

UNIVERSITE DE NANTES
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année :

Thèse n°25:

GESTION DE L'OCCLUSION DES PROTHESES IMPLANTAIRES

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

présentée
et soutenue publiquement par

BRIN Stéphanie
Née le 24 Novembre 1979

le 20 Juin 2005 devant le jury ci-dessous

Président : Monsieur le Professeur A. DANIEL
Assesseur : Monsieur le Professeur B. GIUMELLI
Assesseur : Monsieur le Docteur A. SAFFARZADEH

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur F. Unger

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION..... | 3 |
| 2 L'OCCLUSION : RAPPELS GÉNÉRAUX..... | 5 |
| 2.1 HISTORIQUE DES CONCEPTS OCCLUSAUX..... | 5 |
| 2.2 OCCLUSION STATIQUE..... | 7 |
| 2.2.1 <i>La position d'intercuspidie maximale</i> | 7 |
| 2.2.2 <i>La relation centrée</i> | 8 |
| 2.2.3 <i>La relation myo-centrée</i> | 10 |
| 2.2.4 <i>Les courbes occlusales</i> | 11 |
| 2.2.4.1 Courbe de Wilson..... | 11 |
| 2.2.4.2 Courbe de Spee..... | 12 |
| Elle se situe dans un plan para-sagittal et est représentée par une courbe antéro-postérieure reliant la pointe canine et les pointes cuspidiennes vestibulaires mandibulaires (98, 131, 156, 206)..... | 12 |
| 2.3 CINÉMATIQUE OCCLUSALE..... | 12 |
| 2.3.1 <i>Enveloppe des mouvements limites de Posselt</i> | 12 |
| 2.3.2 <i>Mouvements mandibulaires d'analyse</i> | 13 |
| 2.3.2.1 Mouvements verticaux..... | 13 |
| 2.3.2.2 Mouvements sagittaux..... | 14 |
| 2.3.2.3 Mouvements transversaux..... | 16 |
| 2.3.3 <i>Mouvements mandibulaires fonctionnels</i> | 19 |
| 2.3.3.1 L'incision / préhension..... | 19 |
| 2.3.3.2 La mastication..... | 19 |
| 2.3.4 <i>Différences entre les mouvements mandibulaires d'analyse et fonctionnels</i> | 26 |
| 2.3.5 <i>Concepts occlusaux</i> | 30 |
| 2.3.5.1 Occlusion bilatéralement équilibrée ou occlusion balancée..... | 30 |
| 2.3.5.2 Fonction canine ou occlusion mutuellement protégée..... | 31 |
| 2.3.5.3 Fonction de groupe..... | 31 |
| 3 DIFFÉRENCES DENT/IMPLANT..... | 33 |
| 3.1 L'IMPLANT ENDO-OSSEUX..... | 33 |
| 3.2 FORME..... | 34 |
| 3.3 DESMODONTE..... | 34 |
| 3.3.1 <i>Mobilité et dissipation des forces</i> | 34 |
| 3.3.2 <i>Proprioception</i> | 36 |
| 4 PARAMÈTRES OCCLUSAUX À PRENDRE EN COMPTE DANS LE CADRE DES TRAITEMENTS IMPLANTAIRES..... | 39 |
| 4.1 A L'EXAMEN CLINIQUE..... | 39 |
| 4.1.1 <i>Distance inter-arcades</i> | 39 |
| 4.1.1.1 Insuffisante..... | 39 |
| 4.1.1.2 Excessive..... | 40 |
| 4.1.2 <i>Relation maxillo-mandibulaire</i> | 41 |
| 4.1.2.1 Classe II..... | 43 |
| 4.1.2.2 Classe III..... | 45 |
| 4.1.3 <i>Parafonctions</i> | 51 |
| 4.2 MATÉRIAUX..... | 57 |
| 4.2.1 <i>Différents types de matériaux</i> | 57 |
| 4.2.1.1 Résine..... | 57 |
| 4.2.1.2 Résine chargée et composite..... | 59 |
| 4.2.1.3 Céramique..... | 60 |
| 4.2.1.4 Alliages précieux..... | 60 |
| 4.2.2 <i>Comparaison</i> | 61 |
| 4.2.3 <i>Indications</i> | 63 |
| 4.3 MORPHOLOGIE OCCLUSALE..... | 65 |
| 4.3.1 <i>En faveur d'une réduction</i> | 66 |

| | | |
|---------|---|------------|
| 4.3.2 | <i>Contre une réduction</i> | 71 |
| 4.3.3 | <i>Comparaison des morphologies</i> | 74 |
| 4.4 | CANTILEVER | 76 |
| 4.5 | CONNEXION DENT / IMPLANT | 81 |
| 4.6 | MISE EN CHARGE IMMÉDIATE | 86 |
| 4.6.1 | <i>Impératifs à respecter</i> | 88 |
| 4.6.2 | <i>Choix des matériaux</i> | 93 |
| 4.6.3 | <i>Mise en charge immédiate des prothèses implantaires</i> | 94 |
| 4.6.3.1 | Restauration fixe totale supérieure ou inférieure (97) | 94 |
| 4.6.3.2 | Restauration fixe totale supérieure et inférieure (97) | 95 |
| 4.7 | SCHÉMA OCCLUSAL DES PROTHÈSES IMPLANTAIRES | 99 |
| 4.7.1 | <i>Edentement conduisant à un schéma occlusal de prothèse fixée</i> | 99 |
| 4.7.1.1 | Edentement unitaire à l'exception de la canine | 99 |
| 4.7.1.2 | Edentement unitaire de la canine | 100 |
| 4.7.1.3 | Edentement partiel | 101 |
| 4.7.1.4 | Edentement de grande étendue ou complet | 103 |
| 4.7.2 | <i>Edentement conduisant à un schéma occlusal de prothèse amovible complète conventionnelle</i> | 105 |
| 4.7.2.1 | Edentement antérieur : Classe IV de Kennedy-Applegate (88) | 105 |
| 4.7.2.2 | Classe V et VI de Lejoyeux | 105 |
| 4.7.2.3 | Edentement total | 106 |
| 4.8 | EQUILIBRATION OCCLUSALE | 109 |
| 4.9 | MAINTENANCE OCCLUSALE DES PROTHÈSES IMPLANTAIRES | 112 |
| | CONCLUSION | 114 |
| | REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 114 |
| | TABLE DES ILLUSTRATIONS | 135 |
| | ANNEXES | 136 |

INTRODUCTION

Au fil des siècles, l'art dentaire a su évoluer, jusqu'à l'apparition de la solution implantaire : celle-ci a quasiment révolutionné l'approche thérapeutique d'un grand nombre de patients.

Mais il faut savoir que la réhabilitation orale a en fait toujours été une préoccupation pour l'homme. En effet, les premières tentatives d'implantation dentaire ont été effectuées dans la période antique (d'avant JC à 1 000 après JC) par les dynasties égyptiennes et les cultures précolombiennes, et il faudra attendre le XIX^e siècle pour parler véritablement d'implantologie endo-osseuse.

A l'heure actuelle, la fiabilité des thérapeutiques implantaires dans le traitement des édentements complets, partiels ou unitaires est un acquis scientifique : le nombre d'études longitudinales publiées en témoigne.

Néanmoins, un certain nombre de complications de type dévissage, fracture de composants prothétiques ou d'implants, voire des échecs implantaires par perte d'ostéointégration ont été rapportés (171, 225). En effet, la réussite d'un tel traitement dépend de nombreux facteurs, et en particulier de la qualité du protocole chirurgical et du concept occluso-prothétique utilisé.

Or, l'étiologie la plus fréquemment invoquée pour expliquer ces complications et ces échecs est la surcharge occlusale. Il est donc impératif de mettre en place une occlusion adaptée (imposant le moins d'effort possible au niveau de l'interface os/implant) pour assurer le succès de la prothèse implanto-portée.

Afin de mieux comprendre ce facteur primordial qu'est l'occlusion, nous aborderons dans un premier temps l'occlusion en denture naturelle, en rappelant les différents concepts existants. Puis nous évoquerons rapidement les différences majeures existant entre les « racines implantaires » et les racines dentaires. Nous terminerons en exposant les différents facteurs occlusaux dont

doit tenir compte le praticien dans la réalisation d'une prothèse implanto-portée, et les multiples possibilités qui lui sont offertes pour optimiser la prothèse. Nous essaierons d'apporter quelques éléments de réponse, même si cela n'est pas toujours facile étant donné les controverses existantes.

Tout au long de l'exposé, nous supposerons, bien sûr, que les phases chirurgicale et prothétique ont été réalisées de manière idéale, c'est-à-dire que les implants sont correctement placés, et que leur nombre, longueur, diamètre, orientation...sont satisfaisants.

2 L'occlusion : rappels généraux

Le terme occlusion provient du verbe « occludere » qui signifie en latin « action de fermer ». L'occlusion peut être définie comme le rapport établi par le contact des faces occlusales de deux dents ou de deux groupes de dents du maxillaire et de la mandibule.

2.1 Historique des concepts occlusaux

Les premiers concepts occlusaux ont été proposés fin XIX^e – début XX^e siècle pour faciliter la réalisation des prothèses amovibles totales (recherche de stabilité).

Ferdinand Graf Von Spee (194) serait à l'origine de la théorie de l'occlusion balancée (ou bilatéralement équilibrée), définie par des contacts équilibrants entre les dents antérieures et postérieures en propulsion, ainsi qu'entre les côtés « travaillant » et « non-travaillant » en diduction.

A partir des années 1920, l'école gnathologique de Californie fondée par B.B. Mac Collum (134), a recherché une position mandibulo-crânienne de référence et réitérative, dénommée la relation centrée, RC en abrégé (198).

A cette époque, une majorité de praticiens, dont faisait partie l'école gnathologique, était persuadée que le modèle thérapeutique adopté pour les prothèses amovibles totales était également valable pour l'occlusion des dents naturelles.

L'application de l'occlusion balancée à la denture naturelle a été abandonnée dans les années 1950-1960, à la suite du nombre important d'échecs

cliniques rencontrés (196, 199), mais aussi, et surtout après les travaux de D'Amico (42, 43) concernant le guidage canin pendant les mouvements excentriques de la mandibule (chez les singes supérieurs et dans des tribus d'indiens d'Amérique).

L'école fonctionnaliste, basée sur les idées de Schuyler et les travaux de Pankey et Mann apparaît. Elle sera désignée plus tard comme la philosophie PMS (Pankey-Mann-Schuyler).

Les points sur lesquels les deux écoles ont des opinions divergentes sont les suivants (ils seront abordés en détail par la suite) :

- la nature des contacts en occlusion d'intercuspidie maximale (OIM): surface de contacts (fonctionnalistes) ou contact tripodique (gnathologistes)
- rapports entre la RC et l'OIM dans le plan sagittal : coïncidence (gnathologistes) ou non entre les deux positions
- concept occlusal en latéralité : fonction canine (gnathologistes) ou fonction de groupe.

Dans les années 1990, les concepts occlusaux, et en particulier l'équilibration occlusale, ont évolué grâce aux travaux de Jean-François Lauret et Marcel G. Le Gall, fondés sur les observations de Lundeen et Gibbs.

En effet, ils ont mis en évidence que les mouvements habituellement demandés au patient, à savoir latéralité et propulsion, sont en fait insuffisants, car ils ne reflètent absolument pas la réalité des mouvements fonctionnels (incision/préhension et mastication) tant au niveau du recrutement musculaire qu'au niveau de la position et de l'orientation des contacts occlusaux. Il existerait des guidages dentaires d'entrée et de sortie de cycle qui seraient indispensables à la mastication, et qui devraient être reproduits lors de

reconstructions prothétiques, que ce soit sur des dents naturelles ou sur des implants ostéointégrés.

On était finalement arrivé à un modèle de fonctionnement du système manducateur théorique : il était demandé au patient de réaliser des mouvements artificiels, et en quelque sorte de mimer ce qu'on faisait au laboratoire sur l'articulateur, alors qu'il faudrait que ce soit l'inverse (les mouvements du patient guidant ceux de l'articulateur).

2.2 Occlusion statique

2.2.1 La position d'intercuspidie maximale

La position d'intercuspidie maximale est la position mandibulaire de fermeture pour laquelle les arcades dentaires présentent le maximum de points de contacts interdentaires bilatéraux et simultanés. C'est une position déterminée par les rapports entre les faces occlusales des dents et non par la position des condyles dans leurs cavités glénoïdes.

A cette position correspond une occlusion, l'occlusion d'intercuspidie maximale. Tous les auteurs sont d'accord pour dire que l'occlusion d'intercuspidie maximale doit être stable (220) : Gibbs et Lundeen (cités par Hübner) (85) déclarent que cette stabilité occlusale est de la plus haute importance clinique.

Romerowski et Bresson (176) décrivent les relations inter-arcades prétendant à la stabilité occlusale :

- relation cuspidale/fosse (proposée par Stuart et Peter K. Thomas)
- relation cuspidale/embrasure (proposée par Payne et Lundeen)
- relation mixte de Celenza, qui contribuerait à accroître la stabilité par un meilleur calage

- position mandibulaire reproductible à volonté, permettant une relation mandibulo-maxillaire stable
- coordination bilatérale, c'est-à-dire des contacts répartis équitablement sur les deux arcades assurant une activation simultanée des récepteurs paraodontaux
- plan d'occlusion.

La stabilité occlusale en occlusion d'intercuspidie maximale est l'un des sujets de controverse entre les écoles gnathologiste et fonctionnaliste : la stabilité dans les secteurs postérieurs est assurée par des contacts tripodiques punctiformes pour la première alors que la seconde préconise une aire de tolérance en centrée (concept du long centric ou du long and wide centric).

La relation pointe cuspidienne/crête marginale ou /fosse, par un triple contact bloquant (tripodisme) est considérée comme déterminante de l'équilibre vertical et de la stabilité occlusale.

Dans les secteurs antérieurs, les dents sont légèrement en contact et ne doivent pas supporter de forces importantes (elles ne sont réellement en occlusion que lors de l'occlusion dite « serrée »), les bords libres des incisives mandibulaires doivent donc être placés simultanément sur les faces palatines des incisives maxillaires.

2.2.2 La relation centrée

Cette notion apparaît dans les années 1920 grâce aux recherches de McCollum. La définition adoptée par le Collège National d'Occlusodontologie (157) est la suivante :

« La relation centrée est la situation condylienne de référence la plus haute, réalisant une coaptation bilatérale condylo-disco-temporale, simultanée et

transversalement stabilisée, suggérée et obtenue par contrôle non forcé, répétitive dans un temps donné et pour une posture corporelle donnée et enregistrable à partir d'un mouvement de rotation mandibulaire sans contact dentaire ».

Bien que la RC soit considérée par la plupart des auteurs comme une position de référence fiable dans le plan horizontal, ses rapports avec l'OIM sont toujours controversés. En effet, chacune des écoles, gnathologiste et fonctionnaliste, a son concept pour décrire les rapports existant entre la RC et l'OIM dans le plan sagittal :

- concept du « point centric » pour les gnathologistes, c'est à dire que la RC et l'OIM coïncident
- concept du « long and wide centric » pour les fonctionnalistes : l'OIM et la RC sont à une courte distance l'une de l'autre (concept de l'aire de tolérance en centrée).

Ce deuxième concept est basé sur plusieurs constatations :

- selon les travaux de Posselt, 90% des individus ayant une fonction occlusale normale (du moins sans pathologie inhérente à cette fonction) ont une différence de quelques dixièmes à un ou deux millimètres entre les deux positions
- des interférences occlusales pourraient survenir lors du passage de l'OIM à la RC.

Par conséquent, les fonctionnalistes ont d'abord préconisé d'établir la PIM à une courte distance en avant de la position de RC (ce qui correspond au « long centric ») et d'effectuer un ajustement occlusal afin de permettre à la mandibule de passer d'une position à l'autre sans interférence, tout en restant à la même dimension verticale.

Puis ce trajet horizontal antéro-postérieur a été élargi transversalement, pour permettre également aux cuspides un déplacement latéral (c'est le « wide centric »). Il existe ainsi un espace de « liberté » antéro-postérieur et transversal entre la position d'occlusion en relation centrée et l'occlusion en intercuspidie maximale (157).

2.2.3 La relation myo-centrée

La RC représente une position de référence (articulaire), excepté pour l'école « fonctionnaliste » de Jankelson, dont la référence est musculaire (157).

Pour Jeanmonod (94, 95), une occlusion est fonctionnelle si « elle se fait en harmonie avec le fonctionnement de tous les éléments du complexe stomato-gnathique, muscles, ATM, dents et parodonte, et quand ces derniers ne présentent aucun symptôme qui lui soit imputable ».

Par conséquent, d'après Jeanmonod (94, 95), l'analyse doit se faire selon la relation mandibulo-maxillaire donnée spontanément par une musculature qui a retrouvé ses mouvements réflexes indolores (ce sont les propriocepteurs du patient qui déterminent la position fonctionnelle), et non pas selon une relation provoquée par des manœuvres du praticien, qui aussi minimales soient-elles font perdre au mouvement mandibulaire son caractère réflexe.

Il propose pour cela différents moyens dont l'utilisation d'un plan de morsure rétro-incisif qui a pour but de décontracter les muscles, même si l'état de contracture n'est pas cliniquement évident.

Il recherche systématiquement la relation myo-centrée, et ceci quelque soit le cas :

- sujet indemne de pathologie : l'OIM se fait automatiquement en relation musculaire

- sujet denté, avec des signes de dysfonctionnement peu sévères : dans ce cas, il faut au préalable décontracter les muscles pour obtenir la relation musculaire
- sujet denté, avec des signes de dysfonctions neuro-musculo-articulaires sévères : utilisation du plan de morsure rétro-incisif.

2.2.4 Les courbes occlusales

Les arcades dentaires humaines sont curvilignes dans les trois plans de l'espace (157) :

- dans le plan horizontal, la forme parabolique et l'arc continu (sans diastème) maintiennent une bonne stabilité des dents et assurent une répartition des contraintes
- dans le plan para-sagittal (courbe de Spee)
- dans le plan frontal (courbe de Wilson).

Seule une organisation curviligne du plan d'affrontement des arcades permet d'obtenir la stabilisation dentaire et mandibulaire ainsi que l'efficacité masticatoire (156).

2.2.4.1 Courbe de Wilson

C'est une courbe, à concavité supérieure, dans le plan frontal. Elle passe par les pointes cuspidiennes vestibulaires et linguales des pluricuspidées.

2.2.4.2 Courbe de Spee

Elle se situe dans un plan para-sagittal et est représentée par une courbe antéro-postérieure reliant la pointe canine et les pointes cuspidiennes vestibulaires mandibulaires (98, 131, 156, 206).

Sa concavité est une nécessité dans la nature humaine. Elle donne à l'arcade humaine une enveloppe tridimensionnelle de mouvements lui permettant une plus lente mais parfaite comminution du bol alimentaire.

Au maxillaire, Lauret note une particularité à cette courbe : c'est la cuspide disto-vestibulaire de la première molaire qui représente sa partie la plus déclive. Il appelle cette cuspide la « canine postérieure » (113).

Ces deux courbes permettent aux différents secteurs de l'arcade d'exercer leur rôle pendant l'incision et la mastication sans participation interférentielle des autres secteurs (113).

2.3 Cinématique occlusale

2.3.1 Enveloppe des mouvements limites de Posselt

Les mouvements mandibulaires d'ouverture, latéraux et antéro-postérieurs s'inscrivent à l'intérieur d'une enveloppe dont Posselt (163, 164) a défini les limites dans les trois plans de l'espace en enregistrant les mouvements extrêmes du point inter-incisif mandibulaire.

Dans le plan sagittal:

- la position 1 correspond à la relation centrée
- la position 2 à l'occlusion d'intercuspidie maximale
- le trajet 3 correspond au glissement des incisives jusqu'au bout à bout
- en position 4, il y a perte de contact incisif
- le point 5 représente la propulsion extrême.

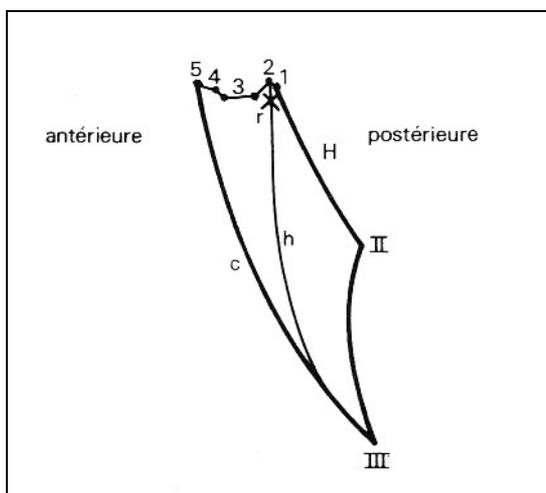


Figure 1 : Le diagramme de Posselt (19)

2.3.2 Mouvements mandibulaires d'analyse

2.3.2.1 Mouvements verticaux

3.2.1.1 Ouverture

Au niveau musculaire : elle est permise par une contraction simultanée et bilatérale des ptérygoïdiens latéraux (101) auxquels se joignent en fin d'ouverture les faisceaux antérieurs du digastrique.

Au niveau condylien : (157)

- jusqu'à 20mm d'ouverture, les condyles effectuent principalement un mouvement de rotation, au niveau du compartiment inférieur de l'articulation (disco-condylien), mais également et toujours une translation vers le bas et l'avant
- au-delà de 20mm d'ouverture, le mouvement de translation est prédominant. Il intéresse principalement le compartiment supérieur. Cependant, il existe aussi une certaine translation condylo-discale.

3.2.1.2 Fermeture

Elle se fait à partir de la position d'ouverture maximale grâce à l'action conjuguée des muscles élévateurs, c'est-à-dire les temporaux, masséters et ptérygoïdiens médians.

Ils servent aussi à maintenir la mandibule en OIM (101).

Le chemin de fermeture se fait à partir de la posture de repos jusqu'à la PIM par la contraction isotonique et symétrique de tous les muscles élévateurs avec une prédominance des fibres antérieures du temporal (166).

2.3.2.Mouvements sagittaux

2.2.1 Propulsion – Proclusion

C'est un mouvement à direction sagittale, postéro-antérieure. On parle de mouvement de proclusion lorsqu'il s'effectue avec des contacts dentaires (39) : il est alors guidé par les versants palatins des incisives maxillaires.

Au niveau musculaire : les ptérygoïdiens latéraux inférieurs agissent de façon simultanée et symétrique (166). Les faisceaux superficiels des masséters,

les ptérygoïdiens médians et les temporaux antérieurs y participent aussi, mais de façon moindre.

Au niveau condylien (157, 192) : la translation condylienne, le long du tubercule temporal, est pratiquement pure (très faible rotation condylienne). L'angle formé par la projection du trajet condylien sur un plan sagittal, avec un plan horizontal de référence, est appelé pente condylienne.

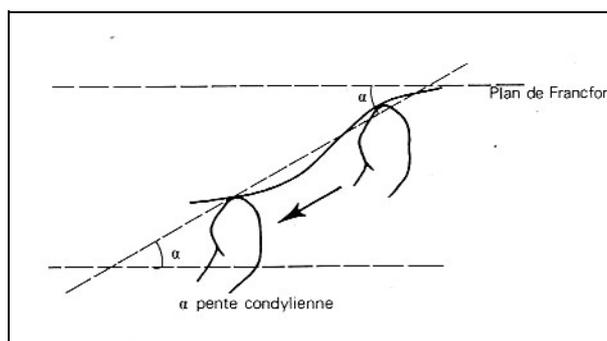


Figure 2 : Trajectoire condylienne en propulsion (19)

2.3.2.2.2

Rétropulsion – Rétroclusion –

Rétrotraction

Le mouvement de rétropulsion est antéro-postérieur en direction sagittale ; on parle de rétroclusion quand il s'effectue avec des contacts dentaires.

Il va du bout à bout incisif à l'intercuspidie maximale, ce qui correspond au mouvement fonctionnel d'incision.

Le mouvement de rétrotraction (39), décrit par Ferrein en 1744 correspond au mouvement de rétroclusion qui se poursuit en arrière de la PIM.

Il est permis par la contraction des fibres postérieures (rétractrices, les plus actives) (101) et moyennes (élevatrices) des temporaux, des faisceaux profonds des masséters (rétracteurs et éleveurs) et du ventre postérieur des digastriques (rétracteurs).

2.3.2.3 Mouvements transversaux

Lorsqu'ils s'effectuent avec des guidages dentaires, on parle de mouvement de diduction.

Si le mouvement éloigne l'hémi-arcade du plan sagittal médian, c'est un mouvement de latéralisation, centrifuge : c'est une latéroclusion s'il a lieu avec des contacts dentaires. En revanche s'il rapproche l'hémi-arcade du plan sagittal médian, il s'agit d'un mouvement de médialisation (médiocclusion si contacts dentaires) (39).

3.2.3.1 Latéroclusion

Il va de la PIM jusqu'au pointe à pointe canine, avec des contacts dentaires.

Au niveau musculaire :

- du côté du déplacement (ou côté travaillant) : contraction des fibres postérieures et moyennes du temporal et du masséter profond maintenant les dents en contact

- du côté opposé (ou côté non-travaillant) : contraction prédominante du chef inférieur du ptérygoïdien latéral.

Au niveau condylien (107, 162):

- *côté non-travaillant* : le condyle dit « orbitant » décrit une trajectoire ample caractérisée par une faible rotation et une importante translation en avant, en bas et légèrement en dedans. Cette trajectoire forme avec le plan sagittal médian un angle appelé angle de Bennett.

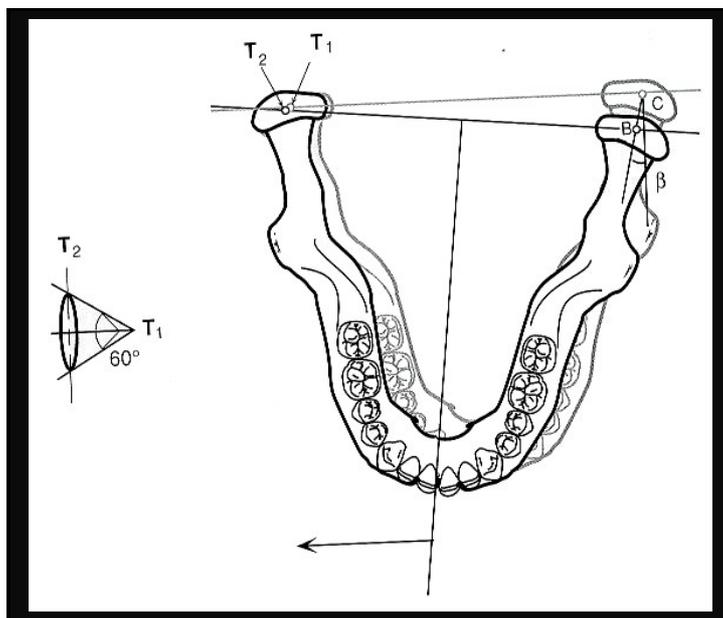


Figure 3 : Mouvements des condyles en latéralité (19)

Jean François Lauret dissocie ce mouvement en 2 temps différents en direction et en durée :

- mouvement latéral immédiat (MLI) : c'est la 1^{ère} phase, à composante transversale et interne
- mouvement latéral progressif (MLP) = 2^{ème} phase.

• *côté travaillant* : le condyle dit « pivotant » effectue un léger mouvement en arrière, en haut et légèrement en dehors. C'est le mouvement de Bennett que Lundeen et Mendoza en 1984 divisent en 2 phases (qui correspondent aux 2 phases du mouvement du condyle non-travaillant) :

- mouvement initial de Bennett (MIB) qui correspond au MLI non-travaillant
- mouvement terminal de Bennett (MTB) correspondant au MLP non-travaillant.

3.2.3.2 Médioclusion

C'est le mouvement inverse de la latéroclusion, exécuté avec des contacts dentaires, c'est-à-dire qu'il va de la position de pointe à pointe canine jusqu'à la PIM.

