préfabriquée* : en plastique mou et transparent, adaptée à des dents de forme et de proportion habituelles et à des solutions orthodontiques classiques (avec ou sans extractions), elles existent en différentes tailles, toujours selon la même forme d'arcade et ne sont pas individualisables. Libre en bouche, cette gouttière est conçue pour corriger un défaut ponctuel léger mais maintient mal la correction des rotations ;

- *gouttière de repositionnement sur mesure* : réalisée à partir d'un moulage des dents du patient, en fin de traitement, placées en occlusion idéale (*set up*) sur articulateur adaptable, elle permet d'obtenir une bonne intercuspidation et une coordination des arcades. Mais elle est difficile à réaliser et encombrante ;

Ces gouttières sont ainsi contre-indiquées chez un patient peu coopérant, présentant des difficultés de ventilation nasale, une béance ou un recouvrement incisif minimum.

On conseille classiquement un port diurne actif de 3–4 heures et nocturne pendant 1 an ou 3 mois si des contentions fixes sont posées après.

- **L'activateur** peut être indiqué en contention d'une croissance résiduelle défavorable mais est encombrant et peu confortable.

- **Tractions intermaxillaires** (TIM) sur plaques amovibles ou *retainers* (cf. figure 7.2c) : ce dispositif permet de stabiliser les corrections difficilement ou récemment acquises de décalages sagittaux ou frontaux.

Fixes unimaxillaires

Leur pose peut s'effectuer par méthode directe ou indirecte. Ils sont installés souvent d'emblée lors de la dépose de l'appareil orthodontique. Faciles à réaliser et d'encombrement réduit, ils sont invisibles et efficaces. Leur maintien incite le patient à consulter au-delà de la période de contention habituelle.

Ils sont néanmoins responsables de rétention de plaque ou, de tartre, et peuvent être ingérés. Ils abaissent par ailleurs les capacités d'amortissement du tissu parodontal mais la mobilité des dents collées reste dans des limites physiologiques.

- **Fil collé sur deux dents** : canines gauche et droite (figure 7.4). Ce fil de section ronde (.024), poli, a une bonne longévité. Il maintient bien la distance intercanine mais assure mal la contention des dérotations incisives ou de leur linguoversion. Il laisse une adaptation occlusale incisive possible, notamment verticale.



Fig. 7.4

Arc lingual 3–3 collé sur les canines mandibulaires.

- **Fil collé sur six dents** : canines et incisives (figure 7.5). Le plus souvent réalisé en fil rond tressé (.0175 et .0215), ce dispositif collé au 1/3 occlusal de la dent contrôle mieux la correction des rotations. Intégré parfois dans des cales incisives, au maxillaire, pour la contention des supraclusions, il peut être aussi plus étendu pour contenir la fermeture d'un espace d'extraction ou lors de la présence d'un parodonte fragile (chez l'adulte notamment). Le décollement d'une dent peut passer inaperçu.
- **Fil collé sur quatre dents** : incisives. Il libère les canines facilitant leur adaptation fonctionnelle.
- **Fil collé sur deux dents** : il est utile pour contenir la dérotation d'une dent latérale ou la fermeture d'un espace.
- **Attelles coulées-collées**.

La contention la plus classique est sans doute celle qui unit un dispositif fixe de 33 à 43 et une plaque de Hawley maxillaire, mais pour Philippe, mettre un appareil différent à chaque arcade, fait courir le risque d'une contention plus active à une arcade qu'à l'autre induisant une dysharmonie interarcade et parfois une perte de coordination transversale.



Fig. 7.5

Fil de contention tressé collé sur le groupe incisivocanine mandibulaire.

Individualiser la contention

Évidente, l'individualisation de la contention s'exprime, dès le plan de traitement, dans le choix de l'appareil et dans la durée de la contention. Elle doit être adaptée pour s'opposer aux mouvements de récurrence prévisibles. La contention commence par la prévention de la récurrence dès les objectifs de traitement.

L'individualisation de la contention se fait en fonction de :

- **la dysmorphose initiale** :
 - *classe I béance* : le problème initial est souvent fonctionnel. La rééducation linguale et labiale doit être ache-

vée à la dépose des bagues. Une ELN peut alors bloquer la langue la nuit,

- *classe I biproalvéolie* : la biproalvéolie peut être liée à un problème fonctionnel dont il faut s'assurer de la rééducation à l'issue du traitement multibagues. La contention vise ici à éviter une réouverture des diastèmes, fréquents lors de proalvéolie, et à conserver l'alignement. Des contentions fixes ou une plaque de Hawley active ou de Vienne peuvent être indiquées,

- *classe I endoalvéolie* : une contention amovible portée de 18 à 24 h par jour permet de contrôler l'expansion réalisée. Il est aussi nécessaire de rechercher une symétrie de mastication et une ventilation normale,

- *classe I DDM sans extraction* : il faut lutter contre la récurrence des dystopies après alignement par expansion de l'arcade et version incisive. Plaques de Hawley, *Retainers* permettent de stabiliser l'expansion, un fil fixe (3-3) à la mandibule assure le maintien de l'alignement et de la distance intercanine. Un positionneur individuel pourrait optimiser les contacts favorisant la stabilité. Il faut aussi s'assurer d'une bonne ventilation nasale et de fonctions labiale et linguale correctes (surtout en cas de diastèmes initiaux). Une contention longue est à prévoir,

- *classe I DDM avec extractions* : l'objectif est de conserver la fermeture des espaces d'extractions et l'alignement. Des contentions fixes aux deux arcades sont indiquées ainsi que des *Retainers*,

- *classe I supraclusion* : très récidivante, la supraclusion peut être contenue par un bon calage vertical incisif. Butées en résine sur les cingulum incisifs maxillaires et coronoplasties permettent le calage des bords libres des incisives mandibulaires. Une plaque de Sved peut aussi être proposée,

- *classe II, 1 sans extractions* : la croissance mandibulaire résiduelle doit être optimisée et les troubles fonctionnels corrigés. L'appareil de contention, plutôt bi-maxillaire, peut ainsi être un positionneur, des *Retainers* avec des TIM de classe II ou une plaque avec un élastique maxillaire,

- *classe II, 1 avec extractions* : aux objectifs précédents s'ajoutent la conservation de la fermeture des espaces d'extraction et de l'alignement. Contentions fixes, plaques de Hawley, *Retainers* avec ou sans TIM sont recommandés,

- *classe II, 2* : il faut favoriser le calage vertical incisif et la position antérieure de la mandibule. Butées cingulaires, plaque de Sved, fils collés, *Retainers* sont indiqués. Une propulsion aisée en bout à bout doit être facilitée pour permettre une contention naturelle de la supraclusion. Un appui lingual trop proche de l'apex des incisives supérieures doit être corrigé,

– *classe III* : l'objectif est ici de corriger la croissance résiduelle mandibulaire, d'assurer un recouvrement incisif suffisant, et de contenir la langue redirigée vers le palais. Les dents de sagesse maxillaires sont conservées si possible pour stimuler l'avancée maxillaire. Une plaque d'Eschler ou des *Retainers* avec TIM de classe III peuvent être indiqués,

– *cas chirurgicaux* : les déplacements de grande amplitude qui les caractérisent et la réduction des forces de calage vertical due à l'affaiblissement musculaire nécessitent une contention longue du résultat associée très souvent à une rééducation,

– *grand déplacement* : la contention est de longue durée;

• **l'âge** : outre la croissance résiduelle qu'il convient de gérer en fonction de la dysmorphose, l'âge intervient sur les remaniements tissulaires et les capacités d'adaptation des tissus. Chez l'adulte, la contention doit être longue et le plus souvent fixe.

• **les dents de sagesse** : la contention sera plutôt fixe si l'on attend leur évolution;

• **le parodonte** : lorsque le parodonte est fragile, la contention est fixe afin d'éviter les mouvements d'aller-retour néfastes.

Considérations complémentaires

Surcorrection

Elle est sensée limiter la contention et accroître la stabilité à long terme en anticipant la récurrence. Elle est surtout préconisée lors de la correction d'anomalies sagittales ou transversales, de rotations, d'inclinaison incisive.

On la réalise en distendant les fibres profondes desmodontales dans le sens d'une surcorrection pendant quelques semaines avant la dépose de l'appareil, puis mise en occlusion idéale de la denture. Elle est néanmoins souvent difficile à effectuer et à quantifier.

Fibrotomie

Il s'agit d'une section chirurgicale des fibres supracrestales qui permet d'assurer une plus grande stabilité de l'arc antérieur maxillaire ou mandibulaire (diminue d'environ 30 % les récurrences des rotations). Certains auteurs réalisent même un lambeau d'épaisseur totale pour désinsérer véritablement l'ensemble des fibres supracrestales.

Coronoplastie

Cette modification de la morphologie dentaire, le plus souvent par soustraction, plus rarement par addition, vise à améliorer le calage dentaire. On peut ainsi réaliser :

- des **meulages proximaux** pour augmenter la surface de calage latéral en remplaçant un point de contact par une surface de contact. Ceci permet de diminuer le risque de récurrence de rotation;
- un **meulage des crêtes marginales linguales des incisives** (en cas de dents en forme de pelle);
- la **réalisation d'un sillon cingulaire** au niveau des incisives supérieures ou un apport de composite pour caler le bord libre des incisives inférieures afin d'éviter une récurrence de supraclusion;
- une **plastie des canines** pour améliorer le calage et le guidage en latéralité;
- **l'élimination des interférences occlusales.**

L'équilibration occlusale doit être systématique chez les patients adultes pour lesquels il existe souvent une altération des surfaces dentaires, un parodonte fragile, des troubles ATM et des compromis occlusaux. Elle est moins fréquente chez le jeune.

