

La prothèse à la mandibule

Mesures in vivo de la déformation mandibulaire et conséquences sur les suprastructures ancrées sur implants

Ernst-Jürgen Richter

Policlinique de prothèse dentaire de l'Université Julius-Maximilians de Würzburg

Mots clés:

Prothèse implantaire, Biomécanique, Déformation, Planification prothétique

(Traduction française J.-F. Ducaud)

Les prothèses fixées rigides peuvent entraver la déformation naturelle de la mandibule et, en fin de compte, conduire à la défaillance de la restauration. Il est certes bien connu que la mandibule se déforme, cependant le schéma exact de son mode de déformation reste inconnu. Le but de cette recherche a donc consisté à soumettre neuf patients porteurs d'implants molaires à une expérimentation dans le but de découvrir les changements réciproques de relation entre ces implants au niveau du plan d'occlusion. Il s'est avéré que des déformations mandibulaires se produisaient selon un schéma d'ensemble commun, tant lors des tests de serrage en occlusion que pendant l'ouverture buccale maximale. Lors du serrage, on a pu mesurer un éloignement des implants jusqu'à 350 µm, et lors de l'ouverture maximale, un rapprochement de presque 90 µm. Ces déformations ne devaient en aucun cas être entravées par une reconstruction mandibulaire, laquelle devrait par principe se composer au minimum de trois parties distinctes, surtout lorsqu'elle doit venir s'ancrer sur les piliers ankylotiques que constituent des implants.

(Bibliographie et illustrations voir texte allemand, page 117)

Introduction

L'idée que les muscles ptérygoïdiens latéraux puissent, en raison de leur obliquité, exercer une action compressive sur la mandibule, revient à GRUNEWALD en 1921. Aujourd'hui il n'est plus contesté que la mandibule subisse une déformation élastique, aussi bien dans les mouvements à vide que lors de la mastication. De nombreux auteurs ont pu montrer que les branches horizontales de l'arc mandibulaire se rapprochent ou s'éloignent l'une de l'autre pendant la rétrusion, la protrusion et l'ouverture buccale (JUNG 1960, McDOWELL & REGLI 1961, BURCH & BORCHERS 1970, GOODKING & HERINGLAKE 1972, DE MARCO & PAINE 1974, GRANT 1986, FISHMAN 1990), mais les opinions divergent quant à l'ampleur de ces déformations. Pour l'ampleur du rétrécissement pendant les mouvements d'ouverture sont avancées des distances de 0,0 à 1,5 mm, et presque les mêmes pour celui lors de la protrusion (de 0,1 à 1,5 mm). Il convient de souligner

particulièrement que les différentes positions mandibulaires n'engendrent pas toujours respectivement une déformation concordante chez tous les sujets. Cela complique considérablement l'interprétation des résultats, les mesures indiquant des variations dimensionnelles différentes, et jette partiellement le doute sur les méthodes et les moyens de mesure employés actuellement.

Les publications concernant les déformations mandibulaires provoquées par des forces occlusales statiques sont principalement celles de MARX (1967) et de KOECK & SANDER (1978). Elles ont pour effet de produire du côté travaillant une courbure de la branche horizontale en direction caudale, et du côté de la mésiotrusion, une déformation réciproque en direction crânienne. En cas d'occlusion sur les dents antérieures se produit une déformation convexe bilatérale en direction crânienne de la branche horizontale de la mandibule (MARX 1967). Des déformations se produisent également transversalement dans la

branche horizontale, se traduisant par un rapprochement des molaires, et une «concavité» est décelable dans la région des canines et prémolaires mandibulaires (KOECK & SANDER 1978). Ces résultats se basent à vrai dire sur des recherches ne comportant qu'un échantillonnage de deux individus seulement. Jusqu'à ce jour, les connaissances sur le comportement de la mandibule humaine à la déformation sont plutôt lacunaires et contradictoires. Il est cependant bien établi que la déformation clinique de la mandibule revêt une signification clinique importante, puisqu'on constate continuellement la rupture du joint de ciment sous des bridges scellés définitivement de longue date et sur des piliers mandibulaires dans les secteurs latéraux. La question se pose en outre, dans le cadre de la planification de constructions implanto-portées de grande étendue, de savoir dans quelle mesure il est légitime de solidariser des suprastructures sur des implants rigidement ostéo-intégrés. Il est certes aujourd'hui généralement d'usage de fixer sur des implants, par scellement ou vissage, des éléments prothétiques solidarisés. Cette pratique semble biologiquement tolérable dans la mesure où la construction ne s'étend pas d'un secteur latéral à la région antérieure, ou même à fortiori au-delà, d'un secteur latéral à l'autre controlatéral. A vrai dire il n'est pas impossible que nombre de complications qui surviennent (dévissage, résorption osseuse péri-implantaire, fracture ou perte d'implants) ne soient à mettre sur le compte de la limitation des déformations naturelles imposée à la mandibule par la construction prothétique (HOBKIRK & SCHWAB 1991). On peut craindre que cette entrave à la déformation élastique de la mandibule ne puisse être une source possible de développement de forces dynamiques très élevées pouvant entraîner, à moyen ou long terme, les complications précédemment évoquées.

La présente recherche se fixe pour objectif de saisir la portée clinique des déformations in vivo de la mandibule, et en particulier de sa branche horizontale. L'auteur a mis à profit la fixité des implants ostéo-intégrés pour étudier les déplacements relatifs des implants entre eux, et par là même déterminer les déformations que subit la portion de mandibule située entre ces implants. Pour cette investigation, on fit appel à des patients ayant présenté préalablement un édentement mandibulaire postérieur bilatéral traité par pose d'ancrages implantaires dans les régions molaires et prothèses fixées à support mixte parodontimplantaire.