Il peut être préconisé pour reprendre la phase dento-dentaire, centripète du cycle de mastication. Même s'il n'est pas décrit habituellement comme mouvement test, il représente tout de même la réalité du mouvement fonctionnel de mastication (108).

Les muscles impliqués dans ce mouvement seront décrits lors de l'étude de la mastication.

2.3.3 Mouvements mandibulaires fonctionnels

2.3.3.1 L'incision / préhension

Les jeux musculaires sont symétriques pendant l'incision, l'essentiel du mouvement a lieu dans le plan sagittal.

L'incision est provoquée par la contraction des masséters profonds et des temporaux postérieurs, élévateurs et rétropulseurs (2), alors que les ptérygoïdiens latéraux supérieurs, synchrones des élévateurs, contrôlent les rapports articulaires.

Il est ainsi mis en évidence une différence considérable entre le recrutement musculaire de l'incision et celui de la propulsion (où les ptérygoïdiens latéraux inférieurs assurent l'essentiel du mouvement).

2.3.3.2 La mastication

La mastication commence dès l'introduction d'un aliment dans la cavité buccale après une éventuelle section au niveau des incisives qui s'effectue par un mouvement rétro-ascendant centripète de la mandibule (124).

La langue, aidée par les lèvres et les joues, canalise alors les aliments sur un des secteurs latéraux de l'arcade. Après une dilacération effectuée par les canines et les prémolaires, la phase essentielle de trituration se caractérise par une série de cycles d'écrasement dont la phase active conduit au rapprochement puis au contact des faces occlusales des molaires (108).

3.2.1 Cycle de mastication (69)

On peut distinguer 2 phases dans un cycle de mastication :

- une phase de préparation, à distance des dents. Elle a l'aspect d'une boucle représentant une ouverture, légèrement incurvée en direction interne, et une fermeture, fortement déportée vers le côté externe avant de se recentrer à proximité des dents
- une phase dento-dentaire de trituration se situant à l'apex du cycle, à direction interne centripète, du côté de la mastication, et s'appuyant indirectement (par aliments interposés) ou directement (lors des derniers cycles avant la déglutition) sur les versants cuspidiens. Elle peut elle-même être subdivisée en une entrée dentaire de cycle et une sortie dentaire de cycle, respectivement avant et après le passage en PIM.

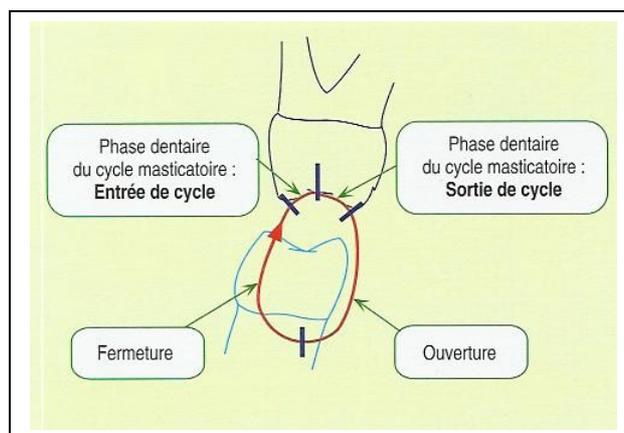


Figure 4 : Différentes phases d'un cycle de mastication (113)

Remarque :

Selon l'aliment mastiqué, l'aspect du cycle et l'amplitude du guidage dento-dentaire sont différents pour un même individu (70).

L'aspect des cycles est également sous l'influence de la pente canine et de la profondeur de la gouttière occlusale : si la pente latérale de guidage est marquée, les cycles seront plus étroits alors qu'avec une pente latérale de guidage de faible valeur, les cycles seront plus larges.

2.3.3.2.2 **Jeu musculaire (108)**

L'action de trituration est essentiellement due aux quatre muscles masticateurs qui sont les masséters, les temporaux et les ptérygoïdiens latéraux et médiaux.

Il ne faut cependant pas négliger le rôle des muscles sus-hyoïdiens, des muscles du cou et de la nuque qui travaillent en synergie ou en opposition avec les premiers.

Les muscles de la lèvre, la langue et les joues participent à la préhension du bol, à son enduction salivaire, à son positionnement entre les surfaces dentaires, et à sa déglutition.

Pendant la phase préparatoire : les déplacements de la mandibule répondent à des contractions musculaires d'intensité moyenne, de type isotonique.

- l'ouverture est initiée par la contraction du ptérygoïdien latéral inférieur du côté triturant (222), rapidement accompagné par son homologue du côté opposé, puis par les digastriques antérieurs (146), ces derniers contribuant aussi de façon importante au déport latéral du cycle (222)
- la fermeture commence par la mise en action progressive du ptérygoïdien médian opposé (223) qui provoque, du côté triturant, la remontée en direction externe de la mandibule
- à la fin de la fermeture, tous les élévateurs, du côté triturant, entrent en activité (29, 128)
- le ptérygoïdien latéral supérieur (chef discal) est également associé, en fin de fermeture, à cette activité des élévateurs. Son rôle semble être d'harmoniser la position du disque avec les rapports articulaires.

Pendant la phase dento-dentaire : les déplacements de la mandibule répondent alors à des contractions musculaires de forte intensité, de type isométrique.

• *Entrée dentaire de cycle* :

- la contraction du temporal postérieur, du masséter profond et du digastrique postérieur (222) amène les dents mandibulaires à se présenter dans une position latérale et reculée par rapport aux dents maxillaires
- le relâchement progressif du digastrique, associé à l'augmentation d'activité des muscles élévateurs (surtout masséter et ptérygoïdien médian), donne une entrée de cycle centripète à composante essentiellement frontale (à légère composante antérieure)
- la sangle masséter-ptérygoïdien médian génère une force de cisaillement-écrasement en appui dentaire indirect (aliment interposé) puis direct lors des derniers cycles qui précèdent la déglutition
- un relâchement musculaire de quelques millisecondes se produit au voisinage de la PIM (104).

• *Sortie dentaire de cycle* :

- la mandibule décrit un mouvement centripète descendant en infléchissant sa trajectoire vers l'avant en direction de la canine opposée
- c'est à ce moment que la puissance développée est la plus grande avec un pic d'activité du ptérygoïdien médial (221), du masséter superficiel et du temporal antérieur du côté triturant
- les deux chefs du ptérygoïdien latéral sont aussi en activité mais avec des rôles différents : contrôle disco-articulaire pour le

supérieur, et traction antéro-latérale de la mandibule pour l'inférieur

- du côté opposé, non triturant, un début d'activité du temporal antérieur et du masséter met la mandibule côté non triturant dans une position légèrement antérieure.

Les différences existant dans le recrutement musculaire entre un mouvement de latéralité et la mastication paraissent donc évidentes.

2.3.3.2.3 **Contacts dentaires (108)**

Au cours de la phase d'entrée de cycle, on a :

- du côté triturant, un guidage à la fois sur les versants travaillants et non-travaillants, c'est-à-dire :
 - un glissement des cuspides vestibulaires mandibulaires sur les versants internes des cuspides vestibulaires maxillaires
 - et un glissement des cuspides palatines maxillaires sur les versants internes des cuspides linguales mandibulaires
 - on peut noter, en entrée de trituration, le glissement de la cuspide centro-vestibulaire de la première molaire mandibulaire sur le versant mésial de la cuspide disto-vestibulaire de la première molaire maxillaire
- un guidage au niveau de la canine du côté triturant : il accompagne la mandibule jusqu'à la position d'intercuspidie maximale dans le guidage effectif réalisé collectivement par les versants postérieurs. Ceci est à l'inverse du mouvement de latéralité « travaillant » décrit habituellement où elle assure seule le guidage.

Au cours de la sortie de cycle, il se produit :

- un affrontement des tables des versants internes des cuspides palatines maxillaires et celles des versants internes des cuspides vestibulaires mandibulaires
- au niveau antérieur non triturant, des contacts dento-dentaires, identiques à ceux d'un mouvement de latéroclusion, en particulier sur la face palatine de la canine. La canine joue un rôle essentiel comme point d'appui d'un levier du deuxième genre (charnière du casse-noix) pour optimiser l'action des muscles élévateurs du côté de la trituration. Ce point d'appui contribue donc à l'efficacité de la phase de laminage-écrasement.

C'est donc dans ce contexte que l'expression « fonction canine » prend tout son sens.

Remarque :

Il existe donc lors de la mastication des guidages sur les versants appelés « travaillants » aussi bien que sur les « non-travaillants » (terme abusif dérivant sans doute de l'ambiguïté de l'analyse des mouvements en sens inverse du cycle de mastication).

Par conséquent, les meulages sélectifs doivent être réalisés avec la plus grande prudence si l'on veut conserver l'harmonie de l'information proprioceptive et l'efficacité masticatoire (113).

2.3.4 Différences entre les mouvements

mandibulaires d'analyse et fonctionnels

L'exécution par un patient des mouvements de propulsion et d'incision met en évidence des trajets occlusaux sensiblement différents : les traces des papiers marqueurs sont bien plus intenses et larges pour l'incision que pour la propulsion. Pour se convaincre du manque de réalisme de la propulsion, il suffit d'essayer de sectionner un aliment en faisant un tel mouvement de propulsion en contact dentaire.

Il existe aussi des différences cinétiques dento-dentaires non négligeables entre les mouvements fonctionnels de mastication et les mouvements artificiels de latéralité : les « scénarios musculaires » sont tout à fait différents, de même que les trajets occlusaux qui en résultent (108).

Lauret et Le Gall (108) proposent une explication concernant les différences retrouvées entre les contacts fonctionnels de mastication et les contacts de diduction :

- lors de la mastication, le condyle peut, grâce à l'étirement du disque articulaire remonter et autoriser ainsi le rapprochement des versants cuspidiens dans les mouvements d'entrée et de sortie de cycle. Cet étirement est provoqué par la contraction des fibres discales (218, 224) du chef supérieur du ptérygoïdien latéral et de celles émanant du masséter et du temporal (68), en synchronisme avec l'activité des muscles élévateurs de ce côté
- en revanche, le mouvement habituel de latéralité, sans composante réellement élévatrice, ne peut pas mettre en évidence de tels contacts.

Il serait par conséquent nécessaire de réévaluer les protocoles d'examen des mouvements mandibulaires en contacts dentaires afin de mettre en évidence l'intégralité des trajets de guidage fonctionnel.

Lors de l'ajustement occlusal, il serait non seulement souhaitable d'obtenir une stabilité occlusale par des contacts occlusaux statiques en PIM, mais il faudrait aussi essayer d'établir des contacts fonctionnels dynamiques harmonieux, répartis entre le secteur antérieur et les secteurs cuspidés.

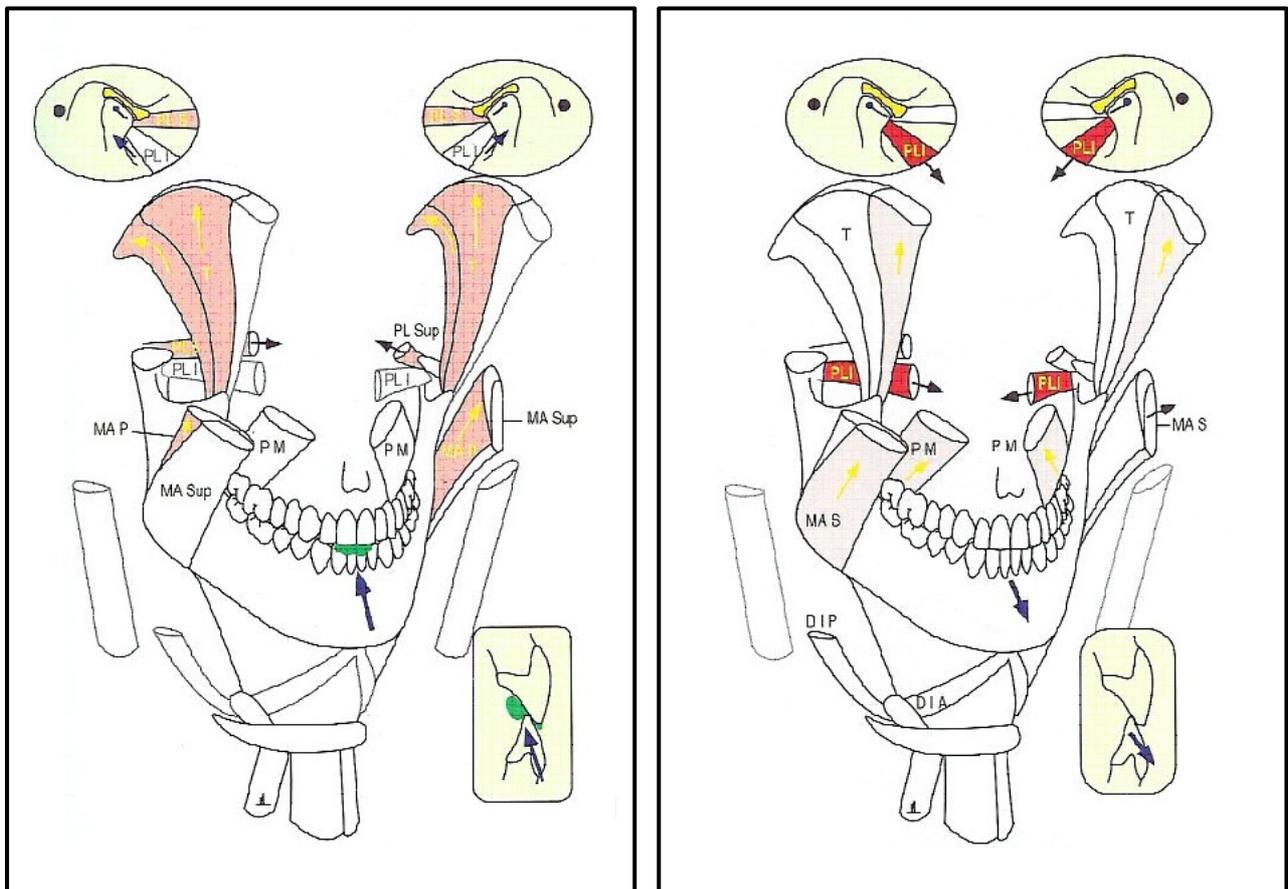


Figure 5 : Comparaison des actions musculaires entre les mouvements d'incision et propulsion (113)

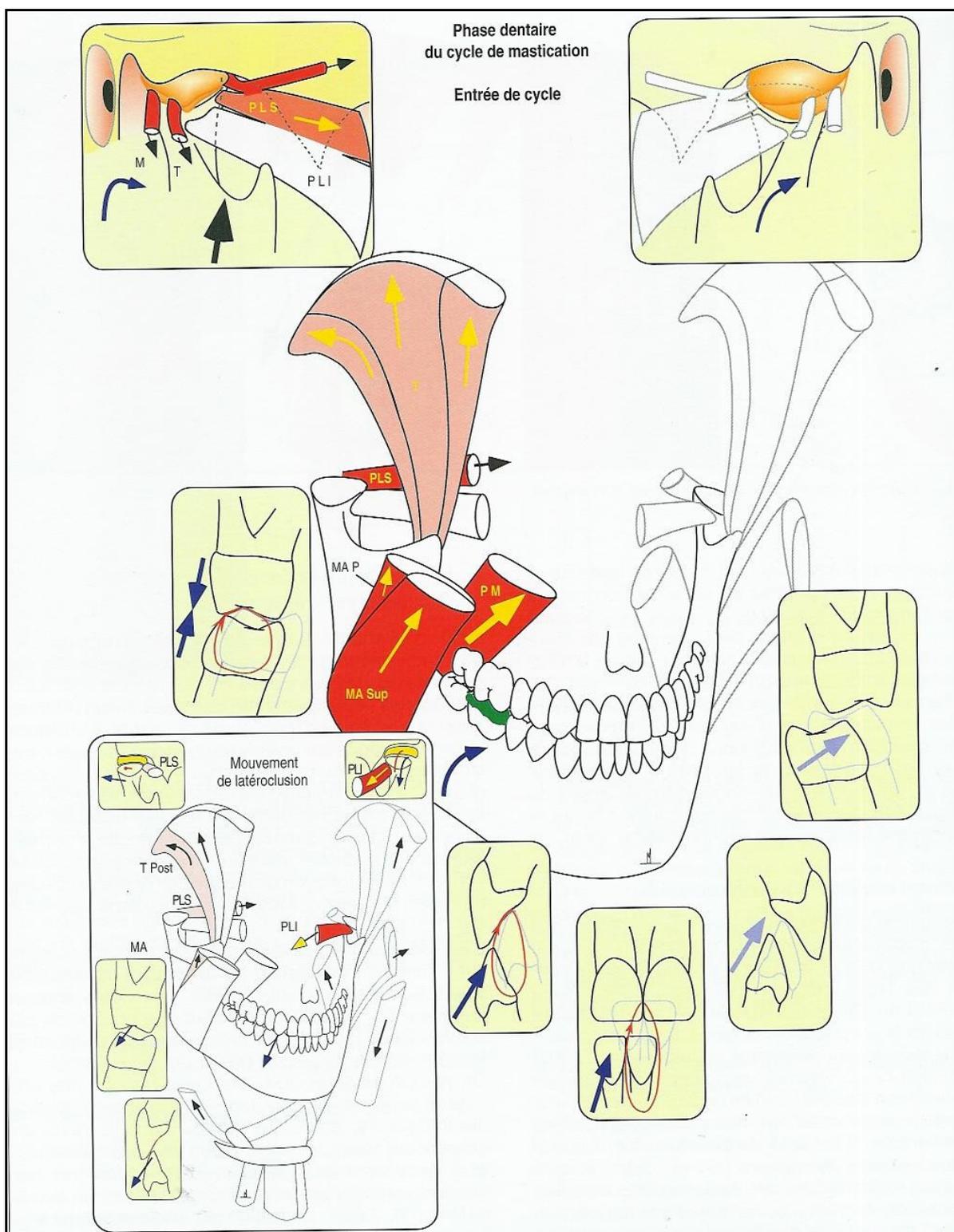


Figure 6 : Cinématique dento-dentaire d'entrée de cycle comparée à un mouvement de latéroclusion (113)

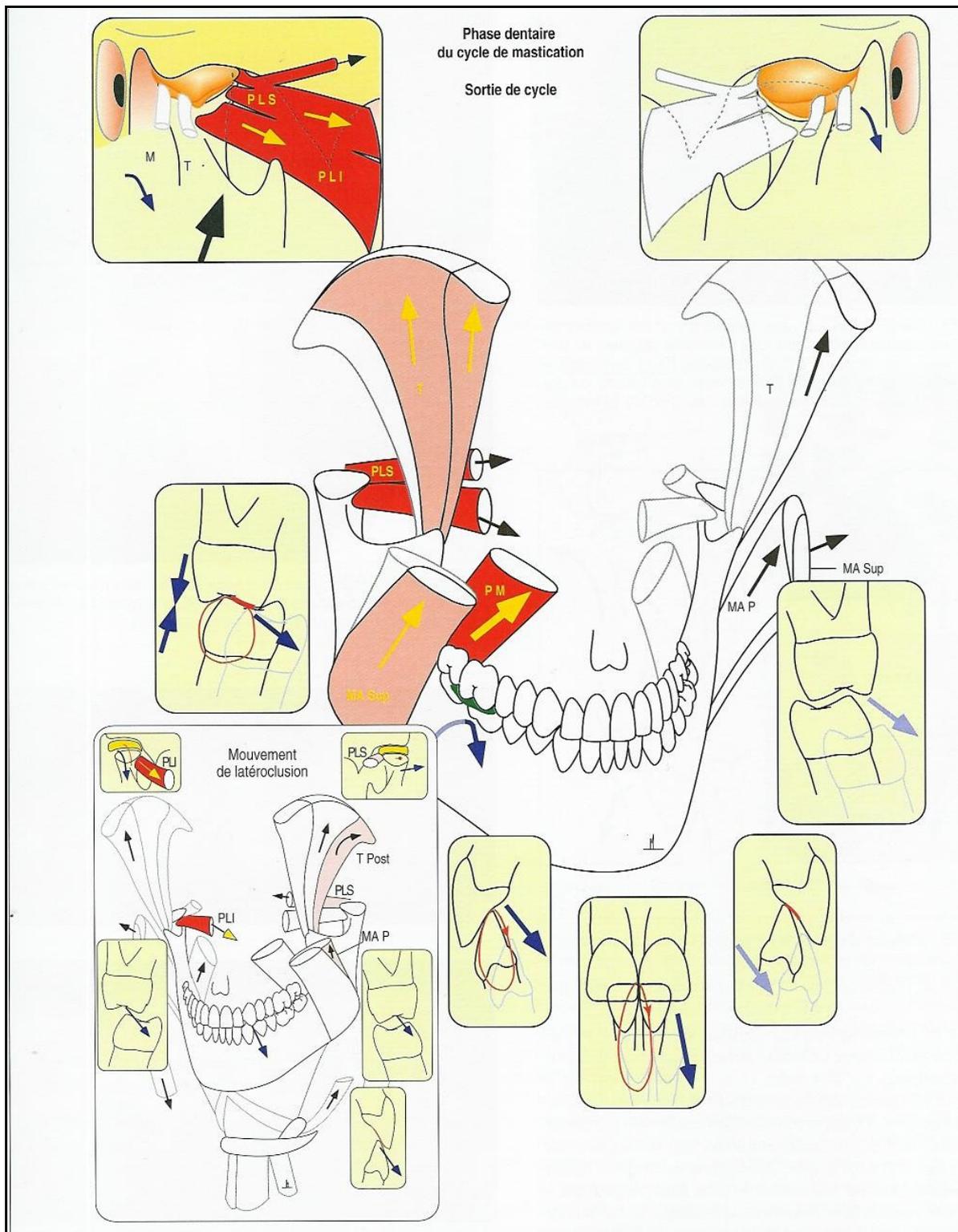


Figure 7 : Cinématique dento-dentaire de sortie de cycle comparée à un mouvement de latéroclusion (113)

2.3.5 Concepts occlusaux

2.3.5.1 Occlusion bilatéralement équilibrée ou occlusion balancée

Il fut le premier concept occlusal créé pour tenter de faciliter la réalisation des prothèses amovibles totales. Même si au départ l'école gnathologiste a essayé d'étendre ce concept à la denture naturelle, la plupart des praticiens se sont vite rendus compte de la difficulté de la mise en œuvre de façon précise d'un tel concept et de son effet nuisible et destructeur pour les faces occlusales et le parodonte.

Ainsi, à l'heure actuelle, il ne reste plus que les adeptes de Pédro Planas qui revendiquent ce concept, car pour eux il est le seul à même de permettre chez l'enfant et l'adolescent un bon développement du massif facial (178).

Ses caractéristiques :

- en OIM, position qui se superpose à l'ORC (occlusion en relation centrée), toutes les dents sont en contact
- en latéralité : fonction de groupe du côté travaillant, et contacts stabilisants sur les dents cuspidées du côté non-travaillant
- en propulsion : contact au niveau du groupe incisivo-canin avec des contacts stabilisants postérieurs, bilatéraux.

2.3.5.2 Fonction canine ou occlusion mutuellement protégée

Suite aux observations de D'Amico (42, 43) concernant le guidage canin pendant les mouvements excentriques de la mandibule les gnathologistes ont peu à peu préconisé l'occlusion à protection mutuelle des canines au lieu de l'occlusion balancée pour la denture naturelle.

En effet, les gnathologistes pensent que l'usure et les facettes d'abrasion sont pathologiques, et à ce titre, ils augmentent la pente cuspidienne des canines afin de réaliser une désocclusion immédiate lors des excursions mandibulaires.

On peut parler aussi d'occlusion mutuellement protégée, car les dents antérieures protègent les dents cuspidées dans toutes les excursions mandibulaires, et les groupes cuspidés protègent les dents antérieures en intercuspidie.

Ce concept occlusal est caractérisé par :

- en OIM, des contacts sur les dents cuspidées, et un léger contact au niveau du secteur antérieur
- en latéralité : contact canin du côté travaillant et aucun contact du côté non-travaillant
- en propulsion : guidage par le secteur antérieur et désocclusion postérieure.

2.3.5.3 Fonction de groupe

Ce concept a été introduit par Schuyler (185, 186) : c'est une adaptation simplifiée à la denture naturelle de l'occlusion balancée.

Il est caractérisé par :

- en OIM : toutes les dents sont en contact

- en latéralité : contact des dents cuspidées du côté travaillant et aucun contact du côté non-travaillant
- en propulsion : guidage par le secteur antérieur et désocclusion postérieure.

3 Différences dent/implant

3.1 L'implant endo-osseux

Le système implantaire endo-osseux peut être représenté schématiquement par un immeuble de 3 étages :

- le premier est constitué de l'implant, qui a la forme d'une vis creuse, il est fabriqué en titane pur. Son sommet est surmonté d'une tête hexagonale sur laquelle se visse le 2^{ème} étage
- le 2^{ème} étage est le pilier qui traverse la gencive. Celui-ci est toujours vissé sur l'implant grâce à ce qu'on appelle la vis du pilier.
- le 3^{ème} étage est l'élément prothétique, c'est-à-dire une couronne (en métal, résine ou céramique) ou un système d'attachement d'une prothèse amovible (barre, boutons-pression, aimants). Cet étage est quant à lui vissé ou scellé.

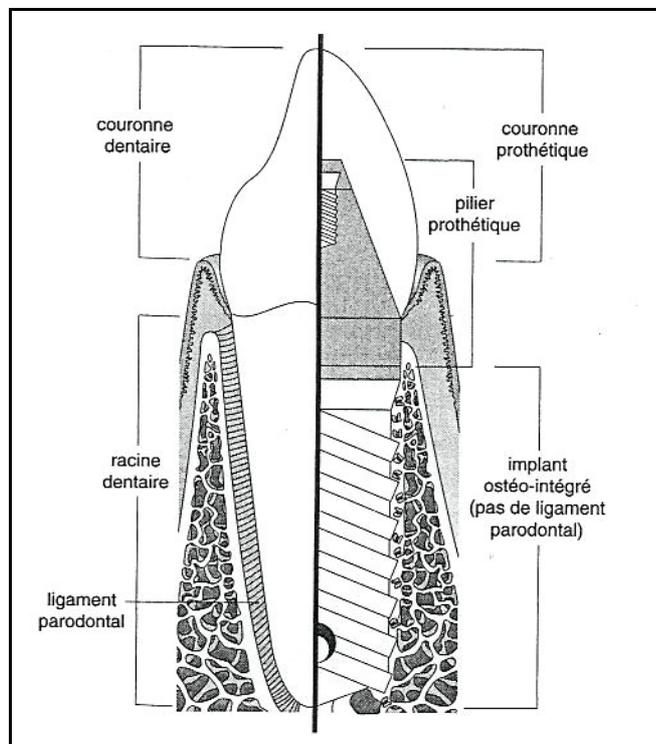


Figure 8 : Comparaison entre la dent naturelle et la prothèse implanto-portée (119)

3.2Forme

La coupe transversale d'une dent est différente d'une dent à l'autre. Sa morphologie est influencée par la position de la dent sur l'arcade. La dent est conçue de manière à supporter le trauma occlusal grâce à une distribution appropriée des forces.

En revanche, celle d'un implant est très généralement circulaire. Il sera par conséquent moins efficace pendant les mouvements excentriques de la mâchoire.

Même si on utilise un implant de large diamètre, au lieu d'un implant standard, pour remplacer une molaire, il persistera toujours une différence entre les surfaces totales radiculaire et implantaire.

3.3Desmodonte

La différence majeure entre l'implant et la dent est liée au ligament parodontal. Cette structure des dents naturelles permet une meilleure distribution des forces, une mobilité, une tolérance au trauma occlusal, et une proprioception.

3.3.1Mobilité et dissipation des forces

Si une dent est soumise à une force axiale, le ligament parodontal lui confère une mobilité axiale de 28 μ m (158) alors que si c'est un implant, il n'aura qu'une mobilité axiale de 5 μ m puisqu'il est dépourvu de cette structure (187).