Dents de sagesse

Les résultats des études sont contradictoires concernant le bien-fondé de conserver ou d'extraire précocement les dents de sagesse pour éviter l'apparition d'un encombrement à l'issue de la période de contention.

La conservation des dents de sagesse en cas d'encombrement postérieur peut provoquer :

- la résorption de la racine distale des 2^e molaires, l'apparition d'une poche parodontale distale à ces dents;
- des accidents d'évolution des dents de sagesse;
- un encombrement antérieur ou une déformation latérale de l'arcade, sous leur pression d'éruption;
- leur extraction tardive peut être difficile si les racines sont formées.

Les extraire ou les conserver se décide en fonction :

- du stade de croissance (ossification des cartilages phalangiens et métacarpiens, disparus en fin de croissance);
- du stade de formation de leurs racines (l'éruption débute après le premier tiers radulaire formé);
- de l'encombrement postérieur mandibulaire qui peut être évalué selon la méthode de Ricketts;
- et de l'orientation du germe.

Durée de la contention

Pour une contention amovible, la majorité des auteurs préconisent un port de 3 mois jour et nuit, puis 9 mois uniquement la nuit, soit 1 an au total.

Ce port peut être plus long, mais alors discontinu, dans les cas de rotations initiales importantes et dans les cas de dysharmonie dentomaxillaire traités sans extractions, où les deuxièmes molaires ne sont pas évoluées en début de contention. Il peut être aussi maintenu chez certains patients en cours de croissance (hyperdivergents, *deep-bite*, classes III), montrant un problème fonctionnel persistant, ou dont les dents de sagesse sont conservées.

La durée de contention augmente aussi lorsqu'il y a eu des mouvements importants et rapides. Les traitements longs sont d'ailleurs généralement plus stables.

Une contention de plusieurs années, voire à vie, est nécessaire pour les patients, surtout adultes, à parodonte fragile.

Pour en savoir plus

Contention

- Blake M, Bibby K. Retention and stability : a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; **114**:299–306.
- Deroze D, et al. De la contention : évolution des concepts et des techniques. *Orthod Fr* 1999; **70**(1) : 145–203.
- Fricker J.P. Retention. In *Orthodontics and dentofacial orthopaedics* : 459-77.
- Joondeph DR, Riedel RA. Retention and relapse. In Graber T.M. *Orthodontics, current principles and techniques* : 908-950.
- Le Gall, et al. De la récurrence. *Orthod Fr* 1999; **1**(15-83) : 70.
- Melrose C, Milliett D.T. Toward a perspective on orthodontic retention? *Am J Orthod dentofacial Orthop* 1998; **113** : 507–14.
- Philippe J. *La récurrence et la contention post-orthodontiques*. 2000 Ed SID.
- Proffit WR. *Contemporary Orthodontics*. In : *Retention*. 2nd ed. St Louis : Mosby; 1993. p. 534–51.

L'orthodontie fondée sur les niveaux de preuve

Martial Ruiz

PLAN DU CHAPITRE

Hiérarchie de la preuve clinique	244
Intérêt de l'orthodontie fondée sur les niveaux de preuve : réponse à des questions cliniques	245
Conclusion	246

Quel étudiant, quel clinicien n'a pas été dérouté par les conclusions contradictoires des études cliniques ?

David Eddy, un des épidémiologistes fondateurs de l'*Evidence-based medicine* remarquait : « Il y a approximativement 30 000 journaux bio-médicaux dans le monde, [...] 15 % des interventions médicales sont basées sur des données probantes [...] et uniquement 1 % des articles dans ces revues sont scientifiquement fondés. »

Ce faible nombre d'études aux conclusions valides peut engendrer une défiance vis-à-vis de la littérature scientifique, mais imaginons l'intérêt formidable pour le clinicien de repérer ce 1 %, cette pièce du puzzle qui, ajoutée à d'autres, lui permettrait de constituer une image de plus en plus nette de sa discipline.

Pour répondre à cette problématique, est apparue, dans les années 1990, à l'instigation d'épidémiologistes et de divers spécialistes de l'université de médecine de McMaster, une nouvelle approche visant à évaluer et à synthétiser de façon systématique les résultats des études scientifiques parues dans la littérature. Ce processus aboutit à une hiérarchisation des études en fournissant un niveau de preuve. L'*Evidence-based medicine*, ainsi créée, permet aux cliniciens d'intégrer dans leur exercice les procédures de traitement scientifiquement prouvées.

Cette démarche entre depuis 2000 dans la pratique orthodontique [13]. Les résultats des thérapeutiques orthodontiques ne sont pas parfaitement reproductibles et les mécanismes régissant leurs effets sur un système biologique complexe ne sont pas tous connus. Une évaluation de leur efficacité et de leur efficience est donc indispensable. Elle repose sur les principes précédemment cités constituant l'*Evidence-based orthodontics* ou orthodontie fondée sur les niveaux de preuve.

Une compréhension des règles régissant les biostatistiques et la méthodologie de l'expérimentation clinique permet d'en connaître les domaines d'application et d'en évaluer l'intérêt et les limites [7,10]. Les conclusions des recherches de preuves ne sont pas des dogmes figés mais constituent plutôt une photographie, à un temps donné, de la connaissance du domaine étudié. Cette image évoluera en fonction des résultats d'autres expérimentations cliniques plus rigoureuses. La démarche est essentiellement clinique. Elle fournit une aide à la décision à mettre en perspective avec la spécificité clinique du patient, ses souhaits, notre expérience et nos possibilités techniques.

Hiérarchie de la preuve clinique [1,3,4]

L'évaluation de la validité d'une étude est basée sur sa capacité à démontrer une relation de cause à effet chez l'Homme et sur le contrôle des biais expérimentaux qui est

en relation directe avec les protocoles utilisés. On distingue ainsi ;

- les études issues de l'expérimentation animale et *in vitro* ;
- les observations cliniques rétrospectives ;
- les études expérimentales à visées prospectives.

Publications de très faible niveau

- **Études issues de l'expérimentation animale et *in vitro*.** Elles constituent le plus bas niveau de preuve car le modèle expérimental n'est pas humain.
- **Avis d'experts et consensus d'experts.** L'opinion d'un individu est, par essence même, subjective, l'avis des experts ou les consensus d'experts représentent de ce fait un bas niveau de preuve.
- **La présentation d'un cas clinique** qui n'illustre qu'un individu est difficilement transposable dans la population clinique.
- **Une série de cas** qui ne traduit souvent que l'avis ou l'habileté d'un clinicien est d'un niveau de preuve également bas.

Études d'observations

Elles présentent des niveaux de preuve plus importants :

- **études transversales** : effectuées sur une population définie à un temps déterminé ou dans un intervalle de temps, elles sont utilisées pour mesurer la prévalence d'une pathologie ou étudier les associations entre des variables. Exemple : étude de la prévalence des classes III dans l'ouest de la France ; incidence de la présence des dents de sagesse sur l'encombrement incisif.
- **études en comparaison avec un échantillon témoin** : elles sont utilisées pour étudier les causes d'une pathologie, identifier les facteurs de risque. Exemple : étude des facteurs de risque des pathologies temporomandibulaires.
- **études en cohortes ou études longitudinales** : des groupes de participants sont étudiés en fonction de leur exposition au sujet étudié. Elles sont utilisées pour mesurer l'incidence d'une pathologie ou pour en étudier les causes ou le pronostic. Exemple : les enfants présentant un inversé d'articulé développeront-ils une pathologie temporomandibulaire ?

Études expérimentales

Soumises au contrôle de l'investigateur, elles sont moins sujettes à des biais que les précédentes du fait de la possibilité d'introduire le hasard dans la sélection des cas et l'inter-

prétation des résultats, minimisant ainsi la part subjective de l'expérimentateur. Leur niveau de preuve est considéré comme supérieur.

- **Les études non randomisées**, sont utilisées lorsque chaque patient est son propre témoin ou lors de l'impossibilité éthique ou technique d'introduire le hasard dans la constitution des groupes de patients étudiés, rendant certains aspects de l'expérimentation sous la dépendance de l'investigateur.

- **Les études randomisées** sont situées au sommet de la pyramide de la hiérarchie des études cliniques. Elles permettent, si les règles méthodologiques sont respectées, d'établir des relations de causalité entre les facteurs étudiés. Les objets ou participants à l'expérience sont répartis au hasard dans les groupes comparés. Elles sont dites en double aveugle, lorsque ni l'expérimentateur ni le sujet n'ont de choix sur le traitement appliqué.

Leur utilisation en orthodontie peut présenter des difficultés importantes éthiques et méthodologiques de mise en œuvre. Elles peuvent concerner la comparaison de matériaux ou de moyens thérapeutiques différents.

Revue systématique et méta-analyses

Elles fournissent au clinicien les meilleures informations et le plus haut niveau de preuve sur un sujet clinique. Leur élaboration obéit à des règles rigoureuses et elles sont précédées d'une recherche exhaustive des études sur un sujet donné et d'une analyse critique de leur méthodologie.

- **Les revues systématiques** permettent une vision condensée et critique des données acquises sur un sujet clinique. Différentes des revues de la littérature qui n'imposent aucun critère de rigueur méthodologique dans le choix des études citées, les revues systématiques procèdent d'une démarche reproductible. Elles identifient les études présentant le minimum de biais, jugent de leur qualité, résument les réponses aux sujets cliniques étudiés et proposent des orientations de recherche. Elles peuvent inclure des études aux méthodologies différentes, par exemple plusieurs études en cohortes et des études transversales. Le sommet de la hiérarchie est constitué par les **revues systématiques d'études randomisées**.

- **Les méta-analyses** combinent les résultats de plusieurs essais thérapeutiques en une synthèse reproductible et quantifiée. Les critères d'inclusion des études sont rigoureux afin de pouvoir associer les résultats statistiques et en augmenter la puissance.