HOBKIRK & SCHWAB (1991) ont déjà recouru à l'idée d'appréhender les déformations de la mandibule par le biais d'implants. Chacun des implants, placés en distal des trous mentonniers, avait été muni d'un instrument de mesure, d'abord des déplacements, puis des forces. Bien que l'étude ait révélé une tendance à donner des résultats homogènes sur le collectif des cinq patients testés, le degré des déformations, ainsi que les forces de résistance qu'elles impliquaient de la part de l'os, se sont montrées hautement variables. La distance entre les implants placés au niveau des deuxième prémolaires droite et gauche diminua lors des mouvements mandibulaires, non seulement lors de la protrusion et de la latérotusion, mais également lors de l'ouverture buccale maximale. A vrai dire, les changements dimensionnels de la mandibule observés chez un des patients testés était de 3 à 10 fois supérieurs à ceux survenus chez les autres. Les forces développées entre les implants lors de la déformation élastique de la mandibule, de l'ordre de 3 à 15 N, furent observées en particulier chez les patients présentant des déformations mandibulaires particulièrement grandes. L'étude des positions mandibulaires fut effectuée sur des sujets édentés, de telle manière que la sollicitation statique des dents n'a pu être prise en compte.

KORIOH & HANNAM (1994) ont repris cette approche, mais sur un modèle simulé par ordinateur. Ils confirmèrent en substance les notions déjà connues sur les principales directions dans lesquelles la mandibule se déforme lorsqu'elle est soumise à une charge statique. L'utilisation de leur modèle leur a en outre permis de décrire les déformations mandibulaires avec une exactitude inconnue jusqu'alors. Ainsi purent-ils mettre en évidence que, lors d'une pression en intercuspidation maximale, les bords inférieurs des secteurs latéraux de la mandibule s'inclinent vers l'extérieur, alors qu'au contraire l'arcade dentaire au niveau du plan d'occlusion s'incline du côté oral. Cette torsion de la branche horizontale dans les secteurs latéraux entraîne, dans le plan sagittal, un recul considérable de la région antérieure. Cela conduit à ce que les parties postérieures de la branche horizontale s'éloignent l'une de l'autre, tandis que les antérieures se rapprochent en même temps que le pogonion se déplace ventralement, ce qui en fin de compte, constitue une tendance à rendre la mandibule plus pointue. D'après cette étude, les déformations mandibulaires apparaissent donc sous un jour infiniment plus complexe qu'on ne l'admettait habituellement.

Dans ce contexte, un des objectifs de la présente recherche clinique est donc de déterminer si la mandibule mise en charge se déforme plutôt selon un schéma homogène, comme dans l'étude de HOBKIRK & SCHWAB (1991), ou plutôt de façon complexe, conformément à celle de KORIOH & HANNAM (1994). Les résultats de cette recherche doivent en outre permettre de déboucher sur l'énoncé de recommandations pour la planification et le design des grandes reconstructions mandibulaires sur implants, qui sont particulièrement impliquées dans les déformations de la branche horizontale.

Matériel et méthode

Pour mesurer les déformations mandibulaires, neuf patients se sont mis à disposition. Ils étaient tous porteurs d'implants IMZ de 3,3 mm de diamètre posés depuis quatre ans au minimum à droite et à gauche dans la région des ex-molaires (fig. 1). Ces implants étaient reliés aux dents naturelles restantes les plus distales (premières ou secondes prémolaires) par des bridges amovo-inamovibles, c'est à dire démontables par le dentiste mais fixes pour le patient (fig. 2). On constata un bruxisme chez deux des six patientes et chez les trois patients (âgés de 44 à 63 ans). On installa l'appareil de mesure, en lieu et place du bridge amovo-inamovible, après dépose bilatérale des restaurations prothétiques à appui mixte (implantaire au niveau molaire et dentaire au niveau prémolaire), chez chaque patient à tester (fig. 3, 4). Cet appareil se composait de deux bras fabriqués par mécanique de précision et dont l'extrémité distale pouvait être vissée sur l'élément intramobile de l'implant IMZ. Les bras étaient ensuite ajustés de manière à ce qu'aucun contact ne se produise sur la denture restante et, pendant les mesures, les parties molles étaient maintenues à distance par des écarteurs photographiques. Les extrémités extra-orales des deux bras recevaient chacune une plaque triangulaire. L'une de ces plaques triangulaires comportait dans chaque angle un récepteur miniature de rayons infrarouges (type SFH 900 de la maison Siemens SA, Munich). L'autre plaque triangulaire, distante de 2,5 mm environ de la première, servait de réflecteur. Grâce à l'alignement exact de deux senseurs parallèlement au plan occlusal et à la position du troisième capteur orthogonal à la ligne droite ainsi définie, il devenait possible de suivre les déplacements dans l'espace des implants lors de la mise en jeu de la musculature périmandibulaire et donc, d'objectiver les déformations conséquentes du corps mandibulaire. La mesure de l'écartement ou

du rapprochement des implants, sans qu'il se produise de contact entre les plaques d'enregistrement, était par conséquent techniquement possible, dans les trois dimensions de l'espace, du fait qu'il existe une relation de proportionnalité directe entre la différence de potentiel émetteur-collecteur et la distance linéaire entre les senseurs émetteurs-récepteurs et la plaque réfléchissante, à condition que leur éloignement reste dans un ordre de grandeur de 2 à 3 mm. De cette manière n'était en fait appréhendé que le mouvement relatif des deux implants l'un par rapport à l'autre.

Grâce à un étalonnage préalable, les signaux de différences de potentiel étaient transformés en distances linéaires au niveau des plaques, lesquelles devaient être transposées à leur tour en déplacements linéaires au niveau des implants. C'est pourquoi, pour chaque patient testé, on procéda, dès la mise en place du dispositif de mesure, au relevé des données géométriques du moment, nécessaires au calcul trigonométrique. Le but de ces calculs était de déterminer les variations de la distance inter-implants transversale en rapport avec les plans masticatoires respectifs, dans certaines situations données.

Par un raisonnement théorique, on peut assimiler les différents types possibles de déformations mandibulaires à une combinaison de mouvements de rotation et de translation. Les déformations en translation pure ne jouèrent aucun rôle lors des contractions musculaires physiologiques, car les forces exercées par les muscles insérés sur la mandibule et les forces occlusales réactionnelles provoquèrent une flexion mandibulaire pure. Ainsi ne restait-il plus que la superposition des trois degrés de liberté en rotation des contraintes de flexion s'exerçant sur l'alignement relatif des deux implants. La raison était que les forces musculaires qui s'appliquent sur la mandibule et, le cas échéant, les forces réactives occlusales, soumettent celle-ci à des contraintes de flexion selon un axe. De ce fait les superpositions de flexions dans les trois plans de l'espace sont possibles. Le dispositif utilisé dans cette étude a permis de mesurer les déformations selon deux axes seulement – (para)sagittal et vertical – mais pas selon l'axe transversal. De telles déformations ne nous intéressaient cependant pas pour le problème posé et défini plus haut, et ne furent par conséquent pas prises en considération.