Cette interface de tissu fibreux qui entoure la dent va agir comme un absorbeur de forces, permettant ainsi de diminuer l'amplitude des forces au niveau de la crête osseuse.

En effet, sous une force latérale, le ligament va permettre à la dent de dissiper la force loin de la crête osseuse, à travers l'apex de la dent : une dent saine a une mobilité latérale de 56 à 108 μ m (elle pivote autour d'un point situé aux 2/3 de la racine, vers l'apex) (151, 158).

En revanche, un implant ne bouge que d'environ 10 μ m et il ne pivote pas réellement comme une dent (187) : son centre de rotation est déplacé vers le col, il va donc concentrer des forces plus importantes au niveau de la crête osseuse marginale près de son col.

Remarque : certains implants, de forme conique plus proche d'une racine naturelle, pourraient partiellement échapper à ce principe par une dissipation des forces latérales plus proche de celle des dents naturelles (113).

Par conséquent, si une force égale en amplitude et direction est appliquée à la fois sur une dent et un implant, l'implant supportera une force plus grande qu'il soit connecté ou non à une dent naturelle. Il est donc impératif d'équilibrer une restauration implantaire différemment des dents qui lui sont adjacentes.

Ce ligament procure également à la dent une certaine tolérance au trauma occlusal : une dent soumise à un trauma occlusal aura une mobilité augmentée, ce qui lui permettra de dissiper les forces. Une fois le trauma éliminé, la dent retrouvera une mobilité physiologique.

Cette adaptation n'a pas lieu avec l'implant : il aura aussi une mobilité augmentée sous l'effet d'un trauma occlusal, mais il reviendra rarement à sa

situation physiologique après l'élimination des forces excessives. La santé de l'implant est souvent compromise et son évolution mènera à l'échec (signes de micro-fractures, descellement, perte de vis...) (142).

3.3.2 Proprioception

Les récepteurs parodontaux sont impliqués dans la fonction orale tactile des dents naturelles (120, 133, 207) : ces récepteurs sont pour la plupart situés dans le ligament parodontal, où un contact intime entre les terminaisons de Ruffini et les fibres de collagène environnantes a été documenté histologiquement (105).

Autour des implants en revanche, le desmodonte est absent, mais il reste des récepteurs dans la gencive, la muqueuse et l'os alvéolaire qui pourraient assumer une partie de la fonction normale extéroceptive.

Par conséquent, les implants auront une capacité discriminative et proprioceptive très diminuée. Ceci peut être mis en évidence par l'étude suivante : une feuille de métal interposée entre les dents naturelles est détectée à partir d'une épaisseur de 20 μ m, alors qu'entre un implant et une dent naturelle elle ne l'est qu'à 48 μ m, entre 2 implants à 64 μ m, et entre des dents naturelles et une prothèse complète sur implants à 108 μ m (90).

La plus légère force passive détectable par une dent est autour de 0.01-0.02 Newtons, elle est 10 à 50 fois supérieure pour un implant (90, 91, 99).

Mais dès que la force appliquée est supérieure à ce seuil, il n'y a pas de différence considérable dans la discrimination de la magnitude de la force entre la dent et l'implant (148) : Mattes et coll (132) ont conclu que la capacité de leurs sujets à détecter des changements rapides de charge était presque intacte quand on compare un implant à une dent naturelle.

Ceci veut donc dire que pour des niveaux de forces de l'ordre des forces de mastication, les implants et les dents paraissent être également sensibles (149, 150).

L'explication vient du fait que dans ce cas, les forces élevées impliquées vont non seulement entraîner un déplacement de la dent avec déclenchement des récepteurs du ligament parodontal, mais aussi une déformation de l'os avec activation des mécanorécepteurs du périoste autour de la dent et de l'implant (91, 118). Cependant ces mécanorécepteurs restent moins sensibles que les récepteurs du ligament parodontal (179) ce qui explique les seuils de détection plus hauts pour les implants.

La présence de terminaisons nerveuses sensorielles dans l'os alvéolaire a été rapportée chez les animaux et elle est suggérée comme étant une source de sensibilité compensatrice chez les personnes édentées dont la sensibilité parodontale a été éliminée (81, 216).

Les récepteurs et nerfs afférents dans le périoste, les muscles, la capsule articulaire temporo-mandibulaire pourraient tous contribuer à la modulation de la force de mastication (181). Ces récepteurs ne sont pas aussi sensibles que les récepteurs parodontaux aux forces très légères (92).

Remarque : même si le seuil est plus haut pour un implant, il est intéressant de noter qu'il reste tout de même inférieur à celui des prothèses complètes conventionnelles (90, 127).

Figure 9 : Les avantages du ligament parodontal (41)

| Dent naturelle | Restauration implantaire |
|---|---|
| Meilleure proprioception tactile et sensitive | Perception de la force occlusale plus émoussée et difficulté à la localiser |
| Meilleure distribution des forces à l'os | 80% des forces occlusales sont dirigées vers le sommet de la crête osseuse |
| Signes et symptômes de surcharge | Peu de signes d'alarme et de symptômes de surcharge |
| Equilibration de la restauration permettant des adaptations | Ajustement des contacts plus pénible et long Aucune indulgence pour les suroccusions |

4 Paramètres occlusaux à prendre en compte dans le cadre des traitements implantaires

4.1 A l'examen clinique

4.1.1 Distance inter-arcades

Elle se mesure, selon les cas, soit entre deux crêtes édentées (maxillaire et mandibulaire), soit entre une crête édentée et les dents antagonistes.

Elle peut se révéler défavorable pour le traitement implantaire si elle est trop faible, ou au contraire trop importante.

4.1.1.1 Insuffisante

Une distance inter-arcade insuffisante est due essentiellement à la migration des dents de l'arcade antagoniste. Même s'il est possible de réaliser une prothèse implanto-portée avec une hauteur crête osseuse /dent antagoniste de 5mm, il est tout de même préférable qu'elle soit au minimum de 7mm (171).

Il faut avoir à l'esprit que cet espace disponible va influencer le type de matériau utilisé, l'épaisseur qu'il est possible de mettre en place sur la restauration, et par conséquent leur risque de fracture, mais aussi la rétention de la reconstitution :

- la résistance des résines acryliques est fonction de leur volume, donc leur utilisation requiert un espace inter-arcade important
- c'est le métal qui nécessite le plus faible espace inter-arcade

- la céramique nécessite une situation intermédiaire entre celle exigée par la résine et par le métal
- l'épaisseur idéale de porcelaine pour prévenir les fractures est d'environ 2mm.

De plus, si l'on a recours à de la prothèse transvissée, une hauteur crête osseuse-dent antagoniste de 5mm est insuffisante et ne permettra pas de protéger les vis en or par du composite.

Dans le cadre d'une prothèse amovible complète supra-implantaire (PACSI), Rignon-Bret (173) estiment que l'espace prothétique minimum nécessaire est de 7mm de hauteur et de 5mm de diamètre pour les attachements. Le respect de cet encombrement permet de concilier la solidité et le volume idéal de la PACSI. Il faut en effet une épaisseur minimale de résine englobant la matrice pour assurer la résistance de la prothèse.

4.1.1.2 Excessive

L'une des conditions à respecter pour que les implants soient situés dans une position prothétique optimale est que les bras de levier horizontal (largeur de la table occlusale) et vertical (ratio couronne/implant) soient limités (114).

Une distance inter-arcades trop importante, conséquence d'une forte résorption osseuse horizontale, est alors un cas défavorable : on risque, en effet, d'avoir un rapport couronne (prothétique) / racine (implant) défavorable, avec une hauteur de restauration prothétique beaucoup trop grande comparée à celle de l'implant.

Ceci va engendrer un bras de levier plus important au niveau de la tête de l'implant, et s'il est associé à des forces latérales, il y aura un risque de dévissage ou de fracture des composants prothétiques.

Par conséquent, si l'espace inter-arcades est trop important, il faut avoir recours à une greffe osseuse, avant la pose des implants.

C'est pourquoi dans le cas de hauteur de crête réduite la pose d'implants courts standards (inférieurs à 10mm) n'est habituellement pas recommandée pour les restaurations postérieures : il est préférable d'avoir recours à des implants de large diamètre qui procureront une surface plus importante d'ostéointégration (13).

4.1.2 Relation maxillo-mandibulaire

La situation clinique est à évaluer en fonction de l'importance du décalage antéro-postérieur ou latéral des arcades dentaires ou des bases osseuses en fonction des cas. Elle est particulièrement délicate si le patient associe une mauvaise relation maxillo-mandibulaire et un problème fonctionnel (parafonctions, bruxisme...) (171).

Watson et coll (210) mettent en avant les difficultés rencontrées lors de mauvaise relation maxillo-mandibulaire et tentent d'apporter des solutions à ces problèmes. Dans tous les cas envisagés par la suite, ils ne considèrent que la restauration du maxillaire par une solution implantaire.

Davarpanah et Martinez (46), en revanche, nous montrent les possibilités thérapeutiques en fonction des classes squelettiques dans le cas d'édentement bimaxillaire et suivant l'arcade traitée.

La situation la plus facile à traiter semble être la relation maxillo-mandibulaire de classe I, mais cela suppose que les résorptions verticale et horizontale, suivant l'extraction, soient minimales. Le fait que la crête résiduelle, suite à la résorption, soit plus étroite et moins profonde qu'idéalement peut être compensé, dans les limites du possible, par la mise en place de l'implant dans une position plus incisivo-palatine, ce qui permet à la couronne d'être maintenue dans un rapport correct avec la crête résiduelle, le manque en vestibulaire étant compensé par un petit bourrelet (210).

Il existe lors de malocclusion, dans le sens horizontal, un conflit entre un arrangement acceptable et confortable des dents, l'espace disponible pour l'arcade dentaire et la superstructure prothétique, et le respect d'une bonne position et inclinaison des implants.

Watson et coll (210) conseillent, comme dans tous les cas, de faire un examen clinique et une évaluation diagnostique à partir de modèles en plâtre, montés sur articulateur. Une prothèse d'essai peut ensuite être réalisée et mise en bouche, de façon à ce que le patient valide ou non cette position. Enfin, un guide chirurgical est fait à partir de cette prothèse de manière à évaluer la position et l'angulation désirées des implants.

Dans les classes II et III squelettiques, une chirurgie correctrice orthognathique est tout de même indiquée si le décalage des bases osseuses est trop important : tout ne peut pas être compensé par la prothèse (46).

4.1.2.1 Classe II

Une angulation palatine des implants maxillaires et vestibulée des implants mandibulaires est très difficile à réaliser. Elle peut entraîner une altération du soutien des lèvres et/ou une modification importante de l'esthétique faciale difficilement acceptable pour le patient.

Davarpanah et Martinez (46) envisagent différentes situations en cas de classe II squelettique :

- un bridge complet implanto-porté :
 - au maxillaire, il entraîne une béance antérieure
 - à la mandibule, une béance sera présente si le décalage est important, mais s'il est modéré, une angulation plus antérieure des implants symphysaires peut compenser cet espace.

- une prothèse complète fixée implanto-portée :
 - au maxillaire, il y aura alors une surcharge occlusale au niveau des implants postérieurs. Il faut donc envisager un nombre plus important d'implants de manière à mieux compenser les forces occlusales. Il est également recommandé de limiter la longueur du cantilever, elle ne doit pas excéder 10mm
 - à la mandibule : le cantilever distal nécessaire pour obtenir une occlusion molaire sera moins important que pour une classe I squelettique

➤ dans les deux cas, une prévisualisation esthétique et phonétique est impérative (notamment, si un cantilever mésial mandibulaire est réalisé pour compenser la béance).

- une prothèse adjointe stabilisée sur implants est la solution de choix, quelle que soit l'arcade (maxillaire ou mandibulaire), en présence d'un décalage important.

Une relation maxillo-mandibulaire de classe II division 1 (vestibuloversion des incisives supérieures) ne pose vraisemblablement qu'un petit problème puisque lors de la réhabilitation implantaire, la couronne et la crête résiduelle restent dans un alignement favorable. Il faut cependant qu'il y ait une largeur de crête suffisante et que le patient accepte de retenir ce rapport dentaire (210).

En revanche, une malocclusion de classe II division 2, dans laquelle en denture naturelle la couronne est angulée sur la racine, est très difficile à réhabiliter prothétiquement.

En effet, après l'extraction et la résorption de l'os alvéolaire, la situation est moins favorable : ceci est dû au fait que le grand axe de l'implant ne coïncide pas avec la position désirée de l'arcade reconstituée, et que la couronne prothétique et la racine implantaire ne pourront pas être alignées.

Une des solutions est l'utilisation de piliers angulés, pour éviter par exemple dans le cas d'une prothèse transvissée que l'accès à la vis se situe sur la face labiale de la fausse gencive, ou pire sur la face vestibulaire des couronnes prothétiques, mais plutôt au niveau du cingulum (210).

D'une manière générale, lors d'une malocclusion de classe II, Watson et coll (210) recommandent que :

- les canines et incisives soient disposées plus près de la crête,
- les recouvrements vertical et horizontal soient diminués
- la longueur du cantilever soit limitée à 12-15mm distalement à l'implant le plus postérieur.

4.1.2.2 Classe III

En cas de malocclusion de classe III squelettique, il est possible d'envisager au maxillaire (46, 210) :

- si le volume osseux est adéquat, une angulation plus vestibulaire des implants et un dessin prothétique approprié, ce qui permet de diminuer voire de corriger le décalage squelettique
- en revanche, si la résorption est importante, la réhabilitation ne peut pas se faire avec une prothèse fixe, car cela amplifiera encore plus la contradiction entre l'emplacement des implants sur la crête et la position désirée de l'arcade prothétique.

La réalisation d'un cantilever (antérieur) sur une prothèse fixée à une distance antérieure excessive des piliers implantaires est mécaniquement indésirable ; de plus, cela engendre des problèmes esthétiques difficiles à gérer.

Dans une telle situation, il y a donc des avantages à réaliser une prothèse totale en overdenture : elle permet un support complet de la lèvre grâce à un bourrelet, et une minimisation de l'encombrement palatin.

Cependant, il faut faire attention à minimiser les piliers et la longueur des cylindres pour éviter un conflit entre la barre solidarisée aux cylindres et le contour palatin avancé de la prothèse.

Au niveau mandibulaire, la solution est la même que pour le maxillaire (46) :

- soit le volume osseux est adéquat, et dans ce cas, une angulation linguale des implants et un dessin prothétique adapté peuvent diminuer voire corriger le décalage squelettique
- soit le volume osseux est réduit, et alors, seul le dessin prothétique peut compenser ce décalage. La prothèse adjointe supra-implantaire est là aussi la solution de choix en présence d'un décalage important.

Isidori et coll (88) proposent des schémas occlusaux maxillaires en classe II et III squelettique selon les classes d'édentement de Kennedy-Applegate.

Figure 10 : Proposition de schémas occlusaux maxillaires en classe II
squelettique selon les classes d'édentement de Kennedy-Applegate (88)

| Type d'édentement | Classe I Edentement bilatéral postérieur | Classe I ou II Modification 1 Absence de canine | Classe II Edentement unilatéral postérieur | Classe III Edentement intercalaire unilatéral | Classe IV Edentement antérieur | Classe V Edentement bilatéral intercalaire avec absence d'une canine | Edentement presque total ou édentement antérieur y compris canines |
|-----------------------|---|--|---|--|--------------------------------------|---|--|
| Arcade antagoniste | Dentée ou reconstituée | Dentée ou reconstituée | Dentée ou reconstituée | Dentée ou reconstituée | Dentée ou reconstituée | Dentée ou reconstituée | Dentée ou reconstituée |
| Contacts | | | | | | | |

Classe II Division 1

Distocclusion molaire inférieure avec vestibuloversion des incisives centrales supérieures → béance antérieure Développement excessif des forces transversales niveau molaire

| | | | | | | | |
|----------------------|---|--|------------------------------------|--|--|--|--|
| Intercuspitation | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC |
| Côté travaillant | Fonction canine ou fonction de groupe postérieure | Seule la "2" pourrait agir. Difficile sur C2, fonction de groupe ou occlusion balancée | Fonction canine ou fonction groupe | Fonction canine si possible ou fonction groupe | Fonction canine ou fonction groupe | Fonction de groupe du côté de l'implant en position canine | Fonction de groupe postérieure solidarisation des implants |
| Côté non travaillant | Désocclusion immédiate | Contacts stabilisants | Désocclusion immédiate | Pas de contacts | Pas de contacts | Pas de contacts | Pas de contacts |
| Propulsion | Désocclusion par les canines | Guide antérieur perturbé. Le plus de contact possible sur les dents naturelles | Désocclusion par les canines | Désocclusion par le guide canin | Désocclusion par le guide canin → contacts postérieurs en terminal | Contacts bilatéraux → prise en charge par les 2 | Contacts bilatéraux postérieurs → bout à bout |

Classe II Division 2

Distocclusion molaire inférieure avec linguo-version des incisives centrales supérieures → recouvrement incisif important. Guide antérieur induisant une rétroposition mandibulaire avec risque de bruxisme

| Intercuspitation | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC | Contacts en RC |
|----------------------|---|---|---|------------------------------------|---|--|---|
| Côté travaillant | Fonctions canine et antérieure | Prise en charge par le guide antérieur | Prise en charge par la canine et le guide antérieur | Fonction canine et guide antérieur | Fonction canine ou de groupe après avoir aménagé les rapports incisifs | Désocclusion par le guide antérieur côté 3 absente et guidages canin et antérieur ou côté opposé | Fonction canine + ou - postérieure |
| Côté non travaillant | Désocclusion immédiate | Désocclusion immédiate | Désocclusion immédiate | Pas de contacts | Pas de contacts | Pas de contacts | Pas de contacts |
| Propulsion | Désocclusion immédiate par le guide antérieur | Désocclusion immédiate par le guide antérieur | Désocclusion immédiate par le guide antérieur | Désocclusion immédiate | Désocclusion immédiate par glissements des groupes cuspidés postérieurs | Prise en charge par la canine présente et par le guidage antérieur | Désocclusion par le guide antérieur et les groupes cuspidés postérieurs |

| | | | | | | |
|--|---|--|------------------------------------|---|---|--|
| Observations | Cela suppose une grande stabilité du guide antérieur. Nécessiterait un remodelage du guide antérieur. | | Adopter les protections du patient | En classe division 1 les implants sont "protégés" | Les centrales et latérales devront être sondées fréquemment. Nécessiterait un remodelage du guide antérieur | Utilisation d'articulateur complètement adaptable dans les cas de classe II division 1 (impossibilité absolue de restaurer le guide antérieur) |
| Dans la classe II totale, le groupe incisif inférieur entre en contact avec la canine supérieure et la canine inférieure avec la première prémolaire supérieure. Dans la classe II atténuée (bout à bout molaire), difficile de réaliser une fonction de groupe car, au début du recouvrement, les cuspidés inférieures sont situées entre les prémolaires et les molaires. Il faut avoir par sécurité un long guide canin. | | | | | | |

Figure 11 : Proposition de schémas occlusaux maxillaires en classe III squelettique selon les classes d'édentement de Kennedy-Applegate (88)

| Type d'édentement | Classe I Edentement bilatéral postérieur | Classe I ou II Modification 1 Absence de canine | Classe II Edentement unilatéral postérieur | Classe III Edentement intercalaire unilatéral | Classe IV Edentement antérieur | Classe V Edentement bilatéral intercalaire avec absence d'une canine | Edentement presque total ou édentement antérieur, y compris canines |
|--------------------|---|---|--|--|--|--|---|
| Arcade Antagoniste | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée |
| Contacts | Intercuspitation | Contre indication des implants | Contre indication des implants | Contacts en OC | Contacts en OC | Contacts en OC | Contacts en OC |
| | Côté travaillant | Contre indication des implants | Contre indication des implants | Contacts postérieurs | Fonction de groupe Protection par dent naturelle ou aucun contact | Pas de contact | Aucun contact ou occlusion balancée |
| | Côté non travaillant | Contre indication des implants | Contre indication des implants | Contacts stabilisants | Aucun contact ou contacts stabilisants | Contacts des groupes cuspidés postérieurs et parfois canins | Contacts stabilisants ou occlusion balancée |
| | Propulsion | Contre indication des implants | Contre indication des implants | Contacts sur les groupes cuspidés postérieurs et parfois la canine | Protection par les dents naturelles. Fonction de groupe Glissement des cuspidés postérieurs → canine | Protection des implants par glissements des groupes cuspidés postérieurs | Glissements des groupes cuspidés postérieurs et parfois par canine |
| Classe III sériée | | | | | | | Si on peut vestibuler les dents, on se retrouve en classe I |

| | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------|--|--------------------------------|---|---|--|--|--------------------------------|
| Classe III marquée | Intercuspitation | Contre indication des implants | Contre indication des implants | Contacts en OC | Contacts en OC | Contacts en OC | Contacts en OC | Contre indication des implants |
| | Côté travaillant | Contre indication des implants | Contre indication des implants | Fonction de groupe | Fonction de groupe ou aucun contact | Aucun contact | Aucun contact ou occlusion balancée | Contre indication des implants |
| | Côté non travaillant | Contre indication des implants | Contre indication des implants | Contacts stabilisants | Aucun contact ou contacts stabilisants | Contacts stabilisants groupes cuspides postérieurs | Contacts stabilisants ou occlusion balancée | Contre indication des implants |
| | Propulsion | Contre indication des implants | Contre indication des implants | Glissement des groupes cuspides postérieurs | Protection par les dents naturelles. Fonction de groupe Glissement des cuspides postérieures | Pas de contacts du groupe antérieur Protection par groupes cuspides postérieurs | Glissements des groupes cuspides postérieurs et parfois par canine | Contre indication des implants |
| Observations | | Forces très importantes dans tous les mouvements | | Danger des forces transversales | | Indications des implants de canine à canine | Cela suppose que les groupes molaires sont en « parfaite santé parodontale » et une surveillance stricte. Forces transversales très importantes. | |

4.1.3 Parafonctions

Le diagnostic des parafonctions est fondamental, puisqu'elles peuvent être à l'origine de surcharges si l'amplitude et la fréquence des sollicitations est excessive (167). L'observation d'usure marquée des faces occlusales, de fracture des dents naturelles ou du matériau cosmétique sont révélateurs de surcharges (165, 179).

Renouard et Rangert (171) proposent une classification du contexte occlusal, selon qu'il soit favorable, à risque faible ou important :

- contexte occlusal favorable :
 - occlusion équilibrée
 - pas de pathologie au niveau des articulations temporo-mandibulaires
 - trajets d'excursions mandibulaires réguliers

- contexte occlusal à risque faible :
 - présence de petites facettes d'abrasion
 - patient carbocalcique
 - rapports d'occlusion défavorables sans parafunctions (ex : classe II division 2 d'Angle)
- contexte occlusal à risque important :
 - bruxisme
 - parafunctions
 - effondrement occlusal postérieur
 - présence de facettes d'abrasion importantes
 - historique de fêlures ou fractures de dents naturelles
 - historique de fêlures ou fractures répétées des prothèses ou du matériau cosmétique.

Plus le contexte occlusal est à risque, plus le nombre d'implants doit se rapprocher ou égaler le nombre d'unités radiculaires à remplacer.

Pour ce qui est du bruxisme en particulier, il ne peut contre-indiquer de façon absolue le placement d'implants, mais la prudence et un plan de traitement organisé sont essentiels dans de telles situations (41). Le bruxomane est tout de même considéré comme « patient à risque » au même titre que la parodontite non contrôlée et le tabagisme (53, 54, 160). Selon Zinner et coll (226) un bruxomane fumeur est un mauvais candidat aux implants.

Il est primordial que le praticien soit capable dans un premier temps d'identifier une telle pathologie chez ces patients. Les critères cliniques de diagnostic du bruxisme sont selon Lavigne et coll (109) :

- bruits nocturnes ou diurnes associés au grincement, tapement ou frottement des dents

- usure anormale des dents de type non fonctionnel : lorsque les facettes d'usure sont brillantes, elles suggèrent une usure récente, tandis qu'un bruxisme ancien est plutôt caractérisé par des facettes mates. Mais il faut aussi avoir à l'esprit que les serrements peuvent se produire au niveau ou à proximité de la PIM, n'entraînant ainsi pas de glissement et donc pas de bruxofacettes (c'est le bruxisme centré)
- hypertrophie des masséters (et/ou temporaux) lors d'une contracture isométrique volontaire
- raideur ou douleur musculaire le matin
- serrement des dents et contraction des muscles masticateurs le jour
- céphalées, douleur articulaire et musculaire, craquement des articulations temporo-mandibulaires, exacerbation des problèmes parodontaux sont des signes parfois utilisés comme éléments complémentaires au diagnostic.

Quelques précautions sont à prendre, lors de reconstructions implantaire chez le bruxomane :

- **le matériau occlusal**

En 1988, Davis et coll (47) pensaient que l'utilisation de la porcelaine était meilleure dans les cas de bruxisme, car elle permet une transmission des forces plus harmonieuse aux implants et à l'os péri-implantaire.

Selon Chiche et Guez (35), les résines chargées et composites sont les matériaux de référence puisqu'ils présentent de grandes qualités mécaniques, et que leur maintenance est faible en cas de fracture. Ils soulignent que les alliages précieux sont également particulièrement indiqués.

En revanche, il faut éviter l'opposition de deux surfaces antagonistes implantaire en céramique du fait du risque de fracture.

•le guide antérieur

Weinberg (213) a montré que plus le trajet incisif est long, plus les forces générées sont importantes. Donc, pour protéger les dents postérieures, le guide incisif doit bien sûr être présent, mais de faible amplitude.

Chez un bruxomane, pour créer des rapports harmonieux et accroître la sécurité, on diminue les pentes incisive et canine, et on augmente l'angle intercoronaire (espace de liberté) : on se place alors dans des conditions biomécaniques plus favorables et on évite ainsi que le patient détériore ses dents.

Dans le cas de bruxisme, Santos et coll (180) affirment qu'il est impératif de réaliser une réduction des guidages excessifs canins sur les prothèses sur implants lors des mouvements de latéralité. Ceci permet en effet de diminuer considérablement le bras de levier axial et l'amplification des forces latérales qui en résultent.

Chiche et Guez (35) recommandent dans le cas du remplacement unitaire de la canine chez un patient présentant une para fonction la mise en place d'une fonction de groupe.

•Les ports à faux, les cantilevers

Ils augmentent les forces appliquées à la prothèse sur implants, ils doivent donc être évités en règle générale, et en particulier chez le bruxomane (141).

•La mise en charge

La mise en charge immédiate est possible, entre autres, si les implants ont une bonne stabilité primaire, et si l'interface os/implant est soumise à des micro-mouvements limités durant la période de cicatrisation initiale ; elle est, par conséquent, difficilement réalisable en cas de parafunctions.

Les surcharges parafunctionnelles augmentent le risque de dévissage, de bascule de prothèse ou de fracture de la restauration transitoire utilisée lors de la mise en charge immédiate : la surcharge occlusale augmente les risques d'échecs des mises en charge immédiate et peut être responsable de la mobilité excessive des implants non adhérents à l'os (143).

Balshi et Wolfinger (12) ont rapporté « malgré des réglages occlusaux raffinés » 8 échecs sur 40 implants mandibulaires mis en charge immédiatement chez 10 patients édentés totaux : 75% des échecs ont eu lieu chez des patients bruxomanes.

Selon l'étude de Ganeles en 2002 (65), la mise en charge doit être différée de 40 à 70 jours pour optimiser les résultats implantaire chez un bruxomane.

Orthlieb et coll (157) voient un intérêt tout particulier à la mise en charge progressive : les restaurations transitoires constituent un test thérapeutique et permettent de valider ou non les concepts occlusaux retenus. Ceci est d'autant plus important chez un patient bruxomane.