Intérêt de l'orthodontie fondée sur les niveaux de preuve : réponse à des questions cliniques

Un trouble temporomandibulaire peut-il être induit par un traitement orthodontique ?

La suspicion du rôle de l'orthodontie comme facteur de risque dans l'apparition des troubles temporomandibulaires est née de l'association de deux constatations :

- la présence fréquente de signes et symptômes de troubles temporomandibulaires chez l'enfant et l'adolescent ;
- l'importante proportion de traitements orthodontiques entrepris dans cette même population.

Une **méta-analyse** conduite en 2002 par Kim *et al.*[8] répond à cette question. Elle identifie 960 articles et en isole, après analyse de leur validité méthodologique, trente et un dont 18 études longitudinales et 13 études transversales. Hormis deux études relevant une augmentation de la fréquence de signes discrets (claquements légers et sensibilité à la palpation musculaire, qui sans douleur ni limitations fonctionnelles sont considérés comme non pathogènes), **aucune étude ne trouve d'association entre un traitement orthodontique et une augmentation de la prévalence des troubles temporomandibulaires**. Parmi les cinq études analysant le rôle des extractions, une seule mettait en évidence une augmentation de la prévalence des troubles temporomandibulaires dans ce type de traitement.

Quelle est l'efficacité d'une prise en charge précoce d'un enfant présentant une classe III ?

L'âge de début d'un traitement orthodontique est toujours un sujet de controverse. La prise en charge des patients présentant une position trop rétrusive du maxillaire en est une illustration. L'efficacité des traitements orthopédiques est-elle avérée sur la croissance ou convient-il de la laisser s'exprimer en concluant par une éventuelle chirurgie à l'âge adulte ?

Une **revue systématique** parue en 2008 répond à cette interrogation. Les auteurs [5] isolent 536 articles étudiant le sujet. Après examen, 19 articles sont retenus, dont une étude randomisée. Cinq études présentent un niveau de validité moyen et fort. **Elles rapportent un taux de succès de 75 %**,

cinq années après la fin d'un traitement orthopédique combinant une disjonction maxillaire et l'utilisation d'un masque de traction, l'ensemble des études préconisant une intervention précoce. Une **seconde revue systématique** [9] traitant de la stabilité à long terme de l'expansion maxillaire rapide confirme cette nécessité d'intervention précoce. Elle montre une meilleure stabilité de l'augmentation des dimensions transversales du maxillaire, lorsque le traitement est entrepris avant le pic prépubertaire.

Un traitement précoce d'un patient en classe II est-il le mode thérapeutique le plus efficace ?

Une autre controverse concerne la prise en charge précoce (en deux phases pour les Anglo-Saxons) ou tardive des classes II. Le traitement précoce réduirait, pour ses défenseurs, la fréquence des extractions et des chirurgies tout en favorisant une croissance harmonieuse.

Une **revue systématique** [6] parue dans la *Cochrane Library*, **conclut à une moindre efficacité des traitements précoces dans le cas des décalages sagittaux de classe II.**

Une des études remarquables de cette revue est celle de Tulloch *et al.* C'est une **étude randomisée** d'une rigueur méthodologique exemplaire ayant duré 10 ans et conduit à plusieurs publications à différents moments de l'expérimentation.

La première [11] effectuée après la première phase de traitement compare un échantillon de patients non traités permettant l'observation des résultats liés à la croissance, un second groupe de patients traités au moyen d'une force extra-orale et un groupe traité à l'aide d'un appareillage de propulsion, le bionator.

À la fin de cette phase de l'étude, les modifications squelettiques obtenues dans les différents groupes montrent une correction significative de la pathologie dans le groupe précoce. Toutefois dans le groupe de contrôle qui, **en moyenne**, ne présente pas de réponse, il existe à un niveau individuel des variations importantes dans l'expression de la croissance. Dans ce groupe témoin, 33 % des sujets présentent une amélioration des rapports squelettiques.

L'étude de la fin de la seconde phase [12] permet une comparaison des résultats des traitements, précoces et tardifs. Les résultats occlusaux, la fréquence d'extractions et de la chirurgie, sont identiques dans les groupes étudiés. La phase précoce réduit de 25 % la seconde phase de traitement mais augmente la durée globale du traitement.

Les conclusions de l'étude sont les suivantes : l'efficacité du traitement précoce est démontrée mais il s'avère moins

efficace qu'un traitement entrepris en fin de denture mixte dans les décalages sagittaux de classe II.

Ces résultats ne concernent que les appareillages employés.

L'utilisation de produits fluorés est-il un moyen efficace de réduction des déminéralisations lors d'un traitement orthodontique ?

Le contrôle de l'hygiène lors d'un traitement orthodontique est un challenge important. Malgré l'amélioration du matériel et des efforts de prévention, le traitement orthodontique représente un risque important de déminéralisation de l'émail.

Des études randomisées montrent que l'analyse des facteurs de risque carieux est un moyen efficace de prédiction de ce risque. Une revue systématique [2] publiée en 2004 par Benson *et al.* conclut ainsi : « l'utilisation de colles orthodontiques restituant du fluor et l'utilisation quotidienne de bains de bouche fluorés réduisent de façon significative les risques de déminéralisation de l'émail ».

Conclusion

L'analyse scientifique des protocoles cliniques est une démarche qui inexorablement envahira notre exercice. Elle satisfait à une recherche d'efficacité des thérapeutiques proposées au patient, dans un double objectif de qualité de soins et d'optimisation des coûts de santé.

Les exemples de sujets que nous avons développés illustrent l'intérêt d'une orthodontie fondée sur les niveaux de preuve. Ils soulignent également l'importance des revues systématiques comme moyen rapide d'examen de la validité des études cliniques sur un sujet donné. Leurs conclusions ne constituent toutefois pas un dogme, mais plutôt un état de la recherche clinique; elles soulignent également l'importance de la maîtrise des principes gouvernant la méthodologie de l'expérimentation clinique afin d'effectuer une lecture critique des différentes études.

Références

- [1] Amat P. Orthopédie dento-faciale fondée sur les faits : marotte d'universitaire ou indispensable outil clinique quotidien? *Rev Orthop Dento Faciale* 2006; **40** : 421–51.
- [2] Benson PE, Parkin N, Millett DT, Dyer FE, Vine S, Shah A. Fluorides for the prevention of white spots on teeth during fixed brace treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2004; (3) : CD003809.

- [3] Bolender Y, Mathis R, Bacon W. L'orthodontie fondée sur la « preuve » ou la décision thérapeutique basée sur la documentation. *Orthod Fr* 2006 Juin; **77** (2) : 305–14.
- [4] De Pauw GA, Dermaut LR. Orthodontics based on a new scientific method of evaluating results : « evidence-based ». *Orthod Fr* 2006; **77** Juin (2) : 315–24.
- [5] De Toffol L, Pavoni C, Baccetti T, Franchi L, Cozza P. Orthopedic treatment outcomes in class III malocclusion. *Angle Orthod* 2008; **78** (3) : 561–73.
- [6] Harrison JE, O'Brien KD, Worthington HV. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2007 Jul; **18** (3) CD003452.
- [7] Huang GJ. Making the case for evidence-based orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004 Apr; **125** (4) : 405–6.
- [8] Kim MR, Graber TM, Viana MA. Orthodontics and temporomandibular disorder : a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002 May; **121** (5) : 438–46.
- [9] Lagravere MO, Major P, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2005; **75** (6) : 1046–52.
- [10] Rinchuse DJ, Sweitzer EM, Rinchuse DJ, Rinchuse DL. Understanding science and evidence-based decision making in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005 May; **127** (5) : 618–24.
- [11] Tulloch JF, Phillips C, Koch G, Proffit WR. Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early class II treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; **125** : 657–67.
- [12] Tulloch JF, Phillips C, Koch G, Proffit WR. The effect of early intervention on skeletal pattern in class II malocclusions : a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; **111** : 391–400.
- [13] Turpin DL. Putting the evidence first. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005 Oct; **128** (4) : 415.

Regard sur la pratique de l'orthodontie face au droit

Hélène Denost

PLAN DU CHAPITRE

Contenu de l'information donnée au patient	250
Preuve de l'information donnée	251
Consentement libre et éclairé	252
Informations sur le patient : le dossier médical une obligation ?	253
Durée de conservation des documents du dossier patient	254
Modalités de conservation des documents du dossier patient	254
Actes des soins et accidents thérapeutiques	255
Honoraires	257
Que faire en cas de litige ?	258
En conclusion	258

Avec la reconnaissance de nouveaux droits pour les patients, la relation soignant–soigné connaît une évolution. Les nouvelles dispositions, et notamment la loi du 4 mars 2002, renforcent le rôle du malade comme acteur de sa prise en charge.

Mais qu'en est-il lorsque l'exercice s'adresse à des mineurs non émancipés ? Le mineur a-t-il acquis de nouveaux droits ? Qui donne son consentement à l'acte ? l'enfant, les parents ? Que faire en cas de divorce des parents ?

Les orthodontistes, dont l'exercice est majoritairement porté sur l'enfant et l'adolescent – outre les questions sur les éventuels mécanismes de mise en jeu de leur responsabilité en cas de litige –, se trouvent confrontés à de multiples interrogations dues à l'évolution de la composition de la cellule familiale, et la tendance récente à une plus grande autonomie du mineur.

Le 4 mars 2002 est la date des deux lois fondamentales sur ce sujet : la loi sur l'autorité parentale intégrée dans le Code civil (C. Civ.) et celle relative aux droits des patients et à la qualité du système de santé, que l'on retrouve en grande partie dans le Code de la santé publique (CSP).