Le programme de recherche ayant pour objectif principal de nous donner des éclaircissements sur la torsion de la branche horizontale de la mandibule dans différentes circonstances physiologiques, le propos était de mesurer les distances et directions relatives des implants lors du serrage maximum en occlusion centrée et lors de l'ouverture buccale maximale, et de les comparer avec la forme mandibulaire initiale en position de repos.

Après avoir expliqué aux patients à tester la marche à suivre, on procéda d'abord à des tests permettant d'éprouver la stabilité du dispositif de mesure et la reproductibilité des résultats obtenus. On dut s'assurer en particulier que tous les capteurs retournaient bien à un signal nul quand la mandibule était retournée en position de repos après avoir occupé une position-test.

On a effectué, selon une séquence bien définie, une série de cinq mesures successives pour chaque position mandibulaire. Tout d'abord le patient était prié de placer sa mandibule en position d'occlusion habituelle et de «mordre le plus fort possible» sur sa denture restante, puis de se remettre en position de repos. Après cette série de mesure, le patient effectuait une ouverture buccale maximale cinq fois de suite, puis retournait de nouveau en position de repos. On enregistrait, pour chaque position mandibulaire à tester, les différences de potentiel des capteurs, lesquelles étaient converties en distances pour les trois déplacements. On calcula ensuite les trois moyennes (une par capteur)

des cinq mesures obtenues pour chaque position. À l'aide des données géométriques recueillies dans chaque position mandibulaire soumise à l'investigation (distance implants-capteurs, relation du plan d'occlusion aux senseurs, etc.) il était possible de calculer les changements de direction des implants entre eux. Les publications précédemment mentionnées de KORIOTH & HANNAM (1994) avaient conclu qu'en exerçant une pression sur la denture restante (sans la présence de restaurations prothétiques sous forme de ponts de liaison) se produit une concavité selon un axe transversal dans les branches horizontales de la mandibule, dont l'amplitude n'avait pas été évaluée, qui déplace les implants en direction crânienne. Cette déformation se combine avec une torsion de cette région qui est due à une déformation des branches horizontales par flexion selon un axe vertical. L'ampleur d'une telle déformation, et la signification qu'elle peut revêtir dans certains cas cliniques, ne nous sont pas connues et doivent être évaluées par la présente étude.

Résultats

Le résultat le plus important qui ressort de l'échantillon de patients examinés est qu'il existe un schéma commun de déformations mandibulaires, tant lors du serrage en occlusion centrée que lors de l'ouverture maximale.

Une influence spécifique du sexe n'a pas pu être mise en évidence.

Morsure en position d'occlusion centrée

Rapporté au niveau du plan d'occlusion, on a constaté tantôt un écartement des implants dont le plus grand (de l'ordre de 0,33 mm) fut observé chez l'un des patients bruxomanes, tantôt aucun changement de distance (dans un cas), et tantôt un rapprochement des implants de presque 80 μ m (fig. 5.1). Ces changements dimensionnels étaient le fruit de deux effets conjugués: la torsion des branches horizontales et leur rotation selon un axe vertical. Un angle de torsion en direction latérale fut observé trois fois, alors qu'un angle de torsion en direction médiane se manifesta à cinq reprises (fig. 5.2).

Dans un cas, aucune torsion des secteurs latéraux ne fut mise en évidence. Chez tous les patients, l'angle de torsion était très petit (inférieur à 1°). Grâce à la mesure des longueurs des côtés de l'angle, on peut de manière purement théorique, transposer au niveau occlusal l'étendue absolument considérable des déformations. Cependant celles-ci ne purent être déterminées avec exactitude, car l'axe de torsion ne put être établi. La rotation de la partie horizontale de la mandibule selon un axe vertical entraîna un rapprochement ou un éloignement qui à chaque fois se répercuta de façon réciproque sur les parties antérieure et postérieure. Dans six cas se produisit un éloignement des parties mandibulaires dans la région molaire, le troisième patient testé ne montra de nouveau aucun changement, et pour deux cas on enregistra un rapprochement (fig. 5.3). Si l'on fait la comparaison des résultats individuels obtenus, on peut constater qu'il existe dans cet échantillon de patients testés lors du serrage en occlusion, quatre schémas différents de déformation mandibulaire qui sont représentés par la fig. 5.4 en haut. Globalement, on a pu distinguer la combinaison de deux effets fondamentaux: d'une part la mandibule est devenue plus ou moins pointue, et d'autre part ses branches horizontales ont fléchi en direction médiane ou latérale.

Ouverture buccale maximale

Lors de l'ouverture buccale maximum, on mesura soit des écartements importants des implants (jusqu'à 0,35 mm), soit aucun