•Maintenance occlusale

Au moindre signe de parafonction, le port d'une gouttière de protection (à recouvrement complet) est systématique sur toutes les prothèses implantaires. En cas de mise en charge immédiate, il se fera dès la pose de la prothèse transitoire pour réduire les contraintes appliquées aux implants et au support osseux et générées par la restauration provisoire immédiate (143, 182).

L'utilisation d'une gouttière de protection permet de :

- s'opposer aux mouvements incontrôlés de la mandibule, et donc d'éviter des forces délétères sur les éléments prothétiques implantaires
- protéger les dents et les matériaux de restauration : rôle de prévention contre l'usure.

Lors de bruxisme nocturne, il est préférable que la gouttière soit réalisée en résine acrylique dure, et non pas en vnyl (gouttière molle) car cette dernière est à refaire régulièrement du fait de sa dégradation rapide (154).

La surface occlusale de ces gouttières doit répondre à des principes clairement établis, elle doit :

- être uniformément lisse, sans concavité ni ressaut
- établir en OIM des contacts simultanés avec toutes les cuspides supports
- guider les déplacements mandibulaires : les mouvements de latéralité se font avec un guide canin, sans interférences non travaillantes, et la propulsion a lieu sans interférences postérieures
- être périodiquement adaptée aux changements qui interviennent de par son usure, mais aussi dans les rapports inter-maxillaires, l'activité musculaire, ou encore l'expression de la douleur.

Il est impératif, en plus du port d'une gouttière de protection, de revoir périodiquement le patient bruxomane ou ayant des habitudes parafunctionnelles pour des visites de contrôle : le rythme des consultations est maintenu à 4 par an, soit tous les trois mois (35).

4.2 Matériaux

4.2.1 Différents types de matériaux

4.2.1.1 Résine

Propriétés :

- résultat esthétique très satisfaisant à court terme, mais à plus long terme, elle devient terne du fait de sa porosité (35), ce qui aboutit à une absence d'harmonie avec les dents naturelles ou les restaurations adjacentes et une insatisfaction des patients et des praticiens sur le plan esthétique (122).

- faible résistance à l'usure, donc (35):
 - perte de la dimension verticale (avec possibilité de parafunctions)
 - modification des contacts occlusaux
 - perte de calage par disparition de la morphologie occlusale.

•transmission des forces. Son effet amortisseur de forces est controversé :

Gracis et coll (72) rapportent un meilleur effet amortisseur pour la résine que la céramique, avec une réduction de 50% de l'impact des forces dans le cas de restauration en résine. Il en est de même pour Davis et coll (47).

En revanche, Cibirka et coll (37) ont comparé 3 matériaux de reconstitution (or, résine et céramique) en les soumettant à des forces axiales au niveau d'un implant Bränemark. Ils ont conclu qu'il n'existait aucune différence significative d'amortissement entre ces trois matériaux. Ces résultats sont confirmés par les recherches de Hobkirk et Psarros (82) qui n'ont relevé aucune différence de charge sur les implants que le matériau occlusal utilisé soit de la résine ou de la céramique.

Pierrisnard et Augereau (161) mettent en évidence, par la méthode des éléments finis, que les contraintes appliquées à l'os sont les mêmes en présence d'or, de résine ou de céramique. Sertgöz (188) arrive aux mêmes conclusions.

Le rôle amortisseur, originellement attribué aux dents en résine n'est donc finalement pas confirmé. Les vibrations transmises à l'implant sont différentes pour la céramique et la résine. Cette dernière amortit l'onde de choc mais ne modifie en rien la transmission de la force appliquée au niveau de l'interface os/implant (197).

De plus, un élément non négligeable est à prendre en considération, il s'agit de la musculature qui peut compenser les variations de dureté des matériaux. La force nécessaire pour écraser un aliment donné sera appliquée par le patient quelle que soit la nature de ses surfaces occlusales, par conséquent la musculature compensera toujours la différence de dureté des matériaux (122). Les forces

appliquées sont donc souvent plus importantes avec des faces occlusales en résine qu'en céramique (197).

Si la résine apporte une impression de sécurité, elle engendrera à moyen et long terme des problèmes qui devront être corrigés ou régulièrement compensés.

- efficacité masticatoire

- elle est 30% inférieure à celle procurée par de la céramique, du métal (35) ou de la porcelaine

- Hobkirk et coll (82) ont enregistré les mêmes forces masticatoires sur des bridges sur pilotis mandibulaires, que les dents soient en résine ou en porcelaine.

- maintenance alourdie, puisqu'un remplacement régulier est nécessaire.

4.2.1.2 Résine chargée et composite

C'est une structure biphasée organo-minérale dont les caractéristiques sont les suivantes :

- les résines microchargées ou résines polyméthylmétacryliques permettraient une absorption des contraintes et une meilleure résistance à l'usure
- plus grande résistance aux contraintes statiques (35)
- faible maintenance en cas de fracture (35)
- mais la diminution de l'élasticité (due aux charges minérales) entraîne à moyen terme l'apparition de micro-fêlures puis de fissures et fractures, la maintenance devient donc difficile à gérer car les fractures sont répétées (35).

4.2.1.3Céramique

Ses caractéristiques (35):

- matériau de choix pour les restaurations esthétiques
- pérennité des contacts occlusaux et minimisation de la transmission des contraintes latérales grâce à leurs propriétés de glissement et à leur faible usure
- les capacités d'usure ne sont pas favorables : glacée, elle ne s'use pas, dépolie, elle s'use trop
- sa dureté provoque une transmission quasi-intégrale des forces aux implants sous-jacents. Mais aujourd'hui, on dispose d'une nouvelle génération de céramique plus « tendres », prévues pour diminuer cet effet de transmission.

4.2.1.4Alliages précieux

Leurs caractéristiques (35):

- leur emploi est restreint face aux exigences esthétiques,
- coefficient d'usure favorable, mais faible résilience
- permettent une stabilité des contacts et le maintien de la dimension verticale
- rétablissent l'efficacité masticatoire
- peu de maintenance.

Il est tout de même important de souligner que le choix du matériau n'est pas le seul facteur agissant sur l'amortissement des contraintes, il faut aussi tenir compte du type d'édentement, de la conception prothétique en fonction du nombre d'implants et de la hauteur inter-arcade, de la présence de parafunctions, et enfin des exigences esthétiques de chaque patient.

4.2.2 Comparaison

Figure 12 : Dureté des matériaux de surface occlusale (25)

| Biomatériaux | Dureté Knoop |
|-----------------------------|---------------------|
| Résine acrylique | 12-16 |
| Alliage d'or type I | 55 |
| Dentine | 65 |
| Email | 300 |
| Céramiques conventionnelles | 460 |
| Céramiques basse fusion* | 350-400 |

* il s'agit des céramiques Dicor®, Cerapearl® et Cerestore®

Figure 13 : Avantages et inconvénients des différents matériaux utilisés en prothèse supra-implantaire

| Matériau | Avantages | Inconvénients |
|-----------------|--------------------|---|
| Résine | •Grande résilience | <ul style="list-style-type: none"> •Coefficient d'usure élevé •Risque de fracture en cas de chocs excessifs |

| | | |
|------------------|--|--|
| Or | <ul style="list-style-type: none"> • Coefficient d'usure presque idéal par rapport aux autres matériaux • Meilleure qualité de résistance à l'abrasion quand il est opposé à l'os ou à l'émail | <ul style="list-style-type: none"> • Faible résilience • Problème esthétique |
| Céramique | <ul style="list-style-type: none"> • Matériau esthétique et durable dans le temps | <ul style="list-style-type: none"> • Résilience pratiquement nulle • Coefficient d'usure peu favorable |

Figure 14 : Comparaison de l'usure des matériaux de
restauration prothétique (38)

| Matériaux | Coefficient relatif d'usure |
|---|------------------------------------|
| Or opposé aux autres matériaux | |
| Or/résine | 0.3 |
| Or/émail | 1 |
| Or/or | 1 |
| Or/céramique glacée | 2 |
| Or/céramique non glacée | 5 |
| Céramique opposée aux autres matériaux | |
| Céramique glacée/or | 0.6 |
| Céramique/céramique | 5 |
| Céramique polie/or | 6.5 |
| Céramique glacée/émail | 6.5 |
| Résine opposée aux autres matériaux | |
| Résine/or | 2.5 |
| Résine/résine | 9 |
| Résine/émail | 28 |

4.2.3 Indications

L'utilisation de la céramique est justifiée dans la plupart des cas, à condition que le diagnostic et le plan de traitement soient corrects (les critères suivants s'appliquent surtout aux restaurations postérieures) (122) :

- nombre et longueur des implants suffisants, avec une répartition homogène
- état parodontal des dents restantes : si elles sont atteintes parodontalement, les charges occlusales seront rapidement supportées par la prothèse implanto-portée
- nature des surfaces antagonistes (le risque est moindre avec une prothèse amovible qu'avec une prothèse implanto-portée avec des surfaces occlusales en céramique)
- absence de parafonction : toute parafonction ne contre-indique pas forcément l'utilisation de céramique, mais elle doit être contrôlée.

Les céramiques assurent une bonne pérennité du schéma occlusal ; cependant, leur dureté et leurs propriétés mécaniques nécessitent une extrême rigueur dans l'élaboration du schéma occlusal. Les céramiques basse fusion, seraient donc particulièrement bien indiquées pour la prothèse implantaire puisqu'elles présentent une dureté moindre que les céramiques classiques (dureté qui se rapproche de celle de l'émail). La seule contre-indication à l'utilisation de la céramique reste donc principalement financière.

La céramique apparaît donc comme le matériau de choix de la plupart des restaurations implanto-portées scellées, alors que les dents en résine restent

encore largement utilisées pour les prothèses vissées de type bridge sur pilotis puisqu'elles ont l'avantage de présenter un faible risque de fracture, comparée à la céramique, au niveau du puits d'accès de la vis (35).

Mais quand les conditions énoncées précédemment ne sont pas remplies, le port d'une gouttière de protection est indispensable.

Même si désormais son indication semble être limitée, la résine reste toujours le matériau de choix pour la mise en charge immédiate ou progressive des implants, et d'une manière plus générale pour la réalisation des prothèses provisoires.

En effet elle présente quelques avantages :

- son utilisation est facile et rapide, ce qui autorise le praticien ou le prothésiste à l'utiliser le jour de la chirurgie
- elle peut être retravaillée aisément, ce qui permet de suivre l'évolution des tissus mous péri-implantaires par la technique classique du rebasage au fur et à mesure que l'œdème disparaît ou de modifier l'occlusion
- coût moins élevé que celui de la céramique.

Mais il est vrai qu'elle ne reste qu'un matériau de reconstitution provisoire puisque :

- elle est fragile, surtout pour les reconstitutions de grande étendue
- peu esthétique, par son opacité et le nombre restreint de teintes différentes
- les retouches sont difficiles à polir au fauteuil, ce qui constitue un facteur de rétention de plaque.

En prothèse implantaire, l'idéal serait d'avoir un matériau avec une certaine résilience et une vitesse d'usure relativement lente, mais malheureusement il n'existe encore pas.

Dans les cas de prothèse de grande étendue ou avec un cantilever, Duyck et coll (51) préconisent l'utilisation d'un matériau rigide comme le métal plutôt que la résine, car il permet une distribution significativement meilleure des moments de flexion et évite une surcharge en flexion des implants les plus proches du point d'application de la charge.

Misch (140) préconise également pour les prothèses implanto-portées complètes, des surfaces occlusales en métal (dès que l'esthétique le permet) afin de minimiser l'usure occlusale et de maintenir la précision du schéma occlusal à long terme.

En revanche, Kay (102) considère que les prothèses céramo-métalliques doivent être le matériau de choix dans les reconstitutions complètes.

Winkler et Monasky (219), quant à eux, conseillent d'utiliser pour une overdenture opposée à une denture naturelle, des dents en résine acrylique pour prévenir l'abrasion des dents naturelles ou des restaurations antagonistes. Ils suggèrent même d'incorporer aux surfaces occlusales de ces dents des restaurations en or ou en amalgame pour prévenir leur usure excessive.

4.3 Morphologie occlusale

La conception de la morphologie occlusale n'est plus aujourd'hui un sujet très controversé. Certains pensent qu'il est préférable d'avoir des tables occlusales réduites de manière à diminuer les forces transversales imposées aux implants. D'autres en revanche, sont pour la conservation d'une morphologie

« anatomique », s'appuyant sur le fait qu'une morphologie modifiée ne présente pas que des avantages mais aussi des risques.

4.3.1 En faveur d'une réduction

Une théorie ancienne soutenue par Marc Bert (15, 16) proposait de réduire le diamètre de la couronne supra-implantaire dans le sens vestibulo-lingual.

Cette réduction, était selon lui, justifiée par l'absence de résilience, la très faible capacité discriminative des implants, et la différence existant entre le diamètre d'un implant et celui de la racine d'une dent naturelle. Elle permettait ainsi d'orienter les forces occlusales selon le grand axe de l'implant et de supprimer les surplombs responsables des moments de flexion. La réduction occlusale ne devait pas se faire indifféremment mais aux dépens de :

- la moitié du versant externe de la cuspide d'appui
- la moitié interne de la cuspide guide
- la totalité du versant externe de la cuspide guide

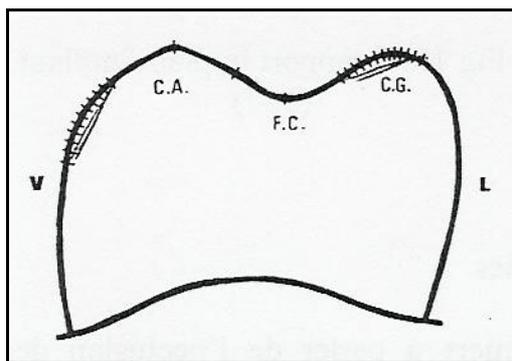


Figure 15 : Modification de la morphologie occlusale (15)

Les zones hachurées sont celles à supprimer

D'un point de vue biomécanique, Rangert (167) montre que l'intensité et la direction des forces masticatrices dépendent de la morphologie occlusale. Lors du contact inter-arcades, plus l'angle cuspidien est grand et le contact en latéralité durable, plus l'effet de levier est fort. Il faudra donc tenter de diminuer cet effet en recherchant des points d'occlusion proches du centre de la dent sur une table occlusale réduite.

Dubruille et coll (50) proposent de réduire l'inclinaison des pentes cuspidiennes. Ils préconisent de centrer au maximum les forces, en diminuant le diamètre vestibulo-lingual des tables occlusales et recommandent d'utiliser les implants les plus longs possibles pour augmenter la taille du bras de levier intra-osseux.

Weinberg (213) opte aussi pour une modification de l'anatomie occlusale : il s'appuie sur le fait que l'anatomie des surfaces occlusales détermine la direction de la ligne résultante de la force, et l'emplacement de cette ligne par rapport à la racine de la dent ou à l'implant définit le caractère de la charge (son effet) :

- s'il se produit un contact entre une cuspide et une fosse plate : la ligne résultante de la force passe verticalement dans ou près de la ligne de l'os support
- mais si le contact a lieu entre une cuspide et un plan incliné, alors la ligne résultante de la force passe obliquement loin de l'os support, ce qui crée une composante latérale de force, plus nuisible pour l'os support que ne l'est une charge verticale (140).

Or le moment de flexion est la force multipliée par la distance perpendiculaire au centre de rotation de l'implant, donc plus la résultante de la force sera oblique, plus le moment de flexion sera important, et donc plus ce sera néfaste pour l'implant.

Il propose donc différents moyens pour réduire ces moments de flexion :

- réduction de l'inclinaison des cuspides (214, 215) qui permet d'avoir une ligne résultante de la force plus proche de l'implant
- mise en place d'une occlusion inversée, associée à une réduction de l'inclinaison de la cuspide linguale mandibulaire : dans ce cas, les distances (direction de la force / centre de rotation) sont réduites à la fois au maxillaire et à la mandibule, et donc on a une réduction efficace des moments de flexion

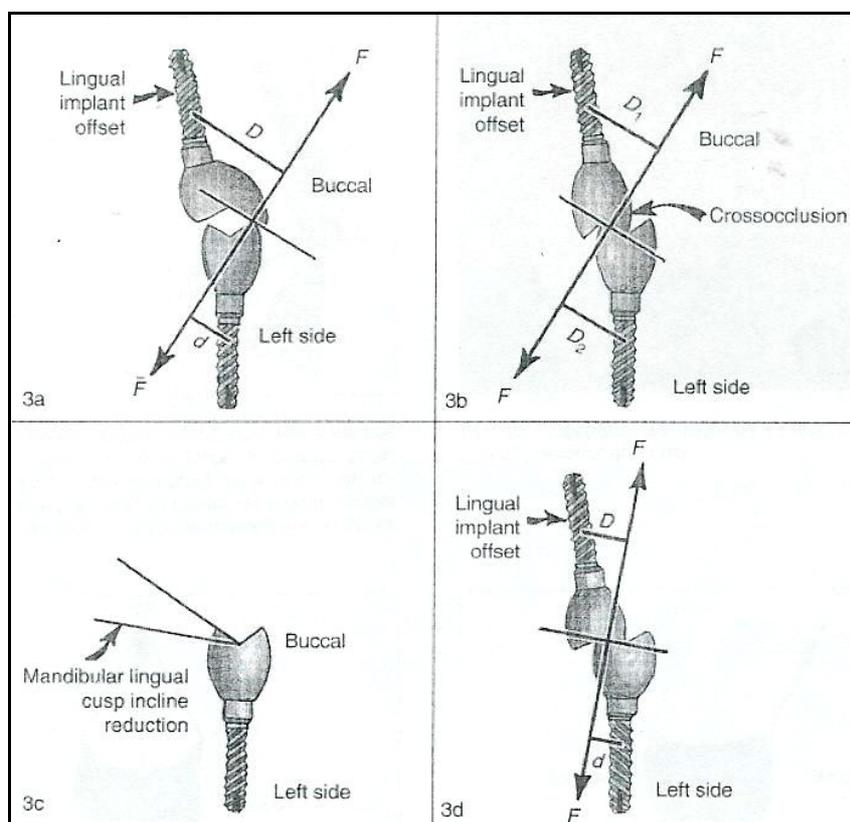


Figure 16 : Moments de flexion induits selon différentes situations (213)

- lorsque la couronne implantaire présente un recouvrement lingual exagéré
- quand la restauration maxillaire est placée en occlusion inversée

d) lorsque l'inclinaison de la cuspside linguale mandibulaire est réduite et qu'il y a mise en place d'une occlusion inversée

- modification de l'anatomie antérieure :

- avec un recouvrement vertical antérieur, la ligne résultante de la force passe à une distance exagérée de l'implant et de l'os (211, 214)
- avec une surface palatine maxillaire modifiée de façon à assurer un arrêt palatin horizontal pour l'incisive mandibulaire, la ligne résultante de la force passe beaucoup plus près de l'implant et l'os et donc produit un moment de flexion moindre.

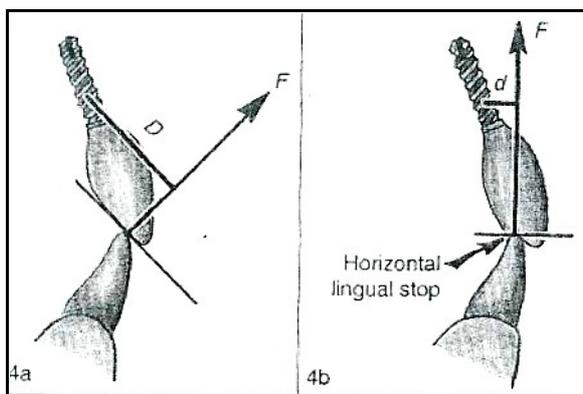


Figure 17 : Modification de l'anatomie occlusale antérieure

d'après Weinberg (213)

b) un stop horizontal palatin sur la restauration maxillaire produit une ligne de force plus verticale, qui passe plus près de l'implant et donc réduit le moment de flexion

- modification de l'anatomie postérieure :

Selon l'auteur si l'on conserve une morphologie classique, la plus légère variation physiologique du positionnement des mâchoires va entraîner un contact incliné et donc une résultante de force oblique. Par conséquent, pour être plus compatible avec cette variation physiologique, Weinberg propose une anatomie occlusale modifiée, caractérisée par une véritable fosse horizontale de 1.5mm (plutôt qu'une rainure) :

- pour les molaires mandibulaires, la fosse est réduite à un sillon au niveau des faces linguale et vestibulaire, de manière à éviter des bords inesthétiques et tranchants
- au niveau des molaires maxillaires, la réalisation de cette fosse nécessite l'élimination du pont d'émail
- cette anatomie exige la réduction de la cuspidé antagoniste, il se produit alors une vraie aire de contact cuspidé/fosse avec une force verticale (30, 73).

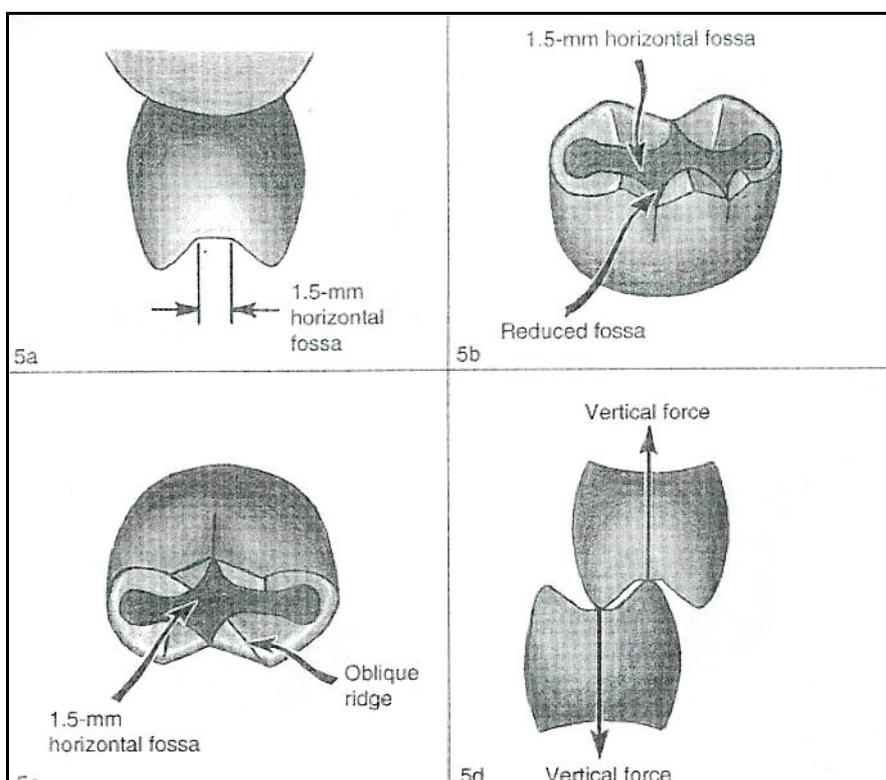


Figure 18 : Modification de l'anatomie occlusale postérieure
d'après Weinberg (213)

- a) face occlusale avec une fosse horizontale de 1.5mm
- b) vue occluso-vestibulaire d'une molaire mandibulaire
- c) molaire maxillaire
- d) aire de contact en occlusion centrée qui permet de produire des lignes de forces verticales

Mann et Pankey (130) avaient également suggéré ce concept en utilisant un dessin occlusal dénommé le « long centric », caractérisé par une fosse étendue du point de contact en relation centrée aux points de contact des excursions latérales.

Curtis et coll (41) justifient la nécessité d'une morphologie occlusale modifiée par l'observation suivante : plus une surface occlusale est complexe, plus la possibilité de caler de la nourriture est grande et la transmission de forces latérales augmentée (37).

La réalisation de larges cuspides et fosses avec une anatomie cuspidienne peu profonde (angle cuspidien aplati) et une table occlusale réduite sont donc nécessaires pour diminuer ce potentiel de calage. Cela va vraisemblablement permettre de diminuer les forces sur les composants prothétiques et l'os crestal (212).

De plus, la disclusion antérieure est plus facile à obtenir avec une anatomie occlusale postérieure peu profonde et un plan occlusal postérieur plan.

4.3.2 Contre une réduction

Différents arguments sont avancés pour justifier la nécessité de conserver une morphologie occlusale naturelle.

Selon Tavernier (203), une face occlusale réduite perturbe en totalité l'organisation du schéma occlusal et de l'angle fonctionnel, et affecte la protection des organes périphériques et du parodonte.

Pour Toubol (205), « la morphologie des surfaces dentaires des éléments supportés par des implants doit en tout point se calquer, autant que faire se peut, sur les éléments portés par des racines naturelles ».

Chiche et Guez (35) sont également opposés à ce concept de surface occlusale réduite (théorie dite de la « prémolarisation ») puisque le fait de diminuer la surface de la table occlusale dans le sens vestibulo-lingual ne va pas amortir le stress fonctionnel mais bien au contraire augmenter la pression par unité de surface. La force musculaire reste inchangée et la contrainte appliquée à l'os est la même autour de l'implant.

Selon ces mêmes auteurs, la justification de ce concept n'est posée que dans le cas où le profil d'émergence de la couronne risque d'être trop évasé en présence d'un implant dont le diamètre est trop sous-dimensionné par rapport à la morphologie idéale d'une molaire.

En dépit de la diminution des forces transversales sur les implants apportée par une largeur des surfaces occlusales postérieures et un relief cuspidien réduits, cette modification n'est pas sans conséquence. En effet, selon Le Gall-Lauret (112), elle va engendrer :

- une diminution notable de l'efficacité masticatoire : une tentative d'adaptation sera réalisée avec un évasement du cycle et une contraction musculaire plus importante

- cet évasement pourra ensuite se traduire par des contacts sur les dents normalement cuspidées du côté opposé, ce qui rendra pratiquement impossible la mastication du côté implanté (c'est tout de même l'inverse de ce qui est recherché !)
- dans ce cas, toutes les conditions d'installation d'un désordre temporo-mandibulaire sont réunies.

Cependant Le Gall et Lauret (113) distinguent différentes situations pour lesquelles il est indiqué ou non de réduire la largeur de la table occlusale :

Si la surface portante ostéo-intégrée est satisfaisante en surface, position, orientation et nombre d'implants, la prothèse implantaire peut être réalisée sans restriction. Dans ce cas, la surface occlusale ne doit pas être sensiblement différente de celle d'une dent naturelle.

Si la surface portante implantaire est insuffisante ou si l'os est de faible densité, il est possible d'adapter la surface occlusale prothétique à la surface portante implantaire réellement ostéointégrée, en fonction du cas (90) :

- en diminuant la largeur de la surface occlusale de la prothèse implantaire et en ajustant les dents antagonistes par adjonction et/ou soustraction, pour ne conserver que des guidages réduits mais équilibrés. Les guidages prothétiques doivent être en harmonie avec ceux existant sur les dents naturelles voisines.