Les soignants, non formés aux domaines juridique et réglementaire, voient avec une certaine inquiétude s'immiscer dans leur pratique des notions qu'ils appréhendent comme autant de contraintes supplémentaires, voire d'ingérences du monde juridique dans la relation de soins. Comment rassurer les soignants pour leur assurer un exercice plus serein, condition nécessaire à la qualité de soins dispensés ?

Utilisant le principe des « questions–réponses », chaque thème est abordé, tout d'abord sur l'angle juridique, pour être ensuite envisagé dans le cadre de la pratique.

Seules les questions relatives à la responsabilité civile dans le cadre de la prise en charge orthodontique du patient mineur non émancipé, en cabinet libéral, sont abordées aux termes de cet article.

Contenu de l'information donnée au patient

Cadre juridique

L'objectif d'une information claire, loyale et adaptée à la personne qui la reçoit, est d'obtenir un consentement valide à l'acte thérapeutique. Le consentement se définit comme l'acte autorisant un praticien à mettre en œuvre un traitement spécifique qu'il a, au préalable, expliqué au patient.

L'article L. 1111- 2 du Code de la santé publique précise que l'information porte sur :

- les différentes investigations et traitements proposés ;
- l'utilité, l'urgence éventuelle, les conséquences de l'acte ;
- les risques fréquents ou graves normalement prévisibles ;
- les autres solutions possibles que l'acte choisi ;
- les conséquences prévisibles en cas de refus de soins.

Remarque

L'information est délivrée par le praticien qui réalise l'acte au cours d'un entretien individuel. Elle ne peut être déléguée.

En pratique

En orthodontie de l'enfant et de l'adolescent, l'expression du consentement avant une intervention est d'autant plus délicate que la personne mineure est juridiquement incapable et représentée par ses parents. Ce sont donc eux qui sont amenés à prendre les décisions la concernant. En outre, le texte précise que, dans tous les cas, l'assentiment de l'enfant sera recherché s'il est en âge de comprendre.

Aussi l'information doit être adaptée au niveau de compréhension du patient et du représentant de l'autorité parentale.

Points clés : que doit-on préciser ?

- Diagnostic.
- Plan de traitement et alternatives thérapeutiques.
- Règles d'hygiène nécessaires.
- Nécessité du respect des rendez-vous et de leur fréquence.
- Obligation d'effectuer les examens complémentaires demandés.
- Durée prévisible du traitement.
- Coût du traitement.
- Modalités de prise en charge par l'assurance maladie.

Il faut donc expliciter toutes les informations nécessaires à éclairer le représentant légal sur la nécessité d'un traitement, les résultats attendus, les différentes phases thérapeutiques et les moyens thérapeutiques envisagés, la durée prévisible de traitement, les obligations en matière d'hygiène et de suivi du traitement.

Dans la mesure où l'assentiment de l'enfant est recherché, le discours est adapté à l'âge de l'enfant. En tout état de cause, tout

praticien exerçant l'orthodontie ne débutera un traitement sans avoir la pleine assurance de la coopération de l'enfant.

Remarque

L'information n'est pas simplement donnée en amont de l'acte, l'information est due tout au long du traitement.

Au-delà du caractère obligatoire, une information régulière sur le déroulement du traitement, sur la qualité ou non des résultats obtenus, sur la motivation à l'hygiène sont autant d'éléments garants de la qualité de la relation de soins avec l'enfant mais aussi avec les parents.

Preuve de l'information donnée

Cadre juridique

L'article L. 1111-2, al. 7 du Code de la santé publique précise que la preuve de l'information incombe au professionnel de santé et qu'elle peut être rapportée par tous moyens, c'est-à-dire que la preuve est libre. Le juge statue au regard des circonstances et des éléments fournis.

En pratique

Un document écrit et contresigné des parents suffit-il à rapporter la preuve de l'information ?

Non, le document écrit est un des éléments de preuve, mais il ne suffit pas, à lui seul, à rapporter la preuve de la qualité de l'information donnée. Pour comprendre le raisonnement du juge, il faut revenir à l'objectif du devoir d'information, à savoir un consentement libre et éclairé, garant de la validité du contrat de soins.

La délivrance d'un document standardisé ne prouve pas qu'une information appropriée au cas clinique a été délivrée. En effet, aucune information spécifique sur l'état du patient et sur le plan de traitement proposé n'est présente dans ce type de document.

De plus, les termes utilisés sont souvent techniques et difficilement accessibles pour un non-averti. C'est au cours de l'entretien individuel que le chirurgien-dentiste doit procéder à une traduction des données, afin qu'elles puissent être parfaitement comprises par le patient et son représentant légal compte tenu de leurs facultés intellectuelles et d'éventuelles difficultés linguistiques.

Le devis signé par les représentants légaux permet-il de rapporter la preuve de l'information ?

Si l'information sur le coût du traitement est prévue à l'article L. 1111-3 du Code de la santé publique, un devis type signé permet de satisfaire aux obligations légales et de protéger le praticien dans ses rapports avec les organismes de sécurité sociale.

Une fois de plus, le devis type est un document d'ordre général qui ne permet pas de prouver que le chirurgien-dentiste a satisfait à son obligation d'information (pour exemple, les risques du traitement ne sont jamais précisés aux termes d'un devis).

Enfin, compte tenu de l'étendue de l'information requise par le Code de santé publique et du volume des éléments d'information à délivrer, le document écrit, essayant de lister toutes les informations, peut se révéler un piège si un des items venait à manquer et, en particulier, si un des risques inhérents au traitement a été omis.

Quels conseils sur les documents écrits ?

S'ils ne constituent pas à eux seuls un moyen de preuve, ils constituent pour le juge un commencement de preuve.

Dès lors, il est conseillé pour des traitements longs et coûteux tels que la prise en charge en orthodontie, que soient présents au dossier du patient :

- un document qui contractualise les obligations des parties, telles que les obligations en matière d'hygiène, de rendez-vous, de suivi du traitement, les possibilités de modifier le plan de traitement initial après en avoir informé le patient et son représentant, les modalités de paiement et les conséquences en cas de non-respect de ces obligations. Ce contrat est nécessaire pour définir les règles de la relation patient-praticien ;
- un devis qui satisfait aux obligations légales et conventionnelles.

Remarque

La preuve peut être rapportée par tous moyens, lesquels constituent un faisceau de présomptions pour le juge : écrits, mais aussi délai de réflexion entre l'information et le début de traitement, carnet de rendez-vous, témoignage de l'assistante dentaire, informations contenues dans le dossier du patient, correspondances échangées avec les confrères...

Consentement libre et éclairé

Cadre juridique

Le père, la mère, détenteurs de l'autorité parentale, sont les représentants naturels de l'enfant (article 371-1 du Code civil). L'autorité parentale est exercée en commun par les deux parents s'ils sont mariés et chacun des deux époux est présumé agir avec le consentement de l'autre pour les actes usuels de l'autorité parentale (article 372-2 du Code civil). Il est admis que pour les actes bénins, le consentement d'un seul parent suffit.

En fait, la question de savoir qui exerce l'autorité parentale au sein des familles recomposées ne se pose pas d'un point de vue juridique. En effet, la famille n'existe pas juridiquement, il s'agit d'une approche sociologique. En droit, les règles sont construites en fonction des relations de personne à personne : l'enfant a donc un père et une mère, qu'il soit légitime, naturel ou adoptif.

Dans tous les cas, l'assentiment de l'enfant est recherché s'il est en âge de comprendre ¹.

En pratique

Qui exerce l'autorité parentale dans les situations suivantes ?

- **Pour les enfants légitimes nés de couples mariés ou les enfants naturels nés de couples non mariés (concubinage)**, les parents exercent en commun l'autorité parentale, le père et la mère ayant les mêmes prérogatives ². Ainsi, la décision relative à une intervention chirurgicale nécessite l'accord des deux, alors qu'il est admis que pour les actes dits bénins, le consentement d'un seul suffit.
- **Exercice de l'autorité parentale par des parents séparés** : même après leur séparation, les parents continuent à exercer **en commun** l'autorité parentale ³. Le couple parental survit au couple conjugal. Ainsi, dans les familles recomposées, c'est le consentement du père et de la mère de l'enfant qui doit être recherché et non pas celui des beaux-parents.
- **L'intervention des tiers – enfants confiés à un tiers** : selon l'**article 373-4 du Code civil** : « Lorsque l'enfant a été confié à un tiers, l'autorité parentale continue d'être exercée par les père et mère; toutefois, la personne à qui l'en-

fant a été confié accomplit tous les actes usuels relatifs à sa surveillance et à son éducation... » Pour une intervention chirurgicale, qui n'est pas un acte « usuel », il faut donc le consentement des parents, celui de la personne chez qui l'enfant est placé n'étant pas valable.

Quelle application en ODF ? Le traitement ODF doit-il être considéré comme un acte bénin ?

En l'absence d'une définition claire de l'acte bénin, il y a lieu d'envisager deux cas de figure, selon que le traitement nécessite ou non des extractions dentaires :

- lorsque le plan de traitement nécessite des extractions, l'obligation d'information est renforcée du fait du caractère irréversible de l'acte, et il semble plus raisonnable d'obtenir l'accord des deux parents. En tout état de cause, si les extractions nécessitent une intervention sous anesthésie générale, l'accord des deux parents sera requis pour l'intervention chirurgicale;
- en l'absence d'extractions ou d'intervention chirurgicale, si rien ne précise qu'une prise en charge orthodontique requiert l'accord des deux parents, l'assentiment de l'enfant et du couple parental est avant tout un gage de réussite du traitement.

Que faire en cas de conflits parents/mineur ou entre les parents ?