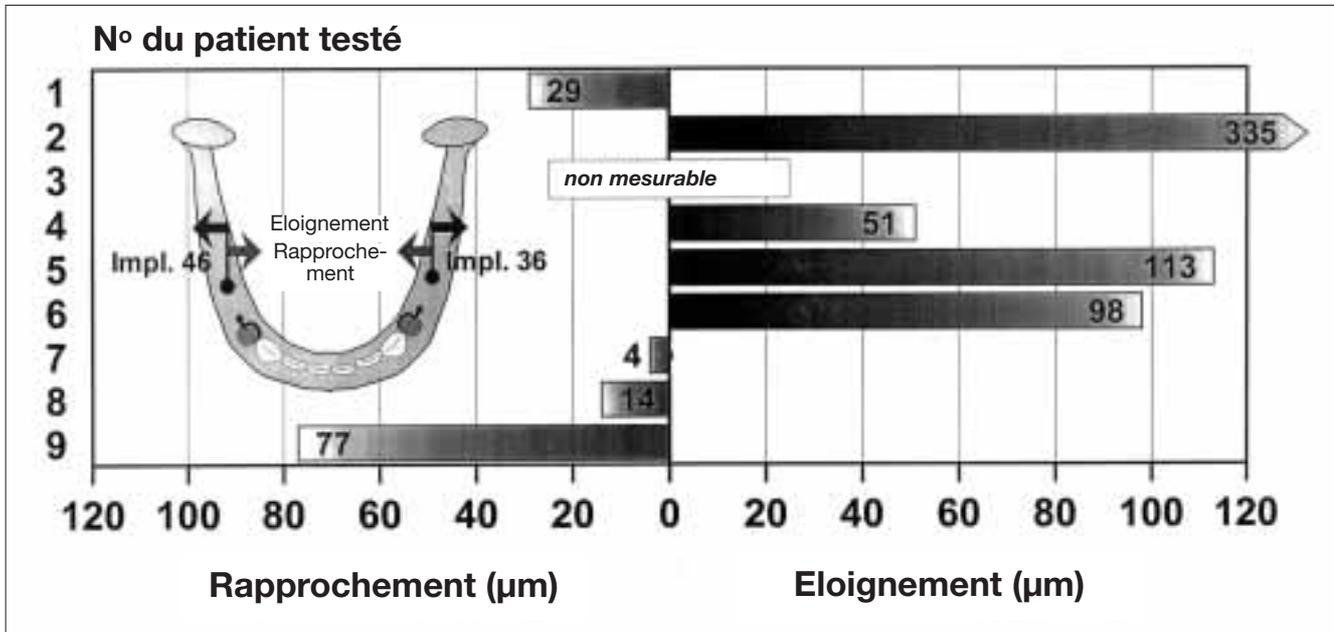


Fig. 5.1 Changements linéaires entre les implants molaires, par rapprochement ou éloignement au niveau du plan masticatoire, lors du serrage en intercuspitation maximale.

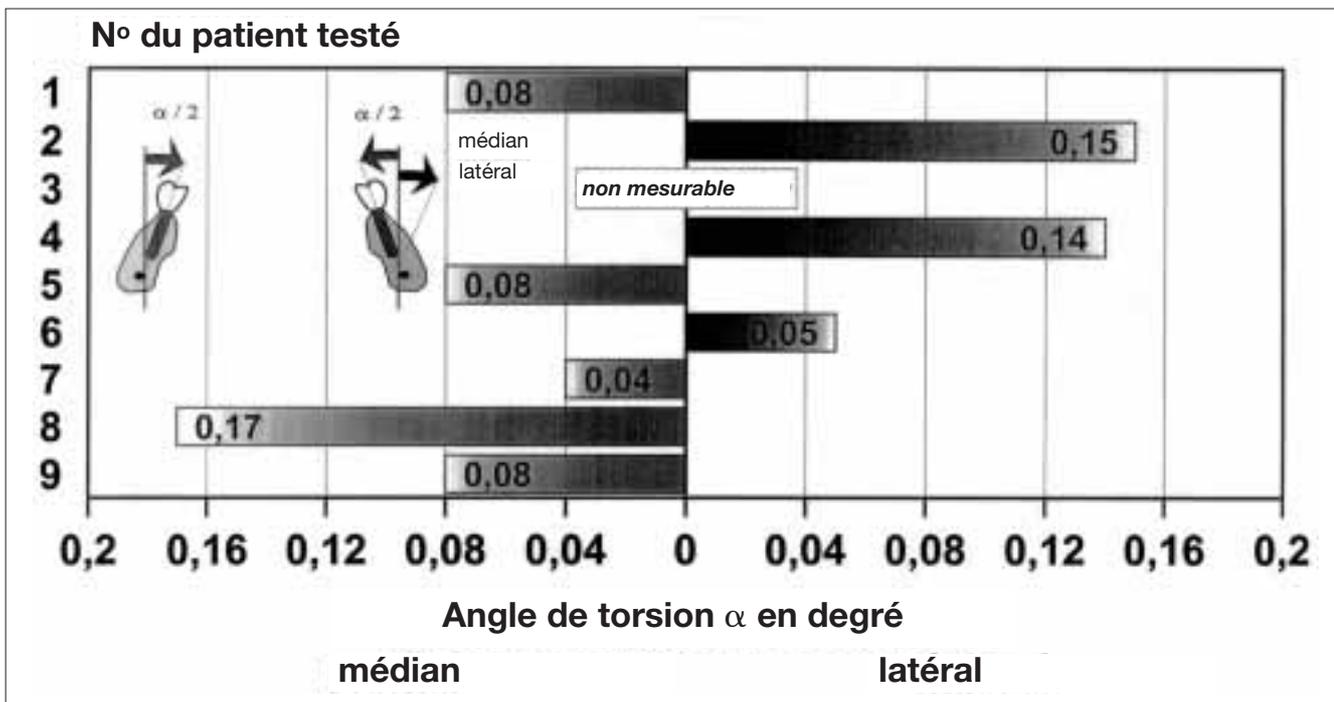


Fig. 5.2 Angle de torsion globale des branches horizontales de la mandibule au niveau des implants, en tant que l'une des deux composantes qui provoquent les changements dimensionnels résumés dans la figure 5.1.

changement (constaté une fois), soit un rapprochement (jusqu'à 86 µm), ces mesures étant toujours rapportées au plan masticatoire (fig. 6.1). La torsion des branches horizontales de la mandibule fut dirigée principalement en direction médiane. Dans deux cas seulement on observa une rotation latérale. Toutefois, chez un patient, on trouva un angle de torsion d'une valeur comparativement élevée de façon exceptionnelle (de près de 1°) (fig. 6.2). La fig. 6.3 montre l'ampleur des déformations des branches ho-

rizontales de la mandibule. Au total le schéma de déformation «mâchoire moins pointue» a prédominé chez six des neuf patients testés. Si l'on compare avec les résultats obtenus lors des tests de serrage en occlusion, on peut constater que les déformations générées par l'ouverture maximale ont obéi à trois schémas seulement, car, dans cet échantillonnage de patients, le rapprochement des implants se faisait seulement en liaison avec l'apparition d'une mandibule «moins pointue» (fig. 6.4).