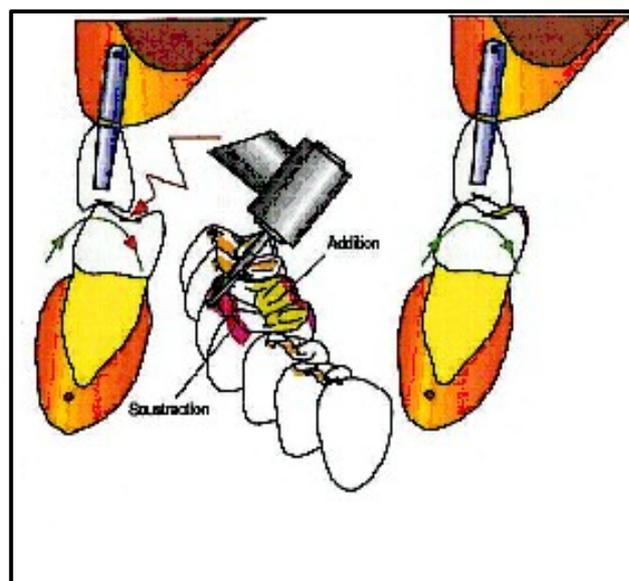
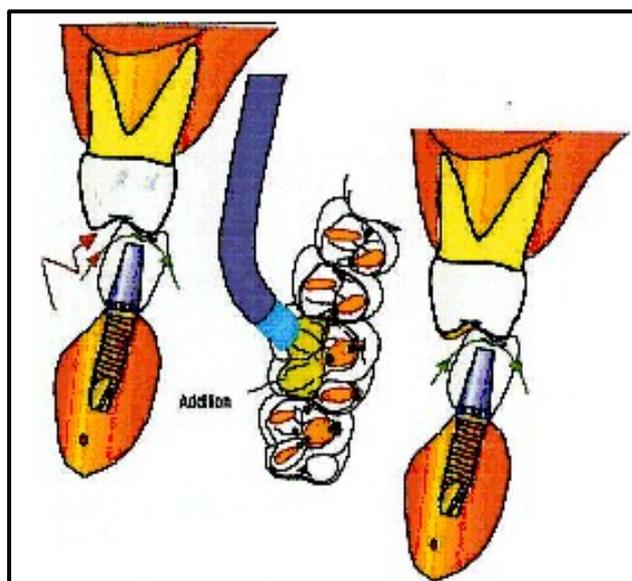


Figure 19 : Préparation des dents antagonistes des prothèses implantaires par addition/soustraction (113)

- en aménageant dans le relief cuspidien des sillons d'échappement plus importants, afin de diminuer la charge occlusale et d'améliorer l'échappement du bol alimentaire sous la pression de mastication
- en ne conservant que le couple premières molaires en occlusion, qui est le minimum nécessaire mais indispensable à une mastication physiologique
- en réalisant des dents provisoires en accord avec les conditions précédentes. Une fois testées et validées (équilibre fonctionnel atteint avec des contraintes axiales et latérales contrôlées), elles peuvent être reproduites avec précision par le laboratoire sur les prothèses définitives.

4.3.3 Comparaison des morphologies

Une étude clinique, menée par Khamis et coll (103), a été réalisée afin de comparer l'influence de trois morphologies occlusales différentes (0 degrés, 30 degrés, et occlusion lingualisée, c'est-à-dire engrènement des cuspides palatines des dents postérieures maxillaires dans la fosse centrale des dents postérieures

mandibulaires) sur des overdentures implantaires mandibulaires. Les conclusions sont les suivantes :

- la mastication est plus efficace avec les formes de 30° et d'occlusion linguallisée (même efficacité entre les deux) par rapport à celle de 0°
- les patients préfèrent pour 57% la forme à 30°, 42% l'occlusion linguallisée et aucun celle à 0°
- la perte osseuse n'est pas statistiquement différente entre les formes occlusales : quelle qu'elle soit, la densité osseuse augmente entre le 2^{ème} et le 4^{ème} mois puis diminue entre le 4^{ème} et le 6^{ème} mois (fin de l'étude)
- au niveau de la muqueuse péri-implantaire : pas de différence entre les formes pour l'indice de plaque et le sondage, mais l'indice gingival est diminué pour les formes de 30° et d'occlusion linguallisée.

Mendez et Guerra (135) ainsi qu'Engelman (55) suggèrent l'utilisation des trois formes pour les overdentures implantaires : le choix se fait selon la préférence du praticien (135).

En revanche, une autre étude comparant deux morphologies distinctes (inclinaison cuspidienne de 0 ou 30°) n'a pas mené aux mêmes conclusions. Il faut tout de même souligner qu'elle a été réalisée sur des fragments de côte bovine (100). Ses résultats montrent que :

- une configuration occlusale peu profonde avec de larges canaux permet de prévenir l'accumulation alimentaire dans les sillons profonds
- une inclinaison cuspidienne réduite évite le calage de la nourriture contre les parois latérales de la table occlusale
- tout ceci minimise la transmission des forces à la prothèse et à l'os.

Par conséquent, selon cette étude, la morphologie occlusale idéale pour une prothèse sur implants serait donc une inclinaison cuspidienne réduite, une anatomie occlusale peu profonde et de larges cuspides et fosses.

4.4 Cantilever

Pour des raisons anatomiques (qualité et quantité osseuse), il est souvent difficile d'obtenir un rapport 1/1 entre les unités prothétiques et les implants supports dans le cas de restaurations du secteur postérieur : c'est pourquoi, il est souvent fait appel à la réalisation de prothèses avec des cantilevers.

Toutefois, certaines observations sont à prendre en compte pour évaluer si la réalisation d'un cantilever est souhaitable ou non en prothèse implanto-portée.

D'un point de vue biomécanique, lorsqu'un cantilever est chargé, on a en quelque sorte une rotation de la prothèse qui va entraîner :

- d'importantes forces compressives sur l'implant distal (7, 14, 71, 78, 159, 168, 191, 202). Celles-ci appuient sur les composants du système implantaire, elles n'induisent donc pas normalement de problème mécanique dans l'unité d'ancrage (168)
- mais aussi des forces de tension sur l'implant mésial (7, 159, 168). Elles sont proportionnelles au rapport du bras de levier et ont tendance à séparer l'unité d'ancrage (168)
- et de forts moments de flexion sur l'implant distal, l'exposant ainsi à un fort risque de surcharge (51, 168) et de fracture. Ils sont en moyenne le double de la charge appliquée (52).

Duyck et coll (51) ont enregistré de plus grands moments de flexion au niveau des implants supports, lors de l'application d'une charge de 50N ou en occlusion maximale, quand une prothèse de 3 unités prothétiques était supportée par deux implants (donc avec cantilever) plutôt que par trois.

La présence d'un cantilever dans les cas d'édentements partiels postérieurs va aussi avoir des conséquences au niveau osseux : il engendre une augmentation du stress au niveau de l'os crestal (41). D'après une analyse par la méthode des éléments finis menée par Augereau (10, 11), les compressions concentrées en regard de l'apex et de la zone cervicale de l'implant distal sont augmentées en présence d'extensions.

Plusieurs éléments doivent être pris en compte avant d'envisager la réalisation d'un cantilever (41) :

- la position du cantilever,
- son étendue antéro-postérieure,
- les charges occlusales,
- le nombre, le diamètre et les caractéristiques de surface des implants,
- la qualité osseuse
- et la rigidité de la superstructure.

Position du cantilever :

Les points les plus faibles du cantilever sont l'emplacement et la dimension du pontique, et l'intensité des forces de mastication en occlusion (189). Ces forces ont tendance à s'accroître au niveau des pontiques en cantilever distaux (175), c'est pourquoi Saba (177) préfère opter pour un cantilever mésial plutôt qu'un distal.

Etendue antéro-postérieure du cantilever :

C'est la distance antéro-postérieure entre les implants (appelée AP) qui détermine la longueur du cantilever (56). Si AP augmente, la longueur du cantilever peut augmenter : d'une manière générale, elle est égale à 1.5 fois AP.

Lindquist et Ahlqvist (4, 121) ont constaté une perte osseuse plus importante autour des implants lorsque les prothèses étaient pourvues de longs cantilevers.

Toutefois, même si Tashkandi et coll (202) ont indiqué de plus hautes charges sur les implants distaux avec une longueur de cantilever croissante, Naert et coll (153) n'ont pas pu faire de corrélation entre la perte d'os marginal et la longueur du cantilever.

Charge occlusale :

Selon Rangert (167), une prothèse de 3 éléments sur 2 implants ne compensant pas la flexion par des forces axiales, il est indispensable de diagnostiquer les habitudes fonctionnelles du patient, et si nécessaire de limiter les parafunctions.

Les contacts occlusaux doivent être le plus près possible du centre de la face occlusale et tout contact en latéralité doit être proscrit (89, 167).

Saba (177) recommande un plan occlusal étroit plutôt qu'un plan élargi puisque ce dernier aurait pour effet d'accentuer la tension sur les vis piliers.

Quirynen et coll (165) ont montré qu'il y avait plus d'échec implantaire et plus de perte d'os au niveau des implants distaux, s'il y avait uniquement un contact sur l'extension et pas de contact dans la région antérieure.

Implants :

- Prothèse complète fixée implanto-portée :

L'implant terminal est toujours celui qui est soumis à la force la plus importante (168), il est donc essentiel d'optimiser son ancrage osseux en le

plaçant le plus en arrière possible, en tenant compte bien sûr de la qualité et de la quantité d'os.

L'implant antérieur au terminal doit être suffisamment en avant pour pouvoir compenser le mieux possible le bras de levier de l'extension distale de la prothèse (167) : la distance antéro-postérieure entre les implants doit être d'au moins 10mm (168).

Si les implants sont placés le long d'une ligne droite, le cantilever doit être plus court.

Qualité osseuse :

Dans le cas de prothèse fixe complète implanto-portée, la qualité de l'os à la mandibule autorise une extension moyenne de 15 à 20 mm, alors qu'au maxillaire, où l'os est plus poreux, il est préférable que le cantilever ne dépasse pas 10mm (168).

Rigidité de la superstructure :

Si la rigidité est insuffisante, l'implant le plus proche du point d'application de la charge, lors de la charge du cantilever, sera excessivement chargé : ceci est vrai à la fois pour les prothèses partielles (41) et les prothèses complètes implanto-portée (portées par 2 implants ou plus) (168).

Duyck et coll (51) ont comparé, dans le cadre d'un édentement partiel, l'influence du matériau prothétique sur les forces axiales et les moments de flexion induits sur les implants supports, et ceci pour différentes conceptions prothétiques (3 unités prothétiques pour 3 implants, 3 unités prothétiques pour 2 implants, 2 unités prothétiques pour 2 implants, et une prothèse fixée complète avec 2 cantilevers).

En comparant la restauration prothétique de 3 unités sur 2 implants, métallique, à la même restauration en résine acrylique, on remarque que :

- les deux implants de la prothèse métallique ont de hauts moments de flexion
- même si seulement l'implant distal a un haut moment de flexion dans le cas de la reconstruction en résine, celui-ci est plus important que dans le cas du métal.

Ceci peut être dû au fait qu'un matériau plus résilient est plus facilement déformable sous une charge, ce qui crée de plus gros stress à l'interface os-implant la plus proche du site chargé, mais ne transfère pas de charge à travers le reste de la superstructure.

En ce qui concerne la prothèse fixée complète, des moments de flexion moins importants, avec une meilleure distribution ont été enregistrés lorsque la reconstruction était en métal plutôt qu'en résine (51).

En conclusion, pour la prothèse fixée partielle implanto-portée :

- sur un bridge de trois éléments dont un est en extension, les contraintes sur l'implant le plus proche sont le double de ce qu'elles sont sur un intermédiaire vrai, ce qui a été confirmé par une étude de Gunne et coll (77)
- les sollicitations sur les implants porteurs de la prothèse peuvent être jusqu'à 6 fois plus importantes dans le cas d'un bridge cantilever (deux implants et un élément en extension) que sous un bridge conventionnel (agencement en tripode des implants).

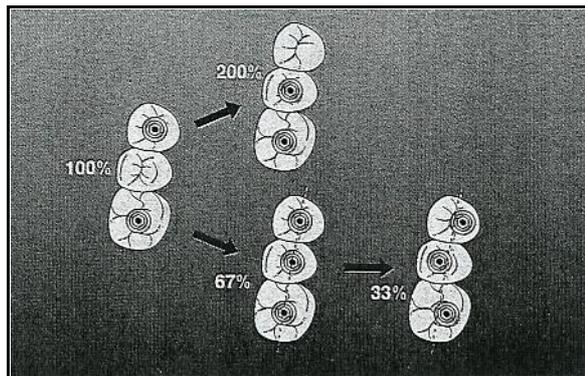


Figure 20 : Comparaison des capacités à supporter les charges d'un bridge de trois éléments en fonction du nombre et de la disposition des implants (167).

Les pourcentages sont des comparaisons par rapport à des contraintes exercées dans le cas d'une prothèse portée par un implant à chaque extrémité.

Par conséquent, selon Rangert (167), si deux implants seulement peuvent être placés pour traiter un édentement partiel postérieur, il est préférable de les utiliser comme supports terminaux de la prothèse et de ne réaliser aucune extension.

Pour les patients parafonctionnels, le risque de dépasser la capacité de résistance des composants et/ou du tissu osseux est grand, l'absence d'extension est donc primordiale dans de tels cas (167).

4.5 Connexion dent / implant

L'implantologie a tout d'abord été développée pour améliorer la stabilité des prothèses totales. Elle a ensuite été rapidement appliquée aux édentés partiels. A l'heure actuelle, il existe une alternative attrayante, celle de connecter implant et dent naturelle en prothèse fixée, mais il reste à savoir si elle est autant souhaitable qu'une solution implanto-portée : là encore, il existe des controverses entre les auteurs. Toutefois, tous les auteurs préconisent

l'utilisation de prothèse implanto-dento-portée seulement dans les cas où une restauration purement implanto-portée ne peut être effectuée.

Certains auteurs (75, 125, 208, 209) mettent en avant plusieurs avantages cliniques d'une liaison dent naturelle / implant :

- amélioration de la régulation des forces occlusales sur les implants par la participation de la proprioception parodontale des dents reliées à ces implants. Muhlbradt et coll (147) prétendent qu'une dent naturelle fixée rigidement à l'implant va transmettre à ce dernier sa proprioceptivité et ainsi le protéger, mais cela n'a jamais été prouvé d'après Assal et Arnaud (6)
- augmentation de la surface portante lorsque les limitations anatomiques (sinus, fosses nasales, canal dentaire inférieur) n'autorisent pas la pose d'un nombre suffisant d'implants
- possibilité de réalisation prothétique sur les secteurs postérieurs lorsque la surface portante implantaire est réduite (implants de faible diamètre et/ou trop courts)
- réduction de la mobilité de l'ensemble. Si les dents naturelles ont une mobilité réduite, le fait de les relier ou non à des implants a peu d'influence. En revanche, en cas de mobilité physiologique dentaire importante, la contention des dents de l'arcade complète avec les implants peut devenir obligatoire : elle évite que les implants ne viennent en suroclusion à chaque fermeture lorsque, par effet d'amortissement / déplacement, les dents naturelles s'enfoncent dans leurs alvéoles sous la pression occlusale
- mise en contention de dents à parodonte réduit facilitée
- amélioration du contrôle, du fait de la contention, des forces transversales développées sur les dents postérieures pendant la

fonction. La participation partielle du secteur antérieur ou de l'arcade réduit les forces appliquées à la zone crestale implantaire

- diminution des risques de fracture lorsque le rapport axial prothèse / implants ostéointégrés est défavorable
- maintien facilité de la stabilité de l'occlusion
- meilleur contrôle des forces transversales antérieures grâce à la contention postérieure, lorsque la résorption centripète du maxillaire oblige à incliner vestibulairement les implants antérieurs supérieurs.

Toutefois, ils soulignent l'importance de respecter quelques impératifs lors de la réalisation de telles prothèses :

- réalisation d'une liaison rigide entre les dents naturelles et les implants (8, 75, 76, 126, 155)
- stabilisation de la prothèse parfaitement contrôlée
- fixation par scellement permanent, et non avec un ciment temporaire, car sinon le différentiel d'amortissement entre les dents et les implants conduit généralement au descellement des appuis naturels et à leur ingression secondaire par phénomène de pompage / poinçonnement
- il ne faut pas impliquer dans ce type de prothèse, les dents fragiles susceptibles de se fracturer ou dont le pronostic parodontal est réservé à moyen terme (5-7 ans), mais faut-il encore pouvoir évaluer la durée de vie d'une dent. Une mobilité anormale de la dent peut conduire à une surcharge de l'implant et de l'os, puisque dans ce cas la dent agit comme un cantilever (77).

Plusieurs études montrent en effet le succès d'une connexion rigide entre un implant et une dent naturelle. C'est le cas d'une étude menée par Astrand et coll (8) avec un suivi sur deux ans, et d'une autre conduite sur 5 ans par Olsson

et coll (155). Gunne et coll (76) l'ont également démontré pour des prothèses mandibulaires postérieures.

Gunne et coll en 97 (77) ont montré, grâce à une étude comparant in vivo des restaurations de trois éléments dento-implanto-portées ou implanto-portées que la distribution des forces au niveau des piliers, selon la situation, est plus influencée par la géométrie prothétique (forme, dimensions, situation, occlusion) et le positionnement des implants (position, orientation), que par les différences de caractéristiques sous la charge occlusale d'une dent et d'un implant.

Inversement, Abbou et coll (1) ainsi que Rangert et coll (167) apportent une nuance à l'indication de la prothèse implanto-dento-portée. Ils insistent sur le fait qu'il est fortement déconseillé de relier deux implants adjacents ou plus à des dents naturelles, car dans ce cas la répartition des charges n'est plus équitable comme dans le cas où seulement un implant est connecté.

En effet, si deux ou trois implants sont solidarisisés à des dents naturelles, l'ensemble prothétique est alors plus rigide qu'avec un seul implant, et les dents risquent de se comporter comme un bras de levier sur les implants (situation de cantilever : les dents peuvent être assimilées à des éléments en extension). Les forces alors appliquées aux implants seront de nature à rompre leur ostéointégration. Ceci a également été confirmé par Gunne et coll (77).

Rangert (167) préconise, dans cette situation, le recours à une connexion non pas rigide mais semi-rigide, celle-ci doit jouer le rôle de rupteur de forces en étant le plus près possible des implants pour réduire l'amplitude du bras de levier.

Assal et Arnaud (6) paraissent complètement opposés à la solution implanto-dento-portée, ils s'appuient pour cela sur une des conséquences majeures de la connexion, l'intrusion de la dent.

En effet, si un implant est soudé à une dent, alors celle-ci se comporte comme une dent en extension, une « pontique vivante ». La solidarisation par une glissière de connexion est tout aussi néfaste et elle n'empêche pas la dent de s'enfoncer pendant la mastication. Sa friction, en revanche, ne lui permet pas de retrouver sa position initiale une fois que la force axiale a disparu : la dent subit alors un mouvement d'intrusion orthodontique (106).

D'autres auteurs, tels que Cho G et Chee W (36), English CE (57, 58), Kay HB (102), Rieder CE et Parel (172), et Sheets et coll (190), ont aussi rapporté des phénomènes d'intrusion des piliers dentaires lorsque ceux-ci sont connectés à des implants ostéo-intégrés.

Selon Rieder et Parel (172), ce phénomène serait irréversible et plusieurs causes seraient susceptibles d'en être à l'origine :

- altération de la mémoire élastique du ligament parodontal : le ligament est comprimé sous l'effet de contraintes, et il perd sa mémoire élastique. La dent s'intruse jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de force comprimant le ligament et qu'un nouvel équilibre s'installe
- détérioration mécanique (ou par « bourrage alimentaire ») de l'attachement non rigide. L'accumulation de résidus alimentaires ou autres débris au niveau de l'attachement peut être responsable de l'intrusion dentaire, créant à son tour une augmentation de l'espace disponible pour une plus grande accumulation de débris et ainsi de suite...
- déformation par flexion de la structure prothétique ou de la travée osseuse sous-jacente.

Quant à English (57, 58), il différencie quatre étiologies majeures de l'intrusion dentaire dans le cas de restauration implanto-dento-portée :

- perte de fonctionnalité de l'appareil ligamentaire parodontal

- débris impactés dans les attachements semi-précis
- mémoire du rebond de la dent affaiblie
- inhibition du rebond de la dent par la fixation mécanique de l'attachement semi-précis.

Les cas d'intrusion rapportés par Cho et Chee (36) concernaient des cas où la dent était encastrée entre deux implants. Ils n'ont pas mentionné si le phénomène était dû à une intrusion de la dent plutôt qu'à une extrusion des implants.

De plus, Rangert et coll (170) ont montré, dans le cas d'un bridge de trois éléments ayant pour piliers un implant et une dent, la possibilité d'une rotation du cylindre en or du pilier Bränemark de 10 μ m, se traduisant, 16mm plus loin, c'est à dire au niveau de la dent par une translation de 100 μ m. Certains cliniciens cherchent donc à modifier les vis de connexion sur l'implant pour donner une certaine mobilité à la suprastructure, mais les études et les recherches manquent encore dans ce domaine.

4.6 Mise en charge immédiate

Dans le premier protocole établi par Bränemark, une des conditions pour obtenir une bonne ostéointégration des implants était une étape chirurgicale en deux temps avec une période d'enfouissement de 4 à 6 mois (3, 20).

Dans les années 1970, Schröder et son équipe, en collaboration avec l'institut Straumann, posent la question de savoir si l'enfouissement sous gingival de l'implant est réellement indispensable à son ostéointégration, en développant le concept de l'implant mis en place en un seul temps chirurgical (183, 184). Le pilier de cicatrisation initialement utilisé lors du deuxième temps

chirurgical, est dans ce protocole, vissé dans le même temps opératoire que la mise en place de l'implant.

Des taux de succès cliniques comparables à ceux obtenus avec les systèmes enfouis sont rapportés chez l'édenté partiel comme chez l'édenté total (9, 26, 27).

Les implants n'étant alors plus enfouis, il s'est rapidement posé le problème de la temporisation au-dessus des piliers de cicatrisation, en particulier dans les secteurs esthétiques. Les auteurs ont donc rapidement proposé de remplacer ces piliers par des couronnes provisoires, donnant ainsi naissance au concept de mise en charge immédiate.

La mise en charge des implants est l'étape de mise en place de la prothèse implantaire avec rétablissement de l'occlusion (86) et par conséquent de la transmission des forces occlusales à l'implant (48).

La mise en charge immédiate se définit donc comme la mise en place de la prothèse implantaire (avec contacts occlusaux) le jour même de la mise en place des implants. Il faut la distinguer de la mise en charge précoce, pour laquelle la mise en place de la prothèse implantaire (avec contacts occlusaux) a lieu quelques jours après la mise en place des implants (48).

Il ne faut pas la confondre avec la mise en fonction immédiate des implants qui correspond à la mise en place de la prothèse implantaire (sans contacts occlusaux) le jour même de la mise en place des implants. Il s'agit donc dans ce cas d'un rétablissement des fonctions esthétiques et phonétiques, mais en aucun cas de l'occlusion.

Un tout nouveau concept commence à voir le jour en Europe, il s'agit du concept NOVUM® de Bränemark. Il permet la mise en place d'une prothèse définitive rigide avec une armature métallique le jour de la pose des implants (22, 60, 80, 137).

Bränemark et coll (22) proposent d'adapter une prothèse réalisée à partir d'une trousse chirurgicale spécifique et de composants prothétiques préfabriqués, de type pilotis, soutenue par trois implants. Ces derniers sont de large diamètre (5mm), spécialement dessinés à cet effet, ils sont placés à l'aide de gabarits de forage très précis. Leur mise en place impose une mise à plat importante de la symphyse.

Le jour de la pose des implants, il est donc possible grâce à ce concept d'avoir une prothèse définitive fonctionnelle : on parle alors de mise en charge immédiate.

Il est important tout de même de souligner que cette méthode ne s'adresse qu'aux patients édentés totaux mandibulaires, avec une arcade mandibulaire en forme de U et une relation inter-arcade de type I ou III (117).

Nous allons donc essayer de voir dans quelles conditions cette mise en charge immédiate est possible, avec quels matériaux est-il préférable de réaliser les provisoires, et comment faut-il régler l'occlusion de ces prothèses en fonction du type d'édentement traité.

4.6.1 Impératifs à respecter

L'expérimentation clinique montre que la mise en charge immédiate ou précoce des implants est possible si l'on peut maintenir une immobilité suffisante des implants leur permettant ainsi de s'ostéointégrer (62).

Le facteur essentiel est donc de limiter les micro-mouvements à l'interface os/implant durant la période de cicatrisation initiale. L'absence d'ostéointégration des implants n'est en effet pas due à leur mise en charge

immédiate ou précoce, mais plutôt à l'intensité des micro-mouvements auxquels ils sont soumis pendant leur cicatrisation.

Selon les auteurs, la valeur seuil du micro-mouvement varie :

- pour Cameron et coll (28), un micro-mouvement de 200 μ m à l'interface os/implant conduit à une interposition fibreuse
- d'après Brunski (23), 100 μ m pourrait être le seuil critique au-delà duquel une réponse fibreuse, au lieu d'une intégration osseuse, aurait lieu
- selon Jaffin et Berman (93) un mouvement de 28 μ m ou moins n'aura pas d'effet sur l'ostéointégration. En revanche, un mouvement de 150 μ m ou plus entraînera systématiquement une apposition fibreuse autour de l'implant.

D'une manière générale, les micro-mouvements doivent être inférieurs à une valeur allant de 50 à 150 μ m (193).

Le maintien des micro-mouvements en dessous de cette valeur seuil est possible dans certaines conditions :

- si les implants sont posés dans un os dense de bonne résistance mécanique. Chavrier (34) contre-indique la mise en fonction immédiate dans les os de qualité osseuse moindre (os de type III ou IV)
- si la rétention primaire des implants est importante. Des différences importantes de rétention primaire existent entre les divers implants.

L'utilisation d'implants cylindriques impactés est donc totalement déconseillée au profit des implants vissés. Certains implants vissés légèrement coniques donnant un contact osseux

maximum réparti sur toute la hauteur de l'implant associé à des spires au profil très rétentif représentent probablement la solution optimale actuelle.

Horiuchi et coll (84) le confirment : les implants vis, comparés aux implants cylindriques, conviennent mieux à la mise en charge immédiate car ils permettent un engagement mécanique immédiat.

Chavrier (34) préconise des implants vis dont les spires assurent la macro-rétention, et avec un état de surface rugueux sablé mordancé pour assurer la micro-rétention. Le seuil de tolérance aux contraintes initiales serait en effet plus grand pour les surfaces rugueuses que pour les surfaces usinées (61).

Rocci et coll (174), sur des restaurations prothétiques partielles provisoires (de 2 à 4 éléments), ont un taux de succès à un an de 95% avec des implants Ti-Unite® à surface rugueuse contre 85,5% avec des implants à surface usinée.

•si une surface portante implantaire importante et bien répartie sous les faces occlusales est posée.

Les implants doivent avoir une longueur d'au moins 8.5mm pour les implants larges ou 10mm pour les implants standards pour être mis en fonction immédiatement (66, 84).

Chavrier (34) précise que le diamètre minimum des implants mis en fonction immédiatement doit être de 3.4-3.5mm.

Le nombre d'implants nécessaire pour une mise en fonction immédiate est de :

- 4 au niveau de la mandibule, pour une prothèse adjointe stabilisée
- 5 ou 6 pour un bridge vissé symphysaire

➤ 8 ou 10 pour un bridge vissé ou scellé sur des moignons transvissés au maxillaire.

- si les implants sont reliés par un dispositif rigide assurant une contention immédiate dans les 3 plans de l'espace.

La littérature semble soutenir l'hypothèse selon laquelle lorsque les implants individuels sont connectés les uns aux autres de façon rigide par le biais d'une prothèse fixe le plus tôt possible après leur pose, leur potentiel de mobilité est bloqué et les micro-mouvements générés par les contraintes restent en dessous du seuil de tolérance. La prothèse permettrait également de limiter les mouvements de rotation et de transférer les forces en direction verticale sur les implants (48).

Tarnow et coll (201) préconisent dans le cas du traitement d'un édentement total, l'usage d'une prothèse transitoire armée avec une attelle métallique (augmentation de sa rigidité) fixée sur au moins cinq implants d'une longueur supérieure ou égale à 10mm. Cette suprastructure arciforme sur un nombre important d'implants bien stabilisés limite le risque de micro-mouvements pendant la cicatrisation osseuse.

Les armatures usinées en titane, d'une plus grande précision que les armatures coulées, et d'une meilleure biocompatibilité sont probablement des facteurs déterminants dans le succès de la mise en charge immédiate (5).

Les cantilevers sont à proscrire dans le cadre de la prothèse provisoire, car les charges pourraient être considérables sur l'implant distal (46).

- si une prothèse provisoire est maintenue en place suffisamment longtemps pour permettre l'ostéointégration des implants, soit environ 2 à 6 mois comme pour une ostéointégration habituelle.