La non-intervention est requise. Il est toutefois conseillé de tenter de convaincre celui qui refuse le traitement proposé, ou tout au moins de lui expliquer les conséquences de toute absence de soins. Il est préconisé de réunir l'ensemble des intervenants, parents et enfant, pour développer et compléter l'information déjà donnée et de confirmer par écrit le refus de soins et ses conséquences négatives.

Que faire en cas de refus de soins que le praticien juge indispensables ou en cas d'abandon en cours de traitement ?

L'article L. 1111-4 du Code de santé publique précise que « aucun acte médical, ni aucun traitement ne peut être pratiqué sans le consentement libre et éclairé de la personne et ce consentement peut être retiré à tout moment ». Le chirurgien-dentiste ne peut imposer un traitement et encore moins imposer la poursuite du traitement, il ne peut que tenter de convaincre de la nécessité des soins.

Pour prévenir tout litige, un document spécifique est rédigé reprenant les conséquences du refus de soins, les

1 Article L. 1111-4 du CSP.

2 Article 372 du C. Civ.

3 Article 373-2 du C. Civ.

dates des différentes séances d'information, ainsi que les arguments avancés pour convaincre, les motifs de refus avancés par le patient ou ses représentants légaux. Le document est daté et signé par les parties. Si un tel document ne peut être obtenu, il convient de reprendre les termes du document dans un courrier adressé aux parents et de demander que, par retour de courrier, le refus de soins ou l'abandon de traitement soit confirmé. Les documents et correspondances sont joints au dossier médical.



Point clé

Dans le cas de traitements longs comme les traitements orthodontiques, le consentement en début de traitement n'assure pas du consentement tout au long du traitement. Le consentement peut être retiré à tout moment. Au-delà de l'obligation légale, seule une information claire, loyale et adaptée tout au long du traitement, répondant précisément aux interrogations, aux inquiétudes des parents et/ou de l'enfant, permet de prévenir tout conflit.

Informations sur le patient : le dossier médical une obligation ?

Cadre juridique

Si aux termes de l'article R. 1112-2 du Code de la santé publique, le dossier médical est constitué pour chaque patient en cas d'hospitalisation, cette obligation générale de constituer un dossier médical n'existe pas formellement dans le cadre de l'exercice libéral.

La notion de dossier médical apparaît toutefois dans le cadre du droit au refus de soins pour le patient (article L. 1111-4 du CSP) et dans les obligations de traçabilité des dispositifs médicaux (article R. 5212-41 du CSP). Enfin, les modalités d'accès du patient à ses données de santé démontrent tout au moins l'existence d'un dossier contenant les informations recueillies au cours de la prise en charge thérapeutique.

En pratique

Le recueil des informations médicales sur le patient répond à un triple objectif :

- la continuité des soins aux patients;
- la réponse à une demande de communication des données relatives à sa santé;
- un moyen de réponse en cas de contentieux, qu'il soit civil ou de sécurité sociale.

Contenu du dossier médical : un gage de qualité de soins et de continuité des soins

Le dossier médical constitue la mémoire des informations cliniques, biologiques, diagnostiques et thérapeutiques concernant un patient. L'absence d'obligation ne justifie nullement leur absence. Il est un élément primordial de la qualité des soins en permettant leur continuité dans le cadre d'une prise en charge pluriprofessionnelle et pluridisciplinaire.

L'HAS, en mai 2000, a élaboré, dans le cadre des références dentaires, un document sur le dossier patient en odontologie [1], complété par un référentiel en évaluation des pratiques professionnelles en janvier 2006, mis à jour en février 2007 [2].

En outre, il est important de rappeler qu'il existe des obligations pour le chirurgien-dentiste de conservation de documents en matière de traçabilité des dispositifs médicaux⁴ et en ce qui concerne le devis⁵.

Réponse à une demande de communication des données relatives à la santé du patient et secret médical

La communication d'informations médicales nominatives entre professionnels de santé n'est possible que pour assurer la continuité des soins ou déterminer la meilleure prise en charge sanitaire possible, et à la condition que le patient n'y soit pas opposé⁶.

Contrairement à une idée reçue, la notion de secret médical partagé en dehors d'une prise en charge thérapeutique n'existe pas. L'accord du patient à la transmission des données ou à l'échange de données sur son état de santé et la notion de prise en charge sont deux conditions cumulatives et l'absence de l'une d'elles constitue une violation du secret professionnel.

• **Communication des informations au patient ou au représentant légal en orthodontie** : il n'existe pas de secret médical opposable au patient ou à son représentant légal. Le patient ou son représentant légal ont le libre accès au contenu du dossier et accèdent à tout ce qui figure dans le dossier médical (sauf les notes « personnelles », informelles du praticien, celles qui alimentent sa réflexion). La

4 Article R. 5212-41 du CSP

5 Articles R. 4127-40 du CSP et L.162-1-9 du Code de la Sécurité sociale.

6 Article L. 1110-4 alinéa 3 du CSP.

demande n'a pas à être motivée. L'accès peut se faire par simple consultation ou demande de copie du dossier⁷.

• **Communication des informations aux organismes sociaux** : en application du Code de la Sécurité sociale, les praticiens conseils de l'assurance maladie ont un droit d'accès aux informations nécessaires à l'exercice de leurs missions dans le respect du secret médical. Ce sont donc les informations relatives à la prestation prise en charge qui sont communiquées et non l'intégralité du dossier patient.

• **Communication des informations aux mutuelles ou assurances complémentaires** : aucun texte ne régit les rapports entre le praticien et l'organisme complémentaire. Le praticien ne doit en aucun cas communiquer directement des informations aux praticiens de ces organismes. Pour autant, le Code de déontologie impose de mettre en mesure son patient d'obtenir les avantages auxquels il peut prétendre. La solution revient à établir un devis conventionnel ou une note d'honoraires classique sur le papier à en-tête du cabinet et de le communiquer directement au patient. Le patient étant seul lié par un contrat de droit privé à l'organisme, il lui appartient de communiquer sous sa seule responsabilité les informations relatives à sa santé.

Dossier patient : un outil de preuve en cas de litige

Ces éléments constituent la mémoire de la prise en charge thérapeutique. Comment prouver avoir bien informé ? Comment contester l'existence d'une faute technique plusieurs mois après les faits en l'absence d'une trace des actions et de leur historique [3] ?

Le dossier constitué pour la prise en charge du patient est le seul élément de traçabilité des actions de soins, des actions de communication (correspondances adressées au patient ou à des professionnels de santé), des examens complémentaires demandés et réalisés, des prescriptions, des honoraires versés. Un dossier médical complet, étayé, permettra d'apporter à l'expert judiciaire qui interviendra, les faits nécessaires pour éclairer le juge dans sa recherche d'éléments permettant de fonder ou rejeter la responsabilité du chirurgien-dentiste.



Remarque

Le dossier médical doit être constitué en premier lieu comme un outil d'amélioration de la qualité du travail du chirurgien-dentiste pour une meilleure gestion de la santé de son patient, avant d'être un moyen de défense juridique.

⁷ Article R. 1111-2 du CSP.

Durée de conservation des documents du dossier patient

Cadre juridique

Il n'existe aucun texte précisant la durée de conservation des éléments du dossier médical par le praticien libéral, hormis pour les dispositifs médicaux dont la durée de conservation est de 10 ans et de 40 ans pour les dispositifs incorporant une substance susceptible d'être considérée comme un dérivé du sang.

En pratique

En l'absence de texte imposant au chirurgien-dentiste libéral de conserver tous les documents médicaux, quelle peut être la durée d'archivage des éléments du dossier patient ? La réponse à cette question pourrait être donnée par le délai prévu pour le droit d'accès à ses informations par le patient. Mais si la loi prévoit l'accès au contenu du dossier, elle ne le limite pas dans le temps⁸.

Abordons alors la problématique selon l'hypothèse d'une action en responsabilité. Deux périodes sont à considérer :

- **pour les actes antérieurs à la promulgation de la loi du 4 mars 2002**, il a été d'usage de conseiller un archivage de 30 ans, durée alignée sur le délai de prescription en matière civile ;
- **pour les actes postérieurs à la promulgation de la loi du 4 mars 2002**, la prescription est ramenée à 10 ans mais à compter de la date de consolidation du dommage, et non à compter de la date de réalisation de l'acte⁹. Ce point de départ de la prescription, la date de consolidation et non pas la première constatation du dommage, est de nature à permettre la mise en œuvre de l'action en responsabilité au-delà de 10 ans.

Mais aucune durée de conservation ne peut être donnée de manière formelle. À titre indicatif, les textes imposent aux établissements une durée de conservation de 20 ans, période allongée pour les mineurs¹⁰.

Modalités de conservation des documents du dossier patient

Cadre juridique

Les dossiers doivent être conservés dans des conditions permettant d'assurer leur confidentialité et leur pérennité et ce, qu'il s'agisse de dossiers papier ou informatiques.

⁸ Article L.1111-7 du CSP.

⁹ Article L.1142-28 du CSP.

¹⁰ Article R.1112-7 du CSP.

En pratique

Le dossier physique en orthodontie est complété par les moulages et les radiographies. Il peut devenir, à terme, un problème majeur pour le stockage des données. Si la solution peut résider dans le fait de rendre le dossier au patient en fin de traitement, après signature d'un document daté listant l'intégralité des pièces communiquées, il convient de s'interroger sur la possibilité de garder une trace du dossier (copie des documents, photographie des moulages, copie des radiographies) pour permettre de répondre à une action de mise en jeu de responsabilité des années après la fin de traitement.

La question de la politique d'archivage et de la force probante des documents numériques se pose alors.