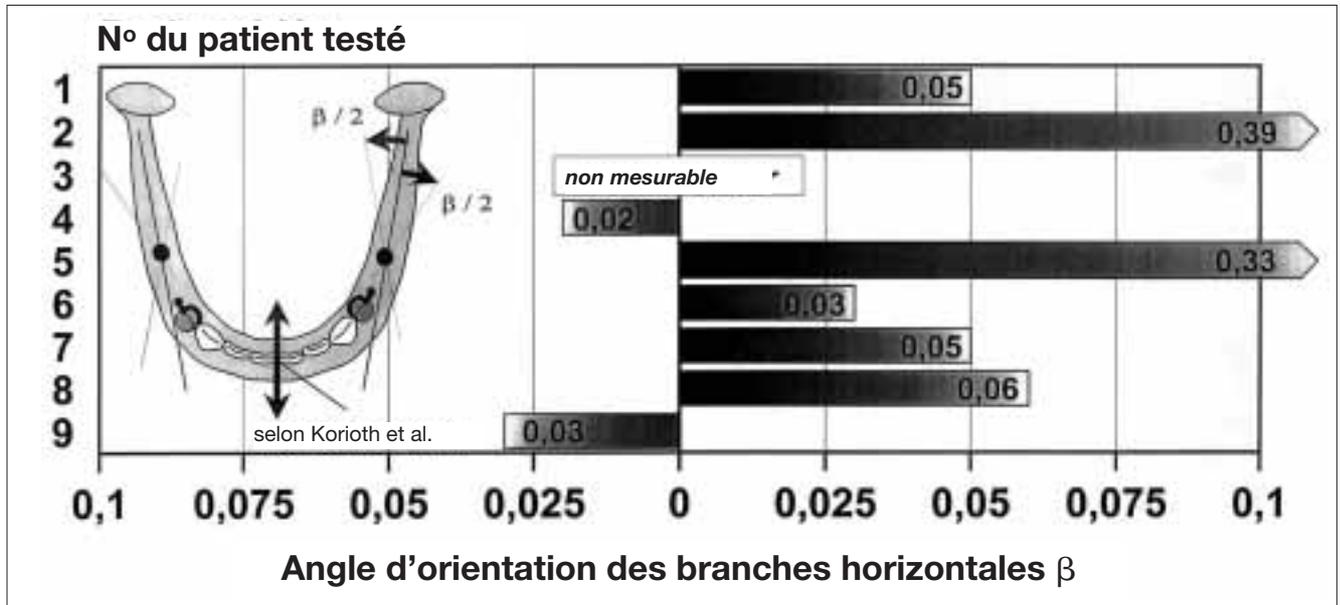


Fig. 5.3 Changements angulaires de l'orientation sagittale des branches horizontales de la mandibule, comme deuxième composante des changements dimensionnels résumés dans la figure 5.1.

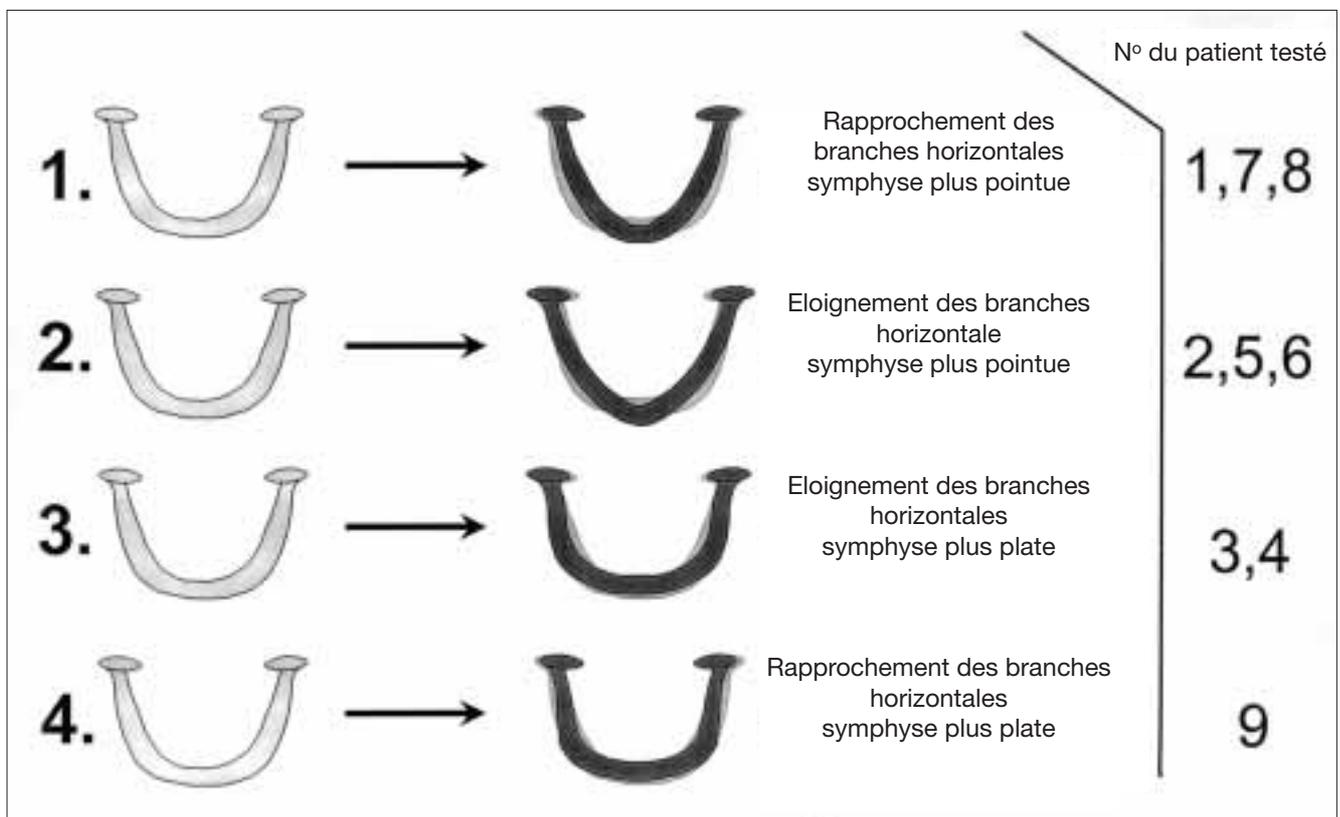


Fig. 5.4 Caractéristiques des déformations mandibulaires (rapprochement ou éloignement des secteurs latéraux, symphyse plus pointue ou aplatie) et répartition des déformations selon les patients testés pendant le serrage en position d'intercuspidation maximale.