Pour une restauration par overdenture, les deux impératifs à respecter pour effectuer une mise en fonction immédiate sont une stabilité primaire très bonne des implants et une prothèse stable, ne transmettant pas de forces directement sur les implants pendant la période de cicatrisation.

Selon Chavrier (34), quelques précautions sont également à prendre concernant la prothèse implantaire mise en fonction immédiatement :

- son armature doit être parfaitement passive
- elle doit être réalisée dans un alliage suffisamment rigide, type cobalt/chrome ou alliages d'or de type 4
- il est préférable qu'elle soit vissée et non scellée.

En revanche, si l'implant est posé dans un os de faible densité, avec une surface portante insuffisante, Misch (138) recommande de faire une mise en charge progressive dans le temps et graduée en intensité des implants afin d'améliorer la densité osseuse et par conséquent la résistance de l'os péri-implantaire.

Ce concept de mise en charge a aussi l'avantage de permettre la vérification du schéma occlusal adopté (33, 83, 139). C'est le cas par exemple pour les édentements de classe V et VI de Lejoyeux (édentement unilatéral de grande étendue), pour lesquels la réalisation prothétique est délicate et doit être

parfaitement conduite après avoir été testée lors de la temporisation (mise en charge progressive par un bridge provisoire) (129).

Pour cela, Misch (138) préconise des contacts occlusaux limités aux forces axiales sur les implants, une diminution voire une suppression des forces latérales, une suppression des contacts sur les pontiques et une absence d'extension.

Cette mise en charge progressive doit être d'autant plus longue et délicate que l'os se rapproche du type IV. Le principe de cette mise en charge progressive donne lieu à consensus, alors que la façon de la réaliser et son rythme restent controversés (197).

4.6.2 Choix des matériaux

Comme il l'a été mentionné dans un paragraphe précédent (indications des matériaux 3.2.3), le matériau de choix pour les reconstitutions provisoires reste la résine.

Toutefois, il est important de souligner qu'elle doit être renforcée lors de restaurations de moyenne et grande étendue. Ceci fait partie d'un des impératifs à respecter afin de pouvoir mettre en charge immédiatement une prothèse implantaire.

En effet, Grunder (74) a mis en charge immédiatement des bridges provisoires, certains renforcés par une attelle métallique et d'autres non. Au cours de la cicatrisation, tous les bridges sont restés stables, mais il a observé des fractures de la résine sur ceux qui n'étaient pas renforcés (ils ont dû être réparés plusieurs fois), alors qu'aucun incident n'a été rapporté pour ceux renforcés avec une infrastructure en titane monobloc.

4.6.3 Mise en charge immédiate des prothèses implantaires

Dans ce paragraphe, nous ne traiterons en détail que des restaurations totales implantaires puisque ce sont les seules pour lesquelles une mise en charge immédiate est actuellement envisagée.

En effet, dans le cas du remplacement d'une dent unitaire, la restauration provisoire va seulement permettre le rétablissement des fonctions esthétique et phonétique : il n'est pas question de mettre la prothèse en occlusion (mise en fonction immédiate). Il en est de même dans le cas de restaurations d'édentement partiel.

De manière générale, la mise en charge immédiate des prothèses implantaires est contre-indiquée dans les cas suivants (34) :

- édentement postérieur maxillaire ou mandibulaire
- édentement unitaire
- qualité osseuse moindre : type III ou IV
- bruxisme.

Les forces transmises par la prothèse provisoire aux implants doivent être réduites et atraumatiques. C'est pourquoi les forces axiales seront privilégiées et les forces transversales minimisées.

4.6.3.1 Restauration fixe totale supérieure ou inférieure (97)

Dans ce cas, l'ajustement de l'occlusion est plus délicat puisque la prothèse doit rétablir à la fois les fonctions esthétique et occlusale.

Les contacts en intercuspidation maximale (correspond à la RC) doivent être équilibrés bilatéralement aussi bien dans le secteur postérieur qu'antérieur :

- les points obtenus en intercuspidation maximale ne doivent pas avoir de larges surfaces de contact : les marques réalisées sont éliminées jusqu'à l'obtention de points seulement (élimination sur les versants distaux à la mandibule et sur les mésiaux au maxillaire)
- les marques qui correspondent aux fosses où s'engagent les cuspides principales antagonistes sont approfondies en leur centre, sans toucher les points les plus mésiaux et les plus distaux.

Ensuite, les mouvements de latéralité et de propulsion sont vérifiés :

- le recouvrement antérieur ne doit pas excéder 5mm dans le sens vertical pour que la mandibule ne soit pas bloquée et libre de ses mouvements
- toutes les interférences (contacts excentrés postérieurs) sont éliminées lors des mouvements de latéralité et de propulsion : seuls les points obtenus pendant ces mouvements qui se superposent à des points d'intercuspidie maximale sont conservés, les autres sont éliminés en réalisant des sillons côtés travaillant et non travaillant, et en propulsion.

4.6.3.2 Restauration fixe totale supérieure et inférieure (97)

Les situations dans lesquelles l'occlusion doit être restaurée pour les deux arcades simultanément sont rares car la mise en charge en même temps au maxillaire et à la mandibule est rarement faite.

Lors de la mise en charge immédiate d'une prothèse complète à l'une des arcades, il est préférable d'avoir pendant 4 mois une prothèse totale amovible au niveau de l'arcade antagoniste.

Dans ce cas, l'ajustement de l'occlusion est très important sur la prothèse amovible antagoniste, avec toujours une désocclusion du guide antérieur.

Néanmoins, dans l'hypothèse où il y aurait une mise en charge immédiate des deux prothèses fixes sur implants, les recommandations sont similaires à celles pour une denture naturelle, c'est à dire que :

- en intercuspitation maximale (ou RC), des contacts bilatéraux doivent avoir lieu au niveau du secteur postérieur, alors que seulement de légers contacts doivent se produire au niveau du groupe antérieur. Ces contacts sont, comme précédemment, limités à des points et non pas à des surfaces de contact :

A la mandibule :

- sur les versants distaux des cuspides, il faut éliminer la surface la plus distale et conserver le point le plus mésial
- sur les versants externes des cuspides principales, éliminer la surface la plus inférieure et conserver la zone la plus supérieure
- sur les versants internes, éliminer la surface la plus distale et conserver le point le plus mésial et médian

Au maxillaire :

- sur les versants mésiaux des cuspides : éliminer la surface la plus mésiale et conserver le point le plus distal
- sur les versants externes des cuspides principales, éliminer la surface la plus inférieure et conserver la plus supérieure
- sur les versants internes, éliminer la surface la plus mésiale et conserver le point le plus distal et médian

Puis il faut approfondir les fosses, en conservant les extrémités mésiales et distales de ces dernières et en éliminant la surface intermédiaire. Ainsi, la relation cuspidе/fosse va se convertir en un contact de deux points, en éliminant la surface de surcharge mais sans perdre la fonction masticatrice.

- en latéralité et en propulsion, seul le groupe antérieur a des contacts et le groupe postérieur est en inocclusion. Le guidage doit se faire sur la canine à chaque fois que cela est possible
- comme précédemment, seuls les contacts obtenus lors de ces mouvements et qui coïncident avec l'intercuspidation maximale sont conservés. Les tracés qui ne coïncident pas sont éliminés, sauf bien sûr ceux du guide antérieur qui doivent être préservés
- il est nécessaire d'avoir une bonne relation cuspidе/fosse afin de faciliter la fonction masticatrice du patient
- il est recommandé de réaliser des sillons d'échappement à partir des fosses centrales pour que les cuspides n'interfèrent pas pendant les mouvements de latéralité et de diduction. On distingue trois types de

sillons : travaillant, non travaillant et de propulsion, et ces sillons sont différents pour les dents cuspidées supérieures et inférieures.

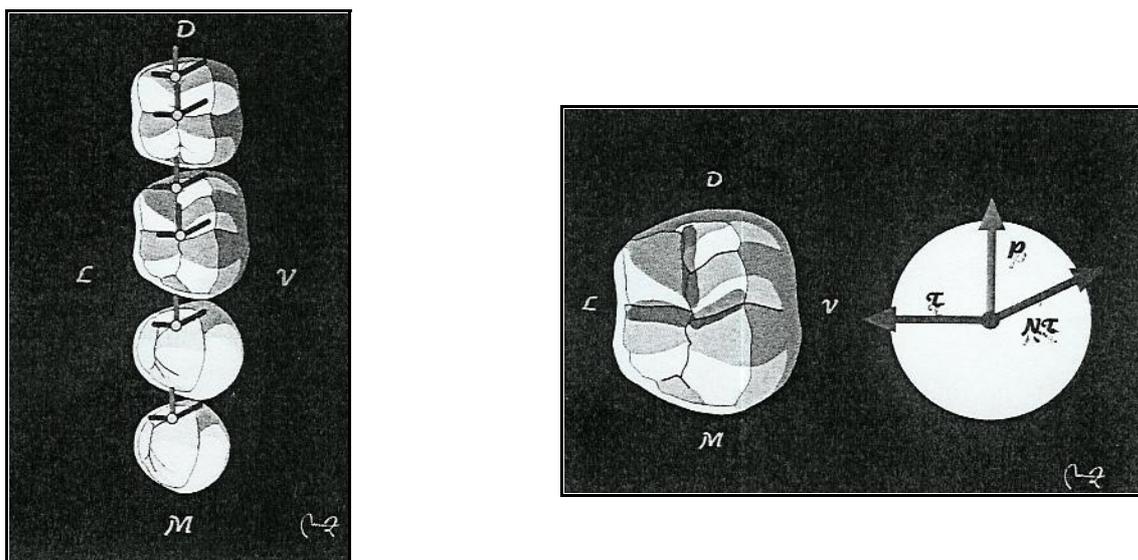
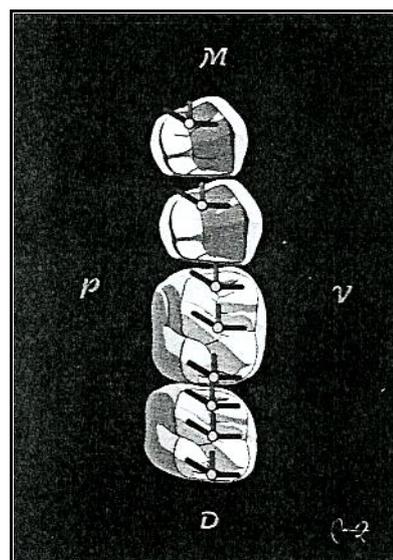


Figure 21: A la mandibule (97):

A gauche : directions des sillons de l'hémi-arcade gauche

A droite : directions des sillons côtés travaillant, non travaillant, et en propulsion



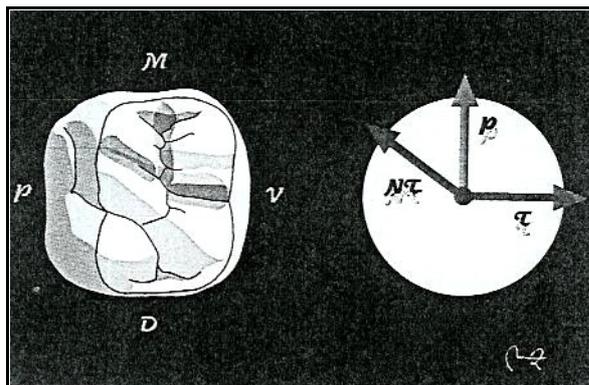


Figure 22: Au maxillaire (97):

A gauche : directions des sillons côtés travaillant, non travaillant, et en propulsion

A droite : directions des sillons de l'hémi-arcade gauche

4.7 Schéma occlusal des prothèses implantaires

4.7.1 Edentement conduisant à un schéma occlusal de prothèse fixée

4.7.1.1 Edentement unitaire à l'exception de la canine

Isidori et coll (88) préconisent dans ce cas :

- une bonne occlusion centrée,
- une protection canine, chaque fois que cela est possible
- les mouvements de circumduction ne devront pas faire intervenir la restauration implantaire
- et l'absence de contacts non travaillants.

Le Gall et Lauret (113) ont un avis divergent puisque selon eux l'objectif prioritaire du praticien est de reconstituer une anatomie fonctionnelle en harmonie de guidage cuspidien avec les dents naturelles voisines et les structures articulaires du patient afin de rendre efficace la déglutition et la

mastication tout en respectant l'équilibre neuro-musculaire du patient et en évitant l'installation de troubles temporo-mandibulaires.

Le remplacement d'une molaire par un seul implant, est d'après Rangert (167), une situation risquant de provoquer une surcharge en flexion, donc seuls les contacts en centré sont souhaitables. Le Gall et Lauret (113) vont plus loin dans l'intégration de la restauration implantaire dans l'équilibre fonctionnel en réalisant des guidages de mastication équilibrés entre les dents voisines naturelles et la restauration implantaire.

4.7.1.2 Edentement unitaire de la canine

Nous retrouvons ici, les deux avis divergents des différents auteurs : d'un côté Isidori et coll (88) écartant la canine de toute fonction, et de l'autre Le Gall et Lauret (113) qui considèrent qu'à partir du moment où la surface portante ostéo-intégrée est satisfaisante en surface, position, orientation et nombre d'implants, la prothèse implantaire peut être réalisée sans restriction.

Les restrictions énoncées par Isidori et coll (88) sont les suivantes :

- établissement, dans la mesure du possible, d'une fonction de groupe antérieure et postérieure lors des mouvements de latéralité de façon à améliorer la proprioception (45)
- la canine implantaire ne doit pas participer à l'enveloppe fonctionnelle
- mais pour des raisons esthétiques, ils acceptent tout de même qu'elle intervienne par un effleurement en fin de mouvement de latéralité ou de propulsion.

Chiche et Guez (35), quant à eux distinguent plusieurs situations en fonction de la localisation et la dimension de l'implant :

- canine mandibulaire : établissement d'une protection canine, surtout si l'implant est long (plus de 10mm pour un diamètre standard de 4mm).

Ils le justifient par le fait que le grand axe de l'implant et de la couronne sont dans le même prolongement en raison de l'orientation verticale de la crête. Par conséquent, en latéralité, les forces s'appliquent en direction de la corticale linguale, dans une région où l'os est en général de bonne qualité.

- canine maxillaire : dans ce cas, le grand axe de l'implant et celui de la couronne ne coïncident plus en raison de l'orientation vestibulaire de la crête. L'os est moins dense, et les forces exercées en latéralité s'appliquent sur la corticale vestibulaire qui est très fine (os de type III). Il faut donc envisager soit :

- une protection canine si la longueur de l'implant standard est supérieure ou égal à 13mm
- une fonction de groupe en cas d'os de faible densité, d'implant standard court ou en présence d'une parafonction.

4.7.1.3 Edentement partiel

Antérieur :

Chiche et Guez (35) adoptent le schéma occlusal de la prothèse fixée et contrôlent le réglage des pentes canines, voire le modifient en bouche, jusqu'à obtenir des mouvements mandibulaires aux glissements harmonieux. En cas d'édentement sectoriel la prothèse implantaire doit rétablir un guidage fonctionnel.

Intercalaire, uni (classe III de Kennedy-Applegate) ou bilatéral (classe V de Kennedy-Applegate) : dans les deux cas le secteur antérieur est préservé

Isidori et coll (88) préconisent :

- une stabilité des contacts en PIM
- une protection canine
- une désocclusion immédiate du côté non travaillant (donc absence de contact)

Postérieur : Classe II (édentement unilatéral postérieur)et I (édentement bilatéral postérieur) de Kennedy-Applegate

Selon l'avis de tous les auteurs (15, 35, 41, 83, 88, 139), il faut dans de telles situations adopter un schéma occlusal de prothèse fixée permettant de minimiser la composante horizontale des contraintes fonctionnelles.

Il est donc préférable de mettre en place une protection canine, même si selon certains auteurs (31, 87, 144, 145, 204), il n'existe pas actuellement suffisamment de preuve scientifique montrant qu'une fonction de groupe est plus nuisible qu'une protection canine.

Deux cas de figures sont alors à considérer :

- présence d'un guide antérieur efficace :
 - stabilité des contacts en occlusion d'intercuspidie maximale
 - en propulsion, désocclusion immédiate par le guide antérieur denté des groupes cuspidés postérieurs
 - en latéralité, désocclusion immédiate postérieure par une fonction canine du côté travaillant, et aucun contact balançant

- élimination complète des interférences dues au mouvement de Bennett

Il est impératif de mettre en place un contact implantaire normal et non en sous-occlusion pour maintenir la décompression articulaire, car selon Sullivan (200) les classes I et II de Kennedy-Applegate provoquent souvent des compressions de l'ATM.

- absence d'un guide antérieur efficace :

- dans ce cas, il n'est pas possible d'éliminer les forces latérales, il faut donc essayer de les distribuer de la manière la plus égale possible sur autant de dents et d'implants disponibles (41)
- une protection de groupe avec une armature extrêmement rigide minimise les forces occlusales sur les implants (200)
- en absence d'un guidage antérieur et canin adéquat, Clayton et Simonet (38) préconisent une fonction de groupe lors de la mise en fonction initiale des implants. Quelques semaines après la mise en charge des implants (à l'aide d'une prothèse transitoire fixée) les contacts travaillants doivent être allégés progressivement, puis supprimés pour privilégier un guidage par la dent la plus antérieure

4.7.1.4 Edentement de grande étendue ou complet

Nous allons ici aborder le cas des édentements de classes V et VI de Lejoyeux ainsi que l'édentement complet uni ou bi-maxillaire.

Un schéma occlusal de prothèse fixée est adopté si ce type d'édentement est traité avec une construction prothétique fixée présentant des extensions postérieures (d'une à deux dents) (88).

Il faut alors rechercher :

- en propulsion, un guidage antérieur
- en latéralité, une protection canine ou du groupe antérieur
- une absence de contacts du côté balançant
- au niveau des extensions postérieures :
 - en OIM, les contacts doivent être punctiformes et légers,
 - pas de participation aux mouvements de désocclusion.

Pour Chiche et Guez (35), le schéma occlusal de prothèse fixée peut être adopté seulement dans le cas où la prothèse fixée avec les extensions (type bridge sur pilotis) est opposée à une arcade dentée. Clayton et Simonet (38) préconisent en plus une sous-occlusion de 100 μ m au niveau des extensions.

Si l'édentement est traité par un bridge fixe sans extensions, le concept de prothèse fixée est applicable si l'arcade antagoniste est dentée naturellement (88) ou restaurée avec des implants (35) mais dans ce dernier cas, seulement si les impératifs biomécaniques sont respectés : volume et densité osseuse satisfaisants, nombre d'implants suffisant...

Si une prothèse double barre est indiquée (le rétablissement du soutien de la lèvre supérieure étant sa principale indication), le schéma occlusal de prothèse fixée s'impose uniquement si la double barre est implanto-portée (35).

4.7.2 Edentement conduisant à un schéma

occlusal de prothèse amovible complète

conventionnelle

4.7.2.1 Edentement antérieur : Classe IV

de Kennedy-Applegate (88)

Dans ce cas, les deux canines sont absentes, il n'y a donc plus possibilité de mettre en place un guide antérieur naturel.

Il faut alors :

- une stabilité des contacts en occlusion centrée (PIM)
- une fonction de groupe en latéralité
- une participation des dents latérales naturelles lors des excursions mandibulaires, ce qui permettra d'améliorer la proprioception et de protéger l'ostéointégration par une diminution des forces horizontales
- un guide antérieur le plus horizontal possible pour soulager les implants
- protéger les implants par les groupes cuspidés postérieurs et grâce à une solidarisation des implants entre eux
- passer obligatoirement par une prothèse provisoire pendant 8 à 15 mois, selon les auteurs, en attendant le remaniement osseux haversien (21, 24, 139).

4.7.2.2 Classe V et VI de Lejoyeux

Dans ce cas, quel que soit le type d'arcade antagoniste, Isidori et coll (88) recommandent une protection élargie, parfois généralisée afin de répartir les contraintes transversales avec :

- une réalisation prothétique qui doit être testée à l'aide d'un bridge provisoire mis en charge progressivement
- une stabilité des contacts en position d'intercuspidie maximale
- une propulsion assurée par le guide antérieur et les dents postérieures
- une latéralité guidée par une fonction de groupe antérieure du côté travaillant, et des contacts stabilisants, parfaitement équilibrés du côté non travaillant
- les angles des pentes cuspidiennes réduits pour faciliter l'harmonisation des mouvements de circumduction.

4.7.2.3 Edentement total

Lorsque l'édentement total est traité avec une overdenture stabilisée par des implants (au minimum deux implants réunis par une barre de jonction ou munis de boutons pression), le schéma occlusal dépend du type d'arcade antagoniste (63).

Si elle est opposée à :

- une prothèse amovible complète conventionnelle, l'unanimité des auteurs optent pour l'occlusion bilatéralement équilibrée (136, 152)
- une overdenture stabilisée par des implants : la majorité des auteurs recommandent une occlusion bilatéralement équilibrée (38, 83, 116, 136, 195, 219). Un montage des dents selon Gerber est réalisé par White (217), alors qu'English (59) préfère le montage selon Sears ou Frusch. Mais certains préfèrent préconiser une occlusion organique

(occlusion mutuellement protégée), c'est le cas de Chapman (32) et Jimenez-Lopez (96)

- une arcade naturelle dentée : l'occlusion bilatéralement équilibrée permettra d'assurer une stabilité maximale pour compenser les forces importantes générées par l'arcade dentée et une distribution appropriée des forces (219)
- une arcade reconstituée par une prothèse fixée implantaire ou dentaire : dans ce cas l'avis reste largement controversé. Certains ont proposé de créer une occlusion mutuellement protégée (18, 96). Pour d'autres, l'occlusion bilatéralement équilibrée semble préférable (40, 49, 219), seulement si la rétention de l'overdenture est inadéquate pour Jimenez-Lopez (96).

Chiche et Guez (35) conseillent la mise en place d'une occlusion bilatéralement équilibrée quels que soient la localisation (mandibule ou maxillaire), le nombre d'implants, et sans aucune distinction concernant l'arcade antagoniste lorsque l'édentement est traité par une overdenture :

- absence de contact antérieur en intercuspidie maximale
- en latéralité, guidages distribués à l'ensemble du côté travaillant et stabilisation par des contacts du côté non travaillant
- en propulsion, calage postérieur avec trépied de stabilisation.

Si le praticien a recours à une prothèse fixe transvissée avec des extensions (type bridge sur pilotis), Chiche et Guez (35) privilégient les règles de la prothèse complète conventionnelle uniquement lorsque l'arcade antagoniste est édentée. Dans ce cas également, une sous-occlusion de 100µm au niveau des extensions est recommandée (38).

Ce même concept est adopté s'il s'agit d'un bridge fixe sans extensions opposé à :

- une arcade édentée
- ou à une arcade restaurée par des implants, lorsque les conditions osseuses (volume, densité) ou le risque biomécanique imposent un parfait équilibre de l'armature prothétique lors des contraintes latérales. Il est alors impératif de déterminer les sites les plus résistants afin d'y établir les guidages travaillants et les éventuelles zones de stabilisation du côté non travaillant (18, 88).

En cas de restauration de l'édentement total avec une prothèse type double barre, le concept de la prothèse complète s'impose uniquement si la double barre est à appui mixte, c'est à dire implanto-muco-portée (35, 64).

| Type d'édentement | Classe I Edentement bilatéral postérieur | Classe I ou II Modification 1 Absence de canine | Classe II Edentement unilatéral postérieur | Classe III Edentement intercalaire unilatéral | Classe IV Edentement antérieur | Classe V Edentement bilatéral intercalaire avec absence d'une canine | Edentement presque total ou édentement antérieur, y compris canines |
|-------------------------|---|---|---|---|--|---|--|
| Arcade antagoniste | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou assimilée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou reconstituée par prothèse fixée | Dentée ou assimilée par prothèse complète |
| Contacts | Intercuspitation OIM = OC ou = RC | Contacts en RC ou O. Habituelle si pas de pathologie | Contacts en RC ou O. Habituelle si pas de pathologie | Contacts en RC ou OC | Stabilité des contacts en RC (= OIM) | Contacts en RC | Contacts en RC |
| Côté travaillant | Désocclusion par les canines | Fonction de groupe : antérieure postérieure pouvant inclure la 2 | Guidage canin | Guidage canin si possible ou fonction de groupe postérieure | Fonction de groupe postérieure | Fonction de groupe du côté de l'implant canine → fonction canine | Fonction de groupe antérieure ou fonction canine |
| Côté non travaillant | Pas de contact | Pas de contact | Pas de contact | Pas de contact | Pas de contact ou contacts stabilisants | Désocclusion immédiate ou contacts stabilisants | Pas de contact ou contacts stabilisants (1) |
| Propulsion | Désocclusion par le guide antérieur ± canine | Désocclusion par le guide antérieur | Désocclusion par le guide antérieur ± canine | Désocclusion par le guide antérieur ± canine si existe | Contacts sur les groupes cuspidés postérieurs Guidage antérieur le plus horizontal possible | Désocclusion immédiate par le groupe antérieur si peu mobile ou contacts des groupes cuspidés postérieurs | Guidage antérieur ± canine si nécessaire par les dents postérieures (1) |
| Observations | Sous réserve qu'il n'y ait pas | Si les dents antérieures | Statistiquement la majorité des cas. | Si pas de troubles, | Absence de guidage | Mise en fonction | Rapport cuspidé-fosse |

| | | | | | | | |
|---|----------------------------|--|---|---|---|--|--|
| | de troubles de l'occlusion | sont dans un état parodontal faible la fonction groupe postérieur (PM-M) correspond à l'occlusion balancée | Si pas de troubles, adopter l'occlusion du patient | adopter l'occlusion du patient | antérieur naturel. Aménagement de l'angle interincisif. Solidarisation des implants. Si édentement unitaire, protection de cet implant par les dents naturelles. Si canine, fonction de groupe antérieure et postérieure en latéralité. | progressive dans les latéralités : fonction de groupe pour la canine afin que deux dents naturelles antagonistes soient en contact | dans l'axe des implants. Solidarisation des implants par groupe |
| Pas de problèmes parodontaux ou problèmes traités | | | Si troubles de l'occlusion, reconstruire selon le concept gnathologique | Si troubles de l'occlusion, reconstruire selon le concept gnathologique | | | <i>(1) quand le nombre d'implants est limité ou que l'on a une densité peu favorable</i> |

Figure 23: Proposition de schémas occlusaux maxillaires en classe I squelettique selon les classes d'édentement de Kennedy-Applegate (88)

4.8 Equilibration occlusale

La première vérification à réaliser lors de l'insertion de la prothèse en bouche, est l'obtention d'un ajustage passif des armatures. Puis, le vissage ou le scellement prothétique doit être assuré de façon stable avant de procéder au réglage occlusal fin à caractère permanent (113).

La première démarche d'équilibration, après l'insertion, consiste à vérifier l'harmonie entre la position de repos du patient et sa position d'intercuspidie maximale à l'aide d'une butée antérieure (110, 111, 114, 115, 123). La simultanéité et la bonne répartition des contacts en PIM doivent être obtenues sur le chemin de fermeture physiologique.

La présence simultanée de dents et d'implants, présentant des mobilités très différentes, constitue la difficulté majeure de l'ajustement occlusal des

prothèses partielles implantaires. Lorsqu'une pression s'exerce, les dents subissent une intrusion physiologique du fait du caractère viscoélastique du desmodonte, on peut alors considérer que la prothèse partielle implanto-portée supporte à elle seule les contraintes (situation de suroccclusion qui prend fin dès que les dents sont de retour à leur position initiale).

Certains auteurs s'appuient sur ce constat pour justifier la technique d'ajustement en deux temps décrite ci-après :

- tout d'abord une pression occlusale légère est exercée, les contacts sur les prothèses implantaires doivent exister mais être moins marqués que sur les dents naturelles voisines (142)
- puis on passe à une pression plus forte (par exemple celle exercée par la déglutition), les contacts doivent alors être équivalents entre la prothèse implantaire et les dents naturelles.