Dans un arrêt du 4 décembre 2008, la Cour de cassation apporte quelques précisions : «Lorsqu'une partie n'a pas conservé l'original d'un document, la preuve de son existence peut être rapportée par la présentation d'une **copie** qui doit en être la reproduction non seulement **fidèle mais durable** (articles 1334 et 1348 du Code civil). L'écrit sous forme électronique ne vaut preuve qu'à condition que son auteur **puisse être dûment identifié** et qu'il soit établi et conservé dans des conditions **de nature à en garantir l'intégrité et porte la date de création du document.**»¹¹

En conclusion, quelles que soient les modalités de stockage des dossiers, en orthodontie, il est primordial que :

- les moulages soient datés, identifiés, et que l'occlusion puisse être objectivée sans source d'erreur;
- les documents restent lisibles très longtemps (radiographies, correspondances...);
- les copies horodatées soient stockées de telle façon que les dates ne puissent être modifiées *a posteriori*.



Remarque

En cas de stockage optique, les documents n'auront de valeur en tant que copie que si la preuve est rapportée qu'ils ne pouvaient en aucun cas être modifiés par quiconque y aurait intérêt.

Actes des soins et accidents thérapeutiques

Cadre juridique

L'article L. 1110-5 du Code de la santé publique, issu de la loi du 4 mars 2002, précise que « toute personne a, compte tenu de son état et de l'urgence des interventions que celui-ci

requiert, le droit de recevoir les soins les plus appropriés et de bénéficier des thérapeutiques dont l'efficacité est reconnue et qui garantissent la meilleure sécurité sanitaire au regard des connaissances médicales avérées » et que « les actes de prévention, d'investigation ou de soins, ne doivent pas en l'état des connaissances médicales, lui faire courir des risques disproportionnés par rapport au bénéfice escompté ».

L'article L. 1142-1 du Code de la santé publique pose le principe de la responsabilité pour faute.

En pratique

Quelle différence entre faute et aléa thérapeutique ?

Les professionnels de santé sont, en principe, seulement tenus d'une obligation de moyens, en raison de la part de risque liée aux actes de prévention, de diagnostic ou de soins dont la réussite ne peut être assurée. L'acte médical a toujours comporté des risques pour le patient. La faute se différencie de l'aléa dans le fait que, dans l'hypothèse de risques identifiés, l'ensemble des moyens connus a été mis en œuvre pour éviter que le risque ne se réalise. L'accident thérapeutique ou aléa, est la réalisation, en dehors de toute faute, d'un risque accidentel inhérent à l'acte médical et qui ne pouvait être maîtrisé.

Quelle différence entre obligation de moyens et obligation de résultat ?

Le praticien est tenu à une « obligation de moyens » : il doit tout mettre en œuvre avec prudence et diligence pour parvenir au résultat, mais ne le garantit pas. Pour engager la responsabilité du professionnel de santé, le patient doit prouver l'existence d'une faute, à savoir des soins non conformes aux données avérées de la science et non conformes à la thérapeutique qu'aurait mis en place tout praticien diligent et consciencieux dans les mêmes circonstances.

Dans le cadre de l'obligation de résultat, le praticien s'engage sur un résultat (cas de la chirurgie esthétique, produits fournis ou utilisés par les professionnels de santé). Pour engager la responsabilité du praticien, le patient n'aura qu'à faire constater que le résultat n'a pas été obtenu.

Quel est le rôle de l'expert dans la détermination de la faute ?

L'expertise se trouve au cœur de toute décision juridique. L'expertise juridictionnelle est qualifiée de mesure d'instruction au service du juge.

L'expert dispose de compétences techniques pour définir et appliquer les règles techniques, l'appréciation de la

¹¹ Cass Civ. 2, pourvoi n° 07-17622 du 4 décembre 2008.

conformité des soins étant opérée par référence aux règles consacrées par la pratique médicale et aux données de la science à la date des faits.

L'expert, dans son examen clinique et dans sa démarche d'analyse des faits, doit répondre à une exigence de neutralité scientifique. Outre le fait qu'il prend en compte les conditions de réalisation de l'acte et la coopération ou non du patient, son analyse porte sur la prise en charge thérapeutique. L'expert, devant se prononcer en dehors de toute querelle d'opinion, cherche pour étayer son raisonnement et ses conclusions, des références qui constitueront une base de recherche normative, les données avérées de la science.

Qu'entend-on par données avérées de la science ?

Les actes des professionnels doivent répondre à deux objectifs, la qualité des soins et la sécurité sanitaire. Dans ces objectifs, il a été mis à disposition des soignants des outils de normalisation des pratiques qui constituent, pour un temps, la référence cadre de la normalité scientifique.

Les règles de l'art caractérisent le comportement approprié, accessible à l'ensemble du corps professionnel, et correspondant à l'état de la technique au moment de la réalisation de l'acte. Les recommandations de bonnes pratiques ont été définies par B. Kouchner en 2002, comme étant « des propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à la recherche des soins les plus appropriés dans les circonstances cliniques données. (...) Il s'agit d'aider le médecin à s'y retrouver dans le dédale des informations scientifiques pour lui permettre de soigner de façon efficace et qualitativement et économiquement satisfaisante » [5].

Une recherche sur Internet avec pour mots clés « recommandations de bonne pratique » permet d'accéder à une banque de données issues de sources différentes (HAS¹², Afssaps¹³, CNOCD¹⁴, SFAR, CLIN...) avec des informations multiples. Pour exemple, à la date de rédaction de ce chapitre, il n'existe pas moins de 178 publications qui apparaissent sur le site de l'HAS en utilisant le simple terme « odontologie » dans la zone recherche. Ces outils (recommandations de bonne pratique, guide méthodologique, avis sur les actes...) concernent tous les aspects de la pratique clinique et constituent un des éléments de référence pour identifier les données avérées de la science¹⁵.

12 www.has-sante.fr

13 www.afssaps.fr

14 Ordre national des chirurgiens-dentistes en ligne www.ordre-chirurgiens-dentistes.fr : rubrique sécuriser votre exercice.

15 CE, 12 janvier 2005, n° 256001.

Les données de la science s'entendent comme étant les données acquises au cours d'un cursus initial, consistant au pré-requis validé par l'obtention d'un diplôme, mais aussi, par les connaissances actualisées au cours de l'exercice par la formation continue.



Remarque

Les données acquises de la science ne constituent pas ce que l'expert pense mais ce que la communauté scientifique reconnaît comme telle [4].

Dans quel cas l'erreur de diagnostic est considérée comme une faute ?

Il y a faute et non erreur, lorsque les moyens mis en œuvre par le praticien s'avèrent être insuffisants ou inexistant, au regard de l'ensemble des moyens qu'aurait mis en œuvre tout praticien placé dans les mêmes circonstances, l'analyse se faisant sur la base des référentiels scientifiques validés.

- **Erreur non fautive** : par exemple traitement orthodontique inefficace du fait d'une synostose d'une molaire maxillaire qui ne pouvait être diagnostiquée par les moyens classiques de diagnostic, et que rien ne laissait présager de l'utilité d'examens complémentaires plus poussés.
- **Erreur fautive** : lorsque les moyens et les diligences nécessaires à l'établissement du diagnostic n'ont pas été mis en œuvre ; par exemple extraction d'une 48 lors de douleurs sans faire de radiographie préalable : la 48 est saine et la 47 présente une carie sous amalgame.

Le fait de céder aux exigences du patient constitue-t-il une faute ?

- Le praticien ne doit jamais céder aux exigences du malade si la demande est considérée comme non conforme aux données actuelles de la science¹⁶.
- De même, les faibles possibilités financières n'excusent pas une mauvaise option thérapeutique.

Les cas des résorptions radiculaires constituent-ils une faute ou une erreur non fautive ?

Les résorptions radiculaires sont un risque inhérent au traitement orthodontique et le patient doit en être informé. L'information sur les risques inhérents à l'acte ne dispense pas le praticien de son obligation de diligence quant à la surveillance radiologique au cours du traitement.

16 CAA de Lyon, 15 mai 2007.

C'est le sens de deux décisions, l'une du TGI de Sarreguemines¹⁷ et la deuxième du TGI de Créteil¹⁸. Les deux juridictions ont confirmé que « les résorptions radiculaires sont imprévisibles et ne peuvent être imputées au praticien » mais « l'absence de diagnostic de lésions débutantes constitue une imprudence ». En l'espèce, il n'y avait pas eu de contrôle radiographique et le défaut de radiographie a fait perdre une chance au patient de modérer les résorptions, tout en traitant les malpositions dentaires.

Dans les cas d'extractions dentaires, qui est responsable en cas de complication ?

Le principe général est que chaque professionnel ne répond que de ses propres fautes. Toutefois, dans le cas où un praticien adresse à un confrère un patient pour la réalisation d'un acte, il doit s'assurer de la compétence de ce dernier. Ne pas s'assurer de la compétence du praticien à pratiquer l'intervention constitue une faute d'imprudence pour laquelle la responsabilité de l'orthodontiste peut être engagée¹⁹.

Enfin, en cas d'extractions réalisées à la demande de l'orthodontiste, s'il s'avère que les extractions dentaires demandées et réalisées n'étaient pas justifiées, c'est le praticien qui a pratiqué l'intervention qui engage sa responsabilité. En vertu de son indépendance professionnelle, le chirurgien-dentiste doit refuser de pratiquer un acte s'il estime que celui-ci n'est pas nécessaire ou le plus approprié au cas clinique²⁰.

Honoraires

Cadre juridique

L'article 1111-3 du Code de la santé publique précise que « les professionnels de santé d'exercice libéral doivent avant exécution d'un acte, informer le patient de son coût et des conditions de son remboursement par les régimes obligatoires d'assurance maladie ».

Le Code de déontologie²¹, la Convention nationale des chirurgiens-dentistes²², le Code de la santé publique²³, le

Code de la Sécurité sociale²⁴ précisent la nécessité d'un devis préalable avant l'élaboration de tout traitement.