Discussion et conclusions finales

C'est la première fois que l'on a réussi à mener à bien une recherche in vivo sur les déformations mandibulaires sous charge statique, conduite sur un échantillonnage relativement volumi-

neux de patients testés. Il s'est esquissé un schéma homogène de déformation mandibulaire pour le serrage en occlusion centrée comme pour l'ouverture buccale maximale. Dans la région molaire inférieure où se trouvaient les implants, la torsion des branches horizontales s'est combinée avec les changements

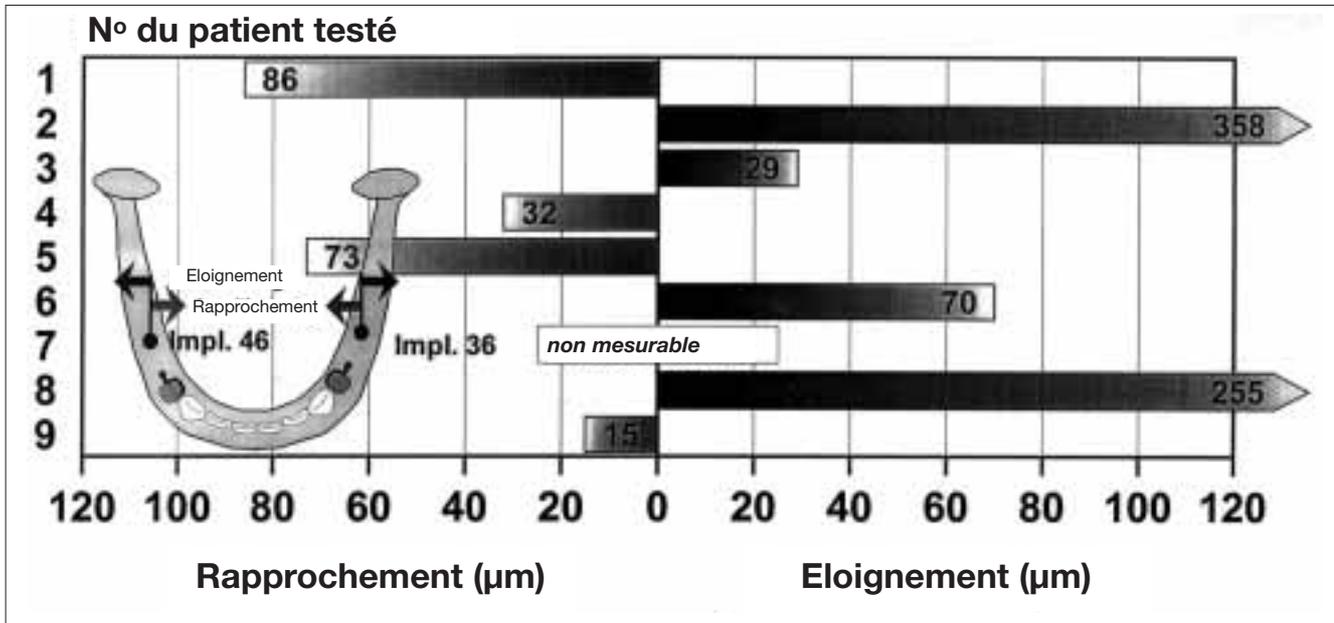


Fig. 6.1 Changements dimensionnels de la distance entre les implants molaires au niveau du plan masticatoire lors de l'ouverture buccale maximale (rapprochement ou éloignement).

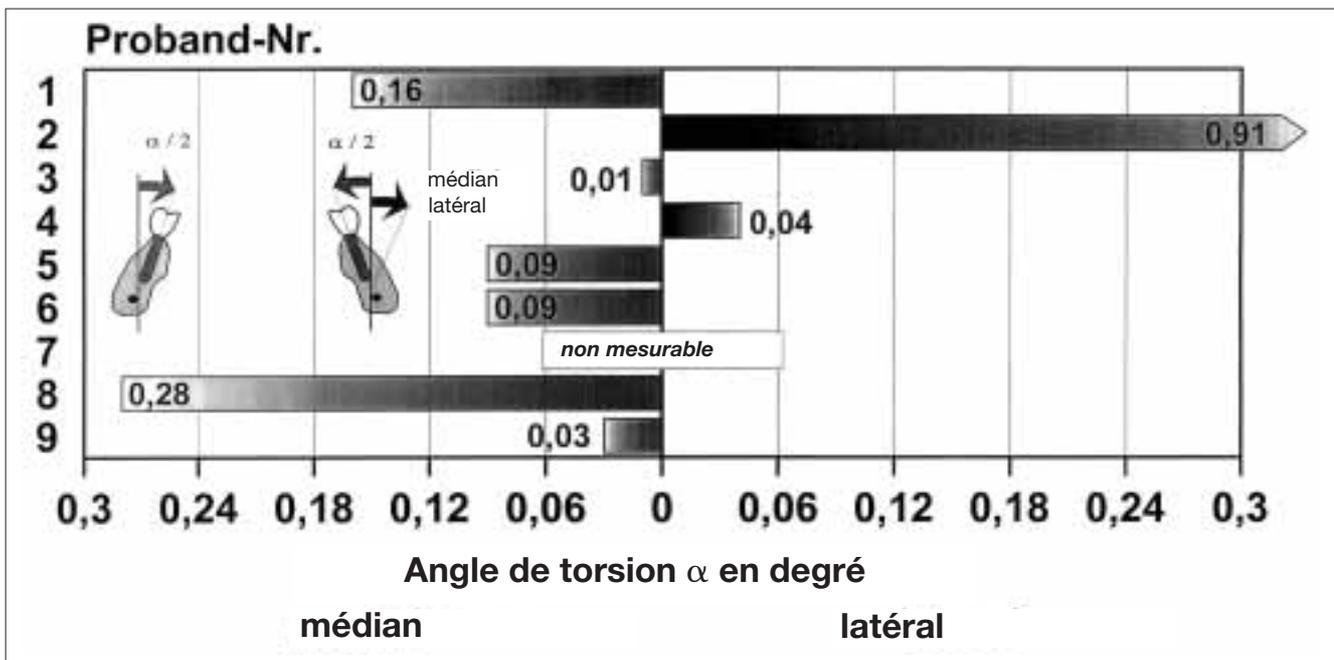


Fig. 6.2 Angle de torsion globale des branches horizontales de la mandibule au niveau des implants lors de l'ouverture buccale maximale.