Deux techniques sont possibles pour réaliser cette équilibration. On peut avoir recours à :

- un seul papier marqueur fin, sur lequel on demande au patient de serrer fortement
- deux papiers marqueurs d'épaisseur différente sur les dents naturelles et les implants. On peut par exemple utiliser une épaisseur de 20 μ m sur les implants et de 60 μ m sur les dents naturelles. Cette différence tient compte du différentiel d'amortissement axial existant entre les dents et les implants (environ 25 μ m) et de l'écrasement du papier sous la pression occlusale. Le réglage s'effectue alors directement en demandant au patient de déglutir en maintenant les dents serrées.

D'autres auteurs préfèrent d'abord demander au patient de serrer fortement les arcades dentaires pour positionner les dents le plus apicalement possible dans leurs alvéoles. L'ajustement occlusal de la prothèse est alors réalisé avant que les dents naturelles n'aient retrouvé leur situation d'origine. Mais ce concept n'a pas pu encore faire l'objet d'une étude étant donné la difficulté à évaluer la pression optimale, le temps de pression idéal, et le temps disponible pour effectuer les corrections occlusales.

Mais, Chiche et Guez (35) font remarquer que cette technique ne correspond pas à une situation physiologique ; en effet, si la durée totale des contacts physiologiques ne dépasse pas 10 à 18 minutes par 24 heures (67), les durées moyennes de contact pendant la mastication et la déglutition sont respectivement de 64 et 93 millisecondes. Cette technique semblerait donc beaucoup plus adaptée au patient bruxomane dont la durée moyenne de contact s'élève à 9 secondes, mais aucune étude publiée à ce jour n'en fait un modèle de traitement.

Chiche et Guez (35) préconisent un marquage des glissements, réalisé dans un premier temps de manière conventionnelle en partant de la position d'OIM pour amorcer un mouvement de latéralité.

Puis, un deuxième marquage est réalisé (selon les recommandations de Le Gall et Lauret 2002 (113)) en opérant un glissement inverse (d'une position de latéralité vers l'OIM) ou plus simplement en faisant mastiquer du papier marqueur au patient. Ils sont ajustés de manière à assurer une harmonie entre les implants et les dents naturelles voisines. En fin d'équilibration, sous la pression de mastication, les guidages sur la prothèse implantaire doivent être équivalents à ceux des dents naturelles voisines (et donc légèrement minorés à vide).

Weinberg (213), quant à lui, préconise une technique tout à fait anecdotique et basée uniquement sur son expérience clinique :

- d'abord ajustement de l'occlusion avec un papier de 0.0005 pouce (12.7 μ m) jusqu'à ce qu'il y ait une égale résistance entre la prothèse implanto-portée et les dents naturelles
- puis ajustement uniquement sur la prothèse : le papier doit pouvoir être tiré entre les deux arcades mais sans être attrapé (une légère traînée doit apparaître sur le papier, mais pas de réels contacts sur la prothèse)
- pour l'ajustement excentrique, il faut suivre la procédure habituelle avec des papiers marqueurs de deux couleurs, en prenant soin de maintenir le contact occlusal centré dans la fosse.

4.9 Maintenance occlusale des prothèses implantaires

Dario (44), après enregistrement de l'occlusion sur 100 patients porteurs de prothèse sur implants, note une suroccclusion sur près de la moitié des prothèses, les modifications les plus marquantes ayant lieu durant les deux premiers trimestres après la mise en charge.

Les contrôles doivent donc être fréquents la première année de mise en charge car c'est durant cette période que surviennent 80% des complications (17).

Hellsing (79) préconise une vérification bisannuelle de l'équilibration occlusale dans le cas du remplacement d'une canine par une prothèse implantaire et dans les édentements de classe III et V de Kennedy-Applegate.

Chiche et Guez (35) recommandent, en l'absence de signes cliniques, une fréquence moyenne de quatre visites contrôles par an la première année (à une semaine, trois mois, six mois et un an). Puis, pour la deuxième année de mise en charge et les suivantes, la moyenne diminue à deux contrôles annuels.

En revanche, en présence de parafunctions, la vigilance doit être accrue et le praticien peut imposer trois à quatre visites annuelles (une tous les trois mois) (35) : le contrôle continu de l'occlusion des patients parafunctionnels est essentiel, il permet de surveiller l'apparition de contacts en latéralité, principaux responsables des contraintes de flexion sur les implants (167).

Les dents en résine devront être régulièrement changées, et ce afin de maintenir une morphologie occlusale et une dimension verticale d'occlusion adaptées à un bon fonctionnement du système stomato-gnathique. Pour Bert (17), les dents en résine sont à renouveler tous les 3-4 ans si aucune parafunction n'est apparente. Le délai pourrait être plus court si les dents antagonistes sont en céramique.

Vicente Jiménez-Lopez (97) recommande le port d'une gouttière nocturne à chaque fois qu'une réhabilitation partielle ou totale est réalisée en céramique, et ceci pour éviter les parafunctions et les surcharges du système stomato-gnathique.

Curtis et coll (41) limitent le port de la gouttière aux patients à haut risque de surcharge (bruxisme, serrement, cantilever, restauration implantaire sans dent naturelle proximale).

Une situation de surcharge peut survenir une fois que le traitement implantaire est terminé. C'est pourquoi, il faut toujours rester attentif au moindre signal d'alarme et ne pas le négliger, mais plutôt l'analyser et le faire

suivre d'un traitement approprié : l'élimination de la cause, sinon le problème persistera et mènera à la perte de l'implant (171).

Ces signaux d'alarme sont les suivants :

- dévissage répété des vis de la prothèse ou du pilier
- usure marquée des faces occlusales et/ou fracture de dent naturelle et fracture répétée du matériau cosmétique (résine ou céramique) (165, 169)
- fracture des vis en or ou des vis de pilier
- perte osseuse continue au-delà du 1^{er} filet de l'implant.

Pour intercepter une surcharge occlusale le plus rapidement possible, Curtis et coll (41) préconisent de surveiller le niveau osseux, à l'aide de radiographies bitewing 2 fois la première année, car les autres signes potentiels de surcharge ne sont pas évidents.

CONCLUSION

A l'heure actuelle, la thérapeutique implantaire permet de préserver les tissus dentaires (le cas d'un édentement unitaire encastré semble être une des indications essentielles de l'implantologie), d'éviter la solution prothétique amovible aux patients qui le désirent, et d'augmenter le confort des patients (notamment dans les cas de manque de stabilité d'une prothèse amovible complète).

Même si aujourd'hui les taux de succès des traitements implantaires sont importants, des complications voire des échecs sont encore rapportés par les praticiens. Nous ne sommes pas encore en mesure de comprendre tous les phénomènes expliquant cette perte d'ostéointégration ; néanmoins, l'un des facteurs évoqués est la surcharge occlusale. Il paraît donc indispensable de

savoir gérer l'occlusion des restaurations prothétiques implantaire puisque'elle semble jouer un rôle aussi important que déterminant dans la pérennité de ces prothèses.

Ceci est vrai d'autant plus que des différences non négligeables concernant notamment la forme, la mobilité et la proprioception (présence ou non de desmodonte) existent entre une dent et un implant.

Avant de se tourner vers l'option thérapeutique implantaire, il est nécessaire de réaliser un examen clinique approfondi, de manière à évaluer la distance inter-arcade disponible, la relation intermaxillaire (classe I, II ou III squelettique ou dentaire), et si le patient présente ou non des parafunctions.

L'objectif majeur du praticien, dans le cadre d'un traitement implantaire, est d'optimiser l'intensité des forces occlusales transmises à l'interface os/implant, de façon à maintenir l'ostéointégration. Il peut pour cela jouer sur différents facteurs, notamment le matériau occlusal et la morphologie occlusale de la restauration.

Le matériau le plus indiqué pour les restaurations implantaires semble être la céramique basse fusion, puisqu'elle possède tous les avantages d'une céramique classique, mais avec une dureté moindre, ce qui permet de réduire la transmission des forces aux implants.

Même si la résine est fragile et peu esthétique, elle présente quelques avantages (facilité d'utilisation, coût réduit) : elle est donc le matériau de choix pour la réalisation des prothèses provisoires.

Si la surface portante implantaire ostéo-intégrée est suffisante, la majorité des auteurs indiquent la conservation d'une morphologie anatomique et

fonctionnelle des prothèses implantaires. En revanche, si elle s'avère insuffisante, il est possible d'avoir recours à une diminution de la largeur de la table occlusale.

La réalisation d'une restauration prothétique implantaire avec un cantilever est de manière générale contre-indiquée : il est toujours préférable de placer un nombre d'implants optimal pour la situation clinique rencontrée (surface portante implantaire égale à la surface portante dentaire remplacée). Il est cependant parfois impossible de remplir ces conditions, le praticien peut alors avoir recours au cantilever, tout en sachant que certains critères doivent être respectés (position, étendue du cantilever, réalisation de la superstructure...)

De nos jours, les auteurs restent prudents face à la connexion dent/implant et préfèrent la contre-indiquer ; en effet, la conséquence majeure mise en évidence lors d'une connexion est l'intrusion des dents naturelles.

Un nouveau concept est apparu, la mise en charge immédiate : elle n'est envisagée que dans le cas d'un édentement complet uni ou bi-maxillaire. Pour les restaurations unitaires ou les édentements partiels, on ne peut réaliser qu'une mise en fonction immédiate (absence de contacts occlusaux fonctionnels).

Concernant le schéma occlusal des prothèses implantaires, nous pouvons le diviser en deux catégories en fonction du type d'édentement et de la restauration utilisée pour le traiter : schéma occlusal de prothèse fixée ou schéma occlusal de prothèse amovible complète conventionnelle.

Une fois la prothèse implantaire achevée, il faut effectuer une équilibration occlusale et mettre en place une maintenance occlusale de la prothèse, de manière à détecter le plus précocement possible tout signe de surcharge occlusale et pouvoir l'intercepter.

D'autres études et recherches (de laboratoire ou cliniques) sont encore aujourd'hui nécessaires pour mieux appréhender les différents facteurs influençant l'occlusion des prothèses implantaires, et de ce fait leur succès, pour éventuellement élargir le champ d'action de l'implantologie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABBOU M, CHICHE F, PICARD B et coll.**
Connexité prothétique entre implants et dents naturelles: approche clinique, étude bibliographique et prospective.
Cah Prothèse 1995;**91**:56-68.
2. **ABJEAN J, LAURET JF et LE GALL M.**
Etude des muscles et des mouvements mandibulaires.
J Parodontol 1987;**6**:259-266.
3. **ADELL R, LEKHOLM U, ROCKLER B et coll.**
A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw.
Int J Oral Surg 1981;**10**(6):387-416.
4. **AHLQVIST J, BORG K, GUNNE J et coll.**
Osseointegrated implants in edentulous jaws : a 2-year longitudinal study.
Int J Oral Maxillofac Implants 1990;**5**:155-163.
5. **ANTOUN H et MISSIKA P.**
La mise en charge immédiate : bilan et perspectives.
Congrès annuel AFI 1999.
Implantodontie 2000;**37**:64.
6. **ASSAL J, ASSAL P et ARNAUD C.**
Modification of some occlusion concepts in implant dentistry: thoughts inspired by clinical experience.
Schweiz Monatsschr Zahnmed 2001;**111**(2):159-163.
7. **ASSIF D, MARSHAK B et HOROWITZ A.**
Analysis of load transfer and stress distribution by an implant-supported fixed partial denture.
J Prosthet Dent 1996;**75**:285-291.
8. **ASTRAND P, BORG K, GUNNE J et coll.**
Combination of natural teeth and osseointegrated implants as prosthesis abutments: a 2-year longitudinal study.
Int J Oral Maxillofac Implants 1991;**6**:305-312.
9. **ASTRAND P, ALMFELDT I, BRUNELL G et coll.**
Non-submerged implants in the treatment of the edentulous lower jaw. A 2-year longitudinal study.
Clin Oral Implants Res 1996;**7**:337-344.
10. **AUGEREAU D, GALEAZZI JM et PIERRISNARD L.**
Implants et cantilever : analyse par la méthode des éléments finis.
Implants 1997;**3**(2):109-116.

11. **AUGEREAU D et PIERRISNARD L.**
Implant plein-implant creux : analyse par la méthode des éléments finis.
Implant 1998;4(3):189-195.
12. **BALSHI TJ et WOLFINGER G.**
Immediate loading of Bränemark implants in edentulous mandibles: a preliminary report.
Implant Dent 1997; 6(2):83-88.
13. **BECKER W et BECKER BE.**
Replacement of maxillary and mandibular molars with single endosseous implant restorations: a retrospective study.
J Prosthet Dent 1995;74(1):51-55.
14. **BENZING UR, GALL H et WEBER H.**
Biomechanical aspects of two different implant-prosthetic concepts for edentulous maxillae.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;10:188-198.
15. **BERT M.**
Organisation des faces occlusales des prothèses scellées sur des points d'appui implantés.
Cah Prothèse 1984;46:79-89.
16. **BERT M.**
Les implants dentaires : Bases fondamentales, techniques chirurgicales, applications cliniques.
Paris : Cdp, 1987.
17. **BERT M.**
Complications et échecs en implantologie.
Paris : Cdp, 1994.
18. **BERT M, PICARD B et TOUBOL JP.**
L'occlusion des prothèses sur implants.
In : BERT M, PICARD B et TOUBOL JO, Eds. Implantologie.
Paris : Masson, 1992:80-106.
19. **BOREL JC, SCHITTLY J et EXBRAYAT J.**
Manuel de prothèse partielle amovible. 2^e ed.
Paris : Masson, 1994.
20. **BRANEMARK PI.**
Osseointegration and its experimental background.
J Prosthet Dent 1983;50(3): 399-410.
21. **BRANEMARK PI, ZARB GA et ALBREKTSSON T.**
Prothèses ostéointégrées : l'ostéointégration en pratique clinique.
Paris : Cdp, 1988.

22. **BRANEMARK PI, ENGSTRAND P, OHRNELL LO et coll.**
Bränemark Novum®: a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study.
Clin Implant Dent Relat Res 1999;**1**:2-16.
23. **BRUNSKI JB.**
Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface: Review paper.
Clin Mater 1992;**3**:153-201.
24. **BUNNI J.**
Choix de construction prothétique sur implants de Bränemark.
Tribune Dent 1993;**7**(1).
25. **BURDAIRON G.**
Abrégé de biomatériaux dentaires. 2^e ed.
Paris : Masson, 1990.
26. **BUSER D, WEBER HP et LANG NP.**
Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants.
Clin Oral Implants Res 1990;**1**:33-40.
27. **BUSER D, SUTTER F, WEBER HP et coll.**
The ITI dental system: basics, indications, clinical procedures and results.
Clin Dent 1992;**52**:1-23.
28. **CAMERON H, PILLIAR RM et MACNAB I.**
The effect of movement on the bonding of porous metal to bone.
J Biomed Mater Res 1973;**7**:310-311.
29. **CARLSOO S.**
An electromyographic study of the activity and an anatomic analysis of the mechanism of the lateral pterygoid muscle.
Acta Anat 1956;**26**:339-351.
30. **CELENZA FV.**
The centric position: Replacement and character.
J Prosthet Dent 1973;**30**:591-598.
31. **CELLETI R, PAMEIJER CH, BRACCHETTI G et coll.**
Histologic evaluation of osseointegrated implants restored in nonaxial functional occlusion with preangled abutments.
Int J Periodont Rest Dent 1995;**15**(6):562-573.
32. **CHAPMAN RJ.**
Principles of occlusion for implant prosthesis. Guidelines for position, timing, and force of occlusal controls.
Quintessence Int 1989;**20**(7):473-480.

- 33. CHAVRIER C.**
Utilisation différée de l'implant Frialit 2.
Implant 1996;**2**(1):63-71.
- 34. CHAVRIER C.**
Mise en charge immédiate : Impératifs cliniques, indications, contre-indications, problèmes médico-légaux.
<http://www.ao-r21.org>
- 35. CHICHE F et GUEZ G.**
Actualisation des concepts occlusaux en implantologie.
Cah Prothèse 2000;**112**:83-95.
- 36. CHO G et CHEE W.**
Apparent intrusion of natural teeth under an implant supported prosthesis : a clinical report.
J Prosthet Dent 1992;**67**:361-364.
- 37. CIBIRKA RM, RAZZOOG ME, LANG BR et coll.**
Determining the force absorption quotient for restorative materials used in implant occlusal surfaces.
J Prosthet Dent 1992;**67**(3):361-364.
- 38. CLAYTON JA et SIMONET PF.**
L'occlusion en prothèse ostéo-intégrée.
Cah Prothèse 1990;**72**:114-138.
- 39. CNO.**
Lexique d'occlusodontologie.
Paris : Quintessence International, 2001.
- 40. CRANIN AN, KLEIN M et SIMON A.**
Atlas of oral implantology.
New York : Thieme Medical, 1993:267-274.
- 41. CURTIS DA, SHARMA A, FINZEN FC et coll.**
Occlusal considerations for implant restorations in the partially edentulous patient.
J Calif Dent Assoc 2000;**28**(10):771-779.
- 42. D'AMICO A.**
The canine teeth: normal functional relation of the natural teeth of man.
J South Calif Dent Assoc 1958;**26**:6-23, 49-60, 127-142, 175-182, 194-208, 239-241.
- 43. D'AMICO A.**
Functional occlusion of the natural teeth of man.
J Prosthet Dent 1961;**11**:899-915.
- 44. DARIO LJ.**
How occlusal forces change in implant patients: a clinical research report.
J Am Dent Assoc 1995;**126**(8):1130-1133.

- 45. DAVARPANAH M, HAGE G, SLAMA MD et coll.**
Historique et évolution des concepts en implantologie.
J Parodontol 1992;**11**(1):85-92.
- 46. DAVARPANAH M et MARTINEZ H.**
Manuel d'implantologie clinique.
Paris : Cdp, 1999.
- 47. DAVIS DM, RIMROTT R et ZARB GA.**
Studies on frameworks for osseointegrated prostheses: Part 2. The effect of adding acrylic resin or porcelain to form the occlusal superstructure.
Int J Oral Maxillofac Implants 1988;**3**:275-280.
- 48. DEGORCE T.**
Protocole de mise en charge précoce de prothèses implantaires chez l'édenté total mandibulaire.
Stratégie Prothétique 2004;**4**(4):245-263.
- 49. DESJARDINS RP.**
Tissue-integrated prostheses for edentulous patients with normal and abnormal jaw relationship.
J Prosthet Dent 1988;**59**:180-187.
- 50. DUBRUILLE JH, GOUDOT P et VANHAKENDOVERS S.**
Réhabilitation orale en implantologie.
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 23395A¹⁰, 1994, **23**.
- 51. DUYCK J, VAN OOSTERWYCK H, VANDER SLOTEN J et coll.**
Influence of prosthesis material on the loading of implants that support a fixed partial prosthesis: in vivo study.
Clin Implant Dent Relat Res 2000;**2**(2):100-109.
- 52. DUYCK J, VAN OOSTERWYCK H, VANDER SLOTEN J et coll.**
Magnitude and distribution of occlusal forces on oral implants supporting fixed prostheses : an in vivo study.
Clin Oral Implants Res 2000;**11**:465-475.
- 53. EKFIELDT A, JOHANSSON LA et ISAKSSON S.**
Implant-supported overdenture therapy: a retrospective study.
Int J Prosthodont 1997;**10**(4):366-374.
- 54. ENGEL E et WEBER H.**
Treatment of edentulous patients with temporo-mandibular disorders with implants-supported overdentures.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;**10**(6):759-764.
- 55. ENGELMAN MJ.**
Clinical decision making and treatment planning in osseointegration.
Chicago: Quintessence, 1996:173,207-211.
- 56. ENGLISH CE.**
The critical A-P spread.
Implant Soc J 1990;**1**:2-3.

- 57. ENGLISH CE.**
Implant-supported versus implant-natural tooth-supported fixed partial dentures.
J Dent Symposia 1993a;1:10-15.
- 58. ENGLISH CE.**
Root intrusion in tooth-implant combination cases.
Implant Dent 1993b;22:79-85.
- 59. ENGLISH CE.**
Mechanical tooth concepts in implant dentistry.
Implant Dent 1993c;2:3-9.
- 60. ENGSTRAND P, GRONDAHL K, OHRNELL LO et coll.**
Prospective follow-up study of 95 patients with edentulous mandibles treated according to the Brånemark Novum concept.
Clin Implant Dent Relat Res 2003;5:3-10.
- 61. ERICSSON I et NILSON H.**
Mise en charge précoce des fixtures de Brånemark. Revue de la littérature actuelle.
Implant 2001;7(4):291-298.
- 62. ERICSSON I et NILNER K.**
Mise en fonction précoce des implants de Brånemark.
Int J Periodont Rest Dent 2002;22:8-19.
- 63. FROMENTIN O.**
L'occlusion des prothèses amovibles totales stabilisées par des implants: conception classique ou évolution ?
Implant 1997;3(3):185-189.
- 64. FROMENTIN O, SLONIM C, DAHAN G et coll.**
Prothèse ajointe totale et implants. Première partie : la conception prothétique.
Implant 1996;2(4):241-248.
- 65. GANELES J.**
Early loading with the ITI SLA surface as a predictable, routine procedure.
J Indiana Dent Assoc 2002; 81(3):15-16.
- 66. GANELES J, ROSENBERG MM, HOLT RL et coll.**
Immediate loading of implants with fixed restorations in the completely edentulous mandible: Report of 27 patients from a private practice.
Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16:418-426.
- 67. GASPARD M.**
Troubles de l'occlusion dentaire et SADAM.
Sèvres : Procodif, 1985:50.
- 68. GAUDY JF, HADIDA A, BRUNEL G et coll.**
Les muscles masticateurs possédant une insertion capsulo-méniscale au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire.
Inf Dent 1992;39:3517-3522.

- 69. GIBBS CH, MESSERMAN T, RESWICK JB et coll.**
Functional movements of the mandible.
J Prosthet Dent 1971;**26**:604-620.
- 70. GIBBS CH.**
Occlusal forces during chewing. Influences of biting strength and food consistency.
J Prosthet Dent 1981;**46**(5):561-574.
- 71. GLANTZ PO, RANGERT B, SVENSSON A et coll.**
On clinical loading of osseointegrated implants.
Clin Oral Implants Res 1993;**4**:99-106.
- 72. GRACIS SE, NICHOLLS JI, CHALUPNICK JD et coll.**
Shock-absorbing behavior of five restorative materials used on implants.
Int J Prosthet 1991;**4**:282-291.
- 73. GRASSO J et SHARRY J.**
The duplicability of arrow-point tracing in dentulous subjects.
J Prosthet Dent 1968;**20**:106-115.
- 74. GRUNDER U.**
Immediate functional loading of immediate implants in edentulous arches: two-year results.
Int J Periodont Rest Dent 2001;**21**(6):545-551.
- 75. GUNNE J, ASTRAND P, AHLEN K et coll.**
Implants in partially edentulous patients. A longitudinal study of bridges supported by both implants and natural teeth.
Clin Oral Implants Res 1992;**67**:236-245.
- 76. GUNNE J, ASTRAND P, LINDH T et coll.**
Tooth-implant and implant supported fixed partial dentures : a 10-year report.
Int J Prosthodont 1999;**12**:216-221.
- 77. GUNNE J, RANGERT B, GLANTZ PO et coll.**
Functional loads on freestanding and connected implants in three-unit mandibular prostheses opposing complete dentures: an in vivo study.
Int J Oral Maxillofac Implants 1997;**12**(3):335-341.
- 78. HARALDSON T et ZARB G.**
A 10-year follow-up study of the masticatory system after treatment with osseointegrated implant bridges.
Scand J Dent Res 1988;**96**:243-252.
- 79. HELLSING G.**
Occlusal adjustment and occlusal stability.
J Prosthet Dent 1993;**59**:696-702.
- 80. HENRY PJ, VAN STEENBERGHE D, BLOMBACK V et coll.**
Prospective multicenter study on immediate rehabilitation of edentulous lower jaws according to the Branemark Novum protocol.
Clin Implant Dent Relat Res 2003;**3**:137-142.

- 81. HERAUD J, OROFINO J, TRUB M et coll.**
Electrophysiologic evidence showing the existence of sensory receptors within the alveolar bone in anaesthetized cats.
Int J Oral Maxillofac Implants 1996;**11**:800-805.
- 82. HOBKIRK JA et PSARROS KJ.**
The influence of occlusal surface material on peak masticatory forces using osseointegrated implant-supported prostheses.
Int J Oral Maxillofac Implants 1992;**7**(3):345-352.
- 83. HOBO P, ICHIDA E et GARCIA CT.**
Osseointegration and occlusal rehabilitation.
Chicago : Quintessence, 1990:315-328.
- 84. HORIUCHI K, UCHIDA H, YAMAMOTO K et coll.**
Immediate loading of Bränemark system implants following placement in edentulous patients: A clinical report.
Int J Oral Maxillofac Implants 2000;**15**(6):824-830.
- 85. HUE O.**
Manducation et contacts occlusaux.
Tours : Conseil National d'Occlusodontologie, 1999.
- 86. INFORMATION DENTAIRE**
Glossaire de Stratégie Prothétique
<http://www.information-dentaire.com>
- 87. ISIDOR F.**
Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implant : a clinical and radiographic study in monkeys.
Clin Oral Implants Res 1996;**7**:143-152.
- 88. ISIDORI M, MALQUARTI G et CHAVRIER C.**
Concepts occlusaux en prothèse fixée implantaire.
Implant 1998;**4**(1):29-40.
- 89. JACKSON BJ.**
Occlusal principles and clinical applications for endosseous implants.
J Oral Implantol 2003;**29**(5):230-234. Erratum in: J Oral Implantol. 2003;**29**(6):314.
- 90. JACOBS R et VAN STEENBERGHE D.**
Comparative evaluation of the oral tactile function by means of teeth or implant-supported prostheses.
Clin Oral Implants Res 1991;**2**:75-80.
- 91. JACOBS R et VAN STEENBERGHE D.**
Comparison between implant-supported prostheses and teeth regarding passive threshold level.
Int J Oral Maxillofac Implants 1993;**8**(5):549-554.

- 92. JACOBS R et VAN STEENBERGHE D.**
Role of periodontal ligament receptors in the tactile function of teeth: a review.
J Periodont Res 1994;**29**:153-167.
- 93. JAFFIN RA et BERMAN CL.**
The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: A 5-year analysis.
J Periodontol 1991;**62**:2-4.
- 94. JEANMONOD A.**
Occlusodontologie : Applications cliniques.
Paris : Cdp, 1988.
- 95. JEANMONOD A.**
Quelle occlusion pour le patient ? La réponse de l'école fonctionnaliste.
Cah Prothèse 1988;**61**:49-50.
- 96. JIMENEZ-LOPEZ V.**
Implant-supported prostheses : occlusion, clinical cases, and laboratory procedures.
Chicago: Quintessence, 1995:19-35,132-134.
- 97. JIMENEZ-LOPEZ V.**
Mise en charge immédiate en implantologie : aspects chirurgicaux, prothétiques,
occlusaux et de laboratoire.
Paris : Quintessence International, 2004.
- 98. KAMINA P et RENARD M.**
Tête osseuse.
Paris : Maloine, 1994.
- 99. KARAYANIANNIS AL, LUSSI A, HAMMERLE C et coll.**
Perceived pressure thresholds with natural teeth and single crowns on osseointegrated
dental implants.
J Dent Res 1991;**70**:460.
- 100. KAUKINEN JA, EDGE MJ et LANG BR.**
The influence of occlusal design on simulated masticatory forces transferred to implant-
retained prostheses and supporting bone.
J Prosthet Dent 1996;**76**(1):50-55.
- 101. KAWAMURA Y.**
Concepts physiologiques de l'occlusion.
Actual Odontostomatol (Paris)1973;**102**:363-415.
- 102. KAY HB.**
Free-standing versus implant-tooth-interconnected restorations : understanding the
prosthodontic perspective.
Int J Periodont Rest Dent 1993;**13**:46-69.