L'assurance maladie conditionne la prise en charge du traitement d'orthodontie à l'obtention d'un accord préalable de la caisse d'assurance maladie, et qu'il soit débuté avant le 16^e anniversaire. À titre exceptionnel, les enfants de plus de 16 ans peuvent bénéficier d'une prise en charge par l'assurance maladie pour un semestre de traitement, préalablement à une intervention chirurgicale portant sur les maxillaires. Ce semestre n'est pas renouvelable.

La délivrance de la feuille de soins équivaut à une quittance d'honoraires par application des dispositions de l'article 1282 du Code civil²⁵. Elle atteste de la réalisation de l'acte et de son paiement.

En pratique

La délivrance d'une feuille de soins avant échéance du semestre ou de l'année de contention est-elle possible ?

Non, la feuille de soins atteste de la réalisation de l'acte. En conséquence, elle ne peut donc être délivrée qu'à échéance des 6 mois de traitement pour un semestre, ou de 1 an pour les périodes de contention. La seule exception est le 1^{er} semestre qui peut être scindé en deux.

Le patient ne peut prétendre au remboursement des actes qu'à échéance des périodes de 6 mois ou 1 an selon l'acte réalisé et ce, même s'il a déjà versé des honoraires au praticien.

On perçoit ici l'importance de l'information du patient et de son consentement pour éviter tout litige. Les modalités de paiement doivent être clairement précisées dans la convention de soins signée avec le représentant légal du patient.

Que faire en cas d'abandon de soins ?

Il faut distinguer deux notions dans la rédaction de la feuille de soins :

- seule la durée de période effective réalisée doit être cotée et non la totalité du semestre ou de l'année de contention ;
- pour les honoraires dus, ils doivent être perçus conformément au devis et au contrat de soins acceptés par le représentant légal. Certains contrats précisent que tout semestre

17 TGI de Sarreguemines, 10 juin 2006.

18 TGI de Créteil, 22 juillet 2009.

19 Cass, Civ.1^{er}, 27 mai 1970, Dalloz 1970, som.186 ; Cour d'appel de Paris, 24 octobre 1983, Dalloz 1984.149, note J. Penneau.

20 Article L. 1110-5 du CSP.

21 Article 33 correspondant à l'article R. 4127-240 du CSP.

22 Article 4.2.1 et annexe III de la convention nationale des chirurgiens-dentistes.

23 Article L. 6322-2 du CSP.

24 Article L. 162-19 du Code de la Sécurité sociale.

25 Cass. Civ.1^{ère}, 20 décembre 2000.

entamé est dû. En principe, rien n'interdit au praticien de demander la totalité des honoraires, mais en cas de litige, il appartiendra au praticien de prouver que le signataire avait pris la mesure de son engagement, et que son consentement est valide.

Que faire en cas de litige ?

Qu'il y ait réclamation ou non, en cas de dommage, il est important d'informer immédiatement le patient du problème rencontré, d'assurer un suivi thérapeutique et d'en réduire autant que possible les conséquences en l'adressant à un confrère compétent pour une prise en charge complémentaire.

En cas de réclamation orale ou écrite, ne jamais laisser un courrier ou une doléance sans réponse. La négligence dans le suivi des réclamations est toujours source de complications. Le patient se sentant abandonné face à un accident médical, sera susceptible de porter plainte devant le conseil départemental de l'Ordre, d'informer les organismes sociaux pour contester les actes dispensés, voire de porter sa réclamation en justice.

En cas de doute sur la conduite à tenir, dans le cas d'une réclamation, orale ou écrite, il convient de se rapprocher dans les meilleurs délais du juriste de son assurance en responsabilité professionnelle (RCP) afin de prendre conseil.

En cas de plainte devant le conseil de l'Ordre, ou en cas de réclamation en justice, il est important d'informer dans les meilleurs délais l'assurance en responsabilité professionnelle (RCP), par téléphone et par fax en respectant les délais prévus au contrat pour éviter toute exclusion de garantie pour déclaration tardive (attention les délais peuvent être courts), et de constituer un dossier (chronologie, radiographie, ensemble des courriers, traçabilité des procédures...).

En conclusion

Dans sa pratique, l'orthodontiste, outre la gestion du patient mineur, doit rester à l'écoute du ou des représentants légaux, prendre le temps d'informer régulièrement sur l'évolution du traitement et, en cas de défaut ou de retard dans les résultats attendus, ne pas hésiter à évoquer le défaut de coopération, le manque d'hygiène...

En effet, dans le cadre de la relation de soins, si le patient a des droits, il a aussi des obligations : obligation de payer les honoraires dus, obligation de collaborer au traitement, obligations de fournir les renseignements nécessaires à sa prise en charge.

Un regard trop rapide pourrait laisser croire, que, quoi qu'il arrive, le système est inexorablement en faveur du patient en cas de litige. Loin de cela, les bases d'une relation équilibrée existent et les règles sont parfaitement définies, c'est le rôle du droit. La construction de relation patient-praticien appartient à l'orthodontiste, comme à tout praticien. Et, quand se pose la question de savoir comment faire face à ces contraintes pour envisager un exercice serein, la réponse ne consiste-t-elle pas, simplement, à s'interroger sur ce que nous attendons des acteurs du système de soins quand nous redevenons patient ou que l'acte thérapeutique s'adresse à un de nos proches ?

Références

- [1] HAS. *Le dossier du patient en odontologie*. Mai 2000.
- [2] HAS. *Le dossier du patient en odontologie..* Disponible à l'adresse Internet suivante : www.has-sante.fr/portail/jcms/c_462403/dossier-du-patient-en-odontologie; 2006, 2007.
- [3] Jacotot D. Quelle conservation des documents médicaux ? *La Lettre de l'Ordre national des chirurgiens-dentistes* janvier 2009; (74) .
- [4] Jacotot D. La responsabilité pour faute, entre jugement médical et vérité judiciaire. *La Lettre du CNO* décembre 2008; (73).
- [5] Kouchner B. *Les recommandations de bonne pratique, un outil de dialogue, de responsabilité et de diffusion de l'information..* Disponible à l'adresse Internet suivante : www.santegouv.fr; 2002.

Index

A

- Activateur, 94, 106
 - rigide, 104
 - de classe II, 100, 107
 - d'Andresen, 100, 107
 - de classe III, 107
 - d'Andresen, 107
 - élastique ou composite, 106
 - et force extra-orale, 104
 - propulseur à butée, 106
 - souple, 108
- Âge
 - dentaire, 12, 31, 55
 - du patient, 59
 - osseux, 54, 55
- Agénésies, 12, 38, 42
- Alignement dentaire, 61, 82, 160
- Allergies, 83
- Alliage
 - propriétés mécaniques, 130
- Amygdales palatines, 17, 24, 43, 88
- Analyse céphalométrique, 25, 62, 208, 211
- Anamnèse, 4, 97
- Ancrage
 - crânien, 138
 - direct, 151
 - gestion de l', 67
 - indirect, 151
 - mini-vis d', 111
 - préparation d', 142, 148, 161, 162
 - renforts d', 147
 - temporaire, 109, 147
 - minivis d', 147
- Angle(s), 29
 - interincisif, 29
 - fonctionnels masticateurs de Planas, 18
- Ankyloglossie, 88
- Ankylose, 116, 156
- Anomalie
 - alvéolaire, 60, 89, 90, 91, 93
 - cinétique, 4, 19, 60
 - craniofaciale, 39, 42
 - d'arcade, 94

- de l'émail, 12
 - de nombre, 12, 31
 - de posture, 43, 89
 - de tonus musculaire, 89
 - dentaire, 45, 58
 - fonctionnelle, 60, 88
 - morphologique, 24
- Arcade dentaire, 13, 62, 152, 234
- analyse d', 62
 - dérive centripète, 234
 - développement de l', 13
 - encombrement, 62, 152
 - gain d'espace sur l', 62
 - vieillissement, 234
- Asymétrie, 4, 9, 30, 32, 43, 218
- Attache
- autoligaturante, 126, 192
 - à clip actif, 189
 - à clip passif, 189, 193
 - non informée, 125, 169
 - pré-informée, 125, 173, 174, 178
- Atteinte carieuse, 94
- Axiographie, 71

B

- Béance antérieure, 10, 60, 90
- Bielles, 106, 146
 - de Herbst, 106
- Bruxisme, 19, 45

C

- Centre
- de résistance, 120, 163
 - de rotation, 120
- Chirurgie
- bimaxillaire, J, 220
 - d'avancement mandibulaire, 224
 - de contours, 210, 220
 - génioplastie, 210, 221
 - de l'environnement musculaire, 221
- Cinématique mandibulaire, 71
- Classe
- II, 6, 40, 100, 142, 148
 - III, 6, 40, 107, 144, 148