d'orientation dans le plan sagittal (rotation selon un axe vertical), bien que la flexion possible en direction crânienne ou caudale n'ait pu être mesurée (MARX 1967). Les variations dimensionnelles, rapportées au plan masticatoire dans la région molaire, se résument par conséquent aux deux composantes précitées, qui peuvent augmenter ou diminuer, voire s'annuler. Il en résulte un type de déformation mandibulaire qui conduit à une mandibule davantage pointue, ou au contraire devenant plutôt «plus carrée» (moins pointue).

La formation de cette mandibule moins pointue est a priori difficile à comprendre, bien que HYLANDER (1979) ait déjà signalé

que la mandibule peut en même temps se comprimer dans le secteur postérieur et s'élargir dans la région antérieure, en devenant plus «carrée». Ces effets avaient justement pu être démontrés par GRANT (1986) sur un modèle de mandibule humaine spécialement laquée, et KORIOTH & HANNAM (1994) sur modèle en trois dimensions d'éléments finis. Ils attirèrent l'attention sur le fait que toute déformation des branches horizontales s'accompagnait toujours d'une déformation de la région symphysaire. Dans leurs recherches ils ont régulièrement pu montrer un déplacement vers l'avant de cette région qui pouvait atteindre au niveau des incisives jusqu'à 0,62 mm, c'est à dire s'accompa-

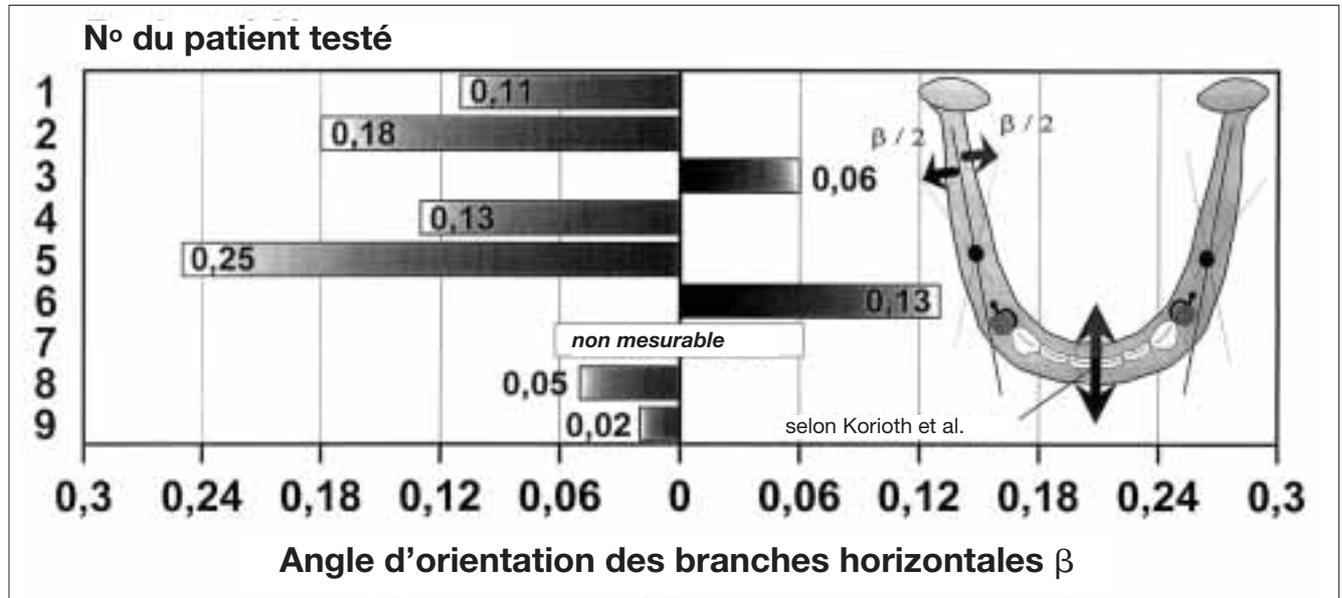


Fig. 6.3 Changements angulaires des axes d'orientation sagittale des branches horizontales de la mandibule lors de l'ouverture buccale maximale.