- 103. KHAMIS MM, ZAKI HS et RUDY TE.**
A comparison of the effect of different occlusal forms in mandibular implant overdentures.
J Prosthet Dent 1998;**79**(4):422-429.
- 104. KOOLE P, DE JONGH H, BOERING G.**
A comparative study of electromyograms of the masseter, temporalis, and anterior digastric muscles obtained by surface and intramuscular electrodes: raw-EMG.
J Craniomandibul Pract 1991;**9**:228-240.
- 105. LAMBRICHTS I, CREEMERS J et VAN STEENBERGHE D.**
Morphology of neural endings in the human periodontal ligament: An electron microscopic study.
J Periodont Res 1992;**27**:191-196.
- 106. LANGER B et RANGERTB.**
Biomechanical interaction between implants and teeth.
In : NEVINS M, MELLONIG JT, Eds. Implant Therapy.
Chicago: Quintessence, 1998:47-51.
- 107. LAURET JF.**
Etude expérimentale de la « phase initiale » de la diduction mandibulaire.
Thèse de Doctorat de l'Université de Nantes, 1988.
- 108. LAURET JF et LE GALL M.**
La mastication : Une réalité oubliée par l'occlusodontologie ?
Cah Prothèse 1994;**85**:31-46.
- 109. LAVIGNE GJ, GOULET JP, MORRISSON F et coll.**
Le bruxisme, un vieux problème vu sous une perspective nouvelle.
Réal Clin 1994; **5**(2):199-207.
- 110. LE GALL MG et LAURET JF.**
Réalité de la mastication. 1^{ère} partie : conséquences pratiques.
Cah Prothèse 1998a;**103**:13-21.
- 111. LE GALL MG et LAURET JF.**
Réalité de la mastication. 2^e partie : nouvelle démarche clinique.
Cah Prothèse 1998b;**103**:23-29.
- 112. LE GALL MG et LAURET JF.**
Quelle occlusion en prothèse sur implants ? 1^e partie : concepts occlusaux et spécificité implantaire.
Cah Prothèse 2000;**109**:25-33.
- 113. LE GALL MG et LAURET JF.**
Occlusion et fonction : une approche clinique rationnelle.
Paris : Cdp, 2002.
- 114. LE GALL MG et SAADOUN AP.**
Maintenance en implantologie. 2^e partie: Maintenance prothétique et occlusale.
Clinic 1995;**5**:337-346.

- 115. LE GUERN JY.**
Etude expérimentale de la répétitivité des contacts occlusaux sur le chemin de fermeture lors de l'évaluation mandibulaire. Intérêt clinique.
Thèse : 3ème cycle Sci Odontol, Nantes, 1987.
- 116. LEJOYEUX J et LEJOYEUX R.**
Occlusion et implantologie dans le traitement de l'édentation totale.
Paris : Cdp, 1990.
- 117. LEKHOLM U.**
Patient selection for Bränemark Novum.
Applied Osseointegr Res 2001;1:36-39.
- 118. LEUNG T et LAI VF.**
Control of jaw closing forces: a comparison between natural tooth and osseointegrated implant.
Eur J Prosthodont Rest Dent 2000;8(3):113-116.
- 119. LEVY C et LEFEVRE M.**
Les implants dentaires.
Paris : Hermann, 1998.
- 120. LINDEN RWA.**
Touch thresholds of vital and nonvital human teeth.
Exp Neurol 1975;48:387-390.
- 121. LINDQUIST LW, ROCHLER B et CARLSSON GE.**
Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated prostheses.
J Prosthet Dent 1988;59:59-63.
- 122. LUCCHINI JP.**
Choix des matériaux dans la réhabilitation implantaire : résine ou céramique ?
Implant 1996;2(4):249-251.
- 123. LUCIA V.**
Modern gnathological concepts updated.
Chicago: Quintessence, 1983:449.
- 124. LUNDEEN HC et GIBBS CH.**
Advances in occlusion.
Boston: John Wright, 1982.
- 125. LUNDGREEN D.**
Critical evaluation of natural teeth-implant interconnected bridges. Risk Factors in implant dentistry.
Paris: Cdp, 1996.
- 126. LUNDGREEN D et LAURELL L.**
Biomechanical aspects of fixed bridgework supported by natural teeth and endosseous implants.
Periodontol 2000 1994;4:23-40.

- 127. LUNDQVIST S et HARALDSON T.**
Occlusal perception of thickness in patients with bridges on oral implants.
Scand J Dent Res 1984;**92**:88-92.
- 128. MAHAN PE, WILKINSON TM, GIBBS CH et coll.**
Superior and inferior bellies of the lateral pterygoid muscle EMG activity at basic jaw position.
J Prosthet Dent 1982;**50**:710-718.
- 129. MALQUARTI G, MARTIN JP, ALLARD Y et coll.**
Prothèses de temporisation.
Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23272 B²⁰³, 1989,4.
- 130. MANN A et PANKEY L.**
Oral rehabilitation. II. Reconstruction of the upper teeth using a functionally generated path technique.
J Prosthet Dent 1960;**10**:151-162.
- 131. MARSEILLER E.**
Les dents humaines : Morphologie.
Paris : Gauthier-Villars, 2002.
- 132. MATTES S, ULRICH R et MUHLBRADT L.**
Detection times of natural teeth and endosseous implants revealed by the method of reaction time.
Int J Oral Maxillofac Implants 1997;**12**:399-402.
- 133. MATTHEWS B.**
Responses of intradental nerves to mechanical stimulation of teeth in the cat.
J Dent Res 1986;**65**:506.
- 134. MC COLLUM BB.**
Fundamentals involved in prescribing restorative dental remedies.
Dent Items 1939;**61**:522-535, 641-648, 724-736, 852-863, 942-950.
- 135. MENDEZ AJ et GUERRA LR.**
Implant overdentures.
In: BLOCK MS, KENT JN, eds. Endosseous implants for maxillofacial reconstruction.
Philadelphia: WB Saunders,1995:158-177.
- 136. MERICSKE-STERN R.**
Clinical evaluation of overdenture restorations supported by osseointegrated titanium implants: a retrospective study.
Int J Oral Maxillofac Implants 1990;**5**:375-383.
- 137. MICHELON P.**
Traitement des édentements complets mandibulaires par la technique du Bränemark Novum. Protocole chirurgical et prothétique pas à pas.
Implant 2003;**9**(4):9-25.

- 138. MISCH CE.**
Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing and progressive bone loading.
Int J Oral Implantol 1990;6:23-31.
- 139. MISCH CE.**
Biomécanique et occlusion en prothèse implantaire. Cours du Cercle d'étude franco-libanais d'implantologie et de parodontologie ; 16 janvier 1995 ; Paris.
Paris : Cercle d'étude franco-libanais d'implantologie et de parodontologie, 1995.
- 140. MISCH CE.**
Contemporary Implant Dentistry. 2^e ed.
St Louis: Mosby, 1999.
- 141. MISCH CE.**
The effect of bruxism on treatment planning for dental implants.
Dent Today 2002;21(9):76-81.
- 142. MISCH CE et BIDEZ MW.**
Implant-protected occlusion.
Pract Periodont Aesthet Dent 1995;7(5):25-29.
- 143. MISCH CE et WANG HL.**
Immediate occlusal loading for fixed prostheses in implant dentistry.
Dent Today 2003; 22(8):50-56.
- 144. MIYATA T, KOBAYASHI Y, ARAKI H et coll.**
The influence of controlled occlusal overload on peri-implant tissue : a histologic study in monkeys.
Int J Oral Maxillofac Implants 1998;13:677-683.
- 145. MIYATA T, KOBAYASHI Y, ARAKI H et coll.**
The influence of controlled occlusal overload on peri-implant tissue. Part 3: a histologic study in monkeys.
Int J Oral Maxillofac Implants 2000;15(3):425-431.
- 146. MOLLER E.**
The chewing apparatus: an electromyographic study of the action of the muscles of mastication and its correlation to facial morphology.
Acta Physiol Scand 1967;69(suppl):280.
- 147. MUHLBRADT L, MATTES S, MOHLMANN H et coll.**
Touch sensitivity of natural teeth and endosseous implants revealed by difference thresholds.
Int J Oral Maxillofac Implants 1994;9:412-416.
- 148. MUHLBRADT L, ULRICH R, MOHLMANN H et coll.**
Mechanoperception of natural teeth versus endosseous implants revealed by magnitude estimation.
Int J Oral Maxillofac Implants 1989;4:125-130.

- 149. MUHLBRADT L, ULRICH R, MOHLMANN H et coll.**
Adaptive Bestimmung der Tastschwelle bei natürlichen Zähnen und enossalen Implantaten.
Z Zahnärztl Implantol 1989;**5**:101-107.
- 150. MUHLBRADT L, ULRICH R, MOHLMANN H et coll.**
Die Wahrnehmung von überschwelligen Kräften an enossalen Implantanten und natürlichen Zähnen.
Z Zahnärztl Implantol 1990;**6**:161-165.
- 151. MUHLEMANN HR, SAVDIRL S, RAKEITSHAK KH.**
Tooth mobility: Its cause and significance.
J Periodontol 1965;**36**:148-153.
- 152. NAERT I, DE CLERCQ M et THEUNIERS G.**
Overdentures supported by osseointegrated fixtures for the edentulous mandible : 2.5-year report.
Int J Oral Maxillofac Implants 1988;**3**:191-196.
- 153. NAERT I, QUIRYNEN M, VAN STEENBERGHE D et coll.**
A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part II: Prosthetic aspects.
J Prosthet Dent 1992;**68**:949-956.
- 154. OKESSON JP.**
The effect of hard and soft occlusal splints on nocturnal bruxism.
J Am Dent Assoc 1987;**114**(6):788-791.
- 155. OLSSON M, GUNNE J, ASTRAND P et coll.**
Free-standing implant-supported bridges versus tooth-implants-supported bridges. A five-year prospective study.
Clin Oral Implants Res 1995;**6**:114-121.
- 156. ORTHLIEB JD.**
The curve of Spee : the understanding of the sagittal organisation of the teeth.
J Cranio-mandibul Pract 1997;**15**:333-340.
- 157. ORTHLIEB JD, BROCARD D, SCHITTLY J et coll.**
Occlusodontie pratique.
Paris : Cdp, 2000.
- 158. PARFITT GS.**
Measurement of the physiologic mobility of individual teeth in an axial direction.
J Dent Res 1960;**39**:68.
- 159. PATTERSON EA, BURGUETE RL, HUE THOI M et coll.**
Distribution of load in an oral prosthesis system: an in vitro study.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;**10**:552-560.

- 160. PEREL ML.**
Parafonctionnal habits, nightguards, and root from implants.
Implant Dent 1994;3(4):261-263.
- 161. PIERRISNARD L et AUGEREAU D.**
Comportement mécanique des implants et matériau prothétique.
Implant 1996;2(1):17-28.
- 162. PIGNARD N, ORTHLIEB JD, MANTOUT B et coll.**
Mouvement mandibulaire transversal et mouvement de Bennett.
Lettre d'Information du collège National d'Occlusodontologie.
<http://www.univ-reims.fr/UFR/Odontologie/CNO/Iam/Iam5.pdf>
- 163. POSSELT U.**
Physiologie de l'occlusion et réhabilitation.
Acta Odontol Scand 1952;10:1-150.
- 164. POSSELT U.**
Studies in the mobility of the human mandible.
Paris: J Prélat, 1968.
- 165. QUIRYNEN M, NAERT I et VAN STEENBERGHE D.**
Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the Bränemark System.
Clin Oral Implant Res 1992;3:104-111.
- 166. RAMFJORD SP et ASH MM.**
L'occlusion.
Paris: J Prélat, 1975.
- 167. RANGERT B.**
Biomécanique des implants Bränemark.
Implant 1995;1(1):63-74.
- 168. RANGERT B, JEMT T et JORNEUS L.**
Forces and moments on Bränemark implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 1989;4:241-247.
- 169. RANGERT B, KROGH PHJ, LANGER B et coll.**
Bending overload and fixture fracture. A retrospective clinical analysis.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;10(3):326-334.
- 170. RANGERT B, GUNNE J, GLANTZ PO et coll.**
Vertical load distribution on a three-unit prosthesis supported by a natural tooth and a single Bränemark implant. An in vivo study.
Clin Oral Implants Res 1995;6:40-46.
- 171. RENOUARD F et RANGERT B.**
Facteurs de risque et traitements implantaires : évaluation clinique et approche rationnelle.
Paris : Quintessence international, 1999.

- 172. RIEDER CE et PAREL SM.**
A survey of natural tooth abutment intrusion with implant-connected fixed partial dentures.
Int J Periodont Rest Dent 1993;1:335-347.
- 173. RIGNON-BRET C et RIGNON-BRET JM.**
Prothèse amovible complète, prothèse immédiate, prothèses supraradiculaire et implantaire.
Paris : Cdp, 2002.
- 174. ROCCI A, MARTIGNONI M et GOTTLOW J.**
Immediate loading in the maxilla using flapless surgery, implants placed in predetermined positions, and prefabricated provisional restorations: a retrospective 3-year clinical study.
Clin Implant Dent Relat Res 2003;5(suppl 1):57-63.
- 175. RODRIGUEZ AM, AQUILINO SA, LUND PS et coll.**
Evaluation of strain at the terminal abutment site of a fixed mandibular implant prosthesis during cantilever loading.
J Prosthodont 1993;2(2):93-102.
- 176. ROMEROWSKI J et BRESSON G.**
Anatomie dentaire fonctionnelle. Relations statiques.
Paris: Cdp, 1988.
- 177. SABA S.**
Occlusal stability in implant prosthodontics – clinical factors to consider before implant placement.
J Can Dent Assoc 2001;67(9):522-526.
- 178. SAINTOT O.**
Situation du plan d'occlusion et développement cranio-facial : relation de réciprocité.
Thèse de Doctorat de l'Université de Montpellier, 2001.
- 179. SAKADA S.**
Mechanoreceptors in fascia, periosteum and periodontal ligament.
Bull Tokyo Med Dent Univ 1974;21(suppl):11-13.
- 180. SANTOS JD, ONG JL et SHIN D.**
Mechanics of occlusion over implants: vertical analyses of bridges over implants and single-unit implants.
Material Submission 2000.
<http://www.mdmii.com>.
- 181. SCHINDLER HJ, STENGEL E et SPIESS WEL.**
Feedback control during mastication of solid food textures – a clinical-experimental study.
J Prosthet Dent 1998;80:330-336.

- 182. SCHNEIDER RL, HIGGINBOTTOM FL, WEBER H et coll.**
For your patients receiving endosseous implants for immediate loading are the implant-supported crowns or prostheses initially put into occlusal function, and what instructions are given for their use.
Int J Oral Maxillofac Implants 2002; **17**(6):881-884.
- 183. SCHROEDER A, MAEGLIN B et SUTTER F.**
Das ITI-Hohlzylinder-implantat TypF zur Prothesenretention beim zahnlosen Kiefer.
Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 1983;**93**:720-733.
- 184. SCHROEDER A, POHLER O et SUTTER F.**
Gewebsreaktion auf ein Titan-Hohlzylinder-Implantat mit Titan-Spritz-Schichtoberfläche.
Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 1976;**86**:713-727.
- 185. SCHUYLER CH.**
Principles employed in full denture prosthesis which may be applied in other fields of dentistry.
J Am Dent Assoc 1929;**16**:2045-2054.
- 186. SCHUYLER CH.**
Fundamental principles in the correction of occlusal disharmony, natural and artificial.
J Am Dent Assoc 1935;**22**:1193-1202.
- 187. SEKINE H, KOMIYAMA Y, HOTTA K et coll.**
Mobility characteristics and tactile sensitivity of osseointegrated fixture-supporting systems.
In : VAN STEENBERGHE D, ed. Tissue Integration in Oral Maxillofacial Reconstruction.
Amsterdam: Elsevier, 1986:306-332.
- 188. SERTGOZ A.**
Finite element analysis study of the effect of superstructure material on stress distribution in an implant-supported fixed prosthesis.
Int J Prosthodont 1997;**10**:19-27.
- 189. SHAKLETON JL, CARR L, SLABBERT JCB et coll.**
Survival of fixed implant-supported prostheses related to cantilever lengths.
J Prosthet Dent 1994;**71**(1):23-26.
- 190. SHEETS C et EATHMAN JC.**
Natural tooth intrusion and reversal in implant-assisted prostheses: evidence of and hypothesis for the occurrence.
J Prosthet Dent 1993;**70**:513-520.
- 191. SKALAK R.**
Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses.
J Prosthet Dent 1983;**49**:843-848.

- 192. SLAVICEK R.**
L'enregistrement axiographique de la trajectoire condylienne à l'aide d'un arc facial à fixation extra-occlusale.
Cah Prothèse 1983;**41**:77-86
- 193. SOBALLE K, HANSEN ES, BROCKSTEDT-RASMUSSEN H et coll.**
The effect of the osteoporosis, bone deficiency, bone grafting and micromotion on fixation of porous-coated hydroxyapatite coated implants.
In: GEESINK RGT, MANLEY MT, eds. Hydroxyapatite coatings in orthopaedic surgery.
New York: Raven Press, 1993:107-136.
- 194. SPEE FG.**
The condylar path of the mandible along the skull.
J Am Dent Assoc 1980;**100**:670-675.
- 195. SPIEKERMANN H, DONATH K, HASSEL T et coll.**
Color atlas of dental medicine: implantology.
Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1995:299-304.
- 196. STALLARD H et STUART C.**
What kind of occlusion should recusped teeth be given?
Dent Clin North Am 1963:591-606.
- 197. STROUMZA JM, MISSIKA P et PICARD B.**
Concept de la mise en charge progressive: étude bibliographique.
Cah Prothèse 1998;**103**:65-71.
- 198. STUART C et GOLDEN IB.**
The history of gnathology.
Los Angeles : Stuart Gnathological Instruments, 1981.
- 199. STUART CE et STALLARD H.**
Diagnosis and treatment of occlusal relations of the teeth.
Texas Dent J 1957;**75**:430-435.
- 200. SULLIVAN DY.**
L'expérience clinique de l'occlusion prothétique en implantologie (compte-rendu).
Lille : Conseil National d'Occlusodontologie, 1991.
- 201. TARNOW DP, EMTIAZ S et CLASSI A.**
Immediate loading of threaded implants at stage I surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1 to 5 year data.
Int J Oral Maxillofac Implants 1997;**12**:319-324.
- 202. TASHKANDI EA, LANG BR et EDGE MJ.**
Analysis of strain at selected bone sites of a cantilevered implant-supported prosthesis.
J Prosthet Dent 1996;**76**:158-164.

- 203. TAVERNIER B.**
Morphologie des surfaces dentaires des prothèses sur implant: opinions.
Implant 1997;**3**(2):101-103.
- 204. TAYLOR TD, AGAR JR et VOGIATZI T.**
Implant prosthodontics : current perspective and future directions.
Int J Oral Maxillofac Implants 2000;**15**(1):66-75.
- 205. TOUBOL JP.**
Morphologie des surfaces dentaires des prothèses sur implants : arguments.
Implant 1997;**3**(2):104-106.
- 206. TURLAY C.**
Situations occlusales pré-prothétiques: Pourquoi et comment intervenir?
Cah Prothèse 2000;**112**:7-23.
- 207. VAN STEENBERGHE D, VAN DEN BERGH A, DE VRIES JH et coll.**
The influence of advanced periodontitis on the physiological threshold level of periodontal mechanoreceptors in man.
J Periodont Res 1981;**16**:199-204.
- 208. VAN STEENBERGHE D.**
L'influence des implants sur le plan de traitement en parodontologie.
Objectif Paro 1993;**144**:16.
- 209. VAN STEENBERGHE D et QUIRYNEN M.**
Maintenance in dental implant. AAP Implant Conference, Chicago, 1992.
J Periodontol 1992:64.
- 210. WATSON RM, DAVIS DM, FORMAN GH et coll.**
Considerations in design and fabrication of maxillary implant-supported prostheses.
Int J Prosthodont 1991;**4**(3):232-239.
- 211. WEINBERG LA.**
Axial inclination and cuspal articulation in relation to force distribution.
J Prosthet Dent 1957;**7**:804-813.
- 212. WEINBERG LA.**
The biomechanics of force distribution in implant-supported prosthesis.
Int J Oral Maxillofac Implants 1993;**8**:19-31.
- 213. WEINBERG LA.**
Reduction of implant loading using a modified centric occlusal anatomy.
Int J Prosthodont 1998;**11**(1):55-69.
- 214. WEINBERG LA et KRUGER B;**
A comparison of implant/prosthesis loading with four clinical variables.
Int J Prosthodont 1995;**8**:421-433.

- 215. WEINBERG LA et KRUGER B.**
An evaluation of torque (moment) on implant/prosthesis with staggered buccal and lingual offset.
Int J Periodont Rest Dent 1996;**16**:253-265.
- 216. WEINER S, KLEIN M, DOYLE JL et coll.**
Identification of axons in the peri-implant region by immunohistochemistry.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;**10**:689-695.
- 217. WHITE EG.**
Technologie des implants ostéo-intégrés.
Paris : Cdp, 1994:153-167.
- 218. WILKINSON TM.**
The relationship between the disk and the lateral pterygoid muscle in the human temporomandibular joint.
J Prosthet Dent 1988;**60**:715-724.
- 219. WINKLER S et MONASKY GE.**
The edentulous mandible opposing maxillary natural teeth: treatment considerations utilizing implant overdentures.
Implant Dent 1993;**2**:44-47.
- 220. WODA A et VIGNERON P.**
Contacts occlusaux.
Cah Prothèse 1977;**19**:61-86.
- 221. WOOD WW.**
Medial pterygoid muscle activity during chewing and clenching.
J Prosthet Dent 1986;**55**:615-621.
- 222. WOOD WW.**
A review of masticatory muscle function.
J Prosthet Dent 1987;**57**:222-232.
- 223. WOOD WW, TAKADA K et HANNAM AG.**
The electromyographic activity of the inferior part of the human lateral pterygoid muscle during clenching and chewing.
Arch Oral Biol 1986;**31**:245-253.
- 224. YUNG JP, CARPENTIER P, MARGUELLES-BONNET R et coll.**
Anatomy of the temporomandibular joint and related structures in the frontal plane.
J Craniomandibul Pract 1990;**8**:101-107.
- 225. ZARB GA et SCHMITT A.**
The longitudinal effectiveness of osseointegrated dental implants : the Toronto study. Part III: Problems and complications encountered.
J Prosthet Dent 1990;**64**:185-194.

- 226. ZINNER I, PANNO F, SMALL S et coll.**
Implant dentistry : from failure to success.
Chicago: Quintessence Publishing, 2003.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|--|-----|
| FIGURE 1 : LE DIAGRAMME DE POSSELT (19)..... | 13 |
| FIGURE 2 : TRAJECTOIRE CONDYLIENNE EN PROPULSION (19)..... | 15 |
| FIGURE 3 : MOUVEMENTS DES CONDYLES EN LATÉRALITÉ (19)..... | 17 |
| FIGURE 4 : DIFFÉRENTES PHASES D'UN CYCLE DE MASTICATION (113)..... | 20 |
| FIGURE 5 : COMPARAISON DES ACTIONS MUSCULAIRES ENTRE LES MOUVEMENTS D'INCISION ET PROPULSION (113)..... | 28 |
| FIGURE 6 : CINÉMATIQUE DENTO-DENTAIRE D'ENTRÉE DE CYCLE COMPARÉE À UN MOUVEMENT DE LATÉROCLUSION (113)..... | 29 |
| FIGURE 7 : CINÉMATIQUE DENTO-DENTAIRE DE SORTIE DE CYCLE..... | 30 |
| COMPARÉE À UN MOUVEMENT DE LATÉROCLUSION (113)..... | 30 |
| FIGURE 8 : COMPARAISON ENTRE LA DENT NATURELLE ET..... | 33 |
| LA PROTHÈSE IMPLANTO-PORTÉE (119)..... | 33 |
| FIGURE 9 : LES AVANTAGES DU LIGAMENT PARODONTAL (41)..... | 38 |
| FIGURE 10 : PROPOSITION DE SCHÉMAS OCCLUSAUX MAXILLAIRES EN CLASSE II SQUELETTIQUE SELON LES CLASSES D'ÉDENTEMENT DE KENNEDY-APPLEGATE (88)..... | 47 |
| FIGURE 11 : PROPOSITION DE SCHÉMAS OCCLUSAUX MAXILLAIRES EN CLASSE III..... | 50 |
| SQUELETTIQUE SELON LES CLASSES D'ÉDENTEMENT DE KENNEDY-APPLEGATE (88)..... | 50 |
| FIGURE 12 : DURETÉ DES MATÉRIAUX DE SURFACE OCCLUSALE (25)..... | 61 |
| FIGURE 13 : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTS MATÉRIAUX..... | 61 |
| UTILISÉS EN PROTHÈSE SUPRA-IMPLANTAIRE..... | 61 |
| FIGURE 14 : COMPARAISON DE L'USURE DES MATÉRIAUX DE..... | 62 |
| RESTAURATION PROTHÉTIQUE (38)..... | 62 |
| FIGURE 15 : MODIFICATION DE LA MORPHOLOGIE OCCLUSALE (15)..... | 66 |
| FIGURE 16 : MOMENTS DE FLEXION INDUITS SELON DIFFÉRENTES SITUATIONS (213)..... | 68 |
| FIGURE 17 : MODIFICATION DE L'ANATOMIE OCCLUSALE ANTÉRIEURE..... | 69 |
| FIGURE 18 : MODIFICATION DE L'ANATOMIE OCCLUSALE POSTÉRIEURE..... | 71 |
| FIGURE 19 : PRÉPARATION DES DENTS ANTAGONISTES DES PROTHÈSES IMPLANTAIRES PAR ADDITION/SOUSTRACTION (113)..... | 74 |
| FIGURE 20 : COMPARAISON DES CAPACITÉS À SUPPORTER LES CHARGES D'UN BRIDGE DE TROIS ÉLÉMENTS EN FONCTION DU NOMBRE ET DE LA DISPOSITION DES IMPLANTS (167). | 81 |
| FIGURE 21: A LA MANDIBULE (97):..... | 98 |
| FIGURE 22: AU MAXILLAIRE (97):..... | 99 |
| FIGURE 23: PROPOSITION DE SCHÉMAS OCCLUSAUX MAXILLAIRES EN CLASSE I SQUELETTIQUE SELON LES CLASSES D'ÉDENTEMENT DE KENNEDY-APPLEGATE (88)..... | 109 |

ANNEXES

BRIN (Stéphanie) - Gestion de l'occlusion des prothèses implantaires.
136f., tabl., 30cm
(Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2005)

Résumé de la thèse :

Actuellement, malgré le succès de l'option implantaire, un certain nombre d'échecs sont rapportés : l'une des principales causes invoquées est la surcharge occlusale.

Les différents concepts occlusaux s'appliquant en denture naturelle sont présentés. Les différences majeures dent-implant justifiant le soin tout particulier que l'on doit apporter à l'occlusion des prothèses implantaires sont évoquées.

Enfin, les différents facteurs occlusaux à prendre en compte dans le cadre d'un traitement implantaire (qu'ils soient cliniques ou techniques) et le schéma occlusal à respecter en fonction du type de prothèse utilisé sont exposés.

Rubrique de classement : Prothèse implantaire

Mots clés :

- implant dentaire
- prothèse
- occlusion dentaire

Me SH :

- dental implant
- prosthesis
- dental occlusion

Jury :

- Président M. Le Professeur Alain Daniel
- Assesseur M. Le Professeur Bernard Giumelli
- Assesseur M. Le Docteur Afshine Saffarzadeh

- Directeur : M. Le Docteur François Unger

Adresse de l'auteur : 2, Impasse du Berry
79 140 CERIZAY