- occlusale d'Angle, 9
- squelettique, 38, 43, 147, 172
- Collage, 126
 - direct, 129
 - indirect, 129
 - systèmes de, 127
- Compensations alvéolaires, 11, 62, 211, 214, 228
- Comportement orofacial fonctionnel, 87, 88
- Consentement, 249, 252, 253
 - avant une intervention, 250
- Contention, 94, 208, 227
 - active, 235
 - dispositif, 234–236
 - – amovible bimaxillaire, 237
 - – amovible unimaxillaire, 235, 236
 - – fixe unimaxillaire, 237
 - durée de la, 233, 240
 - individualisation, 238
 - naturelle, 235
 - passive, 235
 - postchirurgicale, 214
- Coronoplastie, 239
- Courbe de Spee, 160, 167, 210, 215, 216, 228
- Croissance
 - condylienne, 48, 54
 - craniofaciale, 4, 38, 45, 60
 - des maxillaires, 39
 - direction de, 56, 58, 59, 100
 - estimation de, 56
 - faciale, 4, 56
 - mandibulaire, 39, 56, 60, 61, 66, 89, 92, 101, 108, 211
 - maxillaire, 101, 108
 - mécanismes de, 45
 - potentiel de, 56, 58
 - pubertaire, 54
 - quantité de, 54, 58, 100
 - résiduelle, 4, 45, 54, 55, 59, 61, 234
 - staturale, 54
 - suturale, 54
 - transversale, 94
- D**
- Décalage
 - occlusal, 66
 - sagittal maxillomandibulaire, 89
 - squelettique, 60, 208
- Déglutition, 17, 88, 91
 - dysfonctionnelle, 44
 - mature, 93
 - troubles de, 89
- Dent
 - de sagesse, 239
 - incluse, 12, 31, 148
 - permanente, 94, 96
 - temporaire, 94, 96, 97
 - – ankylosée, 96
 - – persistance, 96
 - – perte prématurée, 94
 - – usure, 97
 - traumatisée, 83
- Dentition
 - permanente, 97
 - phénomènes de, 87, 88, 94
- Denture
 - mixte, 60, 76
 - permanente, 60
 - temporaire, 59, 89
- Déplacement dentaire, 116, 117, 122, 123, 125, 130, 152, 158
 - situations d'équilibre, 122
- Desmodonte, 116–118
- Développement
 - craniofacial, 16
 - psychologique, 19
 - transversal, 4, 89
 - vertical, 5
- Disjonction, 61, 209, 216
 - chirurgicale, 221
 - maxillaire, 216
- Dissymétrie, 38
- Distraction, 208
 - mandibulaire, 229
- Divergence faciale, 38
- Dosimétrie, 32
- Dossier médical, 249, 253, 254
- Douleur, prise en charge de la, 22
- Dysfonction, 89
 - labiale, 60
 - orofaciale, 89
- Dysfonctionnement de l'appareil manducateur, 67
 - d'origine articulaire, 72, 74
 - d'origine musculaire, 72, 74
- Dysharmonie
 - dentodentaire, 40, 159
 - dentomaxillaire, 40, 107, 109, 211
- Dysmorphose, 4, 24, 32, 38, 39, 45, 56, 58, 60, 90, 93, 220
 - complexe, 211
 - héritabilité de la, 39
- Dystopie dentaire, 12, 94, 96
- E**
- Échec thérapeutique, 208
- Éducation neuromusculaire
 - active, 89
 - passive, 92
- Émail, 126, 127
- Endoalvélie maxillaire, 30, 60, 216
- Endognathie maxillaire, 30, 60, 216, 218
- Enregistrement vidéographique, 35

Entretien orthodontique, 21
 Enveloppe linguale nocturne, 93, 236
 Esthétique, 59, 64, 65, 168
 – du profil, 64, 168
 – faciale, 59, 156, 208, 220
 État carieux, 8, 12, 38
 Évaluation des risques, 38
 Expansion, 61, 66, 103
 – antérieure, 66
 – maxillaire, 61, 103
 – postérieure, 66
 – transversale, 66
 Extraction, 65, 76, 97, 100
 – asymétrique, 154
 – conséquences, 156
 – des dents de sagesse, 155
 – des molaires, 154
 – des prémolaires, 65, 152, 159
 – et volume des voies aériennes supérieures, 160
 – indications d'une, 152
 – modification
 – – de la dimension verticale, 160
 – – de la position condylienne, 160
 – – interarcade, 159
 – – intra-arcade, 159
 – pilotée, 76
 – symétrique, 153

F

Fibrotomie, 239
 Fil orthodontique, 130, 132
 – à base de titane, 135
 – choix du, 134
 – dimensions du, 133
 – élasticité du, 133
 – en acier, 135
 – en alliage chrome–cobalt, 135
 – esthétique, 137
 – propriétés, 134
 Force extra-orale, 103, 105, 109, 137, 138
 – sur gouttière, 109
 Force(s), 132, 133, 141
 – application d'une, 117, 118
 – couple de, 120
 – de friction, 134
 – extra-orale, 137, 140, 161
 – – sur J Hooks, 141
 – – sur molaires, 138
 – idéale, 118
 – intermaxillaire, 142
 – niveau de, 118
 – notion de, 116
 – orthodontique, 119
 – orthopédique, 119

Frein lingual, 88
 Freinectomie, 88
 Friction, 125, 135, 189

G

Gouttière, 35, 107, 108
 – amovible unimaxillaire, 236
 – d'éducation fonctionnelle, 92
 – postchirurgicale, 220
 – thermoformée, 129, 199

H

Hauteurs faciales, 7, 28
 Héritabilité, 39, 40
 Hygiène buccodentaire, 8, 12, 21
 Hyperdivergence, 102, 214, 218
 Hypodivergence, 103, 216

I

Imagerie sectionnelle, 31
 Ingression, 121, 139
 Inocclusion labiale, 5, 43
 Insuffisance, 38, 43
 – fonctionnelle de l'étage nasal, 43
 – transversale maxillaire, 38
 – ventilatoire, 43

L

Langue, 15, 43, 91, 93
 – cage à, 94
 – mobilité de la, 88
 – posture, 42
 – – basse, 38
 – posture de la, 44
 Latérodéviations mandibulaires, 4
 Lèvres, 15
 linguale, 17

M

Macroglossie, 16
 Mainteneur d'espace, 94
 Maladie parodontale, 76
 Malocclusion, 44, 58, 64, 91, 100
 – récurrence, 234
 Malposition dentaire
 – récurrence, 234
 Masque de Delaire, 94, 109
 Mastication, 18, 89
 – dysfonctionnelle, 43, 97
 Matrice fonctionnelle, 87, 88
 Mémoire de forme, 134
 Miniplaque, 147, 151
 Minivis, 147
 Montage sur articulateur, 35, 70
 Morphologie
 – condylienne, 22
 – radulaire, 22

Moulage

- en plâtre, 35
 - numérisé, 35
- Muscles masticateurs, 15, 69
- Musculature, 91, 106
- masticatrice, 89
 - orofaciale, 89, 227
- Myothérapie, 89, 91

N

- Niveau de preuve, 244, 245
- Nivellement, 142, 160

O

Obligation

- de moyens, 255
- de résultat, 255
- d'information, 251, 252

Occlusion

- inversée, 10
- labiale, 5, 43, 44
- plan d', 29, 147

Orthèse, 82

Orthopantomogramme, 22

Os alvéolaire, 117

Ossification, 38, 55

Ostéotomie, 217, 221

- des maxillaires, 220
- mandibulaire, 220

P

Pacte entre soignant et soigné, 21

Parafonctions, 44, 91

Pathologie posturale, 14

Phonation, 18, 88, 91, 94

Photographie, 35

- endobuccale, 35
- exobuccale, 35

Plaque, 235

- amovible unimaxillaire, 235

Polysomnographie, 81, 226

Positionnement incisif, 7, 62

Posture

- anomalie de, 13, 43
- céphalique, 4, 17, 24, 43
- craniocervicale, 13
- générale, 4
- labiale, 91
- linguale, 16, 18, 91, 108
- – basse, 17, 88
- – haute, 93

Procès alvéolaires, 9, 11, 38

- inclinaison, 11

Profil

- concavité du, 6
- convexité du, 6
- correction du, 156
- observation de, 7
- rachidien, 13
- sous-nasal, 6
- sous-nasomentonnier, 6

R

Récession gingivale, 12, 76

Recul canin, 163

Réduction amélaire proximale, 65

Relation

- de soins, 250, 251
- dentolabiale, 7
- occlusale
- – sagittale, 9
- – transversale, 10
- – verticale, 10

Remodelage, 118

- de l'os alvéolaire, 117

- ligamentaire, 116

Repositionnement incisif, 6, 8, 64, 156

Résorption, 22, 40, 59, 117

- directe, 117
- indirecte, 117
- radulaire, 22, 40, 59, 83

Ressort comprimé intermaxillaire, 146

Rétraction incisive, 66, 121, 142, 164

S

Schéma corporel, 21

Scoliose, 13

Secret médical, 253

Set-up céphalométrique, 218, 220

Sourire, 7, 21, 157, 211

- de profil
- esthétique du, 59, 94, 157, 168
- examen de face et de profil, 7
- gingival, 8
- harmonieux, 7
- profondeur du, 8

Soutien psychologique, 208, 211, 214, 227

Succion, 15, 19, 60, 68

- habitudes de, 44, 89, 91

Superélasticité, 133

Supraclusion incisive, 10, 60

Surcorrection, 239

Symétrie, 4, 9, 30, 35

Syndrome d'apnée–hypopnée obstructive, 17, 79

- de l'enfant, 79

Syndrome de Brodie, 10

T

Technique

- à attaches autoligaturantes
 - – bracket autoligaturant, 188
 - – système Damon, 192
 - bioprogressive, 196
 - de Tweed-Merrifield, 141, 142, 162, 169
 - Edgewise, 161
 - Invisalign®, 199
 - linguale, 198
 - pré-informée, 173
 - – système Swing, 178
 - – Tip Edge®, 185
- Téléradiographie, 22
- Tomodensitométrie, 211, 212

Traction intermaxillaire, 142, 147, 214, 227, 228

- caractéristiques, 143
- croisée, 145
- oblique, 143
- verticale, 145

Traitement orthopédique, 94, 100

V

Végétations adénoïdes, 24, 31, 88

Ventilation

- buccale, 4, 5, 15–17, 24, 43, 81, 83, 88
- mixte, 43
- nasale, 16, 17, 60, 81, 88, 89, 91, 92

Visage, 21

- symétrie du, 4