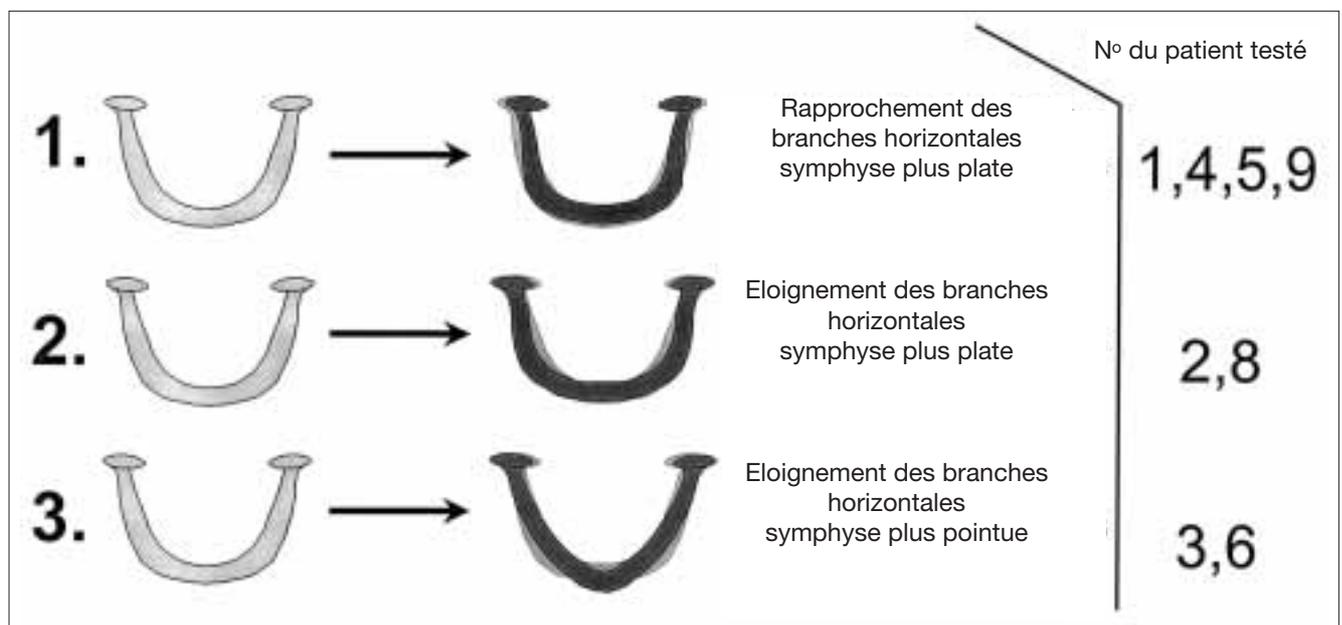


Fig. 6.4 Caractéristiques des déformations mandibulaires et répartition selon les patients testés lors de l'ouverture maximale (rapprochement ou éloignement des branches horizontales, symphyse devenant plus pointue ou plus plate).

gnant de la formation d'une mandibule pointue. Ils voyaient une explication pour ce type de déformation élastique dans le fait, d'une part des dimensions intrinsèques de la mandibule, et d'autre part dans la répartition des proportions d'os cortical et d'os spongieux. Cela mettait volontiers l'accent sur les aspects mécanique et technique, et c'est probablement la raison pour laquelle existent fondamentalement deux schémas de déformation. Si les régions canines-prémolaires, contrairement à la région symphysaire, sont bâties de façon stable, la mandibule va plutôt se déformer en son milieu en devenant davantage pointue. Si au contraire la région symphysaire est solidement di-

mentionnée, c'est plutôt la région canine-prémolaire qui se déformera, ce qui entraîne la formation d'une mandibule encore plus pointue.

Ces différences dans les modalités de déformation de la mandibule semblent cependant absolument physiologiques, en ce qui concerne les dimensions, et se situent dans le domaine du normal. Contrairement au maxillaire supérieur, la mandibule est conçue, par nature, pour le mouvement, et donc construite de manière à résister de façon très efficace aux déformations qui s'ensuivent. Aux endroits où s'exercent les charges les plus importantes, la charpente corticale est plus ou moins épaisse, tan-

dis qu'à l'intérieur la masse osseuse est économisée sous la forme d'os spongieux. Ainsi se produit-il, comme précédemment décrit, des déformations plus ou moins importantes selon les zones différemment situées, et qui sont certes déterminées individuellement, mais ne remettent cependant jamais en cause la fonction correcte de la mandibule avec sa denture naturelle. C'est seulement lorsqu'une perte importante de dents requiert un remplacement dentaire étendu que cela peut fréquemment entraîner des problèmes, pour la résolution desquels le praticien concepteur de la prothèse pourrait tirer profit de l'étude du type de déformations, ce qui cependant n'est faisable que par la mise en œuvre de moyens de mesure lourds. Il n'existe à cet égard aucun moyen en vue pour remédier à cette nécessité. Par conséquent, pour éviter, en tout état de cause, le développement de tensions aiguës dans la reconstruction prothétique, qui peut entraver la déformation mandibulaire, il est à conseiller de prendre en considération les particularités suivantes.

Les empreintes du bas devraient si possible être prises en position de repos, car cette position mandibulaire n'est que brièvement quittée. Des prothèses dentaires construites dans cette position exercent sur la mandibule, uniquement lors des mouvements fonctionnels, des contraintes sur le matériau de scellement, sur les moignons de couronne, et sur le parodonte ou, en cas de prothèses implantaire, sur les vis de fixation des piliers et les interfaces implant-os. Cependant, ces brèves contraintes ne sont en règle générale pas critiques et n'entraînent par conséquent pas de destruction. Bien sûr, de brèves contraintes répétées peuvent provoquer, dans de nombreux cas, des défaillances de la construction prothétique par fatigue du matériau. Les déviations répétées des constructions implantaire apportent la preuve de ces déformations marquées, et devraient constituer un motif pour contrôler ou transformer la construction prothétique. Cliniquement, pour éviter ces problèmes, il convient de

prendre les empreintes en position de repos mandibulaire, et d'utiliser des porte-empreinte individuels graciles mais néanmoins rigides en résine photopolymérisée.

La planification des reconstructions prothétiques devrait prendre en compte les possibilités de déformations, non seulement des branches horizontales, mais aussi de la région symphysaire. A cet égard, les prothèses fixées en fer à cheval d'une seule pièce sont contre-indiquées, et il est à conseiller de leur substituer des constructions segmentées en trois parties, en choisissant le nombre et l'emplacement des implants en conséquence (fig. 7 à 10). Dans les régions postérieures, les suprastructures en une pièce ne devraient pas s'étendre davantage que de la première prémolaire à la première ou deuxième molaire, et ne pas comporter plus de trois implants. Une construction ainsi conçue n'expose pas la mandibule à une limitation préjudiciable de son expansion sagittale dans ces régions. Une région antérieure édentée devrait être restaurée par une construction séparée (fig. 7, 8, 10). Deux implants devraient être posés à la place laissée vacante par les canines, et être munis d'un bridge remplaçant les incisives manquantes. Si d'autres implants supplémentaires sont posés dans la région incisive, et incorporés dans un pont incisivo-canin d'une pièce, cela peut entraver la déformation élastique de la région symphysaire de la mandibule décrite plus haut sous le nom de «mandibule plus pointue», et on doit l'éviter. De la même manière il est recommandable de planifier une «segmentation en trois parties» des reconstructions à support parodontal de grande étendue. En outre il est recommandable, lorsqu'on manque de dents piliers, de créer des piliers supplémentaires par des implantations programmées selon les considérations précédemment développées, de manière à rendre réalisable une segmentation en trois parties de l'ensemble du bridge mandibulaire complet.